

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE MANAGEMENT ENSM
Pôle Universitaire de KOLÉA**



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Master Professionnel en Management de la Chaîne Logistique

**CONTRIBUTION À L'OPTIMISATION D'UN PROCESSUS DE
PRODUCTION À L'AIDE DE L'OUTIL VALUE STREAM
MAPPING**

CAS : LAFARGE CIMENT OGGAZ

Elaboré par :

CHERGUI Sameh

Encadré par :

Dr. BOUCHETARA Mehdi

Année universitaire 2020/2021

Résumé

Aujourd'hui, les principaux enjeux des industries manufacturières concernent l'adaptation à des environnements instables. Dans ce contexte, l'objectif principal de notre travail est d'optimiser un processus de production afin d'atteindre un gain de productivité des ressources matières et matérielles. Celà, nécessite l'utilisation optimale des facteurs de production d'une manière rationnelle afin d'accueillir et de maintenir un avantage concurrentiel. Sa réussite se traduit l'optimisation des délais de réalisation et l'amélioration des performances.

Pour ce faire, nous avons utilisé l'outil Value Stream Mapping au sein de Lafarge Ciment Oggaz depuis l'achat de matières première jusqu'à l'expédition des produits finis. Il s'agit d'une méthodologie systématique d'analyse et d'optimisation des flux. Il permet d'identifier la nature des actions à réaliser afin d'optimiser globalement de la chaine et pas seulement localement par des actions ponctuelles.

Les résultats obtenus montrent que l'optimisation de processus de fabrication a un impact direct sur la performance de la chaine logistique et de l'entreprise en globalité, celle-ci représente un levier clé pour atteindre les objectifs concurrentiels en terme de productivité, flexibilité et réactivité.

Mots clés : Processus de production, Chaine logistique, VSM, optimisation, performance, productivité, flexibilité, efficience.

المخلص

تتعلق التحديات الرئيسية التي تواجه الصناعات التحويلية اليوم بالتكيف مع البيئات غير المستقرة. في هذا السياق، فإن الهدف الرئيسي لعملنا هو تحسين عملية الإنتاج من أجل تحقيق مكاسب في إنتاجية الموارد المادية. وهذا يتطلب الاستخدام الأمثل لعوامل الإنتاج بطريقة عقلانية من أجل التألق بالميزة التنافسية والحفاظ عليها. نجاحها يظهر في تحسين المهل وتحسين الأداء.

في إطار هذا العمل، قمنا بتسطير الأهداف المرغوب تحقيقها عن طريق تطبيق نموذج مخطط تدفق القيمة على مستوى لافارج للأسمنت عغاز، ابتداء من مرحلة شراء المواد الأولية إلى غاية مرحلة شحن المنتجات النهائية، لتحليل التدفقات وتحسينها. هذا الأخير يجعل من الممكن تحديد طبيعة الإجراءات التي سيتم تنفيذها من أجل تحسين السلسلة عامةً وليس بصفة مركزية فقط من خلال إجراءات لمرة واحدة. وأهم من ذلك، التفكير في دعم المسؤولين التنفيذيين من خلال التدريب لأن العامل البشري يعتبر المحرك الأساسي للابتكار، التنافسية والإبداع.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن تحسين عمليات التصنيع له تأثير مباشر على أداء سلسلة التوريد والشركة ككل، مما يمثل رافعة رئيسية لتحقيق الأهداف التنافسية من حيث الإنتاجية والمرونة والتفاعل

الكلمات المفتاحية سلسلة التوريد، عملية الإنتاج، الإنتاجية، الأداء، المرونة، الكفاءة، التحسين.

Abstract

The main challenges facing manufacturing industries today relate to adapting to unstable environments. In this context, the main objective of our work is to optimize a production process in order to achieve a gain in the productivity of material resources. This requires the optimal use of factors of production in a rational way in order to welcome and maintain a competitive advantage. Its success translates into the optimization of lead times and improved performance.

To do this, we used the Value Stream Mapping tool within Lafarge Cement Oggaz from the purchase of raw materials to the shipment of finished products. This is a systematic methodology for analyzing and optimizing flows. It makes it possible to identify the nature of the actions to be carried out in order to optimize the chain globally and not only locally through one-off actions.

The results obtained show that the optimization of manufacturing processes has a direct impact on the performance of the supply chain and the company as a whole, which represents a key lever to achieve competitive objectives in terms of productivity, flexibility and reactivity.

Keywords: Production process, Supply chain, VSM, optimization, performance, productivity, flexibility, efficiency.

REMERCIEMENT

*Tout d'abord, je tiens à remercier mon DIEU le tout-puissant de m'avoir accordé la volonté
et
la force pour réaliser ce travail qui me tenait à cœur.*

*Je remercie mon encadreur Dr. **Mehdi Bouchetera** pour sa patience, ses précieux conseils et
encouragements.*

*Je dédie ce travail en particulier à mon très cher Papa **Benzianne** de m'avoir soutenu au
long de tout mon parcours scolaire et universitaire*

رحمة الله عليك يا والدي

J'espère que tu es fière de moi

*À la prunelle de mes yeux ma Maman **BELKHIR Fatiha**, je ne te remercierais jamais assez
pour tout le soutien et l'amour que tu me donnes de jour en jour.*

Je t'aime Maman

*À mes sœurs **Leila, Aicha, Faiza** de m'avoir soutenu moralement mais, aussi financièrement
À mon unique frère **Mohammed** que dieux vous protège*

*Je remercie mes amis pour leurs pour leurs supports moraux et pour leurs écoutes ainsi que
leurs nombreux encouragements*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont enseigné et
qui par leurs compétences m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.*

*Enfin, je voudrai également remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce
travail et pour toutes leurs remarques et critiques.*

Sameh CHERGUI

Table des matières

Résumé.....	I
Remercîment.....	II
Table des matières.....	III
Liste des tableaux	V
Liste des figures.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Introduction	1
Chapitre I : Contexte et Revue de littérature	3
1. Contexte et objectif de la recherche.....	3
2. Intérêts de l'étude.....	3
3. Question de recherche.....	5
4. Revue de littérature.....	7
Chapitre II : Cadre conceptuel	13
Section 1 : Processus de production.....	13
1.1 Définition d'un processus.....	13
1.2 Caractéristiques d'un processus de production.....	13
1.3 Les objectifs d'optimiser le processus de production.....	13
Section 2 : Lean Manufacturing et la démarche d'optimisation d'un processus de production	14
2.1 Les fondements du Lean Manufacturing	14
2.2 Les trois familles de gaspillage	15
2.3 Les outils du lean manufacturing.....	15
Section 3 : Généralité sur la méthode VSM	17
3.1 Notions.....	17
3.2 La philosophie de la VSM.....	17
3.3 Les avantages de la Value Stream Mapping	20
3.4 Démarche du construction d'une carte VSM.....	20
3.5 Utilité et intérêt de la VSM	23
Chapitre III : Contexte pratique et Cadre méthodologique.....	24
Section 1 : Présentation de l'organisme d'accueil	24
1.1 Lafarge Algérie	24
1.2 Lafarge Ciment Oggaz.....	26
Section 2 : méthodes et données	28
2.1 Méthodologie.....	28

2.2	Techniques de recueil des données.....	28
3	Analyse et discussions des données.....	31
Chapitre IV : Résultats et discussion.....		33
Section 1 : Démarche de la mise en œuvre le VSM.....		33
1.1	Choix de la famille des produits.....	33
1.2	Dessin de l'état actuelle.....	35
1.3	Analyse.....	55
1.4	Le traçage de la VSM cible.....	65
1.5	Construire le plan d'action et le mener à bien.....	73
Section 2 : Discussion.....		82
Conclusion.....		84
Bibliographie.....		85

Liste des tableaux

Tableau 1	Tableau synthétique des articles	11
Tableau 2	Entretiens effectués	30
Tableau 3	Diagramme de SIPOC processus de fabrication LCO	36
Tableau 4	Les ventes MATINE 05/2021	38
Tableau 5	Symboles utilisés dans la réalisation d'un Organigramme de Processus	40
Tableau 6	Achat matières premières	44
Tableau 7	Commande clients 19/05/2021	46
Tableau 8	Tableaux synthétique des données 19/05/21	50
Tableau 9	Etat des équipement	57
Tableau 10	Rapport entre temps disponible et temps d'arrêt	59
Tableau 11	Description des temps d'arrêt	60
Tableau 12	Questions structurant le remaniement de la chaîne de valeur	66
Tableau 13	Temps requis pour la fabrication d'une commande journalière	68
Tableau 14	Gain qu'on souhaite réaliser dans notre étude de cas.....	73
Tableau 15	Production Ciment Gris 2009/2020.....	87
Tableau 16	Production Ciment Blanc 2009/2020	88
Tableau 17	Les différents types du ciment gris en identifiant leur taux du clinker	91
Tableau 18	Symboles VSM de processus (Johann, 2015)	92
Tableau 19	Symboles VSM de matériaux (Johann, 2015).....	93
Tableau 20	Symboles VSM d'informations (Johann, 2015)	94
Tableau 21	Symboles VSM généraux (Johann, 2015).....	95
Tableau 22	ventes matine 04/2021	96
Tableau 23	Stock min/max de matière première.....	99

Liste des figures

Figure 1 Chaîne de création de valeur d'un produit	18
Figure 2 Schéma du Temps de Cycle	18
Figure 3 Schéma du Délai d'Exécution	19
Figure 4 Schéma du Temps de Valeur Ajoutée	19
Figure 5 : Déroulement d'une Value Stream Mapping	21
Figure 6 Evolution annuelle de la demande et de l'offre du ciment en Algérie.....	24
Figure 7 Lafarge Algerie [lafarge.dz].....	25
Figure 8 Cartographe des processus au sein de la supply chain de LafargeHolcim Algerie ..	26
Figure 9 Analyse ABC de la demande clientèle moyenne mensuelle.....	34
Figure 10 Analyse ABC des moyennes mensuelles des revenus des ventes par produit	34
Figure 11 dessin de l'état actuelle	53
Figure 12 Représentation graphique du Takt Time et le cycle de temps de chaque phase	56
Figure 13 Représentation graphique du Takt Time et le cycle de temps de chaque opération.....	57
Figure 14 Diagramme 80/20 des causes d'arrêt zone expédition	62
Figure 15 Icône du dépôt de stockage	63
Figure 16 Processus régulateur.....	64
Figure 17 Diagramme du Gantt de temps requis de la fabrication commande journalière	68
Figure 18 TC et TT souhaité	71
Figure 19 : Dessin de l'état futur	72
Figure 20 LafargeHolcim leader mondial de la construction ciment	87
Figure 21 Production Ciment Gris 2009/2020	87
Figure 22 Production Ciment Blanc 2009/2020.....	88
Figure 23 certificat ISO 14001 :2015 pour l'usine Lafarge Ciment Oggaz en 2018	88
Figure 24 Quantités vendues du ciment ces dernières années.....	91
Figure 25 Revenue des ventes par rapport au Chiffre d'affaire	91
Figure 26 Flow Sheet ligne Gris.....	98
Figure 27 Achat MP 19/05/21	99

Liste des abréviations

VSM Value Stream Mapping

LCO Lafarge Ciment Oggaz

SC Supply Chain

SCM Supply Chain Management

MP Matière Première

PF Produit Fini

SME Système de Management de l'Environnement

Bk1 Broyeur Ciment 1

Bk2 Broyeur Ciment 2

M1 Machine ensacheuse 1

M2 Machine ensacheuse 2

M3 Machine ensacheuse 3

K.K Clinker

Introduction

Dans un contexte économique exigeant et concurrentiel, l'entreprise est contrainte d'adopter une stratégie en matière de développement pour rester compétitive. Celle-ci se traduit par une meilleure gestion de ses processus. (**Azzemou Rabia, 2014**).

Aujourd'hui, l'optimisation de la production est visée comme un facteur primordial dans son influence sur le potentiel compétitif de l'entreprise. Ceci dit, cette voie doit être prise au sérieux vu sa grande rentabilité (**Aminu Sahabi Abubakar A. N., 2020**), par étudier un ensemble de mesures visant l'amélioration du processus de production

En effet, les systèmes de production actuels font face à un besoin en transformation en rupture avec les dernières décennies. Dans ce contexte, l'usine doit se montrer de plus en plus flexible. La flexibilité et la réactivité des moyens de production sont un défi majeur pour la prochaine décennie, qui consiste à pouvoir changer le point de fonctionnement optimal d'un système de production (**Eynaoud, 2020**).

Les entreprises qui développent cette pratique réalisent non seulement une optimisation de leurs processus de production mais aussi des performances logistiques (**Hayat, 2020**) (**Mukolwe, 2015**). Dans ce contexte, nous avons constitué notre problématique dans le but d'avoir :

Comment peut-on optimiser un processus de production au sein de l'entreprise LCO dans le cadre d'améliorer la productivité de sa chaîne logistique ?

Dans ce contexte, la Value Stream Mapping peut être un outil fiable d'organisation qui va nous aider d'optimiser leur processus de production. Par organiser, visualiser les flux d'information-matière et identifier les gaspillages afin de les éliminer, dans le but d'optimiser le processus de fabrication, d'améliorer la flexibilité et la performance de toute la chaîne logistique, depuis l'amont jusqu'à l'aval, dans un contexte d'atteindre l'objectif de l'entreprise.

Pour mener à bien notre recherche, nous avons choisis Lafarge Ciment Oggaz (LCO) pour sa position mondiale et son intérêt par rapport au l'amélioration contenue et aux systèmes de management de qualité.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres, dans le premier chapitre, nous présentons contexte et les objectifs de notre recherche, ainsi que le cadrage théorique de la contribution scientifique des travaux réalisés comme une revue de littérature.

Le deuxième chapitre représente le cadre conceptuel, ce dernier est consacré à la présentation des notions de base nécessaires à la description du sujet d'étude.

Le troisième chapitre est consacré pour présenter notre organisme d'accueil, ainsi que méthode et données adoptés durant notre démarche.

Et le quatrième et dernier chapitre, nous avons présenté résultats du notre projet et discussion de cette dernière avec les autres chercheurs.

Chapitre I : Contexte et Revue de littérature

1. Contexte et objectif de la recherche

Dans un contexte de mondialisation des échanges, d'hyper concurrence et d'une complexification des flux entre les différentes phases dans l'entreprise. Par conséquent, ces flux sont devenus difficilement rationalisables. En d'autres termes, ces évolutions ont fait émerger le concept de la Supply Chain constituant un puissant levier de compétitivité (EL BAHY. Y & TAJ K., 2021)

Et vu que, la direction LCO du groupe **LafargeHolcim Algérie** le leader du marché cimenterie qui fabrique et commercialise du ciment (**Annexe 1**), se justifie par le fait que cette dernière répond bien aux attentes des clients, en matière de qualité des produits par rapport à ses principaux concurrents, mais elle cherche toujours d'optimiser leur performance en terme de productivité, de flexibilité et d'efficacité afin de garder sa place.

En effet, notre travail effectué révèle des axes de progrès qui pourrait conduire à une amélioration de la performance en termes de productivité, de flexibilité, d'efficacité et d'efficacité du processus de production (Azzemou Rabia, 2014).

L'intérêt de mettre en place une cartographie de la circulation des flux se résume en une phrase : ils vous aident à diriger votre processus de fabrication en pilote automatique (Pernod, 2018).

2. Intérêts de l'étude

Le choix de notre thème répond essentiellement à des intérêts personnels, professionnels, scientifiques, économiques et sociaux.

- **Intérêts personnels et professionnels :**

La méthode **VSM** qui représente l'un des outils de lean manufacturing donne une démarche de travail en groupe. L'intérêt de cette méthode, c'est que le client n'en est pas le seul bénéficiaire, mais l'entreprise, avec ses salariés et tous les participants, ont tout intérêt à en profiter, mêmes les résultats visibles dès l'application des décisions.

De ce fait, notre sujet permet de mettre en pratique les connaissances acquises au niveau théorique, par le diagnostic de toute la chaîne logistique au sein du Lafarge Cimenterie Oggaz, Partant d'une cartographie claire et précise, une analyse approfondie sera alors conduite afin de mettre en œuvre des améliorations en fonction de la globalité du processus et non sur une ou deux étapes au cours de ce processus.

- **Intérêts scientifiques :**

De nos jours, la compétitivité de l'entreprise dépend de sa capacité à s'adapter à un nouvel environnement. Son objectif principal devient la satisfaction du client, condition de sa survie, de sa pérennité et de sa rentabilité. L'entreprise dispose, parmi les nouvelles techniques de management, d'un nouveau concept qui doit l'aider à atteindre cet objectif à savoir l'optimisation de la production (Djalila, 2018).

L'optimisation de la production est aujourd'hui visée comme un facteur primordial dans son influence sur le potentiel compétitif de l'entreprise. Ceci dit, cette voie doit être prise au sérieux vu sa grande rentabilité (Aminu Sahabi Abubakar A. N., 2020).

Plusieurs méthodes sont mises en œuvres afin d'optimiser le délai de la production et les coûts indirectes engendré, ces dernières seront traités dans le progrès de développement, ainsi des différentes méthodes de gestion de stocks, des équipements, les nouvelles formes d'organisation de travail entre autres concepts qui feront l'objet du développement (Goque J. , 2006).

Parmi ces méthodes la VSM (Demetrescoux, 2015) l'un des outils du lean manufacturing dans le but d'amélioration contenue plus simplement, par « Analyse de la chaîne de la valeur » dont la vocation est de cartographier (dans l'esprit « Management Visuel »), à un instant "T", les flux physiques et d'informations d'une entreprise ou d'une organisation.

En effet, sa particularité et son intérêt majeur résident dans le fait qu'elle repose sur l'image (Management visuel), la vision globale de l'ensemble d'un processus ou d'un produit et non sur une seule partie. Cette dimension globale permettra d'avoir une représentation du temps de défilement, ou Lead Time, du processus ou du produit concerné (Garnier, 2018).

Elle favorise aussi la prise de conscience et le partage d'une vision commune, réaliste et empirique d'une situation (Johann, 2015).

- **Intérêts économiques et sociaux :**

L'optimisation des activités séquentielles de production, de stockage et de distribution dans la chaîne logistique au sein de LCO devra étudier de manière approfondie pour générer des profits significatifs, l'optimisation intégrée des différentes fonctions d'une manière cohérente s'avère

primordiale pour faire la différence dans le contexte économique actuel, qui connaît une concurrence féroce dans la plupart des secteurs industriels [lafarge.dz].

Ainsi que, sur le plan économique, la VSM s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue grâce à la vision globale que lui apporte la cartographie de la chaîne de valeur. En effet, elle permet d'agir sur les coûts et donc la rentabilité de ses activités. Un gain de productivité est un résultat positif pour l'entreprise en effet d'économiser leurs frais dépensés (Yamani, 2019).

3. Question de recherche

La plupart des entreprises ont mené des démarches d'amélioration conduisant à des gains de productivité dans les différents services de production ou administratifs.

En conséquences : les effectifs ont diminué, mais souvent les gaspillages n'ont pas été réduits en proportion, car le cloisonnement de l'entreprise a conduit à des optimisations locales qui ont parfois désoptimisé les services voisins. Par exemple, une non-qualité ou la non prise en compte d'un besoin va générer un surcroît de travail chez le client interne. Ou alors, l'optimisation d'une quantité de commande pour un acheteur va générer des coûts d'entreposage pour la supply chain (Yvon PESQUEUX, 2020.).

Pour un processus industriel, il s'agit de revenir à la notion de valeur ajoutée. Quel est le flux par lequel passe le produit et quelle est la part de valeur ajoutée dans ce flux ? On voit qu'on sort d'une approche classique où on cherche à étudier comment on peut améliorer chaque service de l'entreprise, car un flux passe typiquement par plusieurs services. On ne va plus regarder sous le prisme du service mais on va se mettre à la place du produit (Yvon PESQUEUX, 2020.).

Les fondements de cette méthode peuvent être résumés dans l'expression suivante : "**On peut améliorer ce que l'on observe et que l'on mesure**".

Nous souhaitons à travers de notre travail d'implémenter la **VSM** dans une ligne de production, pour organiser et visualiser les flux d'information, les flux de matière et identifier les gaspillages qui vont être visible, afin d'essayant de les éliminer pour réduire les délais de livraison auprès du client final.

Pour mener à bien notre recherche, nous avons choisi **LCO** (Lafarge Ciment Oggaz) comme un lieu de stage.

A base de nos recherches et les objectifs de notre organisme d'accueil, nous emmènent à poser la question suivante :

Comment peut-on optimiser un processus de production au sein de l'entreprise LCO dans le cadre d'améliorer la productivité de sa chaîne logistique ?

Dans ce contexte, la Value Stream Mapping peut être un outil fiable d'organisation qui va nous aider d'optimiser leur processus de production.

A partir de notre problématique on dégage notre question de recherche et par la suite les sous questions :

1. Quels sont les indicateurs d'évaluation la productivité de processus de production ?
2. Comment la chaîne logistique est organisée et gérée dans l'entreprise ?
3. Quel est l'impact d'optimiser un processus de production sur la performance de sa chaîne logistique ?

De ce fait, le but de ce projet de recherche est de proposer des améliorations sur la productivité de la fabrication en particulière, et sur la performance de la chaîne logistique dans sa globalité, par la mise en place du **VSM** au sein de l'usine Lafarge Ciment Oggaz.

4. Revue de littérature

L'optimisation des processus de l'entreprise constituent la colonne de leur croissance qui va influencer le rythme de la performance globale de l'entreprise lui-même (Zachari, 2019), et en conséquence est devenue un terrain fertile de la recherche scientifique notamment sur la question d'optimisation de processus de production dans le cadre d'améliorer la performance globale (Fugate, 2010).

Au stade actuel de la recherche, bien des travaux se sont intéressés à cette question mais ils se bornent à étudier l'impact de certains éléments notamment des méthodes managériales, des pratiques logistiques (Rivera, 2016), l'importance de la communication et le partage d'information sur la productivité d'un processus de production (Ouariti, 2017).

Dans ce contexte, la littérature draine de nombreux travaux étudiant l'impact de la gestion des processus sur la performance de la chaîne logistique, telles que on n'y trouve : la réduction des ruptures de stock, l'amélioration de la précision de stock, augmentation des ventes, accélération du processus de réception de stocks dans les magasins, amélioration de la sécurité, efficacité opérationnelle, meilleure visibilité, réduction des coûts (Huma S. &, 2018)

Empiriquement, (Coustasse, 2013) étudie les bénéfices de l'utilisation des outils de la qualité dans la gestion des processus de la chaîne logistique. Les résultats montrent une amélioration et/ou une reconfiguration des processus peuvent être obtenus en utilisant des méthodes et outils de la qualité. Ces derniers permettent de clarifier le problème, de rechercher là où les causes à l'origine du problème, de rechercher là où les solutions possibles pour éliminer là où les causes à l'origine du problème et de mesurer l'efficacité des actions entreprises (Joly., 2020).

Les outils de la qualité (Ishikawa, 2007) représentent les moyens pratiques qui vont servir à résoudre les dysfonctionnements de l'organisation. La mise en œuvre d'une démarche qualité nécessite ces outils qui seront adaptés en fonction des problèmes identifiés lors de l'optimisation de processus de production. Parmi ces nombreux outils (**VSM**, diagramme de Pareto, l'AMDEC, diagramme ISHIKAWA, etc.).

La **VSM** est applicable à la totalité du flux du bout en bout (de l'approvisionnement à la livraison du PF). Sa réussite se traduit par (Pernod, 2018) :

- L'optimisation des délais de réalisation
- la réduction des gaspillages (déplacements inutiles, temps d'attente...)

- l'optimisation des ressources (humaines, matérielles, financières)
- l'amélioration des performances SQDC (Sécurité, Qualité, Délais, Coûts)

L'étude empirique algérienne de (Amara, 2018) a conclu positivement sur la contribution du VSM et des outils de qualité sur la création de valeur pour le client.

On trouve aussi l'étude de (Rivera, 2016) qui a mis en évidence que l'optimisation d'un processus de production est mis pour améliorer la productivité et la réactivité de l'entreprise, tel que, la productivité d'un processus mesure en fait l'efficacité de ce processus. Dans une économie du marché, les entreprises cherchent constamment à améliorer leur mode de production, de manière à abaisser leurs coûts engagés en terme de ressources. Il s'agit pour elle de produire une quantité toujours plus faible. L'efficacité d'un mode de production se mesure à partir de la notion de productivité des ressources matières et matérielles (Zachari, 2019).

Un gain de productivité est un résultat positif pour l'entreprise en effet d'économiser des coûts. Il y a gain de productivité quand une entreprise produit le même volume de biens et de services en utilisant moins de facteur de production ou réalise un volume plus important avec la même quantité de facteur de production non seulement d'une manière efficace mais aussi d'une manière efficiente. (Yamani, 2019) Ces gains de productivité proviennent en grande partie du progrès technique, c'est-à-dire des innovations qui modifient les méthodes de production : amélioration des méthodes de travail, machines plus performantes, nouvelles technologies d'information (BENOU & DAOUI, 2018), a flexibilité, la qualité, l'accès à de nouveaux marchés, et la réduction des coûts que d'autres auteurs avancent (Quélin B. &., 2003), (Quélin B. , 2007), (Yamani, 2019)

En effet, la réalisation d'un produit compétitif nécessite l'utilisation optimale des facteurs de production d'une manière rationnelle afin d'exercer un avantage concurrentiel. Pour ce faire, l'entreprise doit mobiliser les matières premières, les ressources en capitaux nécessaires à la production et les ressources humaines (travail, main d'œuvre, etc.). À chaque étape du processus de fabrication (KHALFALLAH, 2020).

Dans ce cadre, l'optimisation de processus de fabrication représente un ensemble des techniques utilisés afin d'améliorer le rendement des lignes de production. Elle permet ainsi de minimiser les délais de production, de réduire les encours, etc. en mettant en place une organisation et des procédures visant à éliminer les phénomènes qui peuvent conduire à produire de la mauvaise qualité (Charlotte Chatain, decembre 2020).

Une action sur le processus de production vise différents objectifs (Djalila, 2018) :

- Mieux prendre en compte les attentes des clients pour améliorer les services fournis
- Permettre aux différents acteurs de s'impliquer dans le fonctionnement du processus
- Clarifier les rôles et responsabilités des acteurs.
- Diminuer les coûts, les délais d'un processus
- Augmenter sa performance au regard d'indicateurs définis
- Mieux réagir aux aléas

En effet, la démarche générique d'optimisation d'un processus passe par trois étapes (Y. Pesqueux, 2020.) :

-Première étape : Formalisation du processus

La première étape représente la base des étapes suivantes. L'objectif de cette étape est de bien comprendre les objectifs poursuivis.

-Deuxième étape : Modélisation du processus

La modélisation fait apparaître les dysfonctionnements basés sur l'établissement de relations de cause à effet. Il faut identifier les défaillances qui vont constituer la base de l'analyse qualitative du fonctionnement du processus. Au cours de cette étape, l'ensemble des acteurs concernés participent à la collecte de l'information.

Des questionnaires et des entrevues sont utilisés pour compléter l'information.

-Troisième étape : Développement et implantation des solutions

Cette étape permet de capitaliser l'expérience pour améliorer aussi bien les processus que les systèmes et leurs interactions, elle consiste à implanter les solutions qui corrigeront la situation actuelle et à préciser les changements pour optimiser les processus et les rendre plus efficaces et plus efficaces.

