

TABLE DES MATIERES

Introduction Générale	1
Chapitre I : Etude bibliographique et présentation de l'entreprise	2
1. Introduction.....	2
2. Présentation de l'entreprise.....	2
2.1. <i>Création de l'entreprise</i>	2
2.2. <i>Fiche signalétique</i>	2
2.3. <i>Mission et valeur</i>	3
2.4. <i>Organigramme hiérarchique des responsabilités L'organigramme :</i>	3
2.5. <i>Différents types de ciments</i>	4
3. Le Lean Six Sigma : Amélioration continue des processus	6
3.1. <i>Définition du Lean Six Sigma</i>	6
3.2. <i>Historique du Lean Six Sigma</i>	6
3.3. <i>Les avantages du Lean Six Sigma</i>	7
3.4. <i>Déploiement du Lean Six Sigma : Démarche DMAIC</i>	7
4. Le Lean Six Sigma et Industrie de ciment	9
5. Présentation du projet	9
5.1. <i>Objectif du projet :</i>	9
5.2. <i>Problématique</i>	9
5.3. <i>Diagramme de Gantt</i>	11
5.4. <i>Conclusion</i>	12
Chapitre II : Démarche DMAIC - Définition	13
1. Introduction.....	13
2. Procédé de fabrication de ciment	13
2.1. <i>Extraction des matières premières</i>	13
2.2. <i>Concassage</i>	13
2.3. <i>Pré-homogénéisation</i>	15
2.4. <i>Broyage cru</i>	17
2.5. <i>Homogénéisation et préchauffage</i>	19
2.6. <i>Pré-calcination</i>	22
2.7. <i>Four et refroidisseur</i>	22
2.8. <i>Stockage de clinker</i>	24
2.9. <i>Production de ciment</i>	26
2.9.1 Broyage.....	26
2.9.2 Expédition.....	28

3. Cadre Normatif.....	30
4. Diagramme CTQ	31
5. Diagramme SIPOC.....	32
6. VSM	33
7. Conclusion	34
Chapitre III : Démarche DMAIC – Mesurer.....	35
1. Introduction.....	35
2. Collecte des données.....	35
3. Calcul de la performance du processus.....	35
3.1. <i>Teste de la normalité</i>	35
3.2. <i>Performance du processus –long terme Pp et Ppk</i>	36
4. Résultat du calcul	37
4.1. <i>Résistance à la compression à 28 jours</i>	37
4.2. <i>Perte au feu</i>	39
4.3. <i>SO₃</i>	41
4.4. <i>Début de prise</i>	43
4.5. <i>Surface spécifique de blaine</i>	45
4.6. <i>Suivi de la blancheur β</i>	47
5. Synthèse et interprétation	49
6. Conclusion	50
Chapitre IV : Démarche DMAIC – Analyser	51
1. Introduction.....	51
2. Organisation de l’analyse	51
3. Diagramme Ishikawa	52
3.1. <i>Définition du diagramme d’ISHIKAWA</i>	52
3.2. <i>L’utilité du diagramme d’ISHIKAWA</i>	52
4. Les Muda	55
4.1. <i>Définition des Muda</i>	55
4.2. <i>Type des Muda</i>	55
4.3. <i>Diagnostic des Muda processus production de SK</i>	56
5. Analyses des causes :.....	57
6. Conclusion :	60
Chapitre V : Démarche DMAIC – Innover Améliorer.....	61
1. Introduction.....	61
2. AMDEC.....	61
2.1. <i>Définition de l’AMDEC</i>	61

2.2.	Organisation	62
2.3.	Les barèmes d'évaluation.....	62
2.4.	Elaboration de l'AMDEC	63
2.5.	Mise en œuvre du plan d'action de l'AMDEC.....	65
2.5.1.	<i>Instruction remplissage et extraction des chambres du silo ciment.....</i>	65
2.5.2.	<i>Instruction Chargement et extraction du clinker.....</i>	68
2.5.3.	<i>Autres actions.....</i>	70
3.	Conclusion :	70
Chapitre V I: Démarche DMAIC – Contrôle		71
1.	Introduction.....	71
2.	L'Audit	71
2.1.	Définition d'audit.....	71
2.2.	Préparation de l'audit.....	71
2.3.	Rapport d'audit	72
2.4.	Check-list de l'audit	74
3.	Conclusion	77
Conclusion Générale.....		78
Références bibliographiques.....		80
Annexes		80