Dans le cadre de notre recherche, nous avons réalisé le tableau ci-dessous qui représente un tableau synthétique des articles traitent l'optimisation la performance de la chaîne logistique d'une manière globale, et d'autres qui traitent en particulier la gestion et l'optimisation d'un processus de fabrication :

Auteurs & années	Méthodologie d'analyse	Performance mesurée	Orientation de l'approche	Résultats
(Arif-Uz-Zaman, 2014)	Modèle théorique	Financiers	-Coûts -Temps	-Réduction des coûts -Amélioration de la gestion des délais
(Han, 2017)	Modèle empirique	-Flexibilité	-Temps	-Fluidité de partage d'information -Flexibilité et réactivité
(Dweekat, 2017)	Modèle empirique	-Planification -Approvisionnement -Fabrication -Distribution	-KPI -Flux des matières	-Amélioration de la gestion de planification -Fluidité entre le plan industriel et la prévision de la demande clientèle. -Optimisation du délais de livraison
(Abdel-Basset, 2018)	Modèle théorique	-Production	-Flux des matières & des information	-Assurer l'efficacité et l'efficience du processus de production
(Khan, 2018)	Modèle empirique	-Coûts -Impact sur l'environnement	-KPI	-Optimisation des coûts. -La mise en place d'un système QSE (Qualité, Sécurité & Environnement)
(Maestrini, 2018)	Modèle théorique	-Finance -Opérationnel -Planification -Echanges produits/services -Capacité à développer	-Coûts -Qualité -Temps	-Approche processus -Réduction des coûts -Renforce la communication et le partage d'information
(Amara, 2018)	Modèle empirique	-Planification -Approvisionnement -Fabrication -Stocks	-Coûts -Qualité -Temps -Flux des matières	-Amélioration de la gestion de planification -Fluidité entre le plan industriel et la prévision de la demande clientèle. -Approche processus -Optimisation des délais -Meilleure gestion des stocks
(Huma S. &, 2018)	Modèle empirique	-Planification -Approvisionnement -Fabrication -Stocks -Distribution	-Coûts -Qualité -Temps -Flux des matières	-Approche processus -Optimisation des délais -L'efficacité et l'efficience du processus de production -Meilleure gestion des flux informations & flux de matières.

				-Optimisation des stocks
(Zimon, 2019)	Modèle empirique	-Planification -Distribution	-Coûts -Temps	-Optimisation des délais de la livraison. -Plan de distribution plus fiable -Adéquation entre la production et la distribution.
(Joly., 2020)	Modèle empirique	-Planification -Fabrication	-Coûts -Qualité -Temps -Flux des matières	-Conception et la mise en œuvre d'un SI plus performant. -Optimisation de la production -Réduction des coûts -Approche processus
(Yadav, 2020)	Modèle théorique	Tout la chaine logistique	-Coûts -Qualité -Temps -Indicateurs clés	-Optimisation de la performance de la chaine logistique
(Kamble, 2020)	Modèle théorique	Tout la chaine logistique	-KPI	-Optimisation des systèmes d'informations -La fluidité de la circulation de l'information -Assurance de la traçabilité

Tableau 1 Tableau synthétique des articles

Critique

D'après notre analyse littérature, nous avons trouvé que les travaux répondant à la question « Comment optimiser un processus de production dans le cadre d'améliorer la performance d'une chaîne logistique ? », traitent en gros modo la démarche Lean qui se concentre sur la réduction des tâches sans valeur ajoutée pour l'industrie, la simplification des processus, l'amélioration de la fluidité et de la flexibilité et, au final, l'augmentation de la valeur pour le client dans le cadre d'amélioration contenue.

Dans ce contexte, c'est en améliorant la performance globale de la chaîne logistique en terme de productivité et flexibilité, cela nécessite une coordination des flux physiques, informationnels et financiers afin d'accomplir les demandes des consommateurs finaux et s'adapter à la fluctuation du marché avec l'objectif d'assurer la productivité de leur processus de production (Aminu Sahabi Abubakar A. N., 2020).

Celle-ci vient se greffer la justification du choix d'utilisation du **VSM** la première étape de la démarche Lean manufacturing (Yvon PESQUEUX, 2020.), qui représente un ensemble de principes, de techniques et d'outils destinés à gérer une production ou un service, tout en faisant la chasse aux gaspillages (activités de non-valeur ajoutée).

La VSM est un outil de qualité indispensable (Y. Pesqueux, 2020) ayant pour but de cartographier les flux physiques et d'informations des processus en question, et d'identifier les sources de gaspillage et les axes pour améliorer la performance de la chaîne logistique depuis l'amont jusqu'à l'avant passant par processus de production. Elle permet d'identifier les tâches à valeur ajoutée et celles à non-valeur ajoutée puis optimiser ces dernières afin d'élaborer un plan d'action.

En définitive, L'idée de la Supply Chain est née du principe que pour limiter les gaspillages au long de la chaîne logistique en terme de coûts, temps et délais. Pour cela, l'optimisation du processus de production représente un levier clé pour atteindre cet objectif (Aminu Sahabi Abubakar A. N., 2020).

Chapitre II : Cadre conceptuel

Section 1 : Processus de production

1.1 Définition d'un processus

La Norme **ISO 9001:2000** définit le processus comme une suite ordonnée d'actions destinée à produire un résultat. C'est un ensemble d'activités qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie. « Ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information significatifs (ou de matière porteuse d'information), et qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel important et bien défini » (Grua, 2003). Il peut comprendre des activités réalisées par différents services, différentes entités voire de la chaîne logistique globale (Lorino, 2003.).

1.2 Caractéristiques d'un processus de production

Le processus de production implique la mise en œuvre d'équipements et de personnels. La bonne conception du processus de fabrication a une influence sur les coûts et la qualité des produits livrés aux clients. Chaque processus est caractérisé par : (Cattan, 2008)

- Des éléments entrants : des éléments qui provoquent la réalisation du processus.
- Des éléments de sortie : résultat du processus.
- Des ressources : des moyens qui doivent être attribués au processus
- Le contrôle : amélioration du processus.

1.3 Les objectifs d'optimiser le processus de production

Une action sur le processus de production vise différents objectifs (Djalila, 2018) :

- Permettre aux différents acteurs de s'impliquer dans le fonctionnement du processus
- Clarifier les rôles et responsabilités des acteurs.
- Diminuer les coûts, les délais.
- Augmenter sa performance au regard d'indicateurs définis
- Mieux réagir aux aléas.
- Mieux prendre en compte les attentes des clients pour améliorer la productivité les services fournis en éliminant toute type de gaspillage tel que, la quantité minimum requise de machines,

de matériaux, de pièces et de temps de travail, absolument essentielle à la création de produit ou service.

Section 2 : Lean Manufacturing et la démarche d'optimisation d'un processus de production

Christophe Rousseau (Rousseau, 2013) dans son livre a présenté le lean manufacturing comme une méthode d'organisation d'optimisation de la performance industrielle qui vise à mieux respecter les exigences du client en matière de coût-qualité-délai. Il s'agit d'analyser de manière détaillée les différentes étapes qui constituent le processus de production puis, à chasser tous les gaspillages identifiés tout au long du processus de fabrication permettant alors d'être plus efficace et plus rentable.

Le Lean Manufacturing est basé sur l'élimination des Gaspillages au sein des processus de production. Les apports du Lean sont une réduction des stocks et des temps de production ainsi qu'une meilleure qualité, moins de dommages et d'obsolescence, et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour des processus (Fontanille., 2010).

2.1 Les fondements du Lean Manufacturing

En 1996, James WOMACK et Daniel JONES (J. WOMACK, 1996) ont décrit les cinq fondamentaux du Lean Manufacturing dans un livre intitulé Lean Thinking (traduit en français et publié sous le titre Système Lean) :

- Définir la valeur ajoutée : prendre le point de vue du client et regarder ce pour quoi il est prêt à payer
- Identifier la chaîne de valeur : reconnaître et caractériser les différentes étapes de fabrication, puis déterminer si elles apportent ou non de la valeur
- Favoriser l'écoulement des flux : organiser la production pour que les opérations à valeur ajoutée s'enchaînent et ne soient pas stoppées
- Produire en flux tiré : préférer le pilotage du flux par les besoins réels du client plutôt que par des estimations
- Viser la perfection : fixer des objectifs ambitieux et entretenir la culture de l'amélioration continue pour les atteindre

2.2 Les trois familles de gaspillage

Taïchi Ohno, père fondateur du Système de Production Toyota, a défini 3 familles de gaspillages :

- Muda (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- Muri (tâche excessive, trop difficile, impossible)
- Mura (irrégularités, fluctuations)

La Pensée Lean suggère que pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser les processus de l'entreprise (Demetrescoux, 2015).

2.3 Les outils du lean manufacturing

Dans la démarche Lean manufacturing, on utilise plusieurs outils, dans le cadre d'un processus d'amélioration continue, à éliminer tous types de gaspillages présents dans un processus de production, parmi ses principaux outils qui vont nous aider dans notre étude :

Value Stream Map – VSM (Rousseau, 2013)

On réalise d'abord un diagnostic, sous forme de MIFA pour Material Information Flow Analysis. Méthode qui vise à analyser les flux de matières et d'informations présents sur l'ensemble du processus de production, depuis la commande faite par le client jusqu'à la livraison du produit chez lui. Cette analyse permet d'identifier les difficultés rencontrées et de mettre en lumière les sources de gaspillage sur chaque étape du processus.

Un membre représentant de chaque fonction constituant l'entreprise (production, achat, logistique, qualité, méthode, etc.) participe à cette démarche d'analyse afin d'avoir un diagnostic complet et pertinent.

Kaizen (Rousseau, 2013)

Le Kaizen, qui signifie en japonais « amélioration continue » est l'un des piliers du lean manufacturing, dans un contexte d'amélioration continue qui permet au quotidien de travailler différentes thématiques liées au gaspillage pour trouver des solutions au quotidien et amener l'entreprise à une excellence opérationnelle avec « tout le monde » et « tous les jours ».

On trouve aussi, Kaizen Blitz est un concept contraire au Kaizen qui prône une amélioration lente et continue, plutôt que brutale, qui nécessite :

-Une concentration totale sur un processus bien défini pour créer une amélioration radicale dans un court laps de temps.

-Une amélioration spectaculaire de la productivité, de la qualité, de l'organisation du travail, des délais de livraisons, des temps de réglages, du niveau des encours, de l'utilisation de l'espace, des stocks...

-Généralement d'une durée de cinq jours (une semaine).

Jidoka (Rousseau, 2013)

Le Jidoka fournit aux opérateurs et aux machines la capacité de détecter l'apparition d'un dysfonctionnement, et de cesser immédiatement les opérations.

Cela permet d'assurer des opérations de qualité et de séparer les hommes des machines, pour un travail plus efficace.

Jidoka est un des 2 piliers du Système de Production Toyota avec le JAT.

On appelle parfois Jidoka « Autonomation », ce qui signifie « l'automatisation avec intelligence humaine ».

La TPM (Rousseau, 2013)

La TPM est une méthodologie pour continuellement améliorer l'efficacité des équipements de production.

La différence clé entre la TPM et les autres programmes de maintenance, est que la TPM requiert l'implication de toutes les personnes dans l'organisation.

La TPM cherche à atteindre 100% de disponibilité des équipements de production pour la production en éliminant :

-Les arrêts non planifiés des équipements et les casses machines.

-Les retouches et les déchets causés par des performances machines dégradées.

-Une productivité réduite causée par une perte de cadence de la machine, des pauses ou des arrêts sollicités par les opérateurs peu concentrés ou par manque de personnel qualifié.

-Une perte de temps lors du démarrage de l'équipement après un arrêt planifié ou non.

Le SMED (Rousseau, 2013)

Le SMED pour Single Minute Exchange of Die, ce qui donne en français « Changement de série rapide » est une méthode d'organisation qui vise à réduire de façon systématique le temps de changement de série. C'est-à-dire, optimiser les opérations nécessaires pour passer d'un lot de production au suivant. La méthode SMED vise également la réduction du volume des stocks par la diminution de la taille des lots. Accompagné de la méthode kanban qui vise à améliorer la production en se basant sur le juste-à-temps, ainsi que le Takt Time qui permet de dimensionner et équilibrer les lignes de production.

Section 3 : Généralité sur la méthode VSM

3.1 Notions

La Value Stream Mapping (VSM) a été francisée en Cartographie de la Chaîne de Valeur, appelé également MIFA (Material and Information Flow Analysis), est un outil Lean Manufacturing de représentation graphique qui permet de cartographier et ainsi de décrire l'ensemble des flux d'informations qui caractérisent un processus. Il se matérialise dans un MID (Material and Information Diagram), schéma d'analyse des flux de matière et d'information. (S. LAMBER, 2015).

La « **cartographie** » désigne la réalisation de carte, c'est-à-dire la simplification de phénomènes complexes, synthétisée sur un support physique, et permettant une compréhension rapide et pertinente.

« **La chaîne de valeur** » est la décomposition de l'activité principale de l'entreprise en une séquence d'opérations élémentaires, dans notre cas, une entreprise manufacturing, c'est la décomposition du processus depuis l'amont jusqu'à l'aval.

3.2 La philosophie de la VSM

Introduite par **Michael PORTER** en **1985**, la chaîne de valeur mise sur l'analyse des processus internes et des procédés d'une entreprise pour répondre à un avantage concurrentiel.

L'outil VSM s'est imposé comme une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une famille de produit.

La valeur étant une notion définie par le client, il est logique de commencer par lui. La méthodologie suivie est donc la suivante :

1) Suivre le chemin de fabrication d'un produit à partir du client jusqu'au fournisseur.

2) Représenter visuellement et précisément chaque procédé tout au long du flux du matériel et de l'information.

3) Poser les questions clés et dessiner la nouvelle chaîne de valeur.

Ainsi, comme l'illustre la Figure 1, la construction de la carte VSM va dans le sens inverse de la chaîne de création de valeur.

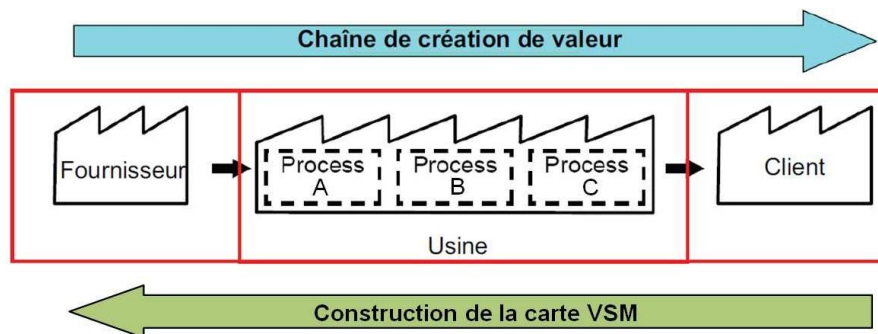


Figure 1 Chaîne de création de valeur d'un produit (M. ROTHER, 2008)

Les types de temps

Avant tout, il est nécessaire d'introduire plusieurs types de temps nécessaires pour la construction de la carte VSM (BENOUI & DAOUI, 2018):

- **Le Temps de Cycle (TC)**

Il s'agit du temps qui s'écoule entre la production de deux pièces par le processus. Il se calcule en divisant une durée par le nombre d'éléments produit par le processus pendant ce laps de temps.

Dans l'exemple de la Figure 2, si la machine du processus A produit 20 pièces à la minute, alors le Temps de Cycle est de 3s.

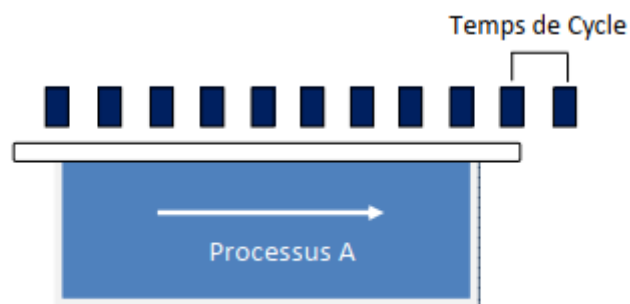


Figure 2 Schéma du Temps de Cycle (M. ROTHER, 2008)

- **Le Délai d'Exécution (DE)**

C'est le temps qu'il faut pour une pièce pour parcourir un processus dans sa totalité. Pour le mesurer, il suffit de choisir une pièce et de la suivre du début à la fin, comme l'illustre la Figure 3 :

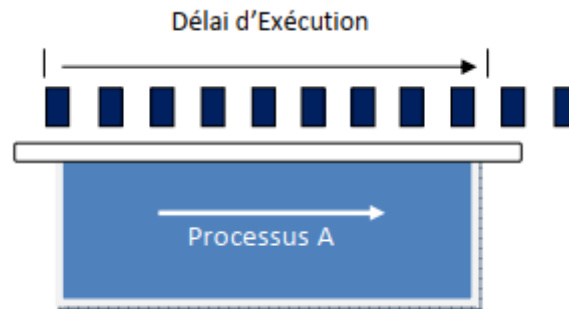


Figure 3 Schéma du Délai d'Exécution (*M. ROTHER, 2008*)

- **Le Lead Time** (Délai de Production en français),

C'est le délai d'exécution appliqué à la totalité de la production d'un produit ou service, c'est-à-dire de la réception des matières premières jusqu'à l'expédition des produits finis.

- **Le Temps de Valeur Ajoutée (TVA) :**

Il s'agit du temps de travail consacré aux tâches de production qui transforment le produit de telle façon que le client accepte de payer pour l'avoir.

Il se calcule en faisant la somme des temps dits « verts » (aussi appelés temps de valeur ajoutée), par opposition au temps « rouges » qui sont des temps de non-valeur ajoutée. Ces deux types de temps sont présentés dans la Figure 4.

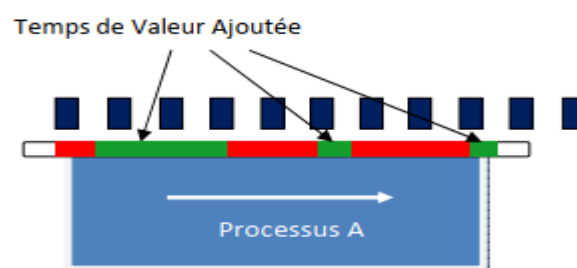


Figure 4 Schéma du Temps de Valeur Ajoutée (*M. ROTHER, 2008*)

- **Takt time :**

Takt est un mot allemand qui signifie rythme ou compteur. La cadence de production est déterminée à l'aide d'un régulateur appelé Takt Time : le rythme de la consommation du client (Demetrescoux, 2015), selon Barbara Lyonnet ce dernier permet de synchroniser le rythme de la production sur celui des ventes (Barbara Lyonnet, 2015).

Jeffrey Liker (Jeffrey, 2008) affirme que si un processus est trop efficace, il peut noyer les autres sous les stocks et les documents, ralentir leur travail et semer le désordre. Les activités doivent donc être coordonnées.

Lorsqu'on crée un flux pièce à pièce dans une cellule, comment déterminer sa cadence de production ? Quel doit être la capacité des machines ? Combien faut-il d'opérateurs ? la réponse se trouve dans le Takt Time. Le flux pièce à pièce et le Takt Time sont plus faciles à mettre en œuvre dans les activités de fabrication et service.

Mais avec de l'imagination le concept peut être appliqué à tout processus répétable, dans lequel on peut définir les tâches et identifier puis éliminer le gaspillage pour améliorer le flux.

3.3 Les avantages de la Value Stream Mapping

La VSM est un outil indispensable dans le Lean Manufacturing, et ce pour plusieurs raisons (M. ROTHER, 2008):

- Elle met en évidence la création de valeur.
- Elle permet d'aller au-delà des manifestations du gaspillage : elle en indique les causes
- Elle fournit une base d'échange pour discuter de l'intérêt des divers processus de fabrication
- Elle constitue un avant-projet de conversion vers une démarche au plus juste, l'ébauche du plan d'une future organisation
- La carte VSM fait ressortir les liens entre les flux de matières et les flux d'information

3.4 Démarche du construction d'une carte VSM

Un projet VSM complet se déroule suivant les étapes de la Figure suivante (M. ROTHER, 2008):

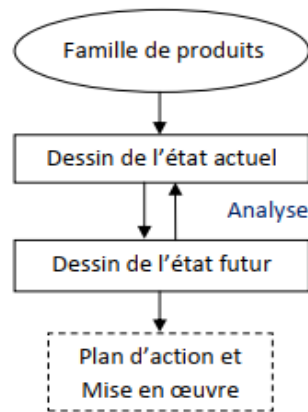


Figure 5 : Déroulement d'une Value Stream Mapping

3.4.1 Choix de la famille de produits

Avant de commencer la construction de la carte VSM, il est nécessaire de choisir quel sera l'objet de l'étude. Lorsque l'entreprise est de taille modeste et possède un portefeuille de produits restreint, le choix se porte habituellement sur le produit phare, c'est-à-dire celui qui représente les plus grosses ventes.

Pour les entreprises de taille plus importante, l'étude se portera sur une famille de produits. Il s'agit d'un groupe de produits qui subissent des traitements semblables, c'est-à-dire qui passent sur des équipements similaires.

La méthode ABC est un bon point de départ dans le choix de la famille de produits. (Garnier, 2010)

La méthode ABC a pour but de catégoriser des éléments en trois classes : A, B et C. Elle repose sur le même principe que le diagramme de Pareto.

Nb : Le diagramme de Pareto est basé sur la loi des 80/20 : 20 % des causes entraînent 80 % des effets. Cela revient à dire qu'il est possible d'avoir un impact maximum sur un phénomène en agissant sur un minimum de causes.

Reprenant le modèle du diagramme de Pareto, la méthode ABC s'applique aux produits d'une entreprise et propose de distinguer trois classes A, B et C qui se distribuent de la manière suivante :

- Classe A : les éléments représentant 80 % de l'effet observé
- Classe B : les éléments représentant les 15 % suivants
- Classe C : les éléments représentant les 5 % restants

Dans le cas de la recherche de la famille de produits à étudier, l'effet observé sera « les ventes » (exprimées en valeur et non seulement en volume) et les éléments seront « les produits de l'entreprise ».

Une fois la classification établie, le choix sera logiquement fait parmi les produits de la Classe A.

3.4.2 Dessin de l'état actuel

Pour élaborer une carte remaniée de la chaîne de valeur d'un produit ou d'une famille de produits, il faut tout d'abord connaître la situation actuelle. Cette partie est consacrée au dessin de la carte VSM dans sa version courante.

Cela nécessite une visite sur le terrain pour tracer la chaîne de valeur, relever l'ensemble des stocks et des processus, chronométrer les étapes de fabrication, questionner sur les modes de pilotage de la production, identifier les flux d'information et toute information qui peut nous aider dans le traçage de l'enchaînement des étapes du processus avec les stocks des produits correspondants qui exprime la VSM existante

Son objectif est de présenter un processus de façon claire et visuelle afin d'aider à cibler les problèmes.

3.4.3 Analyse

La troisième partie de la démarche VSM est une étape de transition : elle a pour but d'analyser l'état actuel afin de réfléchir à l'état futur.

L'analyse est effectuée à l'aide des outils de qualité et des KPI (Key Performance Indicators – Indicateurs clés de performance), qui mesurent conçues pour suivre et encourager les progrès vers les objectifs critiques de l'organisation (Lenoir, 2017).

Elle permet seulement de réfléchir, d'analyser et de proposer. Néanmoins, des idées d'amélioration émergent généralement pendant la réalisation de la cartographie de l'état actuel alors que l'équipe se questionne sur la structure et l'organisation des étapes de conception.

3.4.4 Dessin de l'état futur

Définir une vision idéale représentant les flux de matériel et d'information sur la carte actuelle répondant aux besoins du client, et ce pour développer la chaîne de valeur améliorée.

Il s'agit de tracer le VSM avec les améliorations identifiées.

3.4.5 Plan d'action

Mener les actions d'amélioration pour obtenir la vision optimale souhaitée.

3.5 Utilité et intérêt de la VSM

La VSM permet « d'apprendre à voir » les flux, pour objectif de chasser les « Macro gaspillages », d'éliminer la variabilité et la non-flexibilité dans l'organisation des flux et des services pour réduire nettement les délais et les coûts. Les principales sources de gaspillage recherchées par cette cartographie concernent des surproductions, des attentes, des transports trop longs ou inutiles, un surtravail, des surstocks, des déplacements inutiles ou inappropriés, des défauts de production ou de produits, et un manque d'implication des salariés (S. LAMBER, 2015).

Chapitre III : Contexte pratique et Cadre méthodologique

Section 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

La production du ciment en Algérie a été depuis 1962, passant de 1,5 millions de tonnes à plus de 33,5 millions de tonnes en 2020.

Le ciment est à l'amont de toute activité de construction et de réalisation d'ouvrages d'infrastructures, et il est considéré actuellement comme l'un des secteurs stratégiques voir névralgique, pour le développement économique du pays.

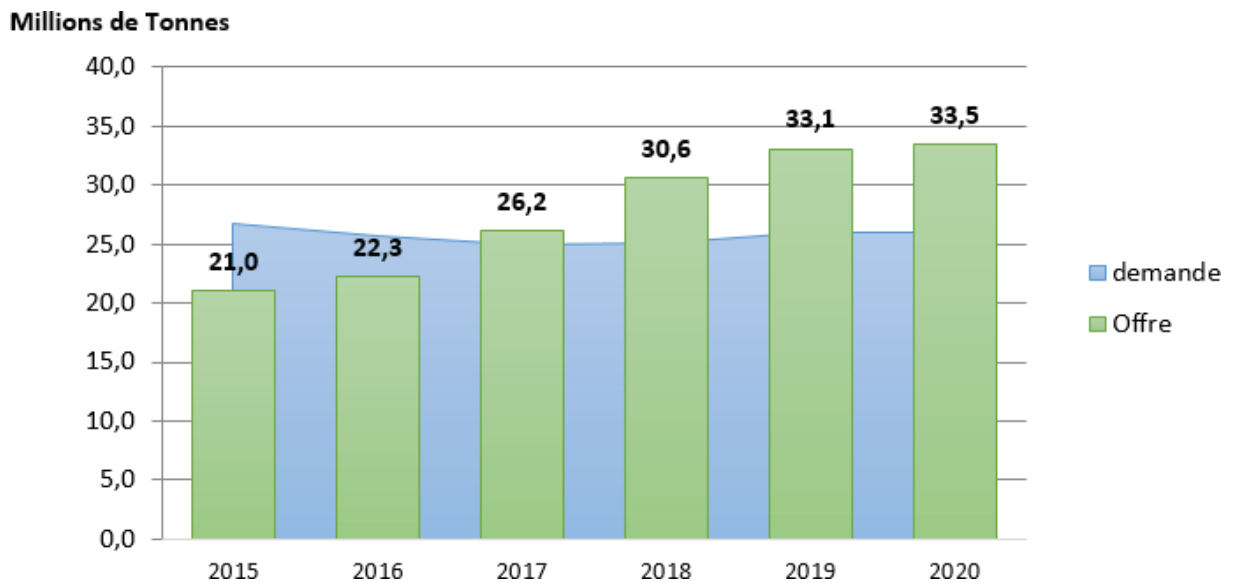


Figure 6 Evolution annuelle de la demande et de l'offre du ciment en Algérie.

Source (département commercial & Dispatching)

1.1 Lafarge Algérie

Lafarge Algérie est une filiale du groupe LafargeHolcim mondial spécialisée dans la production et la commercialisation de ciment et de béton prêt à l'emploi. Avec un effectif de plus de 2600 employés et une capacité de production estimée à 11,9 Millions de tonnes par an répartie sur ses trois sites de production Msila (LCM), Oggaz (LCO) et Biskra (CILAS). La cimenterie Cilas à Biskra en partenariat avec le Groupe Souakri pour une capacité totale de production de 11.5 Mt/an. Lafarge est l'un des principaux acteurs dans les matériaux de construction en Algérie. [Lafarge.dz]

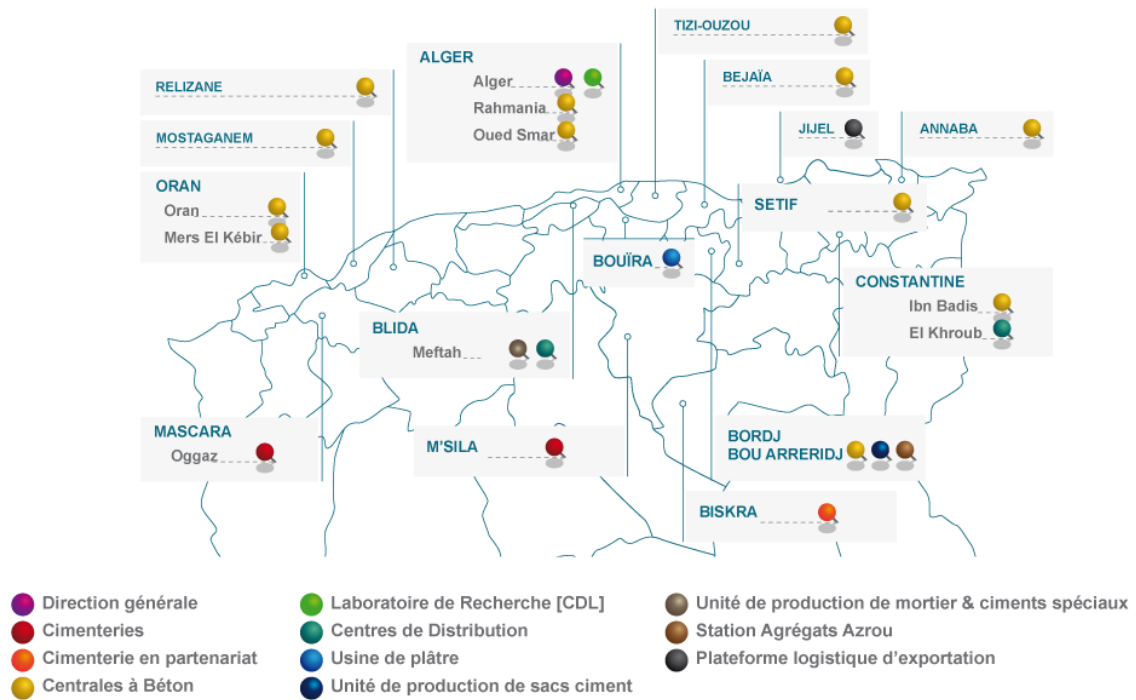


Figure 7 Lafarge Algérie [lafarge.dz]

- **4300 COLLABORATEURS** : LafargeHolcim en Algérie emploie 4300 collaborateurs et est fortement engagée dans le développement économique, social et environnemental en Algérie.
- **11,5 MT CAPACITE DE CIMENT**
- **Aujourd’hui LafargeHolcim possède 23 SITES OPERATIONNELS**
 - 3 Cimenteries
 - 12 Centrales à béton
 - 1 Carrière de Granulats
 - 1 Usine de plâtre
 - 1 Usine de mortiers
 - 1 Usine de sacs
 - 1 Plateforme logistique d’exportation
 - 1 Laboratoire de Recherche
 - 2 Centres de Distribution
- **Leur contribution**
 - Métro d'Alger
 - Autoroute Est-Ouest
 - Tramway d'Alger & d’Oran
 - La grande mosquée d'Alger

Le groupe Lafarge Algérie a une seule direction de la chaîne logistique situé à Alger qui prend la responsabilité de gérer leurs trois usines.

La figure ci-après représente une cartographie qui synthétise les différents processus de la chaîne logistique Lafarge.

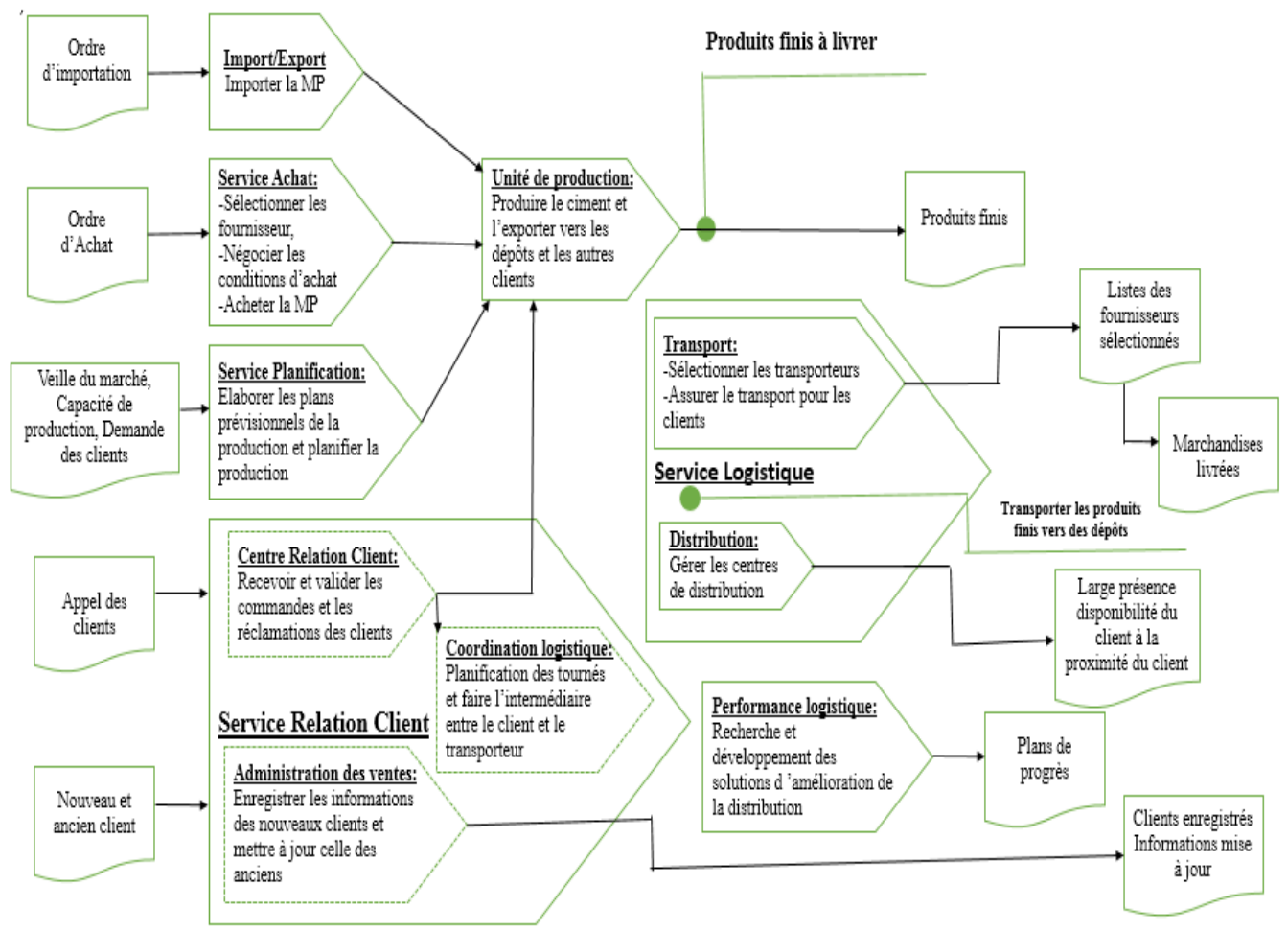


Figure 8 Cartographie des processus au sein de la supply chain de LafargeHolcim Algérie

Source (réalisé par nous-même)

1.2 Lafarge Ciment Oggaz

Lafarge Ciment Oggaz est créé en 2007 par Paul Rousselot directeur cimenterie d'Oggaz Mascara, situant dans le nord-est de la wilaya (province) de Mascara, plus précisément dans la commune d'Oggaz, à 5 km à l'ouest de Sig, à 3 km au sud de la RN 4 et la route Alger-Ligne de chemin de fer Oran, et à environ 50 km au sud-est Oran.

Leur fabrication est composée de deux lignes séparés, gris et blanc. LCO représente l'unique usine de ciment blanc en Algérie. La capacité de la ligne blanc est 1000t/jour, il produit

annuellement 380791 tonnes de ciment blanc en 2020. La capacité de la ligne gris est 5800 t/jour, il produit annuellement 2120985 tonnes de ciment gris en 2020.

Ces dernières années, LCO a rencontré une fluctuation de la capacité de production (**Annexe 2**) due à diverses causes, tel que cette dernière est défini à travers trois exigences : la demande clientèle, la capacité des équipements et la capacité logistique (transport).

Visions LCO

-Faire de LCO une usine de professionnels, pour servir au mieux nos Clients, en Respectant nos engagements, avec Intégrité, ayant le Souci de la santé, de la sécurité, de l'environnement et du bien-être des Personnes.

-Maintenir l'esprit Oggaz, « Avoir l'esprit Oggaz, c'est faire partie d'une équipe engagée, qui travaille en sécurité et qui partage les valeurs de LafargeHolcim. C'est contribuer à une ambiance sereine, solidaire et responsable » ... **Directeur d'usine**

Objectifs 2022

-Sécurité : Développer l'autonomie des managers dans l'animation sécurité des équipes.

-Clients : Maintenir le client au cœur de nos préoccupations

-Production : Optimisation des lignes de production, Net OEE > 80% Notre travail

-Economique : Couverture du marché national et international.

-Management : Atteindre les objectifs **Imtiyaz** en maintenant l'Esprit Oggaz, à travers l'adaptation des organisations et des produits aux marchés. (Réduction des effectifs et des coûts, mise en place de nouveaux outils, de nouveaux produits avec de nouvelles contraintes qualités et développement du marché à l'export ...)

LCO, unique cimenterie certifiée ISO 14001

SME (système de management de l'environnement) : Certification **ISO 14001** en **2018**
Système de Management Environnemental mis en place pour assurer une meilleure gestion de nos aspects environnementaux (**Annexe 3**).

Section 2 : méthodes et données

Cette partie présente la méthode de recherche appliquée dans ce travail de recherche et la manière dont les données sont collectées, ainsi que les outils et les méthodes de collecte de données.

2.1 Méthodologie

L'approche recherche inductive adoptée par ce travail de recherche, permis de mieux comprendre l'applicabilité de l'outil VSM, dans le but d'optimiser le processus de production au sein de la direction LCO et de tirer parti des connaissances acquises tout au long de la période d'étude.

La démarche inductive, aussi appelée approche empirico-inductive, est une méthode de travail qui part de faits, de données brutes réelles et observables sur le terrain, pour aller vers l'explication de celles-ci. En effet elle consiste à aborder concrètement le sujet d'intérêt et à laisser les faits suggérer les variables importantes, les lois, et, éventuellement, les théories unificatrices... (Claude., 15 janvier 2020)

Notre étude empirique représente une technique de recherche qui s'appuie sur l'observation et l'expérience, cette dernière (Claude., 2019) recueille des informations appelées "données empiriques".

Dans notre cas, pour améliorer la productivité de fabrication, en utilisant la méthode qualitative à l'aide d'une analyse quantitative des données statistique, dans le but de cartographier de processus et d'analyser la situation lors de l'application de notre démarche (M. ROTHER, 2008).

2.2 Techniques de recueil des données

Etant donné que cette étape de recherche est liée à une entreprise spécifique pour laquelle où on va optimiser leur processus de production, les principales sources d'information doivent être sélectionnées parmi les ressources internes de l'entreprise.

Pour la collecte des informations, nous avons réalisé une étude documentaire, une observation sur terrain et une recherche exploratoire (des entretiens avec les responsable et les opérateurs, d'assister avec eux à leurs réunions) (M. ROTHER, 2008) durant toute notre durée du stage, tel que le processus de fabrication du ciment est trop vaste en terme de complexité technique, leurs équipements stratégiques, la division de responsabilité par zone, l'accès de déplacement d'une zone à une autre afin de collecter les données et suivre les actualités.

2.3 Étude documentaire

Elle constitue la première étape de notre recherche où nous avons consulté le système documentaire de l'entreprise (cartographie de la transformation du ciment et leur ligne de production à l'aide du **Flow Sheet process**¹, les fiches processus, procédures, mode opératoire et enregistrements). Cette étape nous permis d'avoir une compréhension globale du système de gestion interne de l'entreprise et la gestion de ses processus.

2.4 Observation

L'observation personnelle participe aux premières étapes exploratoires pour acquérir un aperçu et pour établir des relations de travail avec des experts en la matière. Il joue un rôle pour vérifier les données collectées lors de la première étape.

Cette source d'information joue un rôle essentiel dans notre démarche de recueil de données, En effet pour d'interpréter et d'analyser la situation actuelle lors de cartographier l'état actuelle.

Comme début nous avons eu la chance de suivre tout le parcours de fabrication en commençant par la gestion des clients (circulation de leurs commandes) avec service commercial et dispatching et en descendant jusqu'au l'achat de MP passant par la chaîne de fabrication de ciment.

En effet, nous avons pu répondre a comment fonctionne-t-on actuellement, qui fait quoi ? combien de temps cela prend-il ? comment communique-t-on d'un service à un autre ? quelles sont les responsabilités et spécificités de chaque poste intervenant dans la chaîne ? etc. ...

2.5 Etude exploratoire

La méthode de collecte des données était des entretiens (**quali/quant**) et des réunions avec les employés et les dirigeants à l'aide d'un guide d'entretien (voir **Annexe 4**) et aussi l'enquête par des visites sur terrain, le tableau suivant représente le nombre d'entretien effectuer, le nom et prénom de chaque interviewé, le poste qu'occupe chaque interviewé et la durée d'entretien.

¹ **Flow Sheet process** : Schéma figurant toutes les opérations mises en œuvre dans l'installation, avec les principaux appareils et les conditions opératoires permettant ces opérations. Ces schémas sont généralement élaborés pour la définition ou l'étude d'un procédé ou d'une unité de production.

Numéro d'entretien	Nom et prénom	Poste	La durée
1	MEDJDOUB Rafik	Responsable personnel	30 min
2	BOUTIARA Redouane	Responsable service achat	1h
3	MOKHTAR BENOUANE Taher	Responsable production ligne gris et blanc	1h10min
4	BENAOUED Malika	Responsable qualité	1h20min
5	FERRANI Miloud	Manager contrôle de gestion	45min
6	MAMCHOUT Mustapha	Contrôleur de gestion	1h
7	BENANTEUR Sofiane	Contrôleur de gestion	45 min
8	KACHER Mustapha	Responsable zone expédition	1h25min
9	BENOUDA Mohamed	Responsable zone carrière	45min
10	BOUKARA Omar	Responsable zone cru	1h15min
11	HARICHANE Mahmoud	Responsable zone cuisson	20min
12	MEHENI BENHALFYA Mohamed	Responsable zone ciment	1h20min
13	BOUDJELLALI Mohamed	Chef direction et manager Commercial & Dispatch	1h15min
14	ABOU Amine	Responsable service livraison	20min
15	KHENATCHA Benaouda	Opérateur en maintenance	50min
16	MEDBAR Ali	Opérateur mécanique	45min
17	BELLABACI Noureddine	Ingénieur travaux neufs	15min
18	BOUZIDI Abdelmalek	Ingénieur travaux neufs	20min

Tableau 2 : Entretiens effectués

Nb : Nous avons eu ces entretiens durant notre construction de la carte VSM, dans ce cadre nous avons travaillé avec tous les participants (plus précisément les dirigeants), de chaque phase au long de la chaîne, durant chaque étape, depuis le choix du produit/famille du produit jusqu'au l'élaboration de plan d'action, durant notre période du stage de trois mois.

Donc ces durées d'entretien représentent juste la durée de la première rencontre avec eux où nous avons essayé de comprendre la situation actuelle, la circulation des flux d'informations et de matières, l'interaction entre les différentes phases du processus... depuis le niveau stratégique jusqu'au niveau opérationnel.

2.5.1 L'entretien directif :

L'entretien directif (ou "entretien normalisé") est à mi-chemin entre l'étude qualitative et l'étude quantitative.

Il permet de collecter des données à travers des entretiens aux réponses courtes et fermées.

2.5.2 L'entretien semi-directif :

L'entretien semi-directif (ou "entretien approfondi") récolte des informations grâce à des questions et des relances de l'enquêteur durant l'entretien.

Les interrogations, préparées en amont, sont ouvertes. Après analyse les données récoltées permettent au chercheur d'avoir des réponses vis-à-vis des hypothèses de départ.

3 Analyse et discussions des données

L'analyse consiste à rassembler les informations recueillies puis à les traiter de manière qu'elles soient mises sous une forme susceptible d'apporter des réponses aux questions.

Quant à l'interprétation, elle représente en quelque sorte une synthèse rattachant les réponses fournies par l'analyse aux connaissances dont dispose le chercheur sur le plan théorique et sur le plan concret du milieu étudié, et ce, en vue de donner un sens plus général à ces réponses. Dans L'analyse nous dégagons les résultats en fonction de nos réflexions et de notre subjectivité en respectant l'honnêteté intellectuelle pour s'assurer de la fiabilité des résultats obtenus.

Nous avons devisé nos données en **trois phases** :

La première représente une phase préalable dans le but de savoir l'admissibilité des employés et des responsables au sein de LCO, nous avons trouvé que ces derniers ont des diplômes en technique (avec ses branches), malgré qu'ils ont occupé des postes en management, achat, commercial, logistique...

Ils ont toujours bénéficié des formations qui les aide dans leurs postes dans le but de mieux gérer ces derniers.

Les réponses de la deuxième phase nous ont aidé à la construction du notre carte VSM complète.

Durant la troisième phase, nous voulions savoir les objectifs de LCO liés à leur chaîne logistique d'une manière générale, et leur processus de production précisément.

Selon les responsables interviewés, la SC est une direction qui occupe une place indispensable dans l'entreprise Lafarge Algérie, elle collabore avec toutes les fonctions principales de chaque usine, depuis l'achat de MP jusqu'à la livraison des PF, l'art de gérer la fonction SC est la maîtrise de la performance en matière de coût, qualité et délais.

Leur seule préoccupation est leur processus de production et l'assurance de leur productivité dans le cadre d'être au-devant des attentes clientèle en terme de disponibilité.

En outre, la mesure de la performance supply chain se fait via les indicateurs de performance de leur production.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Dans ce chapitre nous allons déterminer les différentes étapes de notre démarche VSM ainsi qu'une discussion entre résultats obtenus et ceux de notre recherche littéraire.

Section 1 : Démarche de la mise en œuvre le VSM

Notre démarche est basée sur l'étude de M. ROTHER, J. SHOOK, représenté dans le manuel « Learning to See », publié par le Lean Enterprise Institute en 2008 avec sa version française « Bien voir pour mieux gérer » (M. ROTHER, 2008), est un livre référence avec une pédagogie à l'américaine, simple et efficace. Il propose un excellent parcours guidé pas à pas pour mettre en place une démarche VSM.

1.1 Choix de la famille des produits

Le site de la cimenterie Lafarge Ciment Oggaz est constitué de deux lignes de production, une ligne de la fabrication du ciment Blanc avec deux produits (MALAKI 52.5 & MALAKI 52.5) et l'autre du ciment gris avec trois produits (MATINE & CHAMIL & SARIE).

Dans le cas de la recherche de la famille de produits à étudier, l'effet observé sera « les ventes » (exprimées en valeur non seulement en volume) et les éléments seront « les produits de l'entreprise ».

Une fois la classification établie, le choix sera logiquement fait parmi les produits de la Classe **A**.

La direction du management et contrôle de la gestion m'ont demandé de s'attaquer à la ligne de fabrication gris, par rapport au chiffre d'affaires revenu et la demande de la population algérienne élevée qui représente cette dernière (**Annexe 5**).

a) Quantité vendues

La figure ci-dessous représente la moyenne mensuelle de la demande clientèle par produit, cette dernière représente le volume des ventes tant que notre organisme d'accueil LCO travaille avec la gestion des flux tiré où la demande du client est un élément déclencheur de la fabrication du ciment.

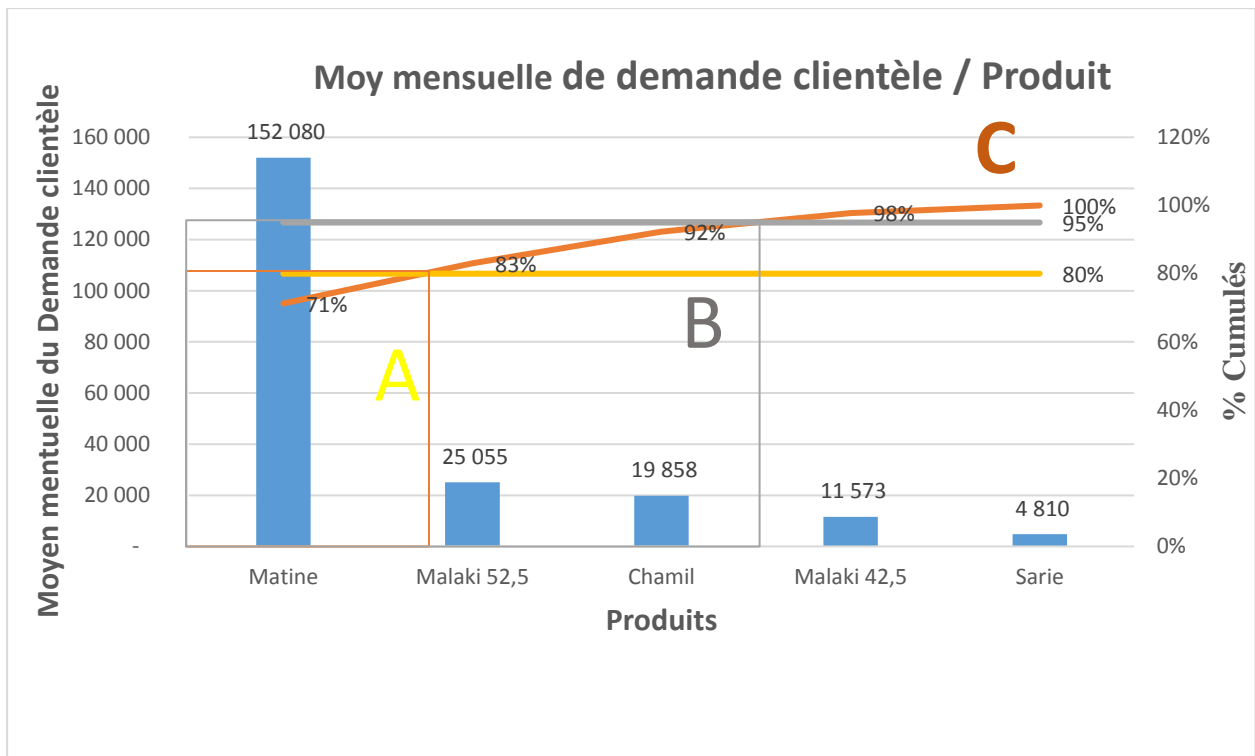


Figure 9 Analyse ABC de la demande clientèle moyenne mensuelle

b) Revenus des ventes

La figure ci-dessous représente la moyenne mensuelle des revenus des ventes par rapport au chiffre d'affaire pour chaque produit qui permet d'indiquer la valeur de ce dernier.

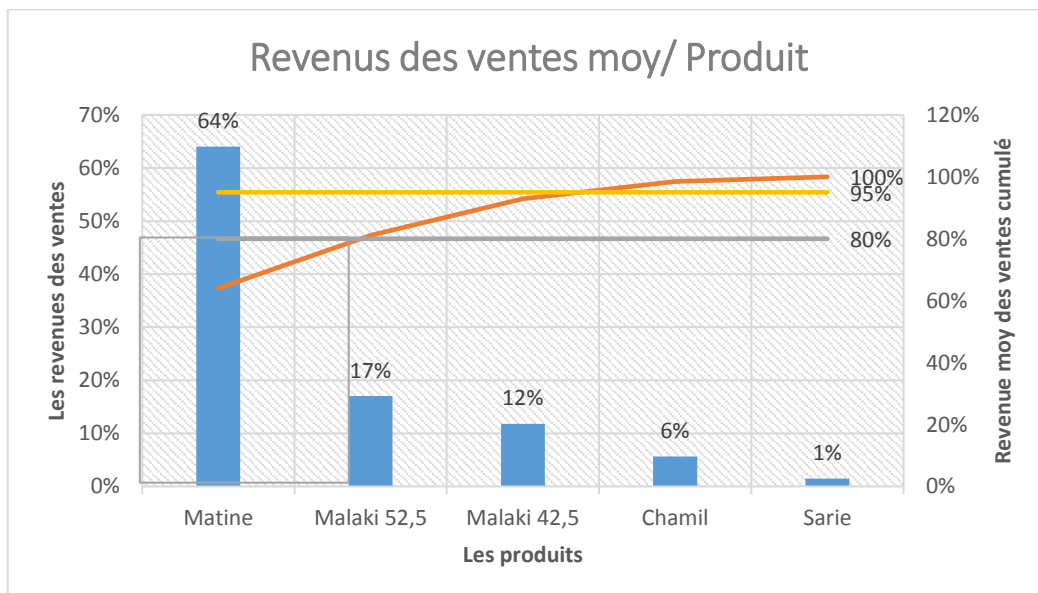


Figure 10 Analyse ABC des moyennes mensuelles des revenus des ventes par produit

Nb : Dans les deux situations le produit **Matine** (l'un des produits du ciment Gris) représente la classe A des quantités vendues selon la demandes clientèle et leur revenu sur le chiffre d'affaire.

Donc, il représente le produit retenu par la suite de notre étude.

1.2 Dessin de l'état actuelle

Pour élaborer une carte remaniée de la chaîne de valeur d'un produit ou d'une famille de produits, il faut tout d'abord connaître la situation actuelle. Cette partie est consacrée au dessin de la carte VSM dans sa version courante.

Chacun des trois types du ciment gris passent par le même processus de production, depuis concassage du MP jusqu'à fabrication du ciment avec une différence du dosage de la matière Clinker (**Annexe 6**).

Nous avons utilisé le diagramme **SIPOC** (Supplier Input Process Output Customer (FIPEC en français pour Fournisseurs - Intrants - Processus - Extrants - Clients ou encore FITEC, le "P" de processus devenant le "T" de Transformation)) afin de définir les frontières du Marco-processus de la production, de résumer quelles sont les entrées et les sorties, et d'identifier les fournisseurs et les clients.

S « Fournisseur »	I « Entrée »	P « Processus »	O « Sortie »	C « Client »	
Direction Commercial	Réception de la demande clientèle	<p>Préparation du Demand Planner.</p> <pre> graph TD A[Exploitation des carrières] --> B[Concassage] B --> C[Broyage Cru & Stockage] C --> D[Cuisson & Stockage] D --> E[Broyage Ciment & Stockage] E --> F[Expédition] </pre>	Réunion S&OP	Service planning	
Direction de production	Moyens et ressources		Plan de production	Direction des achats	
-Sous-traitant Carrière -Fournisseurs MP	Besoins en matières premières		Matières premières	Direction de production	
Service carrière	Matières premières brut		Matières premières concassés et stockées	Service management et contrôle de la gestion des stocks.	
Direction qualité	Objectifs qualité		Rapport de qualité	Direction de la production	
Service management et contrôle de la gestion des stocks.	Objectif volume Silo Clinker		PV de niveau Clinker	Direction de la production	
Direction qualité	Objectif et contrôle qualité		Rapport de qualité	Service management et contrôle de la performance	
-Direction de la production -Direction commerciale et Dispatching	-Elaboration des commandes -Moyens & ressources du transports nécessaires		Expédition	-Rapport des ventes -Plan du transport quotidien	-Transporteurs -Clients finaux

Tableau 3 Diagramme de SIPOC processus de fabrication LCO

Préalable au dessin de la VSM

Pour représenter les processus et les flux, la VSM utilise une série de symboles simples et communs, certains ont été présentés dans le manuel révolutionnaire « Learning to See », publié par le Lean Enterprise Institute en 2008 avec sa version française (M. ROTHER, 2008). Les principaux sont résumés dans l'**Annexe 7**. Il est également possible de créer d'autres icônes, mais nous avons choisi que les standards qui doivent être compréhensibles et uniformes du début à la fin de la VSM

Nous allons présenter ci-dessus quelques conseils pour le dessin de la VSM :

- Quel que soit le niveau de VSM visé, il est conseillé de commencer par une observation attentive, pas à pas des activités de l'usine.
- Pour obtenir une information précise et à jour, la personne qui souhaite dessiner une VSM doit faire elle-même, à pied, et avec un chronomètre à la main, le circuit des matières premières et de l'information à cartographier, mais dans notre cas, suite au volume important de production quotidienne avec la taille d'importance de leur processus de fabrication, nous avons suivi le circuit de circulation de la matière depuis leur concassage jusqu'à leur conditionnement et emballage à l'aide des capteurs qui ont mis partout au long du processus de fabrication.
- Plutôt que de partir du quai de réception des matières premières et de descendre vers l'aval, il est préférable de commencer du point d'expédition des produits finis et de remonter vers l'amont tant que notre organisme d'accueil LCO ne vend que les produits commandés à l'avance avec une réservation.
- Proscrire l'ordinateur. Durant notre étude, le tracé de la VSM se fait à la main, avec un crayon à papier et sur une feuille unique (format A3/A4). Ecrire au crayon à papier permet de noter sur le schéma au moment même où les informations sont reçues, ainsi que d'effacer et de corriger à volonté. De plus, cela amène à une meilleure appropriation du sujet et à une plus grande compréhension de l'enchaînement des processus. Le but n'est pas de faire de beaux schémas, mais de les faire justes.