Liste des figures

<u>Figure1</u> : Organigramme de la direction centrale de l'usine.....	3
<u>Figure2</u> : l'usine SOTACIB Kairouan.....	5
<u>Figure3</u> : Démarche DMAIC.....	8
<u>Figure4</u> : SWOT de la démarche LSS.....	10
<u>Figure 5</u> : QQQCP de la démarche LSS.....	10
<u>Figure 6</u> : Diagramme de Gantt.....	12
<u>Figure 7</u> : Atelier concasseur.....	14
<u>Figure 8</u> : Atelier Matières premières.....	16
<u>Figure 9</u> : Atelier broyeur cru.....	18
<u>Figure 10</u> : Le Silo D'homogénéisation.....	20
<u>Figure 11</u> : Ligne Cuisson.....	21
<u>Figure 12</u> : four et refroidisseur.....	23
<u>Figure 13</u> : Stockage et extraction de clinker	25
<u>Figure 14</u> : Broyeur ciment.....	27
<u>Figure 15</u> : Atelier Expédition.....	29

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Extrait de la norme NT47.01 « exigences mécaniques et physiques ».....30

Tableau 2 : Extrait de la norme NT47.01 « exigences chimiques ».....31

Acronyms

SK : SOTACIBKairouan

LSS : Lean Six Sigma

DMAIC : Define, Measure, Analyze, Improve, Control

CTQ: Critical To Quality

SIPOC : Supplier Input Process Output Customer

VSM: Value Stream Mapping

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

LSF : facteur de saturation en chaux,

MS : module silicique

AF : module allumino-ferriques

C3S : $(\text{CaO})_3(\text{SiO}_2)$ alite ou silicate tricalcite

C2S: $(\text{CaO})_2(\text{SiO}_2)$ bélite, silicate dicalcite ou silicate de dicalcium

C3A: $(\text{CaO})_3(\text{Al}_2\text{O}_3)$ aluminat ou aluminat tricalcite

C4AF: $(\text{CaO})_4(\text{Al}_2\text{O}_3)(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ferrite, aluminoferrite, ou ferro-aluminat tétracalcique

CaO : Chaux

SiO₂ : Silice

Al₂O₃ : Alumine

MgO : Oxyde de magnésium

Fe₂O₃ : Oxyde de fer

CaCO₃: Carbonate de calcium

Cl : Chlore

SO₃ : Trioxyde de soufre

K₂O: Oxyde de potassium

Na₂O: Oxyde de Sodium

RAS :

INNORPI : Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle

R28 : Résistance à la compression à 28 jours

PF : Perte au feu

SO₃ : Le trioxyde de soufre

DP : Début de prise

SSB : Surface Spécifique de Blaine

INTRODUCTION GENERALE

Les bases de la démarche Lean Six Sigma trouvent leurs origines dans les années 20 avec les travaux de Walter Shewhart sur les méthodes de contrôle statistique de la qualité dans les fabrications industrielles de grande série. Crosby, Juran et surtout Deming apportent ensuite une nouvelle dimension scientifique et mathématique à la production avec l'introduction massive des statistiques dans le monde des ateliers de production (carte de contrôle, échantillonnage...). Par la suite, la dimension de réduction de la variabilité prend tout son sens via le développement et la généralisation des outils statistiques (plans d'expériences Taguchi, essais statistiques, ...).

Enfin en 1986, Bill Smith (ingénieur chez Motorola) introduit le terme de Lean Six Sigma comme réponse à un objectif de production « sans défaut ». Motorola devient ainsi la première société utilisant le Lean Six Sigma comme outil d'amélioration de la qualité pour ses produits électroniques.

L'application de la démarche Lean Six Sigma Reste encore modeste dans le domaine de l'industrie de ciment, pourtant fondamentalement, il s'agit d'une démarche d'amélioration de la qualité du produit final est qui a pour but de réduire les défauts ; minimiser les variations et améliorer les capacités du processus de fabrication. Choses considérées comme les dilemmes permanents de cette industrie.