Puis, les dessins de VSM présentés dans notre mémoire ont été faits sur ordinateur à l'aide d'un logiciel en ligne **Lucid²** avec sa version gratuite où nous avons recopié les versions finales.

1.2.1 Première phase du dessin : Le Client

Lafarge Ciment Oggaz a divers **clients fidèles** tels que **DAR AL-BENA FOR CONSTRUCTION** qui ont des projets en construction, cette dernière nécessite un volume important du matière ciment.

Pour chaque type du ciment, LCO fabrique trois formes du produit expédier aux leurs clients :

-En **vrac** par camion tel que la capacité de chacune est de **20 à 40 Tons**

-En **sac** tel que le poids du sac est de **50KG**

-En **palette** de 2,2T emballé en plastique, chacune compose de **44 Sacs**.

Le tableau ci-dessous représente la moyenne de la commande clientèle journalière pour le ciment gris MATINE du mois 04/2021 (**Annexe 8**) :

5/mai/21	Bags (50 kg) D.Local Matine	Bags (50 kg) D.Local MATINE Palette	Bulk Cement D.Local Matine
Vente Matine (Tons)	1 763,17	805,45	1 603,46

Tableau 4 Les ventes MATINE 05/2021

Source : (Direction commercial et Dispatching)

Une icône appelée Source Extérieure identique à celle dans le tableau Symboles VSM de processus (**Annexe 7**) est placée dans le coin en haut à droite de la feuille : il représente les clients du notre produit Matine.

En dessous est dessinée une Case Données résumant, en plus de celles qui figurent dans le tableau Symboles VSM de processus (**Annexe 7**), les exigences du client suivantes :

-Forme du ciment : Sacs, Palettes & Vrac

-Livraison quotidienne

² https://lucid.app/lucidchart/a8eda638-1345-4b32-8212-1878bdfb81bb/edit?beaconFlowId=A02C7E2B064B4701&invitationId=inv_97f61fe4-3109-46d4-89df-25338970ff25&page=0_0#

-Mode de transport : routier.

Dans la direction commercial et dispatching, y a deux services qui ont responsable de la livraison du produit jusqu'au client.

- **Service Dispatch** : s'appelle aussi Ex Work, sa responsabilité est depuis le point du chargement jusqu'à la sortie de l'usine, dans ce cas le moyen de transport est du propre client.
- **Service livraison** : il est responsable de la livraison du produit depuis le point de chargement jusqu'à la réception au client final, avec propre moyen transport de l'entreprise lui-même suivi par GPS leur chemin.

La direction commercial et dispatching travail pour deux objectifs : Tonnage & Temps.

Leur suivi est à travers deux indicateurs de performance : **YIGO & GIGO**, tel que :

-YIGO (Yate get In Get Out) représente le temps de chargement pris par le chauffeur depuis leur arrivé avec un signe de code barre sur leur permis de chargement à l'entrée de l'usine jusqu'à leur sortie indiquée à travers code barre sur sa facture de sortie.

-GIGO (Get In Get Out) représente le temps Brut du chargement, depuis le passage du camion vide sur une balance durant son entrée avant d'arrivé au point de chargement jusqu'à leur passage encore une fois chargé par les marchandises durant sa sortie.

1.2.2 Deuxième phase : Le processus de fabrication

Dans cette phase, les deux icônes utilisées dans la VSM sont celle des processus de fabrication, aussi appelée **Case Processus**, et celle **des Stocks**.

Les cases processus représentent des opérations où la matière brute subit un traitement. Afin de limiter leur nombre sur le dessin, les étapes reliées entre elles ou les postes de travail appartenant à un seul processus ne sont représentés que par une seule icône.

Par contre, si une opération est coupée de la suivante (géographiquement ou temporellement) et que des stocks intermédiaires s'accumulent entre les deux ou sont déplacés par lots, alors deux cases processus sont nécessaires.

Les symboles précédemment décrits, Case Processus est présenté dans le tableau Symboles VSM de processus et Icône Stock dans tableau Symboles VSM de matériaux dans l'**Annexe 7**.

Vue que la complexité et la taille importante de la ligne de fabrication du ciment, pour

faciliter ce travail de collecte des données, un **organigramme de processus** peut être utilisé. Il est rempli en suivant le produit et/ou les opérateurs, et utilise cinq symboles de bases (détaillés dans le Tableau ci-dessous) qui permettent de catégoriser facilement les étapes du processus en **opération, contrôle, transport, délai** ou **stockage**.






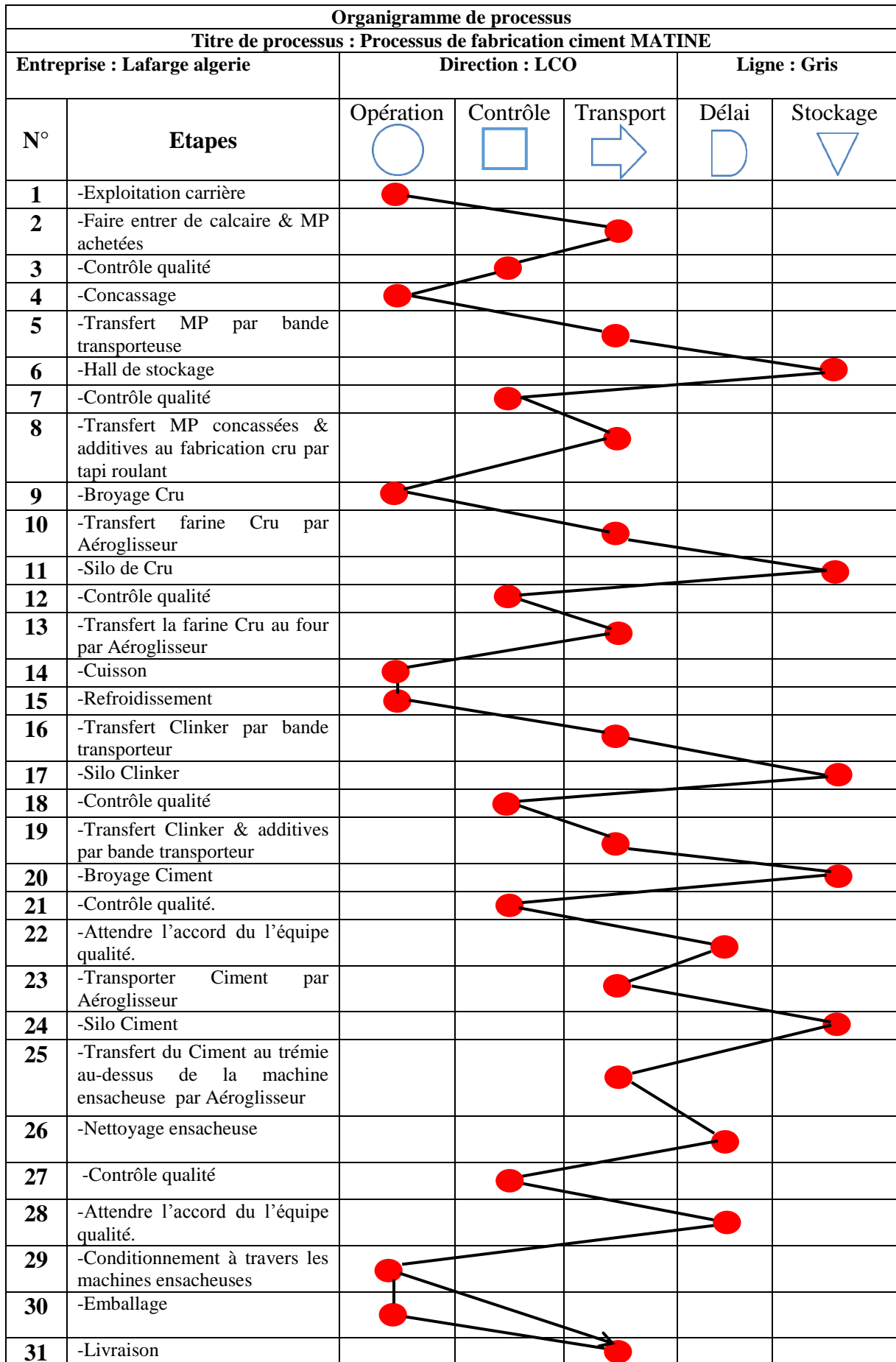
Symbole	Nom	Explications
	Opération	Opération physique réalisé sur le produit, avec ou sans un équipement, apportant de la valeur ajoutée
	Contrôle	Point du processus où le produit est inspecté ou lorsque l'opérateur réalise un test
	Transport	Mouvement de l'opérateur, du produit ou de l'équipement
	Délai	Temps d'attente ou retard dans le processus de fabrication
	Stockage	Mise au dépôt du produit en attendant la prochaine étape

Tableau 5 Symboles utilisés dans la réalisation d'un Organigramme de Processus

Nous avons élaboré le diagramme de processus de fabrication du ciment Gris à l'aide de nos informations récoltées et du diagramme Flow Sheet (**Annexe 9**)



Description

La fabrication du ciment gris est passé par 05 phases comme elle est décrit dans la table **SIPOC** et détaillé dans **l'organigramme processus** :

Concassage → Broyage Cru → Cuisson → Broyage Ciment → Expédition.

Nb : La phase d'**exploitation de carrière** est exécutée une fois durant des mois par explosion au niveau de la montagne du calcaire, pour cela nous l'avons supprimé et pris en considération juste leur niveau de stock.

Concassage

La matière première essentielle qui entre dans la fabrication du ciment est du calcaire, cette dernière est extraite de la carrière par abattage.

Elle est transférée dans un dumper au concasseur pour réduire la taille des rochers jusqu'à un diamètre moyen de (0 à 35mm). Au niveau du concasseur, les matières premières tels que calcaire, Fer, Gypse, Argile et Marne sont mélangées dans des proportions bien déterminées.

Les proportions du MP sont contrôlées par des analyses et test des compositions chimiques sur des échantillons tel que le taux d'humidité.

Broyage Cru

Les matières premières sont moulées jusqu'à la finesse adéquate, dans un broyeur à 4 galets verticaux.

La farine retenue est ensuite récupérée et transportée vers le silo d'homogénéisation accompagné d'un contrôle de qualité.

Cuisson

A la sortie du silo d'homogénéisation, la farine Cru est transportée par un système pneumatique Aéroglisseur vers le haut du préchauffeur puis passe au four avec une flamme atteignant 2000°C la température de frittage ou clinkérisation

Dès lors les minéraux qu'elle contient, réagissent pour donner de nouvelles combinaisons minéralogiques principalement des silicates et des aluminates de calcium : le Clinker.

Broyage Ciment

Le clinker et d'autres ajouts principalement de gypse et calcaire sont introduits dans le broyeur à ciment pour être broyés finement. Le ciment obtenu est transporté vers les silos de stockage.

Dans notre ligne Gris, on trouve deux broyeurs ciment, un seul travail juste le produit MATINE (sur le nom BK1) et l'autre BK2 travail en changement entre les différents produits du ciment gris selon la demande clientèle journalière planifiée.

Expédition

Pour être livré, le ciment stocké dans silo est soit ensaché dans des sacs de 50 Kg ou palettes de 2,2 T par des machines ensacheuses (Conditionnement) et un palettiseur (Emballage), soit chargé en vrac dans des véhicules dotés d'une citerne à travers une bouche vrac.

Y a deux machines ensacheuses qui conditionne juste ciment en sacs, la troisième machine ensacheuse lié avec le palettiseur pour l'emballage en plastique (une palette de 44 sacs).

Stock

-Matière première achetée est stocké en suivant le niveau de leurs stocks min & max (**Annexe 10**).

-Les Sacs sont chargé directement dans les camions d'expédition sans un stock.

-Ciment Vrac est remplis directement sur les camions

-Palette a un **stock en aval**, tel que pour notre produit Matine leur **stock en aval**, **Min de 4500T/Jour** et **Max de 6500 T/Jour**. Ils ont géré ce stock avec la méthode de gestion du stock **FIFO** (First In First Out)

1.2.3 Troisième phase : Fournisseur

Après s'être intéressé au client, puis aux processus de fabrication, l'objet de la troisième étape concerne logiquement les fournisseurs.

Ils sont placés dans le coin supérieur gauche, et représentés par source extérieure, la même que celle dans tableau Symboles VSM de processus (**Annexe 7**). Les données relatives aux fournisseurs sont inscrites dans une case données dessinée en dessous de l'icône usine.

La représentation de la fréquence et du mode de livraison constituent l'intermédiaire entre le(s) fournisseur(s) et la première étape du processus, ainsi qu'entre la dernière étape et le(s) client(s).

Une flèche large indique une livraison entre deux usines, et un camion (ou un avion, un bateau ...) quel mode de livraison est utilisé. Tous deux sont représentés dans tableau Symboles VSM de matériaux (**Annexe 7**)

Selon les besoins de la production et le niveau du stock min & max du matières MP (**Annexe 10**), la direction Achat travail sur son planning d'achat mensuel.

La responsabilité du transport : est identifié dans les clauses du contrat d'achat selon les frais du transport.

LCO préfère de travail avec le système du fournisseur redondant, c-à-d de travailler avec deux fournisseurs permanents pour la même matière achetée dans le but d'assurer la disponibilité des matières MP et d'éviter leur rupture en stock.

Y a des cas où LCO achète local complètement de la matière première, donc cette dernière devient propre à l'entreprise.

Tableau ci-dessous résume tous les informations reliées à l'achat.

Matière	Propriété ou Acheté	Situation géographique du Local/Fournisseur	Moyen de transport	Fréquence du livraison	Versement
Argile	Propriété	Ghilizane	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
Sable	Propriété	Hassi bahbeh	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
Gypse	Acheté	Flourisse (Entreprise Knoff)	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
	Acheté	Karoun (Entreprise KSUOPC)	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
Sable	Acheté	Bouhenie	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
	Acheté	Oran	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
Fer	Acheté	Khanchla	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
	Acheté	Tebessa	Routier	Hebdomadaire	Mensuel
Kaolin	Acheté	Maroc	Navire/Routier	Mensuel	Mensuel
	Acheté	Djilel	Routier	Hebdomadaire	Mensuel

Tableau 6 Achat matières premières

1.2.4 Quatrième phase : Circulation des flux

À ce stade de la construction de la carte VSM, seuls les flux de matières ont été clarifiés dans les phases précédentes. Cette quatrième phase a pour but de représenter les flux d'information.

Pour cela, il faut introduire de nouvelles icônes essentielles à la compréhension du dessin : une ligne droite représente un flux d'information physique (sur papier en général), tandis que l'éclair correspond à un flux d'information électronique.

Un cadre placé au milieu d'un flux d'information est utilisé pour décrire ce flux (en donnant une fréquence d'échange par exemple).

Ces icônes sont présentées dans tableau Symboles VSM d'informations (**Annexe 7**) qui permettent de matérialiser les liens qui existent entre les processus fournisseurs et les processus clients.

Il y a un autre type de connexion qu'il est important de caractériser : les déplacements de matières entre les processus de fabrication. Deux configurations sont possibles pour organiser la production : soit les produits sont poussés par le processus fournisseur, soit ils sont tirés par le processus client.

-Comme nous avons expliqué déjà précédemment que à l'expédition, LCO ne fabrique que commande clientèle du sac & vrac et un stock des palettes, d'autre coté on trouve que la planification de la production est basée sur le niveau des stocks (objectif stock plein), tel que à l'interphases de production on trouve des circulations du flux poussé, les prévisions sont basées sur l'historique, la disponibilité des équipements et le suivi de niveau du stock.

-Commercial : les clients ont passé leurs commandes par une appelle téléphonique ou à travers leur base de données Portail Client 4 jours à l'avance avec un versement.

-Processus de production : La planification de la production et la circulation de l'information est à travers des moyens informatiques tels que :

- Les réunions S&OP hebdomadaires inter départements en ligne.
- Des visio-conférences journalières interservices.
- Un SI qui gère la direction Commercial et Dispatching **SD6 (Sales & Dispatching System)**
- Le suivi de la production par le système d'information **TIS (Traitement de l'Information et Système)**

-L'achat :

- L'opération de la demande d'achat et leur réception est effectuée par E-mail.
- La gestion des achats est effectuée sur **l'Excel** dans le but d'élaborer le planning mensuel des achats.
- Le traçage de la traçabilité des informations de la réception des matières premières est effectué à l'aide d'un système d'information **PMS (Plan Management System)** dans le but d'élaborer un rapport pour le contrôle de gestion.

-Stocks : les stocks sont gérés par l'Excel.

1.2.5 Cinquième phase : Données & Ligne des temps

Dans le contexte de la cartographie de notre processus de fabrication ciment gris, nous avons choisi une journée pour suivre la circulation du tonnage et temps depuis le stock de MP jusqu'à l'expédition du PF **Matine** aux clients.

On commence par :

- **Les exigences clients :**

Nb : les exigences des clients LCO journalières représentent le volume du PF vendu.

Date : 19/05/2021		Type ciment : MATINE		
Forme du ciment	Vrac	Sacs (50kg)	Palette (2,2 Tons) (Palette → 44 Sacs)	Total
Tonnage (Tons)	1651	1850	810	4311
Temps	GIGO	1h	1h30min	1h15min
	YIGO	2h10min	2h15min	2h40min
Nb camions	42	61	26	

Tableau 7 Commande clients 19/05/2021

- **Achat MP :**

Selon le planning d'achat et la réception de la matière première, durant notre journée 19/05/2021, la direction achat reçoit la matière du Gypse et Kaolin achetées (**Annexe 11**)

- **Processus de production :**

Mis bout à bout, pour le but de cartographier l'état actuelle, les cases processus constituent le flux de matière, qui est placé dans la moitié inférieure du dessin de la VSM, de gauche à droite dans le sens du traitement des matières et non pas selon la disposition physique des lieux.

Entre chaque case processus se trouve une icône stock, en dessous de laquelle sont inscrits le nombre d'éléments qui s'y trouvent ainsi que leur type. Il y en a également une au début de la chaîne : elle schématise les matériaux provenant directement du fournisseur.

En dessous de chaque case processus se situe une case donnée qui résume les informations importantes relatives au processus représenté. Voici quelques exemples de renseignements qui peuvent se retrouver listés :

- Le temps de cycle (TC)

- Le temps de valeur ajoutée (TVA)
- Le délai d'exécution (DE)
- Le temps de changement de fabrication
- Le nombre CPC (chaque pièce chaque [heure, jour, semaine ...])
- Le nombre de produits différents
- Le temps de travail disponible
- Le temps utilisable
- Le taux de mise au rebut...

Ces informations sont récoltées sur le terrain milieu de stage, en suivant le flux de matière pas à pas.






Le tableau synthétique ci-dessous résume tous les informations liées à la fabrication du produit **Matine** nécessaires pour notre étude.

Date : 19/05/2021

Processus de fabrication « Matine »	Inv.	Conca ssage	Inv.	VRM	Inv.	Four	Inv.	Broyage Ciment		Inv.	Conditionnement & Emballage					Stock Pallette
								BK1	BK2		B.Vrac	M1	M2	M3	Pt	
Tonnage 'Tons'	-Calcaire : 38480 -Sable :92 -Fer :70 -Gypse :350 -Argile :251	7037	-Mixte (calcaire & argile) :3750 0 Calcaire 250 0 -Fer 64 -Gypse 250	2200	Farine Cru 13200	4300	Clinker 17050	2013	2055	Ciment 15000	1652	793	1060	800	799	5886,4
Temps de marche réel (Td) 'min'	/	372	/	516,2	/	1440	/	588	1008	/	580	268	360	516	200	/
Temps de marche théorique 'min'	/	1440	/	1440	/	1440	/	1440	1440	/	1440	1440	1440	1440	1440	/
Idle Time 'min'	/	1068	/	204,8	/	0	/	852	432	/	354,2	971	790	810	734,2	/
Temps d'arrêt 'min'	/	0	/	P :539 N.P : 180	/	0	/	0	0	/	P 60 N.P 445,8	P 30 N.P 171	P 30 N.P 260	N.P 114	P 60 N.P 445,8	/
Débit Réel (T/min)	/	18.91	/	4,26	/	2,98	/	3,42	2,03	/	2,85	2,95	2,94	1,55	3,99	/
Débit Nominal (T/min)	/	20	/	7,83	/	3	/	3,36	3,36	/	3,33	3	3	3	4	/
Nb Sacs déchirés	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10	50	20	26	/

	T/C (temps de cycle 'min')	/	0,052	/	0,23	/	0,33	/	0,29	0,49	/	0,35	0,34	0,34	0,64	0,25	/
	TU (temps d'utilisation)	/	25,83%	/	35,83%	/	100 %	/	40,83 %	70%	/	40,27 %	18,61 %	25 %	35,83 %	13,88%	/
	Temps de séjour (Stock)	Calcaire : 8.94 j Sable : 30.8 min Fer : 23,43 min Argile :117,18 min Gypse :84 min	/	-Mixte (calcaire & argile) :8,71 j Calcaire :13,95 h -Fer 21,4 min -Gypse 83,7 min	/	-Farine Cru : 3,06 j	/	-Clinker : 3,96 j -Gypse : 91,1 min -Calcaire : 6,94 h	/	/	-Ciment : 3,47 j	/	/	/	/	/	1,36 j
KPI	PRI	/	94,55 %	/	54,39 %	/	99,33 %	/	101,78 %	60 ,41 %	/	85,53 %	98,63 %	98,14 %	51,67 %	99,75 %	/
	Q	/	100%	/	100 %	/	100 %	/	100%	100%	/	100%	99,93 %	99,76 %	99,87 %	99,83 %	/
	NAI	/	100%	/	50,05 %	/	100 %	/	100%	100%	/	54,16 %	86,04 %	79,86 %	92,08 %	64,87 %	/
	OEE	/	94,55 %	/	27,22 %	/	99,33 %	/	101 %	60,41 %	/	46,32 %	84,80 %	78,18 %	47,51 %	64,60 %	/

Tableau 8 Tableaux synthétique des données 19/05/21

<p>Signification :</p> <p>Inv : Inventory (Stock ou en-cours)</p> <p>VRM : Broyeur Cru</p> <p>BK : Broyeur Ciment</p> <p>B : Bouche Vrac</p> <p>M : Machine ensacheuse de conditionnement (Sacs)</p> <p>Pt : Palettiseur</p> <p>Td : temps disponible</p>	<p>KPI : Key Performance Indicator</p> <p>D : Disponibilité</p> <p>P : Productivité</p> <p>Q : Qualité</p> <p>TRS : Taux de Rendement Synthétique</p> <p>NAI : Net Availability Index</p> <p>PRI: Production Rate Index</p> <p>OEE: Overall Equipment Efficiency</p>	<p>Légende :</p> <p> Stock MP</p> <p> En-cours</p> <p> Stock PF (palettes)</p> <p> Opération</p> <p> KPI</p>
---	--	--

Description

Ce tableau synthétique que nous avons élaboré contient tous les informations nécessaires, qui vont nous aider durant notre analyse, dans le cadre de proposer un état cible la plus optimale possible.

La quantité du produit fini fabriqué est comptée par tonnage, tel que chaque équipement durant la fabrication a un débit qui représente la quantité produite divisé par la durée pris pour la produire :

Un débit nominal : représente la cadence théorique (débit nominal = Tonnage normalement fabriqué / temps de marche théorique)

Un débit réel : représente la cadence réelle (débit réel = tonnage réellement fabriqué / temps de marche réel)

La différence entre le temps de marche théorique normalement consacré à la fabrication et temps de marche réel est représenté sous deux formes :

Idle Time : temps d'arrêt suite au stockage pleine (indicateur mis par l'entreprise lui-même) ou manque de camions (baisse de commande)

Temps d'arrêt : soit programmé, suit à des interventions préventives et/ou non-programmé suit à des interventions correctives à cause d'une panne ou défaillance de l'équipement lui-même

Dans ce contexte, l'écart entre le taux de marche réel d'un équipement et leur temps de marche nominal représente le **taux d'utilisation**, C'est la durée pendant laquelle une machine fonctionne et est disponible pour la production exprimée en pourcentage.

TU (Taux d'utilisation) : représente l'écart entre le temps de marche réelle et le temps de marche nominale (théorique)

Lafarge mis au disposition de leurs contrôleurs de gestion et management l'un des indicateurs de performance KPI les plus utilisables, **OEE** qui signifie **Overall Equipment Efficiency** dans le cadre de suivre l'efficacité globale d'un équipement.

Nb : Il n'y a pas de norme sur la façon dont l'OEE devrait être calculée, alors il peut y avoir beaucoup de discussions sur les calculs.

Selon leur façon de calcul :

$$\text{OEE} = \text{NAI} * \text{PRI} * \text{Q}$$

Tels que :

NAI (Net Availability Index) : c'est l'écart entre (**temps disponible + Idle time**) / **temps de marche théorique**

PRI (Production Rate Index) : c'est le taux de productivité d'un équipement, il a d'autres noms tels que : le taux de performance opérationnelle d'un équipement (de fabrication) s'appelle aussi TA (Taux d'allure), qui représente l'écart entre débit réel (cadence réelle) et le débit nominal (cadence nominale)

PRI = débit réel / débit nominal

Q (Quality) : qui représente l'écart entre **volume du produit conforme produite / volume du produit effectivement produite.**

Durant notre recherche sur cet indicateur de performance, nous avons trouvé que OEE n'est que englaisation du terme **TRS (Taux de Rendement Synthétique)** qui représente l'un indicateur très populaire dans les industries (Hohman, 2012).

Le **TRS** mesure une performance globale (le rendement) d'une ressource, généralement une machine ou une installation.

1.2.6 Cartographie de la chaîne de valeur terminée

Vous trouverez ci-dessous notre dessin de l'état actuelle complet réalisée sur logiciel Lucid³ à l'aide de sa version gratuite

³ https://lucid.app/lucidchart/a8eda638-1345-4b32-8212-1878bdfb81bb/edit?beaconFlowId=A02C7E2B064B4701&invitationId=inv_97f61fe4-3109-46d4-89df-25338970ff25&page=0_0#

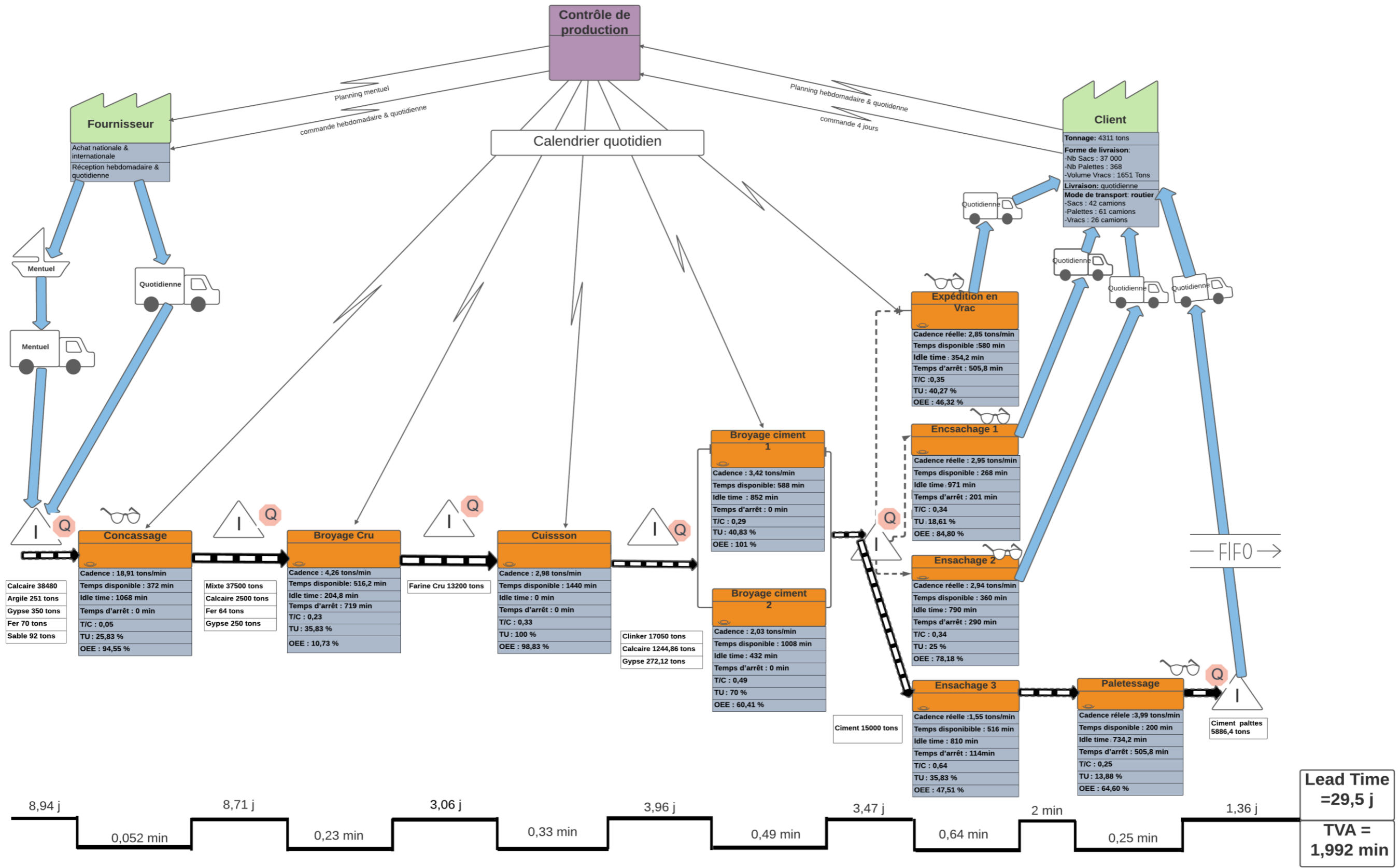


Figure 11 dessin de l'état actuelle

Description

-En dessous de chaque case processus sont recopiés les temps de cycle correspondants à la production qui représente la durée moyenne réelle nécessaire pour la production d'une pièce.

Dans notre cas cimenterie, une pièce correspondante à un ton de ciment tant que le produit fini ciment est vendu par tons, dans cette situation où l'équipement fabrique à la fois (M. ROTHER, 2008) :

T/C (temps de cycle) = temps de transformation (temps disponible) / taille de lot produite (nombre de pièces produites)

Nb : Pour les chaînes de valeurs composées de multiples flux parallèles, le chemin le plus long sera utilisé pour déterminer les temps globaux (Lead Time et temps de traitement). Pour cela, lorsqu'on trouve des cases processus (opérations) en parallèles, on prend en considération le temps de cycle de l'opération le plus grand (M. ROTHER, 2008).

-La somme des temps de cycle des processus de fabrication correspond au Temps de Traitement (TVA) appliqué à chacun d'un ton de ciment.

-Pour les icônes stock, les temps utilisés sont ceux passés par chacun des éléments dans ces stocks. Ces délais sont exprimés en jours et se calculent en divisant la quantité de pièces entreposées par le nombre de produits requis quotidiennement par le client final.

Temps de séjour : c'est le temps d'attente (en stock), calculé à travers le rapport entre la Quantité en stock et la demande ou consommation moyenne sur la même période selon la **Loi de Little**.

Nb : Quand on trouve plusieurs matières en stock, on prend en considération le temps d'attente de la matière essentielle qui a un volume important dans la ligne du temps et non pas les additives (M. ROTHER, 2008).

-L'**addition** des **temps de cycle** et des **temps de stockage** donne une estimation relativement juste du **Lead Time** (dans la majorité des cas, le temps passé par une pièce dans les processus de fabrication est négligeable en comparaison avec le délai de stockage).

Dans notre cas :

TVA = 1,992 min

LD = 29,5 jours

1.3 Analyse

La troisième partie de la démarche VSM est une étape de transition : elle a pour but d'analyser l'état actuel afin de réfléchir à l'état futur.

Pour cela, nous devons s'approprier un nouveau mode de fonctionnement de la fabrication des produits appelée production au plus juste (correspond au juste à temps : l'un des piliers du Lean Manufacturing).

Puisque l'utilité du VSM, de par sa facilité à mettre en avant **les points noirs**, va vous aider à savoir où concentrer vos efforts : **surproduction, stocks importants**. Il vous sera aussi possible d'identifier **le(s) goulet(s)** du processus et d'organiser la production au mieux. Il vous sera possible d'utiliser les différents outils du Lean afin de diminuer voire supprimer les différents gaspillages constatés.

Le **Takt time** va nous aider à détecter tout ça, tel que ce dernier représente **un repère de vitesse et de rythme de production** (le rythme de vente sur lequel la production doit s'aligner) qui permet à l'entreprise d'adapter sa production en fonction des fluctuations de la demande et de ne pas perdre d'efficacité et de compétitivité.

Il désigne la durée théoriquement nécessaire pour la production d'une pièce dans une situation donnée.

Pour le calculer, il suffit de diviser le temps disponible par le nombre de pièces souhaitées :

$$\text{Takt Time} = \text{TT} = \frac{\text{temps d'ouverture}}{\text{demande clientèle en même période}}$$

Dans notre cas, l'usine Lafarge Ciment Oggaz travaille **24h** sans arrêt (avec deux équipes tel que chacune travaille pendant 12h) avec une demande moyenne journalière de **4311 tons** de produit **Matine Grey Ciment**.

➤ Donc : **TT = 0,33 min**

NB : Seules les arrêts autorisés sont déduits (pauses, repas, réunions, nettoyage de poste). La cadence n'autorise pas les arrêts machines (pannes, changements de séries).

Le Takt Time fournit aux opérateurs **un objectif clair et bien précis** qui leur permet de moduler la cadence de la production en fonction de la demande des clients.

Dans ce contexte, nous devons comparer le **Temps de cycle** qui représente la durée moyenne réelle nécessaire pour la production d'une pièce dans une situation bien déterminée (Ce paramètre réel prend en considération le temps perdu dans la fabrication des pièces défectueuses et non conformes. Mais aussi le temps gaspillé pour le rééquilibrage et le paramétrage des machines en vue de produire des pièces conformes) avec le **Takt Time**.

Le graphe ci-dessous représente la différence entre le Takt Time et le cycle de temps (exprimés en second pour être plus visible), pour chaque phase dans le processus de fabrication du ciment Matine.

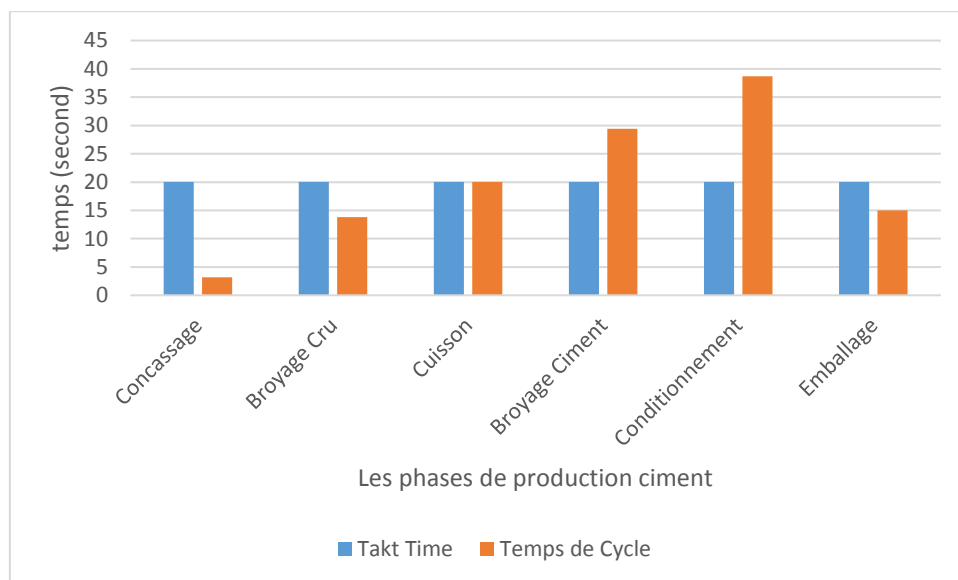


Figure 12 Représentation graphique du Takt Time et le cycle de temps de chaque phase

Afin que notre diagnostic être plus approfondie dans le but de régler les problèmes depuis leurs racines, nous avons pris en considération tous les opérations (équipements) et non seulement les phases de notre processus de production.

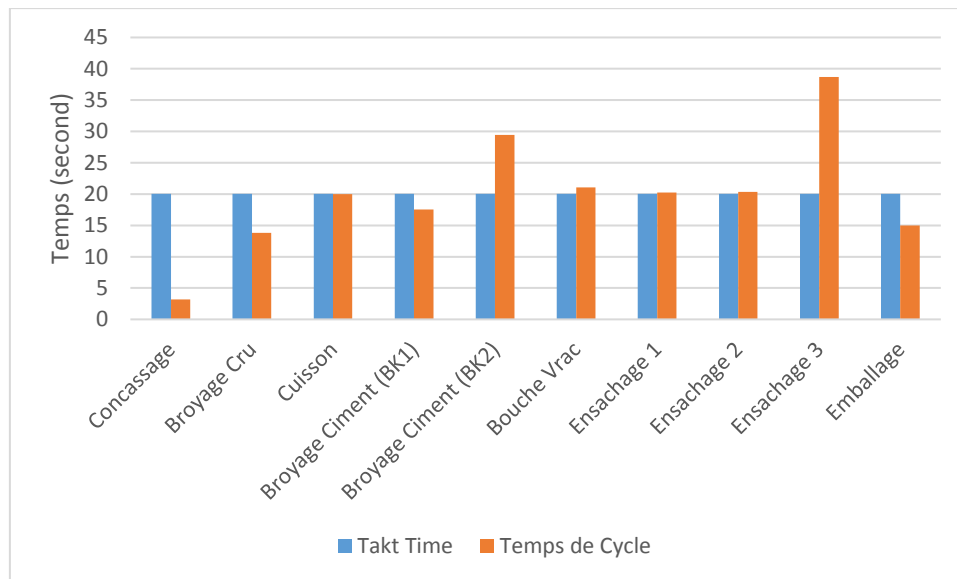


Figure 13 Représentation graphique du Takt Time et le cycle de temps de chaque opération

En fait, l'objectif de toute entreprise industrielle est d'arriver à un Takt Time égal au temps de cycle. Lorsque celui-ci est supérieur au temps de cycle, l'entreprise produit en surcapacité. Dans le cas opposé l'entreprise produit en sous-capacité qui signifie une ressource goulot.

D'après la représentation graphique du Takt Time et le cycle de temps de chaque opération et la différence entre eux, nous avons élaborer cette table qui indique l'état de chaque équipement :

Équipement	Son état actuelle	Observation
Concasseur	Surproduction	T/C < TT
Broyeur Cru	Surproduction	T/C < TT
Four	Etat idéal	T/C = TT
Broyeur Ciment 1	Surproduction	T/C < TT
Broyeur Ciment 2	Goulot	T/C > TT
Bouche Vrac	Etat idéal	T/C = TT
Ensacheuse 1	Etat idéal	T/C = TT
Ensacheuse 2	Etat idéal	T/C = TT
Ensacheuse 3	Goulot	T/C < TT
Palettiseur	Surproduction	T/C > TT

Tableau 9 Etat des équipement

Ces états avec la taille importante des stocks ont une influence sur le taux d'**efficience** de notre processus de production, tel qu'on trouve d'après cartographie de l'état actuelle le temps de traitement normalement consacré à la fabrication (24 heures, l'équivalent d'un jour de travail) comparé au Lead Time (29,5 jours). Le rapport des deux est égal à 0,0338 ce qui veut dire que seulement **3,38 %** du temps passé par la transformation dans l'entreprise est du temps de valeur ajoutée.

La carte VSM explique clairement ce que sont les 96,61 % restant : du temps de stockage, c'est-à-dire du temps d'attente entre deux opérations.

« Plus une entreprise a de stocks... moins elle a de chances d'avoir ce qu'il lui faut »
TAIICHI OHNO

Le phénomène qui est à l'origine de cette accumulation d'en-cours est **la surproduction**, mais dans notre situation on trouve aussi **la sous-production**, tel que nous avons trouvé des équipements goulots, pour cela l'entreprise à penser d'élever le niveau des **stocks intermédiaires** tant que l'usine doit répondre à la demande clientèle journalière, mais dans une vision Lean globale de l'entreprise ce n'est que du gaspillage. Même en point de vue qualité (leur composition chimique) c'est un **point négatif** qui nécessite un prélèvement de contrôle qualité d'une façon permanente de chaque matière encours dans le cadre de suivi le taux d'humidité à cause de la sensibilisation du produit fini, donc le temps d'attente en stock élevé ce n'est pas dans l'intérêt de l'entreprise.

NB : Le terme « en-cours » désigne tous les produits non finis qui ne sont pas non plus des matières premières. Ils sont généralement entreposés dans des stocks intermédiaires entre les processus de fabrication.

Cela entraîne de la manutention, une comptabilisation, une gestion de stock etc... Des moyens humains et matériels ainsi que de l'espace sont réquisitionnés pour gérer ces en-cours, et tout cela en pure perte. S'ajoutent à cela une immobilisation d'argent, une perte de temps, une potentielle dégradation des produits, ainsi qu'un retard dans la détection des non-conformités.

Dans le but d'atteindre nos objectifs et de proposer un état futur la plus optimale possible, nous allons analyser nos points noir pas à pas tant que chacun influe sur l'autre.

1. Principe de la production pensée au plus juste

Démarche de production au plus juste « se résume à configurer la chaîne de valeur de façon que **chaque processus ne produise que ce dont le prochain processus a besoin, au moment où il en a besoin**. Le but visé est de relier tous les processus – à rebours, depuis la livraison au consommateur jusqu'à la réception de la matière brute – le long d'une chaîne souple et directe qui favorise les délais les plus courts, le plus haut niveau de qualité et les coûts les plus faibles » (M. ROTHER, 2008)

Cette définition repose sur **six fondements** qui sont développés ci-dessous.

NB : Les explications qui suivent décrivent notre méthode VSM préconisée par le Lean Enterprise Institute, et décrite dans l'ouvrage « Bien voir pour mieux gérer » (« Learning to See » en anglais), de Mike ROTHER et John SHOOK, édition française réalisée par l'Institut Lean France, 2008

1.1 Fondement n°1 : Faire correspondre le rythme de production avec la demande client

Le Fondement n°1 implique donc que les temps de cycle de chacun des processus de fabrication correspondent au Takt Time, ou tout du moins ne le dépassent pas. Cette adaptation de la production exige :

- Une réponse efficace aux problèmes fonctionnels entraînant des retards systématiques
- L'élimination des causes d'arrêts imprévus (pannes, non-conformités...)
- Le redécoupage des étapes de fabrication.

Afin de satisfaire la demande client, tous les temps de cycle des différents processus de la production doivent être proches ou égales au Takt Time.

Tous ces informations sont détaillées dans notre tableau synthétique, on les résume dans la table ci-dessous :

EQUIPEMENT	Temps disponible	Temps d'arrêt (P + NP + Idle time)	Taux d'Utilisation
Concasseur	372 min	1068 min	25,83 %
VRM	516,2 min	923,8 min	35,84 %
Four	1440 min	0 min	100 %
BK1	588 min	852 min	40,83 %
BK2	1008 min	432 min	70 %
B. Vrac	580 min	860 min	40,27 %
Ensacheuse 1	268 min	1172 min	18,61 %
Ensacheuse 2	360 min	1080 min	25 %
Ensacheuse 3	516 min	924 min	35,85 %
Palettiseur	200 min	1240 min	13,88 %

Tableau 10 Rapport entre temps disponible et temps d'arrêt

Dans le cadre d'analyser de temps d'arrêt perdu pour chaque équipement, nous avons collecté tous les détails de ces arrêts depuis les dirigeants et les employés de chaque phase (Quelles sont les causes de ce temps perdu ? Est-ce que ces causes représentent les mêmes à chaque fois ? Que pensez-vous sur l'amélioration de cette situation ?) :

Equipement	Type d'arrêt	Description	Temps consacré
Concasseur	Non-programmé	-Stock plein	17h48min
VRM	Non-programmé	-Arrêt suite au augmentation température d'huile réducteur séparateur car débit de la pompe refroidissement Min (Changement du pompe refroidissement endommagé complètement)	1h démontage
			1h temps d'attente
			1h montage
		-Stock plein	204,8 min
	Programmé	-Enlèvement de 4 extensions des raclettes de la chambre de rejet	1h30min
		-Installation des nouvelles extensions par 2 soudeurs	2h
		-Réparer les fissures du corps VRM coté galet 2	2h
		-Enlèvement échafaudage	1h
-Soudure fissures échafaudage		1h30min	
	-Installation échafaudage	1h	
BK1	Non-programmé	-Silo plein	14h12min
BK2	Non-programmé	-Silo plein	7h12min
Bouche Vrac	Non programmé	-Bourrage extraction	445,8min
	Programmé	-Pas de camion	354,2min
		-Nettoyage	60min
Ensacheuse 1	Non programmé	-Sacs déchirés	21min
		-Retard labo	20min
		-Bourrage extraction	130min
	Programmé	-Nettoyage machine	30min
		-Pas de camion	971min
Ensacheuse 2	Non-programmé	-Sacs déchirés	70min
		-Bourrage becs.	80min
		-Bourrage extraction	90min
		-Manque d'air comprimé	20min
	Programmé	-Nettoyage machine.	30min
		-Pas de camion	790min
Ensacheuse 3	Non-programmé	-Sacs déchirés	30min
		-Manque air comprimé	20min
		-Bourrage extraction	64min
	Programmé	-Stock plein des palettes	810min
	Palettiseur	Non-programmé	-Manque du sacs
-Sacs déchirés			25min
Programmé		-Changement bobine plastique	60min
		-Stock plein des palettes	734,2min

Tableau 11 Description des temps d'arrêt

Nb : Une intervention **Kaizen** sur le temps non-programmé perdu seraient en parfaite harmonie.

1. D'après tableau B, on remarque que le taux d'utilisation de **Concasseur** est très faible tel que leur Idle time est trop élevé (tant que leur silo est plein (tableau C)), cela nécessite de réduire la taille de lot de ce stockage.

2. Pour le **Broyeur Cru**, taux d'utilisation est aussi très faible (tableau B) à cause de temps perdu en arrêt programmé et non-programmé, tel que :

-Durant l'arrêt programmé on trouve qu'il y a 1h du temps d'attente perdu à cause de manque des pièces de rechange due à l'absence de magasinier.

-à base de notre bagage théorique et pratique acquise lors de mes études en génie industriel et maintenance, nous avons observé que :

Y a un manque de surveillance (l'activité exécutée manuellement ou automatiquement, ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien, à l'aide d'un suivi des paramètres tels que température, vibration etc, avec le temps) qui engendre des pannes sur l'équipement qui va perdu du temps, ressources et gestion.

Donc, optimisation du plan de maintenance va nous permet d'élever le taux de disponibilité de l'équipement avec une augmentation de leur temps de cycle

3. Nous savons que les deux **Broyeurs ciment (BK1&BK2)** travaillent en parallèle, et nous avons trouvé que l'un des deux représente un goulot et l'autre est en surproduction (tableau A) avec un temps important en attente due au stock plein du ciment (Tableau C), en basant sur le planning de production le plus optimal des trois types du ciment gris avec un stock contrôlé en répondant à la commande clientèle.

4. Pour la **zone expédition** :

Nous avons trouvé que la machine **Ensacheuse 3** représente un goulot (Tableau A), cela engendre un temps d'attente important sur la Palettiseuse à cause d'un manque de sacs ciment (tableau C).

Y a un temps d'arrêt programmé important sur les équipements d'expédition, tel que :

-Pour les machines **Ensacheuses 1&2** qui sont dans leur état idéal, est due au l'absence des camions au quais d'expédition (les camions de livraison sont programmés par un time slot tel qu'ils ont programmé chaque 2heures une quantité précise avec un nombre précis des camions de livraison, nombre de camions correspond au quantité commandé par le client).

-Pour la machine **Ensacheuse 3** et la **Palettiseuse** est due au stock plein des palettes.

Nous avons remarqué que la majorité des causes d'arrêt non-programmé sont répétées pour chaque équipement, pour cela, le diagramme **Pareto 20-80** va nous aider d'identifier les 20% des causes d'arrêts principaux qui ont un effet de 80% sur le temps d'arrêt, afin de les prioriser après dans la phase d'élaboration de notre plan d'action :

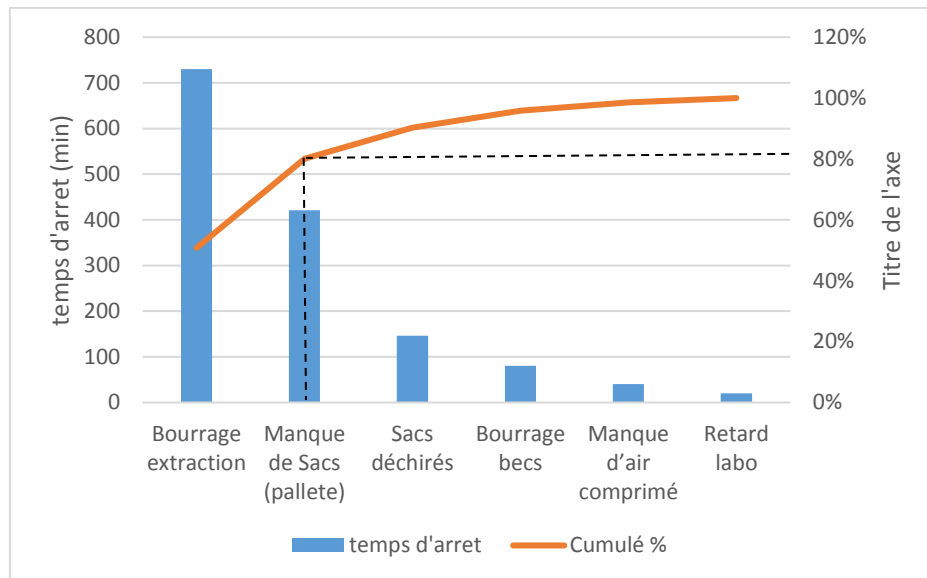


Figure 14 Diagramme 80/20 des causes d'arrêt zone expédition

Bourrage extraction représente **50%** de temps d'arrêt des machines d'expédition. Cette dernière avec **manque des sacs en palettes** (due la sous-production de la machine Ensacheuse 3) représente **80%** du temps d'arrêt perdu en zone d'expédition.

1.2 Fondement n°2 : Mettre en place un flux continu à chaque fois qu'il est possible de le faire

Un processus en flux continu est de type chaîne de montage : réalisation d'un produit à la fois, chacun des produits passant d'une opération à l'autre de la chaîne de fabrication sans période d'arrêt entre les étapes.

D'après notre observation sur notre processus de fabrication réellement en terrain, il est impossible de mettre en place le flux contenu entre les opérations, à cause des différentes raisons :

-Les opérations sont géographiquement loin l'une de l'autre, les équipements ont un poids énorme et qu'il n'y a aucun moyen de les rapprocher

-Le rassemblement trop important d'opérations induit un temps de cycle global supérieur au Takt Time

1.3 Fondement n°3 : Lorsqu'un flux continu n'est pas envisageable, instaurer un système de flux tiré avec dépôts de stockage ou un couloir FIFO.

Toute la chaîne de valeur ne doit pas être obligatoirement en flux continu. Lorsque des situations telles que celles décrites ci-dessus se présentent, il y a deux autres alternatives : le flux tiré avec dépôts de stockage ou le couloir FIFO.

- **Le flux tiré avec dépôts de stockage :**

Par définition, si un flux continu est inenvisageable, cela implique que deux flux discontinus sont conservés à un endroit de la chaîne de valeur. La liaison entre ces deux processus peut être gérée grâce à des dépôts de stockage, dont le symbole suivant (**Annexe 7**) :



Figure 15 Icône du dépôt de stockage

Afin d'éviter de recréer une situation de surproduction, sous-production et d'accumulation de produits dans les stocks afin de répondre à la variation de la demande clientèle, il est préférable de piloter le processus de fabrication par flux tiré avec un stock contrôlé plutôt que de tenter de programmer la fabrication avec des estimations des besoins du client. L'introduction d'un système Kanban est alors nécessaire.

Nb : Le **Kanban** (Hohman, 2012) est un mode de gestion de flux créé par Toyota qui est basé sur des étiquettes. Le principe est très simple : le processus client retire du dépôt de stockage ce dont il a besoin, au moment où il en a besoin, puis le processus d'approvisionnement lance la production des éléments qui viennent d'être retirés du dépôt pour les remplacer.

1.4 Fondement n°4 : Piloter la production en appliquant la programmation client sur un seul processus : le « processus régulateur ».

Il devient possible de piloter l'ensemble de la production en agissant seulement sur l'un d'entre chacun des processus de fabrication. Il sera nommé processus régulateur, et propagera les informations provenant du contrôle de la production à l'ensemble de la chaîne.

Il y a une règle incontournable dans la désignation du point de programmation que représente le processus régulateur : il ne peut pas y avoir de zone de stockage avec flux poussé en aval du processus régulateur.

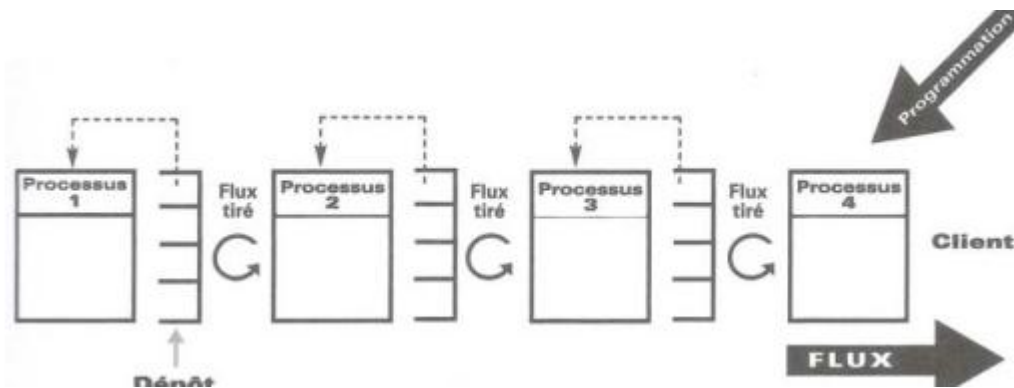


Figure 16 Processus régulateur

Et tant que l'entreprise LCO, leurs ventes sont selon la commande des clients, on peut mettre ce fondement en place.