Dans ce cadre, s'inscrit ce projet proposé par la cimenterie SOTACIB KAIROUAN visant à réduire les réclamations des centrales à béton sur l'instabilité de la qualité du ciment.

Le présent rapport s'articule autour de deux parties. La première est consacrée à la présentation de la SOTACIB KAIROUAN, une étude bibliographique concernant la méthodologie Lean Six Sigma (Principe, Démarche, etc.) plus précisément la démarche DMAIC, et la présentation du projet.

La deuxième partie (du chapitre II au chapitre VI) est consacrée à la réalisation du travail, nous avons appliqué les cinq phases de la démarche DMAIC en utilisant à chaque phase les outils convenables afin de réduire l'instabilité de la qualité du produit.

CHAPITRE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1. INTRODUCTION

Dans le présent chapitre, nous exposons le contexte général dans lequel s'est déroulé notre projet. Dans un premier temps, nous allons présenter la société d'accueil SOTACIB Kairouan. Ensuite, nous allons définir le Lean Six Sigma et l'utilisation de Lean Six Sigma dans les cimenteries, finalement nous allons présenter le projet et la problématique qui se pose.

2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

2.1. *Création de l'entreprise*

La SOTACIB-KAIROUAN est une société anonyme, son capital est de 280 Millions de dinars tunisiens. Depuis 2012, SOTACIB-KAIROUAN exploite une usine de fabrication de ciment gris, située à KAIROUAN dans le centre de la Tunisie. La capacité nominale est d'un Million de tonnes de clinker par an.

Le groupe CEMENTOS MOLINS, basé à Barcelone Espagne, détient la majorité de l'actionnariat de SOTACIB KAIROUAN.

CEMENTOS MOLINS un groupe de renommé mondial avec des opérations dans plusieurs pays comprenant Espagne, Argentine, Bolivie, Uruguay, Bangladesh, Colombie. Le groupe compte plus que 4000 collaborateurs et réalise un chiffre d'affaire de plus que 750Millions d'Euro (2015).

Aujourd'hui SOTACIB KAIROUAN dispose d'un outil de production moderne et agile, utilisant les dernières technologies pour le contrôle qualité et la réduction et la surveillance des émissions.

2.2. *Fiche signalétique*

Raison sociale : SOTACIB KAIROUAN

Domaine d'activités : Production et commercialisation des liants et du clinker

Production nominale :

- 1000 000 de tonnes de clinker
- 1150 000 de tonnes de ciments

Commercialisation : Local & Exportation

Qualités produites : CEM I 42.5 N / CEM II/A-L 32.5N /CEM I 42.5N SR3 /CHA 10

Coordonnées : siège sociale : Immeuble Alyssa, Angle de la rue du lac Tanganyika et le passage du lac Usine : Rouissat, Km 23 Route de Oueslatia – Kairouan Tunis.