1.5 Fondement n°5 : Lisser la charge

Le lissage de la charge est représenté sur une carte VSM avec l'icône

OXOX

Il englobe deux notions distinctes : le lissage des volumes et le lissage des types de produit.

Nous ne pouvons pas mettre en place ce fondement avec leurs deux notions, à cause de :

- La fabrication du ciment est basé sur la demande clientèle journalière (avec une commande réservée de 4 jours à l'avance), et comme nous savons que y a toujours une fluctuation de marché ciment.
- Le volume de fabrication de chaque type de ciment dépend de cette dernière et de besoin des clients.

1.6 Fondement n°6 : Choisir une des tailles des stocks les plus petites possibles

Pour diminuer la taille des stocks quotidiens, trois leviers sont envisageables :

- Basé sur la gestion des flux tiré avec un stock encours contrôlé.
- Diminuer le temps de d'arrêt où le temps disponible de production va augmenter.
- Réduire le temps de changement de fabrication.

La méthode **SMED** a été développée dans ce but, à l'aide de Kaizen dans le but d'amélioration contenue de l'état de chaque équipement en terme de plan de maintenance, planning, ...

Méthode SMED (G.REVENU, 2009):

Cet acronyme signifie Single Minute Exchange of Die. Il se traduit en français par « Changement d'outil en moins de 10 minutes ».

Cette méthode a été mise au point par un ingénieur de Toyota en 1969 du nom de Shigeo SHINGO.

Elle s'appuie sur l'amélioration de l'ergonomie des postes de travail, la répétabilité des opérations de changements de fabrication et la formation des opérateurs. L'objectif est la réduction au maximum du temps d'arrêt des machines dû aux changements de fabrication.

Pour cela, quatre étapes sont nécessaires :

- Identifier les différentes opérations de changement de fabrication, il y en a deux types : les opérations internes, réalisées lorsque les équipements sont arrêtés **et** les opérations externes, effectuées pendant le temps masqué, c'est-à-dire lorsque les machines fonctionnent : avant la fabrication de la dernière bonne pièce du lot précédent ou après celle de la première bonne pièce du lot suivant
- Extraire les opérations internes qui pourraient être faites en externe grâce à une meilleure organisation
- Convertir le maximum d'opérations internes en opérations externes, cette étape se différencie de la précédente car elle requiert des investissements
- Réduire les opérations internes pour qu'elles nécessitent le minimum de temps.

1.4 Le traçage de la VSM cible

La quatrième partie est consacrée au traçage de l'état futur avec les améliorations identifiées.

Les six fondements décrits dans la partie précédente constituent la base de réflexion pour établir le nouvel état. Le Lean Enterprise Institute propose une démarche de reconfiguration de la chaîne de valeur, s'appuyant sur ces fondements, et organisée suivant 8 questions clés. Celles-ci sont énumérées dans le Tableau suivant.

Questions	Fondements					
	1	2	3	4	5	6
A : Quel est le Takt Time de la chaîne de fabrication ?	X					
B : Les produits finis vont -ils séjourner dans un dépôt ou seront-ils directement acheminés au quai d'expédition ?		X	X	X		
C : Où est-il possible d'établir un flux continu ?		X				
D : Où est-il nécessaire de mettre en place un flux tiré ? un couloir FIFO ?			X			
E : Quel sera le processus régulateur ?				X		
F : Comment sera lissée la charge ?					X	
H : Quelles sont les autres améliorations à mener ?	/	/	/	/	/	/

Tableau 12 Questions structurant le remaniement de la chaîne de valeur

Question A : Quel est le Takt Time de la chaîne de fabrication ?

Le **Takt Time** que nous avons déjà calculé de notre produit **Matine** est : **0,33min**

Question B : Les produits finis vont -ils séjourner dans un dépôt ou seront-ils directement acheminés au quai d'expédition ?

Selon la procédure d'expédition actuelle de l'entreprise :

-**Ciments en vracs** sont chargé directement sur camions, il est impossible de mettre un stock de ciment vrac.

-Pour les **palettes**, sont stockés puis expédier.

-Les Sacs ciment sont chargé directement sur camions sans aucun stock.

Selon la procédure future basant sur notre étude, nous savons que les ventes du ciment au sein du LCO se font sur commande. Il n'est donc pas nécessaire de constituer un stock important de produits finis à la fin de la chaîne de valeur.

Les lots des palettes seront par conséquent directement acheminés au quai d'expédition sans aucun stock.

La production est déclenchée par les besoins du client, dans ce cas, le contrôle de la production programme la fabrication. N'est produit que ce qui a été demandé par le client, le prélèvement dans les stocks de produits finis en vue de remplir le camion destiné au client génère un ordre de fabrication par libération d'une carte Kanban. Le processus régulateur (Question E) est donc dès lors désigné : il s'agit de l'expédition.

Question C : Où est-il possible d'établir un flux continu ?

Comme nous avons déjà expliqué précédemment durant notre analyse, la réponse est : nulle part.

Question D : Où est-il nécessaire de mettre en place un flux tiré ? Un couloir FIFO ?

NB : Avant tout, il est important de s'attarder sur le stock de matières premières nécessaire aux processus de fabrication. Il est nécessaire de préciser que dans l'industrie cimenterie Lafarge tous les matières premières entrants dans la fabrication de ciment sont testés (vérification de la conformité selon les analyses sur des échantillons) tant que leurs produits finis sont connus avec la haute qualité. Il n'est donc pas possible de travailler en flux complètement tendu car les analyses qualité entraînent des délais dans la libération des matières premières. Cependant, sachant que les fournisseurs livrent à des moments différents), il est préférable de mettre un **couloir FIFO** en amont avec un stock contrôlé selon les besoins de la production.

Comme nous avons déjà exprimé durant notre analyse, il est préférable de mettre en place des **flux tiré** avec un **stock contrôlé** à la place du flux poussé durant la fabrication du ciment tant que les ventes de LCO sont sur commande, ils n'ont accepté jamais les commandes aléatoires sans aucune réservation.

Nb : Stock contrôlé ou supermarché, représente un stock géré selon les besoins des clients en aval.

La demande client est de 4 jours à l'avance, chaque phase de production est en boulot tous les jours avec une durée de temps disponible différente. Si on garde le même temps disponible actuel pour chaque équipement (sans pris en compte les améliorations à mener) avec le même débit (vitesse de production) avec la prise en considération la demande clientèle moyenne pour les deux autres produits de ciment gris (Chamel et Sarie) tel que, la demande clientèle journalière du produit **Matine** est de **4300 ton/j**, et pour les deux autres produits vendus du ciment gris, **400tons/j** pour le produit **Chamel** et **250 tons/jours** pour le produit **Sarie**.

Nb : On doit prendre en considération les trois produits de ciment gris afin de mettre en place une gestion de flux tiré et un processus régulateur (question E) puisqu'ils ont passé par la même chaîne de fabrication.

Donc la commande moyenne journalière des trois produits du ciment gris est **4950 ton/j**.

A l'aide de diagramme **Gantt**, on peut voir si le temps de fabrication est suffisant pour réaliser la demande clientèle moyenne par jour d'après leur commande de 4 jours.

Phase		Débit	Le temps requis
Concassage		18,91	4,36 h
Broyeur Cru (VRM)		4,26	19,36 h
Cuisson		2,98	27,68 h
Broyeur Ciment	BK1	3,42	21,32 h
Expédition Vrac		2,85	9,35 h
Expédition Sacs		2,94	10,48 h
Expédition Palettes	M3	1,55	8,7 h
	Palettiseuse	3,99	3,38 h

Tableau 13 Temps requis pour la fabrication d'une commande journalière

-Débit : C'est la cadence réelle (vitesse) de l'équipement « ton/min »

-Temps requis : c'est le temps nécessaire pour effectuer la demande clientèle moyenne par jour (rapport entre la commande moyenne / débit de l'équipement)

Nb : BK1 (Broyeur ciment 1) est consacré juste pour la fabrication du ciment Matine et le deuxième broyeur ciment (BK2) sera consacré pour les deux autres produits du ciment gris.

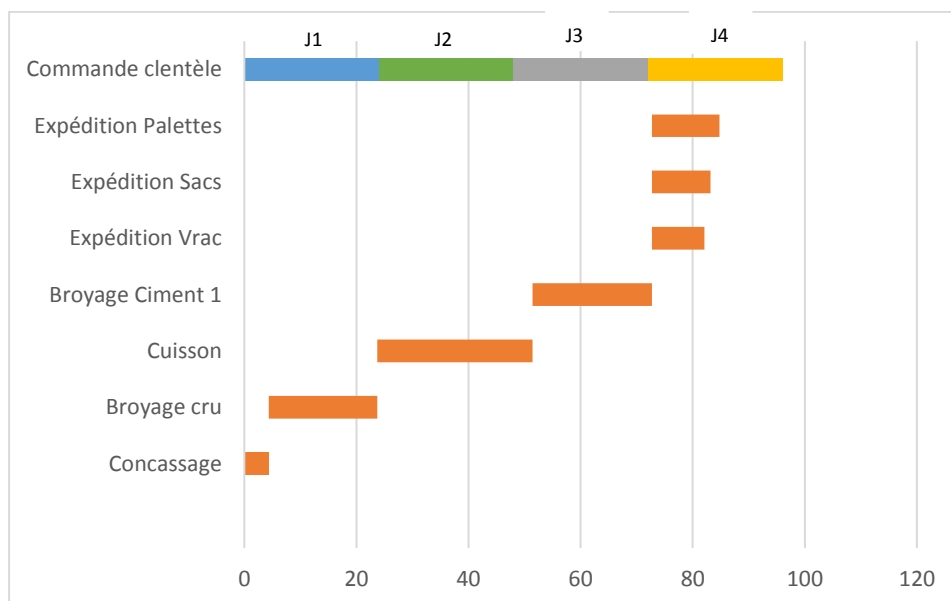


Figure 17 Diagramme du Gantt de temps requis de la fabrication commande journalière

Le Graphique ci-dessus montre que ce temps est suffisant pour réaliser les 4950 tons du ciment gris qui sont demandés en moyenne par jour avec une commande réservée de 4 jours à l'avance.

Cela va nous permet de :

-Améliorer la productivité des équipements.

-Assurer une meilleure circulation des flux de la matière.

-Optimiser les stocks.

Nb : Les flux d'information doivent également être remaniés, sinon il paraît impossible de mettre en place les modifications détaillées précédemment.

La nouvelle organisation des flux d'information pourrait mener au fonctionnement par un projet de mettre en place un ERP au lieu de gérer la situation par multiple systèmes d'information ou par l'Excel afin de lier tous les phases de fabrication avec les commandes clientèles et besoins en achat.

Nb : ERP (Entreprise Resource Planning), c'est un système d'information permettant de gérer et de suivre l'ensemble des flux d'information des processus et l'interaction entre eux sous forme d'une application informatique paramétrable, modulaire et intégrée

Question E : Quel sera le processus régulateur ?

Tous les phases qui se trouvent en amont de la phase expédition doivent appartenir à un flux tiré avec un stock de sécurité sauf que concassage à un couloir FIFO. La programmation se fera donc sur l'expédition selon la commande des clients.

Question F : Comment sera lissé la charge ?

Due à la fluctuation de la demande clientèle, nous ne pourrions pas mettre en place un lissage de la charge

Question G : Quelles sont les autres améliorations à mener ?

1. Zone Broyage ciment :

Comme nous avons déjà exprimé que dans la zone broyage ciment on trouve deux broyeurs ciment en parallèle, tel que, le premier (**BK1**) est consacré juste pour la production du produit ciment Matine, et l'autre (**BK2**) est consacré pour les trois produits du ciment gris avec un changement de fabrication.

D'après notre analyse, nous avons trouvé que le **BK1** est en situation **surproduction** et **BK2** en **sous-production**, et avec la baisse de la demande clientèle (**400t/j** pour le **Chamel** et **250t/j** pour le **Sarie**) suite de la crise sanitaire et la concurrence, pour cela, nous avons proposé de :

-Consacrer BK1 juste pour fabriquer le produit Matine

-Les deux autres produits du ciment gris seront fabriqué en changement à travers le BK2.

Cette proposition va nous permettre de :

- Réduire leur temps de cycle tel que sera correspondre avec le rythme de la demande

-Optimiser notre ressource goulot.

-Optimiser le temps perdu en changement (ça sera entre deux produits au lieu de trois).

-Réduire le niveau du stock au silo ciment qui va nous aider d'atteindre meilleure circulation du flux matière entre broyeur ciment BK1 et les machines d'expédition)

2. Zone Expédition :

D'après notre observation, nous avons remarqué que la machine Ensacheuse 3 (qui produit les Sacs pour les palettiser) est en situation Sous-production (ressource goulot) avec un débit réel de 1,55 ton/min au lieu d'un débit théorique de 3 ton/mi, et la Palettiseuse (la machine associée avec cette dernière) en situation Surproduction.

Et tant que les deux autres machines Ensacheuse 1 & 2 sont en état idéal et avec la baisse de la demande clientèle du ciment, nous avons proposé de lier ces dernières aussi avec la Palettiseuse (c'est un projet très simple déjà réalisé, la liaison ça sera à travers un déviateur et une bande transporteuse au quai d'expédition à l'aide ces capteurs), cela va nous permet de :

-Optimiser le temps d'attente à cause de manque des camions.

-Réduire le temps d'attente des Sacs en Palettiseuse.

-Optimiser notre ressource goulot (M3).

-Réduire leur temps de cycle tel que sera correspondre avec le rythme de la demande client tel que :

TT = 0,33min TC (M3) = 0,64 min Volume fabriqué = 800 tons

$$\text{Volume optimal} = \text{Volume fabriqué} * \text{TT} / \text{TC}$$

Donc, le volume optimal de la machine Ensacheuse M3 est de **412,5** tons au lieu de 800tons dans une durée de **136,12 min** au lieux de 516 min

Grace à ces améliorations, nous avons pu faire correspondre le rythme de production avec celle de la demande client (diagramme ci-dessus)

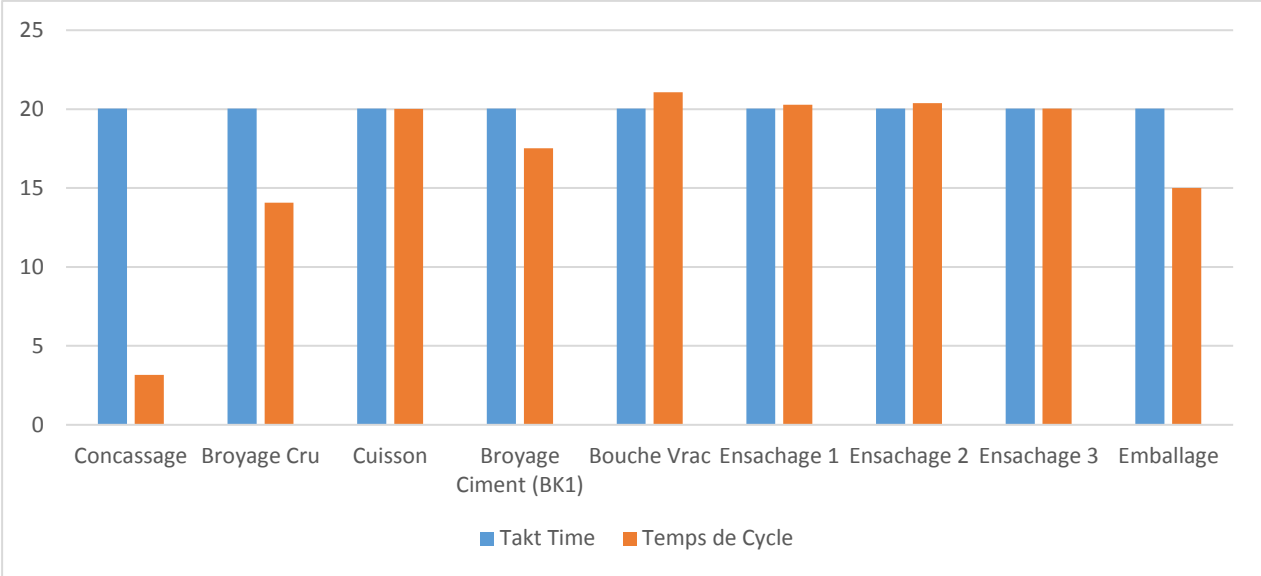


Figure 18 TC et TT souhaité

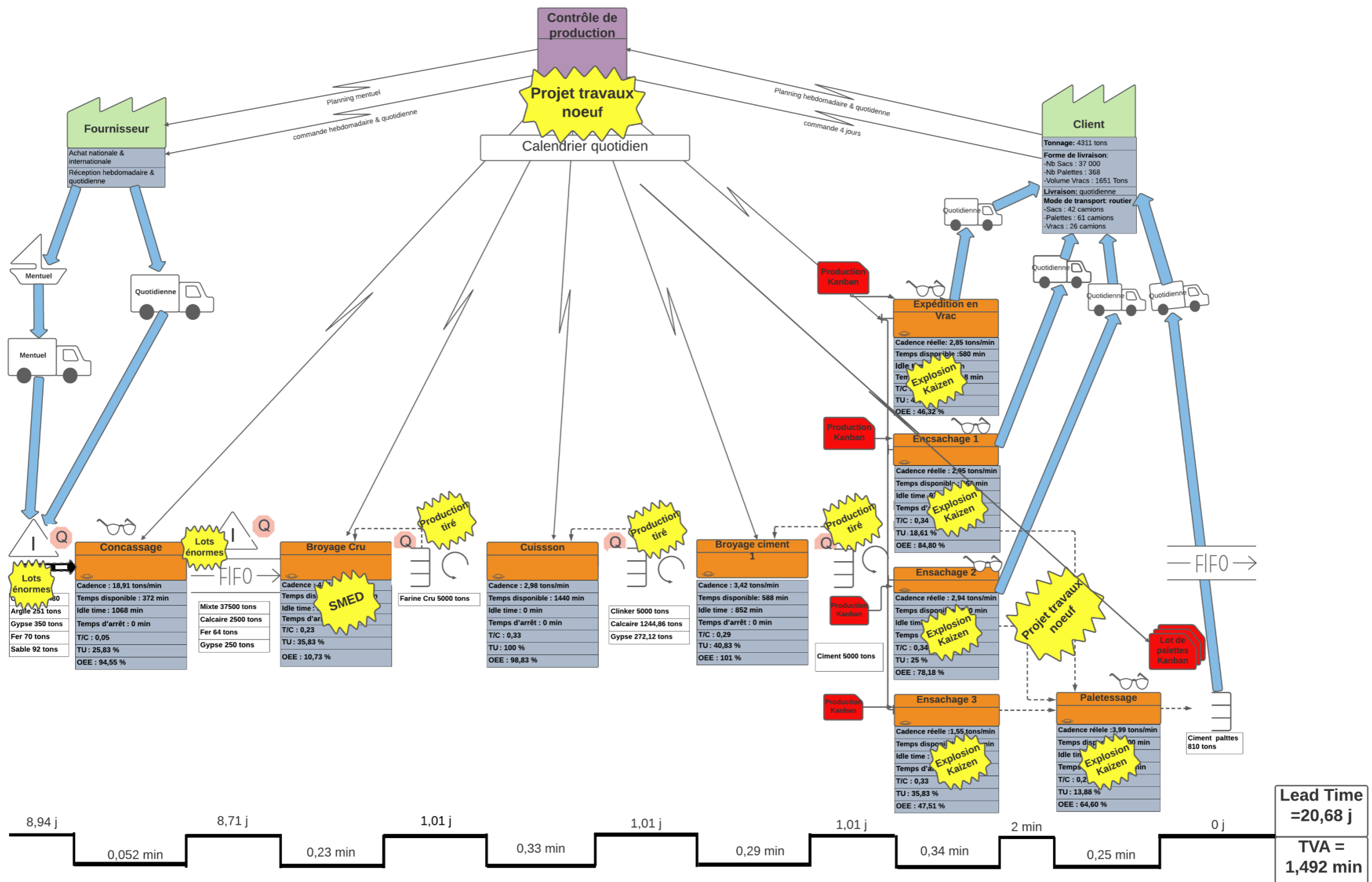


Figure 19 : Dessin de l'état futur

Gain qu'on souhaite réaliser dans notre étude de cas :

	Avant	Future souhaité	Gain
Lead Time	29,5 jours	20,68 jours	29 ,89 %
TVA	1,992	1,492 min	24,10 %
Takt Time	0,33 min	0,33 min	/

Tableau 14 Gain qu'on souhaite réaliser dans notre étude de cas

Attention : le Takt Time ne pourra pas être modifié : c'est une donnée fixée par le client.

Quand on compare les statistiques du VSM actuel et du VSM future les résultats seront assez remarquables. On voit que y'auras un gain de temps significatif par rapport au Lead Time et au Process Time (TVA). Ce gain de temps peu donner à l'entreprise des opportunités d'amélioration et d'être plus efficace dans ce secteur de production par rapport à ces concurrents.

Ce gain de Lead time peut augmenter plus que ça avec la réduction de la taille des lots de MP en amont.

1.5 Construire le plan d'action et le mener à bien

Dans la cinquième et la dernière partie de VSM est consacré à relever l'ensemble des actions identifier, les prioriser et les afficher sur un grand mur dans une salle qui sera la salle de pilotage de la VSM pour l'équipe de direction, Déployer l'ensemble des objectifs aux managers du site afin qu'ils les déploient dans leur secteur.

Pour chaque changement, chaque équipe pris en charge leur projet organisera alors un plan d'action. Il sera important de quantifier les bénéfices et les solutions (couts/ressources) associés pour convaincre la direction du lancement des actions envisagées afin qu'elles soient validées. La mise en place du plan d'action peut prendre plusieurs mois, voire plusieurs années (Johann, 2015)

Johann décrit le VSM comme étant un point de départ d'une « philosophie de croissance à long terme par création de valeur pour le client, dont les objectifs sont la **réduction des coûts**, la **diminution des temps de livraison** et l'**amélioration de la qualité** par l'élimination des gaspillages » (Johann, 2015)

Pour atteindre les objectifs évoqués ci-dessus, des **événements** associés au Value Stream Mapping tels que : SMED, Kaizen, mise en place de Kanban ...) sont nécessaires, comme nous avons déjà les identifier durant notre analyse et sur la carte de l'état futur souhaité.

Performances mesurées en permanence :

Nous avons préconisé de viser la perfection tant que notre objectif n'était pas seulement d'optimiser notre processus de production mais d'améliorer aussi la performance globale de la chaîne logistique par fixer des **objectifs** ambitieux qui vont piloter la démarche d'amélioration.

Le choix d'**indicateurs** fiables et appropriés assure le suivi de l'évolution de l'entreprise, la mesure de l'écart par rapport aux objectifs, ainsi que la construction du planning. Le pilotage de l'entreprise par les objectifs participe à l'implication de tous les employés et permet d'aller plus loin dans les propositions et les améliorations. Si les objectifs ne sont finalement pas atteints, cela signifie que le plan d'action n'était pas adapté. A l'inverse, si les objectifs sont dépassés, cela veut dire qu'ils n'étaient pas assez ambitieux.

Les conditions de succès

- Impliquer les opérateurs dans la démarche.
- Suivre régulièrement les indicateurs de performance.
- Afficher les résultats près des postes de travail.
- Baser les actions d'amélioration contenue au court terme avec plus de gain.
- Mettre visuellement en évidence les cas où l'**OEE** atteint ou dépasse l'objectif fixé.

Les étapes d'élaborer un plan d'action :

1- Etude

Les **chefs d'équipe** sont les mieux placés pour obtenir le soutien de leurs collaborateurs, pour comprendre comment cette démarche peut impacter les objectifs de l'entreprise, et quelles sont les zones sur lesquelles il faut porter l'accent. C'est pourquoi la première clé de succès de la démarche eut pour but de les impliquer dans une dynamique de changement pilotée par des objectifs.

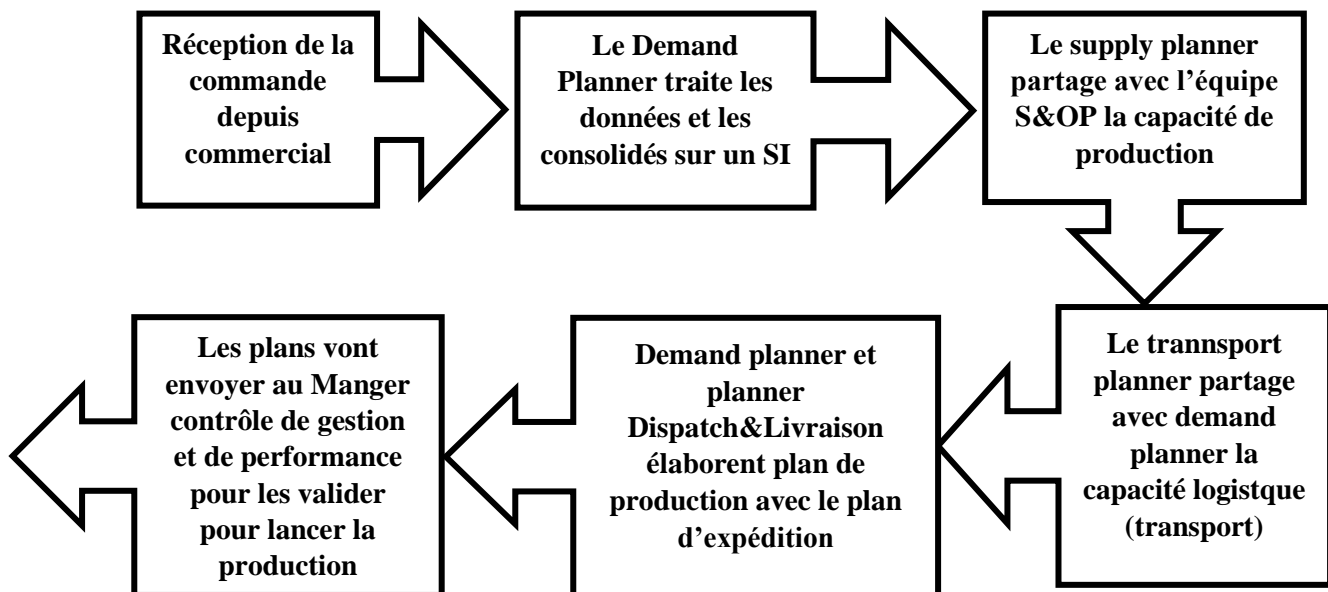
Tout d'abord les personnes de l'équipe se réunissent en **atelier** et représentent le **processus** dans son ensemble grâce à la première étape (dessin de l'état actuel) et relever les interventions de changement identifier (durant l'analyse et création de la VSM cible).

Nb : la **mise en œuvre** des améliorations décidées commence dès que l'atelier est terminé, en commençant par les petites modifications, puis en passant aux changements plus importants.

Les interventions suivant représentent le pont de passer de l'état actuelle au l'état future souhaitable :

-Nouvelle circulation des flux (Kanban)

Travaillez avec la gestion des flux tiré (Pull), la fabrication sera lancer selon la commande clientèle avec un stock de sécurité.



La production est déclenchée par les besoins du client, dans ce cas, le contrôle de la production programme la fabrication. N'est produit que ce qui a été demandé par le client, le prélèvement dans les stocks de produits finis en vue de remplir le camion destiné au client génère un ordre de fabrication par libération d'une carte **Kanban**. Le **processus régulateur** est donc dès lors désigné : il s'agit de l'**expédition**.

-ERP

Pour mettre en place une nouvelle circulation des flux, cela nécessite une coordination et une interaction stratégique & opérationnelle entre les différents acteurs toutes au long de la chaîne.

Ce système d'information va remplacer les systèmes d'information déjà existé au sein de LCO tels que : **SD6 (Sales & Dispatching System)** qui gère la commande clientèle et leur livraison, **TIS (Traitement de l'Information et Système)** qui gère la production, **PMS (Plan Management System)** qui gère matières premières achetées et l'**Excel** pour gérer les stocks.

-Optimiser la performance des équipements

Les matériels et équipements ne sont pas, dans la majorité des cas, optimisés pour les situations et les environnements auxquels ils seront exposés. Conçus pour couvrir « à minima » les cas les plus généraux, ils vont montrer des limites dès lors que l'on veut pousser un peu plus loin leur fonctionnement et optimiser leur utilisation.

Il existe pourtant de nombreuses possibilités pour en améliorer le fonctionnement et générer ainsi de précieux gains. Améliorer le fonctionnement de vos équipements est une démarche préventive intéressante, car c'est un investissement qui sera rapidement rentabilisé.

Il sera même possible de chiffrer les économies induites par cette démarche. Que ce soit un gain énergétique, l'optimisation des postes de travail, le temps gagné sur les opérations de maintenance – démontage, remontage, arrêts de la machine – ou encore la prévention des risques de chutes et leurs conséquences financières, de nombreuses pistes peuvent être explorées pour améliorer la maintenance.

- **Optimiser la productivité des équipements**

L'un des principaux défis pour une entreprise manufacturière est de savoir exactement comment équilibrer sa ligne de production en terme de productivité de leurs équipements.

La réponse principale se tourne toujours sur l'optimisation des ressources goulots afin d'atteindre la productivité optimale.

Dans notre cas, nous avons trouvé deux équipements qui représentent des **ressources goulot** (Broyeur ciment 2 et la troisième machine Ensacheuse).

Nous avons pensé à l'action de consacrer BK1 juste pour fabriquer le produit **Matine tant** qu'il est en surproduction et laisser les deux autres produits du ciment gris de fabriquer en changement à travers le BK2 tant que le volume de ses dernières commandé par le client est très faible.

Cette proposition va nous permettre de :

- Réduire leur temps de cycle tel que sera correspondre avec le rythme de la demande
- Optimiser notre ressource goulot.
- Optimiser le temps perdu en changement (ça sera entre deux produits au lieu de trois).
- Réduire le niveau du stock au silo ciment qui va nous aider d'atteindre meilleure circulation du flux matière entre broyeur ciment BK1 et les machines d'expédition)

Pour la machine **Ensacheuse 3** (qui produit les Sacs pour les palettiser), nous avons proposé de lier les deux autres machines Ensacheuses 1 et 2 aussi avec la Palettiseuse (c'est un projet très simple déjà réalisé, la liaison ça sera à travers un déviateur et une bande transporteuse au quai d'expédition à l'aide ces capteurs), cela va nous permet de :

-Optimiser le temps d'attente à cause de manque des camions.

-Réduire le temps d'attente des Sacs en Palettiseuse.

-Optimiser notre ressource goulot (M3).

- **Optimiser les plans de maintenance**

Beaucoup d'entreprises ont une idée du nombre de temps d'arrêt, mais seules quelques-unes sont en mesure d'expliquer les raisons et la durée des arrêts dans leur production. En conséquence, la performance opérationnelle de nombreuses entreprises manufacturières en souffre.

Quand vient le temps d'optimiser l'équipement, c'est logique de faire affaire avec le fabricant d'origine. Après tout, le fabricant connaît son équipement mieux que quiconque. En travaillant avec lui, vous maximiserez la fiabilité de vos machines, réduirez les temps d'arrêt et augmenterez votre productivité.

D'après notre analyse sur le temps d'arrêt perdu avec les opérateurs des machines concerné, nous avons trouvé qu'il y a une nécessité d'optimiser leurs plans de maintenance tel qu'il y a une possibilité d'externaliser des opérations internes en opérations externes (le principe du **SMED**) par :

- Pratiquez le retour d'expérience (Pour ne pas reproduire les erreurs du passé !)
- Constituez un groupe pluridisciplinaire dans l'établissement du cahier des charges du futur investissement et pratiquez L'AMDEC Moyens (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité). Cet outil de sûreté de fonctionnement est très puissant pour anticiper les risques de dysfonctionnements des organes de vos machines et il vous oblige à mettre en œuvre des actions de préventions pour réduire les impacts.
- Standardisez les bonnes idées et bonifiez votre expérience : changement de matières des pièces d'usure, contrôles vibratoires supplémentaires, facilitation des contrôles, allongements des durées de vie...

- Au démarrage des équipements, assurez un suivi pointilleux de ceux-ci par un rituel quotidien sur les alarmes et les dysfonctionnements avec les Utilisateurs-Mainteneurs (c'est-à-dire les producteurs-utilisateurs et la maintenance).

Nb : pour la zone d'expédition qui représente notre future phase régulatrice du processus de production, nous avons détecté d'après le diagramme Pareto sur les cause d'arrêt que Bourrage d'extraction représente plus que 50% de temps d'arrêt des machines d'expédition.

Pour simplifier la situation, le ciment est stocké dans un silo avant qu'il est expédié en vrac, sacs ou palettes, LCO sert toujours de remplir leur silo plein (55000 tons) malgré que les besoins clientèle journalière représente environ 5000 ton/jour, la sensibilisation chimique de ce produit (cote humidité), quelques granulés se solidifient et deviennent des blocs.

Donc, l'optimisation de niveau des stocks en accompagnant avec un suivi et contrôle chimique représente la meilleure solution.

- **Amélioration contenue afin de s'assurer leurs disponibilités**

Pour nous aider à profiter au maximum de nos équipements au long terme, le fabricant d'origine fera d'abord une analyse générale de toutes vos machines d'une manière permanente. Ensuite, il recommandera des réparations, des mises à niveau ou des améliorations. En communiquant la liste de changements souhaités avec représentant ventes, Projets d'optimisation, nous pourrions recevoir une quantité impressionnante de conseils judicieux.

Donc, une boîte **Kaizen** représente un levier clé de la performance des équipements, qui favorise la réalisation du rendement et l'atteinte d'une situation optimale.

2- Préparation

Par Définir & Rassembler les moyens (matériels en termes d'outillage, humains, financiers).

Identifier les participants au ce changement :

-1/3 d'utilisateurs (les fabricants, personnes qui connaissent le fonctionnement de leurs équipements)

- 1/3 de clients (internes qui perçoivent la valeur ajoutée)

- 1/3 de « regards neufs » (chef de projet, autres services, dirigeants tels que : Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, ...
Comptabilité : Contrôle des dépenses. Service financier : Investissements).

3- Ordonnancement (à court/moyen/long terme)

Toutes les actions identifiées (Kaizen, mise en place de Kanban, nouveaux projets ...) ne peuvent pas être conduites de front, une **priorisation** est donc nécessaire en vue de construire un calendrier.

Les événements qui sont prioritaires généralement qui aident à atteindre l'objectif principale de l'entreprise et à équilibrer la productivité des équipements de processus de fabrication (**goulots d'étranglements** et **surproduction**). Il est donc judicieux de travailler d'abord sur ces étapes en vue d'augmenter le rendement global.

Nb : La priorité est généralement donnée à la catégorie qui a un **impact important** : actions rapides, moins de dépenses et avec un gain important.

Priorité	Intervention	Actions	Délai		
			Court	Moyen	Long
02	-Projet de lier M1 et M2 avec la palettiseuse.	-Mettre en place une bande transporteuse avec un déviateur suivi par des capteurs			
03	-La nouvelle circulation des flux	-Identifier phase d'expédition comme un processus régulateur			
03	-Renforcer l'interaction et la cohérence entre les différents acteurs de différent phase	-L'étude de mettre en place un projet ERP -Intégrer les différents acteurs -La mise en place d'une application informatique paramétrable et modulaire			
01	-Assurer la disponibilité des équipements	-Optimiser les plans de maintenance -SMED			
01	-Devisions des taches entre les Broyeurs ciment	-BK1 pour produit Matine -BK1 en changement entre produit Chamel et produit Sarie			
02	-Optimiser la productivité des équipements	-Réduire les stocks. -Contrôle qualité -SMED -Optimiser la circulation des flux de matière			
01	-Suivi et l'amélioration contenue	-Kaizen -Contrôle qualité & observation			

Nb : Le nombre d'intervention retenu pour un an ne doit pas être trop élevé car sinon il y a un risque que de nombreux événements soient commencés mais que tous ne soient pas terminés. Un projet par mois semble être un bon compromis. Il appartient à l'équipe de suivre chacun de ces événements et de s'assurer qu'ils soient clôturés, par exemple en réalisant une réunion par semaine avec les chefs des différentes équipes (de projets et de production).

4- Résultats souhaités et mesures

Une fois le budget validé, la gestion du risque contrôlée et l'organisation arrêtée, il est temps de procéder à l'implémentation. Cela inclut le développement, la formation des employés et la conduite du changement (Johann, 2015)

Les principales améliorations apportées sur notre processus de production basant sur notre étude VSM vont nous permettre de gagner :

- Diminution de la **valeur des stocks** de **30 %**, ce pourcentage sera élevé avec l'optimisation des stocks de matières achetées selon nos besoins, la disponibilité des fournisseurs, les frais, ...

- Optimisation de délai d'exécution de **24%**

- Diminution de temps d'arrêt non prévu jusqu'à 90% si on applique sérieusement ces améliorations, qui va nous permet d'élever le niveau de **NAI**

- Amélioration de la productivité des équipements par une meilleure circulation des flux de matière jusqu'à qu'ils ont atteindre leurs débits théoriques, cela influe directement sur notre niveau de **PRI** qui va connaitre une augmentation significative.

- Optimisation des coûts et des frais dépensés en interventions de maintenance, de retard et de stocks

- Augmentation de la capacité manufacturière.

- Orientation efficace des efforts d'amélioration.

- Équipements plus performants et plus fiables.

- Responsabilisation des opérateurs et des employés de maintenance.

- Assurance de la traçabilité et la meilleure circulation des flux d'information entre les différents acteurs d'un niveau stratégique jusqu'à l'opérationnel.

5- Suivi

Nous souhaitons que notre amélioration sera une amélioration contenue, pour cela le suivi consiste à **recommencer chaque année** à partir de l'étape 4 de la VSM dans le but d'avoir l'impact des changements mis en œuvre pourra être évalué en comparant le dessin de l'état actuel avec celui de l'année précédente, et la construction du calendrier des interventions prendra en compte les nouvelles priorités identifiées.

Section 2 : Discussion

L'industrie cimenterie est un domaine dans lequel s'applique la nécessité des améliorations et d'optimisation de leur processus de fabrication selon leur marché compétitif. Les résultats présentés par l'entreprise illustrent les bénéfices que peut apporter la VSM.

En effet, la réalisation d'un produit compétitif nécessite l'utilisation optimale des facteurs de production d'une manière rationnelle afin d'exercer un avantage concurrentiel.

Pour ce faire, l'entreprise doit mobiliser les matières premières, les ressources en capitaux nécessaires à la production et les ressources humaines (travail, main d'œuvre, etc.). À chaque étape du processus de fabrication (KHALFALLAH, 2020).

Dans ce cadre, notre démarche **VSM** est applicable à la totalité du flux du bout en bout (depuis l'achat des matières premières à la livraison du produit fini). Sa réussite se traduit par (Pernod, 2018) :

- L'optimisation des délais de réalisation
- la réduction des gaspillages (déplacements inutiles, temps d'attente...)
- l'optimisation des ressources (humaines, matérielles, financières)
- l'amélioration des performances SQDC (Sécurité, Qualité, Délais, Coûts)

Notre démarche sert à limiter **les gaspillages** au long de la chaîne logistique en terme de **coûts** et **des frais** dépensés en interventions de maintenance, de retard et de stocks par l'optimisation de leur volume, où nous avons pu diminuer la valeur des stocks de **30 %**, ce pourcentage sera élevé avec l'optimisation des stocks de matières achetées selon nos besoins, de **temps** par une diminution de temps d'arrêt non prévu jusqu'à 90% si on applique sérieusement les actions d'améliorations et de **délais** par l'optimisation de notre délai d'exécution de **24%**. C'est l'idée de l'optimisation de la **performance** d'une **supply chain** (Hayat, 2020) (Mukolwe, 2015).

Notre projet réalise non seulement une optimisation de leur processus de production par améliorer leur **OEE** qui représente l'un des objectifs de l'entreprise (travailler sur la réduction des temps d'arrêt non prévu dans le cadre l'élever le taux de **NAI** et améliorer le débit des équipement pour optimiser la taux de **PRI**) mais aussi des performances logistiques en termes de : réduction des coûts, renforcement des relations entre les différents acteurs, augmentation des flux de biens, livraison plus rapide des biens, amélioration du taux d'exécution des commandes, qui ont un avantage compétitif en terme de flexibilité (Hayat, 2020) (Mukolwe, 2015).

En effet, l'optimisation du processus de production demande la participation de chaque intervenant sur la chaîne avec responsabilisation des opérateurs et des employés.

Une fois le budget validé, la gestion du risque contrôlée, il est temps de procéder à l'implémentation. Cela inclut le développement, la formation des employés et la conduite du changement (Johann, 2015).

Conclusion

La Value Stream Mapping (ou Cartographie de la Chaîne de Valeur) est un outil du Lean Manufacturing qui assure une vision claire des procédés composant une entreprise. La représentation des flux de matières et d'information permet de prendre conscience des gaspillages qui ont lieu et qui pénalisent la productivité.

Dans ce mémoire, la description de la Value Stream Mapping s'est faite au travers de l'entreprise LCO, l'un des usines de Lafarge Algérie. Il est apparu que la méthode n'est pas seulement utilisée pour peindre l'état actuel, mais également pour imaginer et établir un état futur plus efficace, plus réactif, moins coûteux et plus coordonné. La VSM est une opportunité de mettre en mouvement l'entreprise dans un objectif commun : réduire les gaspillages tout en améliorant les conditions de travail.

Dans ce cadre, notre travail se propose comme une contribution à la compréhension des bonnes pratiques de fabrication, ne constituent pas un frein à la mise en place VSM qui sont les aprioris et les préoccupations des employés, quant à la conformité des changements au bon fonctionnement.

En effet, nos améliorations souhaitées seront appliquées, un management participatif a été mis en place. Il a pour but de susciter les évolutions par les personnes travaillant au sein de LCO plutôt. La réussite de ça a impliqué les facteurs suivants le démarrage d'une dynamique d'équipe sur le terrain en vue d'améliorer la productivité et la qualité de travail.

Enfin, nous pouvons dire que l'optimisation de processus de production à l'aide de notre outil VSM représente que la première étape d'une démarche Lean manufacturing, en accompagnant des outils de qualité, engendre comme résultats : une amélioration en matière de productivité, performance en coûts, économie de temps de travail consacré à la fabrication des produits, une réduction du taux d'erreur, optimisation de la gestion des stocks (réduction des ruptures de stocks, minimisation des pertes de stocks) et des équipements.

Donc, nous recommandons dans les travaux de recherche complémentaire à base de notre travail de terminer la démarche Lean manufacturing dans le cadre d'une amélioration contenue, tant que la VSM représente que le point de départ de l'optimisation globale de la performance de la chaîne logistique et l'entreprise lui-même.

Bibliographie

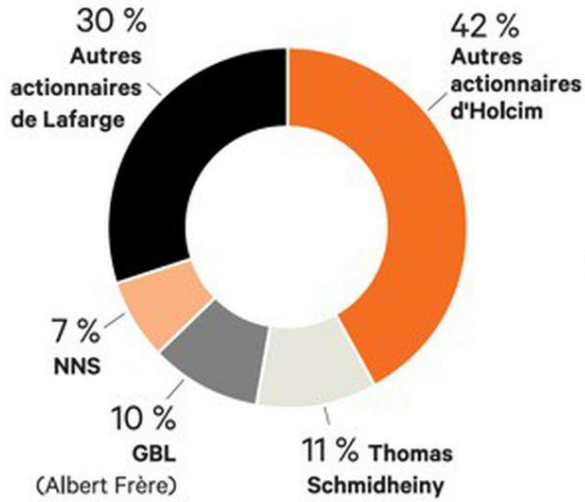
- Ahmed, W. (2018). Impact of lean and agile strategies on supply chain risk management. *Total Quality Management & Business Excellence*, , 1-24.
- Amara, N. (2018). Entreprises manufacturières ; TIC et chaîne logistique L'impact des TIC sur l'avantage concurrentiel de la chaîne logistique dans les entreprises manufacturières Algériennes. *Revue Sciences Humaines*,, 83-111.
- Aminu Sahabi Abubakar, A. N. (2020). « STRATEGIE INTEGREE DE PRODUCTION, MAINTENANCE ET DE CARTE DE CONTROLE D'UNE CHAINE LOGISTIQUE SOUS CONTRAINTE DE QUALITE ». Agadir – Maroc, .
- Anne, P. M. (2008). « *Logistique et supply Chain management* ». Paris.: DUNOD.
- Arif-Uz-Zaman, K. (2014). lean supply chain performance measurement. *International Journal of Productivity and Performance Management* .
- Azzemou Rabia, N. M. (2014). Contribution à l'optimisation d'un processus de production par le diagramme ISHIKAWA. *Université des Sciences et de la Technologie d'Oran*, 21-34.
- BENOU, S., & DAOUI, C. (2018). Redéfinition des processus et mise en place d'une cartographie des processus . *Laboratoire de management du changement dans l'entreprise Algérienne*, 1-17.
- Blondel, F. (2006). « *Aide-mémoire : Gestion industrielle* », (éd. 02eme). Paris: Dunod.
- Cattan, M. I. (2008). « *Maîtriser les processus de l'entreprise* ». . Paris,: Editions d'organisation.
- Charlotte Chatain, N. C. (decembre 2020). *Méthode d'amélioration des processus métiers pour optimiser et pérenniser l'activité de soins pharmaceutiques à l'hôpital*.
doi:10.1684/jpc.2020.0449
- Dayi, O. &. (2015). *Méthodologie d'amélioration leagile de la chaîne logistique*. Québec, Canada.: Congrès International de Génie Industriel. .
- Demetrescoux, R. (2015). « *La Boite à Outils Lean* », . Paris: DUNOD.
- Djalila, T. (2018). Management des processus opérationnels. . *Ecole Nationale Supérieure de Management* , 17-18. Récupéré sur <http://studylibfr.com/doc/5890673/le-management-des-processusop%C3%A9rationnels-%C2%AB-bpm>
- Dweekat, A. J. (2017). supply chain performance measurement approach using the internet of things. *Industrial Management & Data Systems*.
- EL BAHI. Y & TAJ K. (2021). « De la logistique à la supply chain : Bilan et perspectives ». *Revue Internationale du chercheur*, 2, 226 – 241.
- Eynaud, A. B. (2020). *Démarche de conception d'un système de production industriel reconfigurable, dans un contexte de fortes variations de marché en volume et en diversité*. France: HESAM Université.
- Fontanille., O. (2010). « *Pratique du Lean : Réduire les pertes en conception, production et industrialisation* ». Paris, : DUNOD.
- Fugate, B. S. (2010). Logistics performance: efficiency, effectiveness, and differentiation. *Journal of business logistics*, 43-62.

- G.REVENU. (2009). *L'amélioration continue pour accélérer les flux*. École des Mines d'Albi-Carmaux.
- Garnier, D. (2010). *La value stream mapping : un outil de représentation des procédés et de réflexion pour l'amélioration Lean appliquée à l'industrie pharmaceutique*.
- Han, J. H. (2017). Reconceptualization of information technology flexibility for supply chain management: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 196-215.
- Hayat, A. K. (2020). L'optimisation à base de simulation pour les chaînes logistiques. 20-35.
- Huma, S. &. (2018). impact of lean and agile strategies on supply chain risk management. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-24.
- Ishikawa, K.(2007). « *La gestion de la qualité : Outils et applications pratiques* ». Paris: Dunod.
- Jeffrey, L. (2008). « *Le Modèle de Toyota, 14 Principes qui feront la réussite de votre entreprise* ». Paris,: Pearson Education France.
- Johann, D. (2015). « *Le Value Stream Mapping : Outil roi du lean* ». Namur: 50MINUTES.
- Kamble, S. S. (2020). Big data-driven supply chain performance measurement system: a review and framework for implementation. . *International Journal of Production Research*, 65-86.
- KHALFALLAH, e. (2020). Performance Industrielle à travers l'évaluation des processus stratégiques : Etude d'un cas Industriel. *Revue Française d'Economie et de Gestion*.
- Khan, S. A. (2018). the importance of advanced information technology and green vehicles in supply chain management. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering, (ccme)*.
- Lenoir, S. (2017). KPI (Key Performance Indicators – Indicateurs clés de performance). <https://kostango.com/definition/kpi-key-performance-indicators-indicateurs-cles-de-performance/>.
- M. ROTHER, J. S. (2008). « *Bien voir pour mieux gérer* ». France: Edition française réalisée par l'Institut Lean France.
- Pernod, E. (2018). Production en temps réel. 23-24. Récupéré sur <https://production-tempsreel.com/pratique.asp>
- Q Mercier, F. P. (2020). *Optimisation multi-objectif stochastique: un algorithme de descente*. Pris France: ONERA, Université Paris Saclay, Palaiseau.
- S. LAMBER, G.-N. M.-F. (2015). *Cartographie de la chaîne de valeur : Cerner la valeur pour obtenir un avantage concurrentiel* ». Université du Québec à Trois-Rivières.
- valencia, E. T. (2020). *Contribution à la formalisation d'un processus PDP agile dans le cadre de l'industrie 4.0*. Paris, France: thèse de doctorat en génie industriel.
- Volck, N. (2009). « *Déployer et exploiter Lean Six Sigma* », . Paris,: EYROLLES éditions d'organisation.
- Y. Pesqueux. (2020). « *Les références de la gestion de la qualité* ». Paris, France: halshs-02616441.
- Y. Pesqueux. (2020.). "*Un modèle organisationnel du contrôle*". doi:halshs-02612858
- Yvon PESQUEUX. (2020.). « *Des chaînes globales de valeur (responsables ?)* ». France.: Thèse Doctorat. . Récupéré sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02917334>

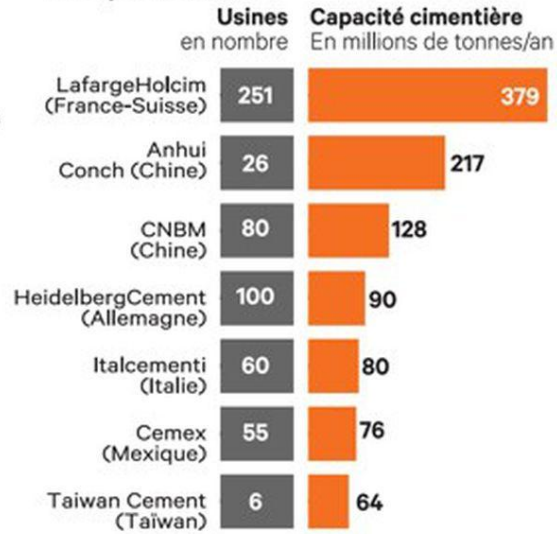
Annexe 1

Le périmètre du futur numéro 1 mondial des matériaux de construction

Le nouvel actionariat pro forma, en %



Le Top 8 du secteur



*PLUS DE DONNÉES SUR DATA.LESECHOS.FR

Figure 20 LafargeHolcim leader mondial de la construction ciment

Source : Holcim.com

Annexe 2

Production Ciment Gris 2009/2020 :

Tons	2.474.199	2.359.361	2.763.350	3.098.520	2.929.810	3.005.630	3.127.223	2.837.772	2.116.724	2.203.725	2.356.836	2.120.985
Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

Tableau 15 Production Ciment Gris 2009/2020

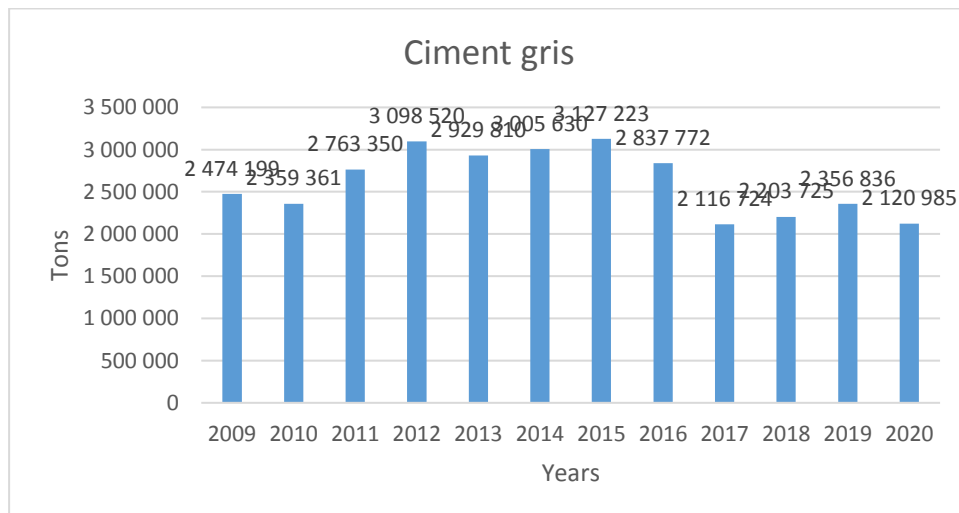


Figure 21 Production Ciment Gris 2009/2020

Source (groupe contrôle de gestion et management)

Production Ciment Blanc 2009/2020 :

Tons	488.728	400.051	356.883	366.426	468.347	583.725	638.291	646.347	523.655	499.023	489.507	380.791
Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

Tableau 16 Production Ciment Blanc 2009/2020

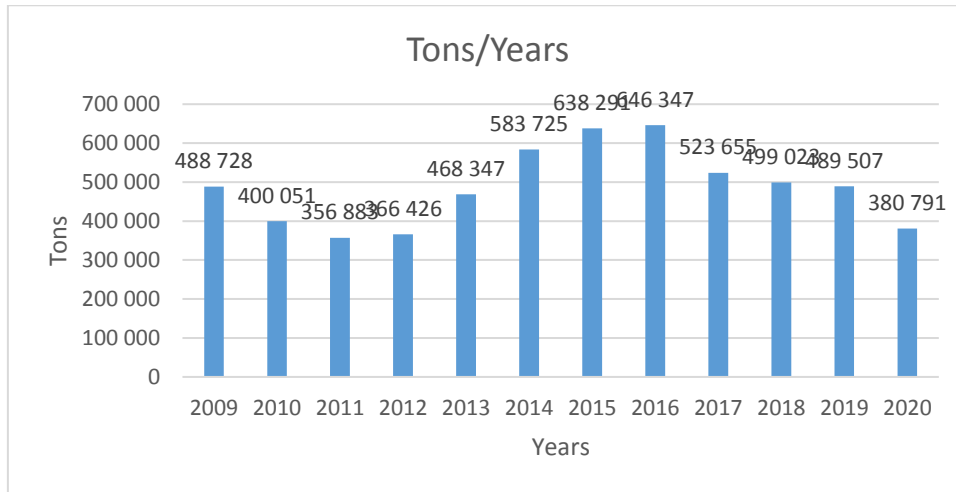


Figure 22 Production Ciment Blanc 2009/2020

Source (groupe contrôle de gestion et management)

Annexe 3



Figure 23 certificat ISO 14001 :2015 pour l’usine Lafarge Ciment Oggaz en 2018

Annexe 4

Guide d'entretien

Bonjour, je m'appelle CHERGUI Sameh étudiant en master 2 management de la chaîne logistique. Je réalise un stage de fin d'étude dans l'entreprise Lafarge Ciment Oggaz dans le cadre de réaliser mon mémoire qu'il s'agit d'une recherche portant sur L'impact d'optimiser un processus de production par le Value Stream Mapping sur leur productivité & la performance de sa chaîne logistique

Je vous sollicite pour un entretien dans lequel vous allez répondre sur quelques questions précises afin de connaître votre expérience, votre point de vue et d'atteindre les objectifs de notre recherche.