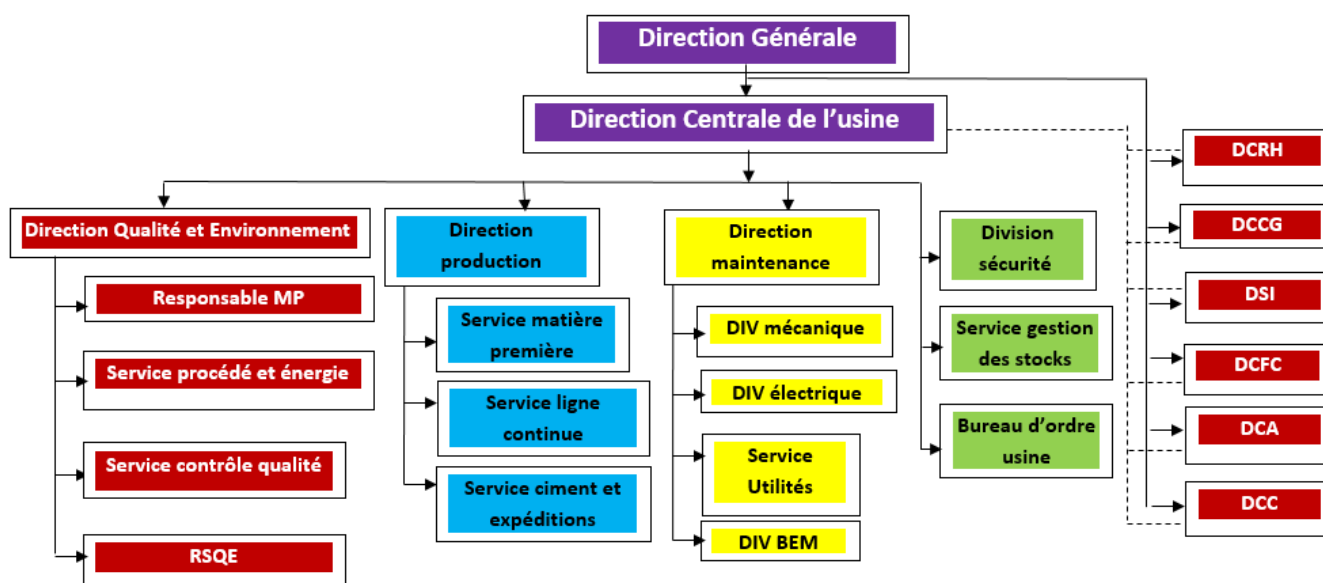
2.3. Mission et valeur

La SOTACIB KAIROUAN a comme mission de créer de la valeur pour toutes les parties prenantes :

- Les clients, à qui ils se doivent de tenir leurs promesses
- Pour leurs collaborateurs de qui dépendent toutes leurs réussites
- Pour leur Société, qu'ensemble ils doivent contribuer à sa protection et à son développement
- Pour leurs actionnaires, qui leurs font confiance

Afin d'atteindre ces objectifs, dans leurs procédures de travail, dans leurs projets et dans toutes leurs actions au quotidien, ils se basent sur leurs valeurs : la Sécurité, l'Intégrité, et la Performance

2.4. Organigramme hiérarchique des responsabilités L'organigramme :



Liaison hiérarchique _____

Liaison fonctionnelle - - - - -

Figure1 : Organigramme de la direction centrale de l'usine

2.5. Différents types de ciments

La cimenterie SOTACIB KAIROUAN produit quatre types de ciment :

- **Ciment Portland « CEM I 42,5 N »**

Ciment conforme à la norme national NT 47.01 appartenant à la classe de résistance 42,5 N/mm² et présentant une résistance à court terme ordinaire. Ses principaux constituants sont le clinker : (95-100 %) et le calcaire (0-5 %). Il est employé en ouvrages en béton armé, centrale thermique, route et autoroute, préfabrication et béton manufacturé. Ce type de ciment est l'un des deux sur lesquels on mettra l'accent dans les étapes de la démarche DMAIC au vu des réclamations des clients.

- **Ciment portland composé « CEM II /A-L 32,5 N »**

Ciment conforme à NT 47.01 appartenant à la classe de résistance 32,5 N/mm² et présentant une résistance à court terme ordinaire. Ses principaux constituants sont le clinker (80-94%) et le calcaire (6-20%). Il est employé en pose carreaux, enduit, aggloméré, maçonnerie courante.

- **Ciment portland composé « CHA 10 »**

Ciment conforme à NT 47.02 appartenant à la classe de résistance 10 N/mm² et présentant une résistance à court terme ordinaire. Ses principaux constituants sont le clinker (50 %) et le calcaire (50%). Il est employé en travaux d'enduits, gros béton de blocage, béton de propreté et tous les travaux divers en milieu rural.

- **Ciment à haut résistance au sulfate « CEM I 42.5 N-SR3 »**

Ciment portland à haut résistance au sulfate conforme aux NT 47.01 et NT 47.26 appartenant à la classe de résistance 42,5 N/mm² et présentant une résistance à court terme ordinaire. Ses principaux constituants sont le clinker (95-100 %) et le calcaire (0-5 %). Il est employé en travaux en eaux de mer et eaux séléniteuses, ouvrages à taux de travail élevé n'exigeant pas des caractéristiques initiales particulièrement forts, préfabrication et béton manufacturé, béton précontraint et coulis d'injection de gaine précontraint, béton étuvé avec un excellent comportement en cycle long. Ce type de ciment est le deuxième type de produits sur lequel on portera l'analyse via l'approche six-sigma afin de minimiser la variabilité induite par un ensemble de faits qu'on exposera plus en détails dans les pages suivantes.