Phase préalable

- Quel poste occupez-vous ?
- Pouvez-vous nous présenter brièvement vos expériences professionnelles ?
- Est-ce que votre formation initiale est complémentaire avec le poste que vous occupez actuellement ?
- Avez-vous bénéficié d'une formation professionnelle par rapport votre poste ? comment qualifiez-vous cette formation ?
- Cette formation vous a-t-elle permis de mieux gérer votre poste ? Comment ?

Phase de construction de notre carte VSM

- Quels sont vos produits ?
- Les produits sont-ils divisés par famille ? Si oui, quelles sont ses familles ?
- Quelle famille ou quel produit sera à l'étude (basant sur l'historique de production et des commandes clientèles vendues pour chaque produit) ?
- Comment décrivez-vous votre processus de fabrication au sein de l'entreprise ?
- Comment votre processus est suivi ?
- Comment vous assurez la conformité des outputs et des inputs de votre processus ?
- Existe-t-elle une documentation concernant les modes opératoires de votre processus ?
- Possédez-vous un plan de maintenance des équipements ?
- Comment gérez-vous vos stocks ?
- Comment gérez-vous vos employés en fonction de votre chaîne de production complexe avec une taille très importante ?
- Quel type de gestion des flux y-a-t-il appliquer au sein du LCO ? et quels sont les habitudes appliqués pour s'adapter à ce type ?
- Comment la traçabilité de chaque lot est-elle assurée tout au long du processus ?

- Comment gérez-vous les sujets quotidiens et les situations d'interruption ?
- Quelles sont vos clients ?
- Comment gérer vous les commandes clientèles ? et quelles sont les procédures menées en cas des fluctuations du marché ?
- Est-ce que vous assurez le transport de la livraison des produits finis jusqu'à client final ?
- Quelles sont vos fournisseurs ?
- Comment gérez-vous la relation avec vos fournisseurs ?
- Y-a-il des fréquences fixes de livraison de matières achetées ? si oui quelles sont ces fréquences ?
- Qui est responsable de la livraison de matières achetées ?
- Y-a-il déjà des indicateurs de performance que vous les suiviez ?

Phase de construction de l'état future souhaitable de notre carte VSM

- Y-a-t-il déjà des outils d'amélioration continue mise en œuvre par LCO ?
- Quelles sont les attentes de vos clients ?
- Quelles sont les procédures de maintenance prévues afin d'optimiser le temps perdu en arrêt des équipements ?
- Quel sont les objectifs que vous fixez pour votre processus de production et vous souhaitez l'atteindre ?
- Les objectifs de performance de chaîne sont-ils clairement définis, compris et communiqué ?
- A votre avis, de quelle façon la satisfaction client est-elle suivie et ses résultats diffusés dans le cadre de l'amélioration continue ?

Annexe 5

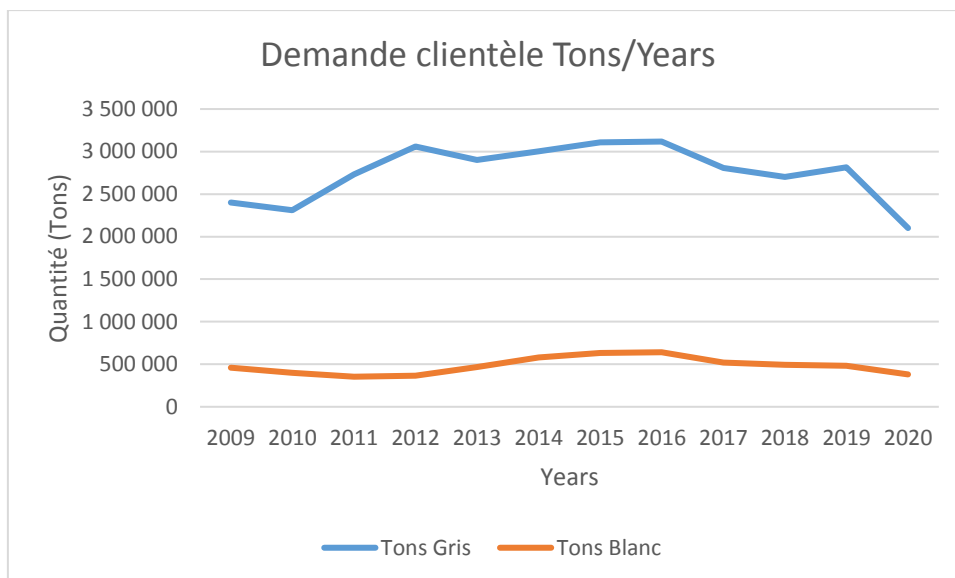


Figure 24 Quantités vendues du ciment ces dernières années

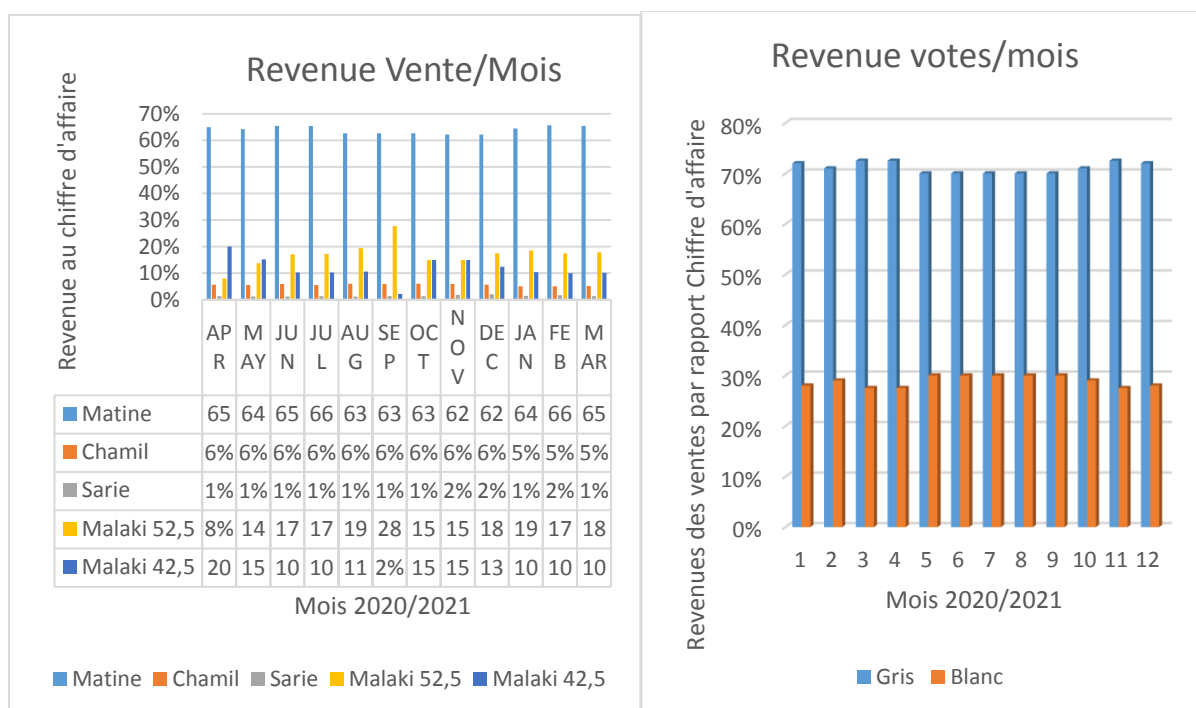


Figure 25 Revenu des ventes par rapport au Chiffre d'affaire

Annexe 6

Les différents types du ciment gris en identifiant leur taux du clinker (matière semi-fini)

		Dosage des matières		
		Clinker	Gypse	Calcaire
Types du ciment	MATINE	88%	4%	6%
	CHAMEL	65%	5%	30%
	SARIE	91%	3%	6%

Tableau 17 Les différents types du ciment gris en identifiant leur taux du clinker

Annexe 7

Symboles de cartographie des chaînes de valeur « VSM »

Une carte des chaînes de valeur utilise des symboles pour représenter le flux d'informations et de marchandises au sein d'un système et permettre d'optimiser les processus (M. ROTHER, 2008).

Les tableaux ci-dessus représentent un ensemble des symboles standards que nous allons utiliser dans l'élaboration de notre cartographie sous forme du pictogramme.


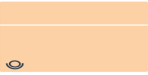
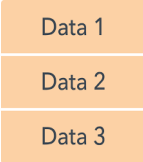
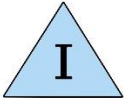




Symbole	Nom	Description
	Consommateur ou Fournisseur.	Source externe placée en haut à gauche dans une carte des chaînes de valeur, soit l'emplacement où démarrent généralement les flux de matériaux, cette icône représente le fournisseur. Si elle est placée en haut à droite, elle représente le client.
	Processus	Cette icône représente un service, une opération dans le processus ou une machine gérant un flux fixe et continu de matériaux.
	Boîte de données	La boîte de données est placée sous d'autres icônes qui nécessitent des données pour analyser le système. Par exemple, une boîte de données pourrait être placée sous une icône d'usine pour montrer la fréquence d'expédition, les données de manipulation des produits, la taille des lots ou d'autres informations.

Tableau 18 Symboles VSM de processus (Johann, 2015)

Symbole	Nom	Description
	Inventaire	L'inventaire entre deux processus est représenté par ces icônes. Si vous avez besoin d'y ajouter un compte d'inventaire, ajoutez-le sous l'icône triangulaire. Ce symbole peut également représenter l'inventaire en stock.
	Retrait de marchandises	Ce symbole de flux tiré représente le retrait physique de marchandises stockées par des supermarchés.
	Expédition extérieure	L'icône de camion représente une expédition extérieure vers des clients ou issue de fournisseurs.
	Livraisons	Ce symbole désigne des matériaux provenant de fournisseurs ou des produits finis allant d'une usine vers des clients.
	Flèche de forçage	Cette icône désigne des matériaux qui sont poussés en aval, d'un processus au suivant.

	Stock de sécurité	Cette icône indique un stockage de sécurité temporaire, par opposition à un stockage permanent, destiné à prévenir les problèmes en cas de défaillance du système ou d'autres dysfonctionnements.
	Supermarché	Cette icône représente un stock géré selon la méthode Kanban, où les clients en aval peuvent être livrés à mesure que le stock est rempli par le fournisseur en amont.
	Couloir FIFO	Cette icône représente un système FIFO (First-In-First-Out, « premier arrivé, premier sorti ») qui permet de réduire l'inventaire. Vous pouvez inscrire la capacité maximale de stockage sous le couloir.

Tableau 19 Symboles VSM de matériaux (Johann, 2015)

Symbole	Nom	Description
	Contrôle de production	Ce symbole simple de forme carrée représente la planification d'une production centralisée ou un service de contrôle.
	Informations numériques	Flux d'informations numériques (Internet, Intranets, échanges de données informatisés, etc.) La fréquence, le type de données et les médias utilisés peuvent tous être enregistrés.
	Informations manuelles	Informations manuelles issues des notes de service, rapports ou conversations. Indiquez le type d'information si nécessaire.
	Signal Kanban	Ce symbole Kanban est utilisé lorsque les niveaux d'inventaire dans un supermarché atteignent leur seuil minimum, ce qui signale le besoin de produire un nombre spécifique de pièces.
	Production Kanban	Ce symbole indique la production nécessaire pour fournir des pièces à un processus en aval.
	Retrait Kanban	Ce symbole représente une carte qui demande à un opérateur ou à un manutentionnaire de déplacer des pièces d'un supermarché vers un processus.
	Publication Kanban	Cette icône indique un emplacement pour collecter des signaux Kanban, généralement situés à proximité d'un supermarché. Dans un système à deux cartes, on peut l'utiliser pour l'échange des Kanbans de retrait et de production.
	Aller voir	C'est parfois l'observation qui permet de recueillir des informations, par exemple lorsqu'un responsable prend une décision de production après avoir vérifié visuellement l'inventaire.
	Flux tiré séquentiel	Ce processus de flux tiré, dans le cadre d'un supermarché, élimine le besoin de stockage d'inventaire




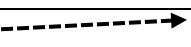









		entre des processus en donnant l'instruction à un processus de sous-ensemble de produire rapidement la commande d'un client spécifique.
<u>XOXO</u>	Nivellement de charge	Outil de création de lots de Kanbans permettant de stabiliser la diversité et le volume de la production.
	MRP/ERP	Planification à l'aide d'un système de contrôle des stocks, par exemple la planification des ressources de production (MRP).
	Information verbale	Cette icône représente un flux d'informations transmises oralement.
	Flèche pull	Flèche pull qui indique un enlèvement pull (diminution de stock qui n'a pas d'impact sur les opérations en amont)
	Flèche Push	Flèche push (flux poussé) d'information ou de matériel d'un processus à un autre

Tableau 20 Symboles VSM d'informations (Johann, 2015)

Symbole	Nom	Description
	Explosion Kaizen	Cette icône est conçue pour être visible et mettre en lumière les zones à problème. Elle identifie les processus critiques au développement d'une carte d'état futur idéal.
	Contrôle de qualité	Un contrôle de qualité peut être indiqué à tout moment de la chaîne VSM.
	Chariot élévateur	Utilisé lorsque quelque chose doit être déplacé à l'aide d'un chariot élévateur.
	Autres informations	Autres informations utiles.
	Symboles de transport	Ces symboles sont assez explicites : ils représentent les transports ferroviaires par un train, les transports aériens par un avion et les transports maritimes par un bateau.
	Kanbans en lots	Cette icône représente des cartes Kanban entrantes ou sortantes par lots.
	Opérateur	Cette icône est utilisée pour montrer combien d'opérateurs sont nécessaires pour gérer une famille VSM sur un poste de travail donné.
	Chronologie	Sur une carte des chaînes de valeur, la chronologie est placée au bas et indique les temps d'attente et les délais de traitement. On peut l'utiliser pour calculer les délais de mise en production et la durée totale du cycle.





	Commandes	Cette icône peut représenter des demandes d'achat ou des bons de commande.
	Entrepôt	Ce symbole indique un entrepôt interne ou externe.
	Solution/amélioration	Le symbole de nuage est utilisé pour mettre en évidence des idées proposées, des solutions ou des suggestions.
	Téléphone	Commandes téléphoniques ou autres communications par téléphone.

Tableau 21 Symboles VSM généraux (Johann, 2015)

Annexe 8

1/mai/21	<i>Bags (50 kg) D.Local Matine</i>	<i>Bags (50 kg) D.Local MATINE Palette</i>	<i>Bulk Cement D.Local Matine</i>
1/avr./21	1 445,00	624,80	1 008,60
2/avr./21	2 015,00	948,80	1 684,20
3/avr./21	2 050,00	677,60	1 812,95
4/avr./21	1 985,00	875,60	1 430,90
5/avr./21	2 215,00	411,20	1 529,80
6/avr./21	1 930,00	813,20	1 958,00
7/avr./21	1 535,00	568,40	1 536,55
8/avr./21	1 716,00	580,80	1 890,30
9/avr./21	1 605,00	800,80	1 713,05
10/avr./21	1 710,00	938,40	1 952,60
11/avr./21	1 965,00	981,40	1 476,75
12/avr./21	1 935,00	854,00	1 965,00
13/avr./21	1 570,00	567,60	1 276,45
14/avr./21	1 795,00	978,40	1 394,35
15/avr./21	1 894,00	755,20	1 866,35
16/avr./21	1 580,00	865,20	1 725,50
17/avr./21	1 550,00	953,40	1 427,55
18/avr./21	1 855,00	904,00	1 528,05
19/avr./21	1 825,00	1 146,80	1 361,85
20/avr./21	1 485,00	712,80	1 674,85
21/avr./21	1 845,00	787,60	1 809,45
22/avr./21	1 790,00	815,60	1 809,10
23/avr./21	1 745,00	899,20	1 468,80
24/avr./21	1 750,00	794,00	1 456,00
25/avr./21	1 595,00	774,40	1 527,80
26/avr./21	1 430,00	821,60	1 610,65
27/avr./21	1 575,00	730,40	1 265,20

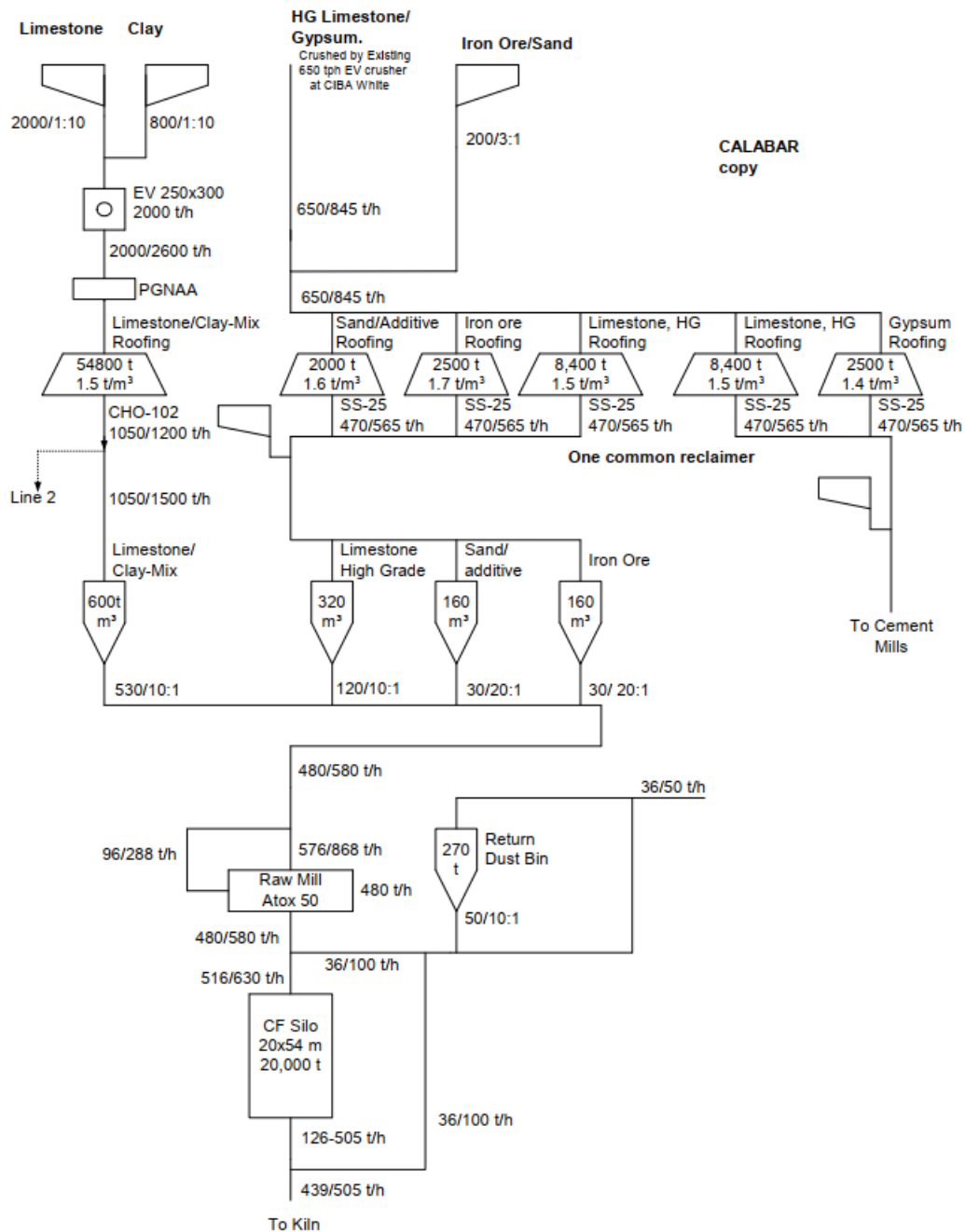
28/avr./21	1 855,00	863,40	1 510,70
29/avr./21	1 780,00	756,80	1 682,90
30/avr./21	1 870,00	962,00	1 749,40
Moy	1 763,17	805,45	1 603,46

Tableau 22 ventes matine 04/2021

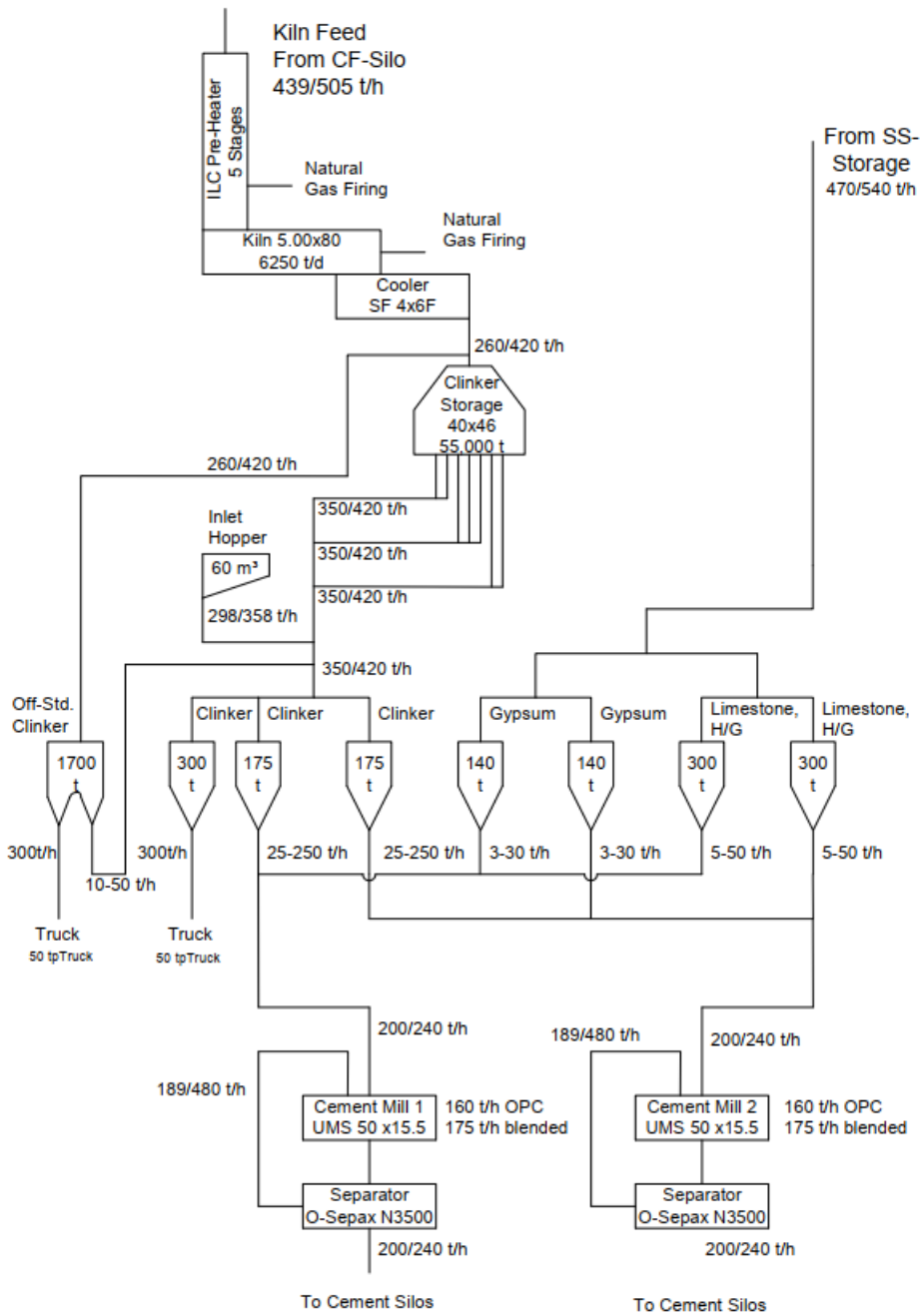
Annexe 9

Flow Sheet ligne Gris

Raw Meal Production



Clinker and Cement Production



Cement Storage and Packing

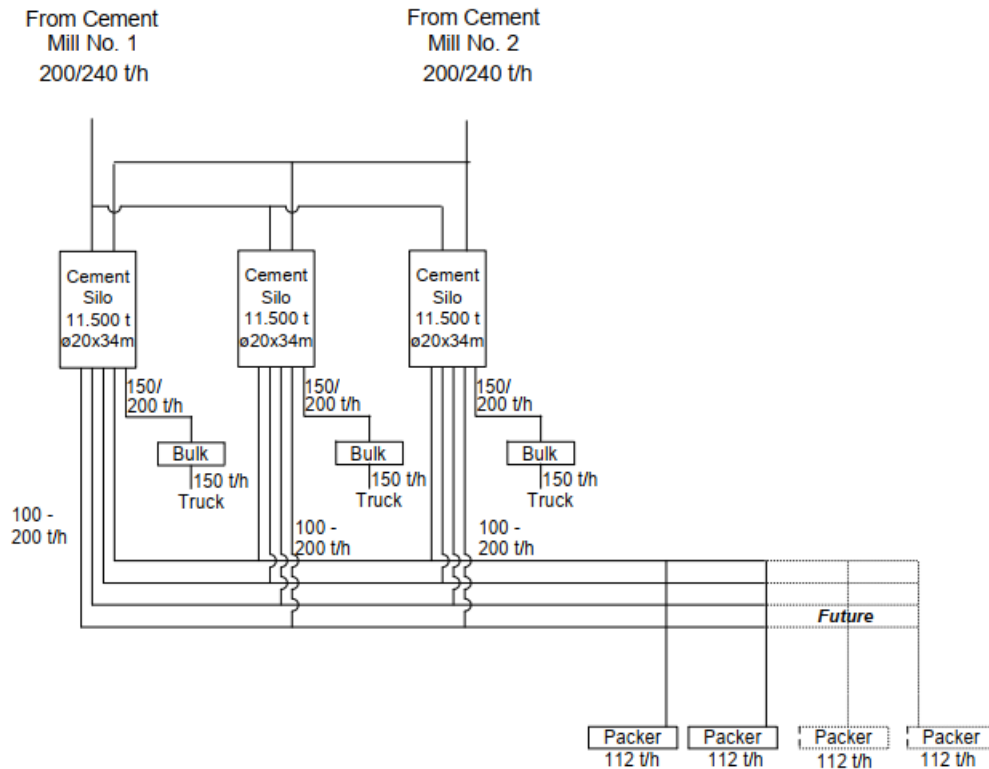


Figure 26 Flow Sheet ligne Gris

Annexe 10

Cimenterie d'Oggaz LCO

PV de réunion Inter-service

But de la réunion : La réunion a pour but de déterminer les stocks min max des matières premières et adjuvants au niveau des aires de stockage, ainsi que les fréquences d'excès ou ruptures sur stocks

Destination	Matière	Autonomie fonctionnement min (jrs)	Stock Min (KT)	Stock Max (KT)
CALCAIRE	Calcaire cru gris	20	150	200
	Calcaire cru blanc	20	50	60
ARGILE	Argile	20	40	50
	Argile Stratégique	90	180	200
MARNE	Marne	20	40	50
KAOLIN	Kaolin Import	30	8	12
	Kaolin Local	20	2	4
GYPSES	Gypse Gris	30	15	25
	Gypse Blanc	30	4	6
SABLES	Sable Gris	10	1	2
	Sable Blanc	30	10	30
FER	Fer	30	6	10

Tableau 23 Stock min/max de matière première

Annexe 11

Period du: 5/19/2021 Au 5/19/2021
 Produit: All
 Supplier: All
 Transporter: All

	Date	Ordred Qty	Moisture	Analysis	Received Qty
Argile Dure	19/05/2021	1733.45			1733.45
	Total:	1733.45			1733.45
	GYPSUM				
	19/05/2021	703.45			703.45
	Total:	703.45			703.45
	KAOLIN				
	19/05/2021	181.50			181.50
	Total:	181.50			181.50

Figure 27 Achat MP 19/05/21