Figure2 : l'usine SOTACIB Kairouan

Cette figure représente notre milieu de travail et qui a de sa part un grand pourcentage dans la variabilité. En effet, l'analyse VSM qu'on exposera par la suite va nous permettre de mieux aiguiller les principaux points à traiter afin de pouvoir maîtriser la situation et réduire les déviations constatées.

3. LE LEAN SIX SIGMA : AMELIORATION CONTINUE DES PROCESSUS

3.1. Définition du Lean Six Sigma

Le Lean Six Sigma est l'application conjuguée de deux concepts : le Lean et le Six Sigma.

Le Lean : vise à éliminer les tâches sans valeur ajoutée, à simplifier les processus en augmentant la fluidité, la flexibilité, l'agilité, ceci afin d'accroître la valeur définie par le client et ainsi contribuer à l'amélioration des performances de l'entreprise.

Le Six Sigma : vise quant à lui à diminuer la variabilité des processus afin de les fiabiliser, les rendre stables et prévisibles, s'assurer de la reproductibilité « parfaite » du processus pour tendre vers le zéro défaut et la satisfaction du client.

Le Lean Six Sigma est l'alliance des deux concepts qui relie les notions de productivité (le Lean) et de qualité (le Six Sigma).

3.2. Historique du Lean Six Sigma

Historiquement, Lean Six Sigma est issu du monde de l'industrie. Le concept Lean est ainsi né chez Toyota au Japon, pour répondre à des problématiques de l'industrie automobile. Par ailleurs, à la fin des années 1980, Motorola a été le pionnier en lançant un déploiement Six Sigma qui lui aurait permis d'économiser plus de deux milliards de dollars sur une période de quatre ans. Allied-Signal, Texas Instruments et General Electric ont ensuite lancé leur propre programme Six Sigma et communiqué massivement sur leurs résultats. Lean Six Sigma a d'abord été appliqué aux processus de production, puis aux processus transactionnels (achats, facturation, etc.). L'approche a par la suite été mise en place dans le domaine des services, notamment dans les secteurs de la banque et de l'assurance, pour répondre aujourd'hui à des problématiques de plus en plus complexes, y compris dans certaines collectivités et certains gouvernements (cf. partie « Adapter Lean Six Sigma au secteur d'activité »).

D'abord utilisées isolément, les deux approches Lean et Six Sigma ont été combinées en raison de leur complémentarité. La satisfaction des clients à travers l'excellence opérationnelle et l'amélioration continue représentent leurs objectifs communs.

3.3. Les avantages du Lean Six Sigma

Le Lean Six Sigma est une méthodologie rigoureuse qui s'applique aux processus (et non pas seulement aux problèmes) dans le but :

- d'améliorer la satisfaction des clients,
- d'améliorer la performance financière de l'entreprise,
- de répondre aux objectifs stratégiques définis par la Direction Générale.

La focalisation sur les processus stratégiques permet de :

- travailler sur les valeurs définies par le client (Voice Of Customer),
- se concentrer sur les attentes des actionnaires (Voice Of Business),
- simplifier les processus : flux d'informations, de production,
- supprimer les dysfonctionnements,
- optimiser les ressources,
- réduire la dispersion des processus organisationnels,
- améliorer les performances opérationnelles et les garantir (capabilité des processus),
- connaître et améliorer les facteurs influents du processus,
- améliorer les conditions de travail, réduire le stress,
- faire travailler ensemble le personnel issu de différents services,
- donner aux « opérationnels » les moyens et outils d'amélioration.

3.4. Déploiement du Lean Six Sigma : Démarche DMAIC

Les projets Lean Six Sigma s'articulent autour de la méthode DMAIC :(Define, Measure, Analyze, Improve, Control) pour les projets ; Le DMAIC est destiné à cadrer la résolution de problèmes et l'amélioration des produits et services dans les organisations. Il est composé de cinq étapes ordonnancées selon une logique qui peut sembler de bon sens, bien que cet enchaînement ne soit pas toujours respecté spontanément dans les faits :

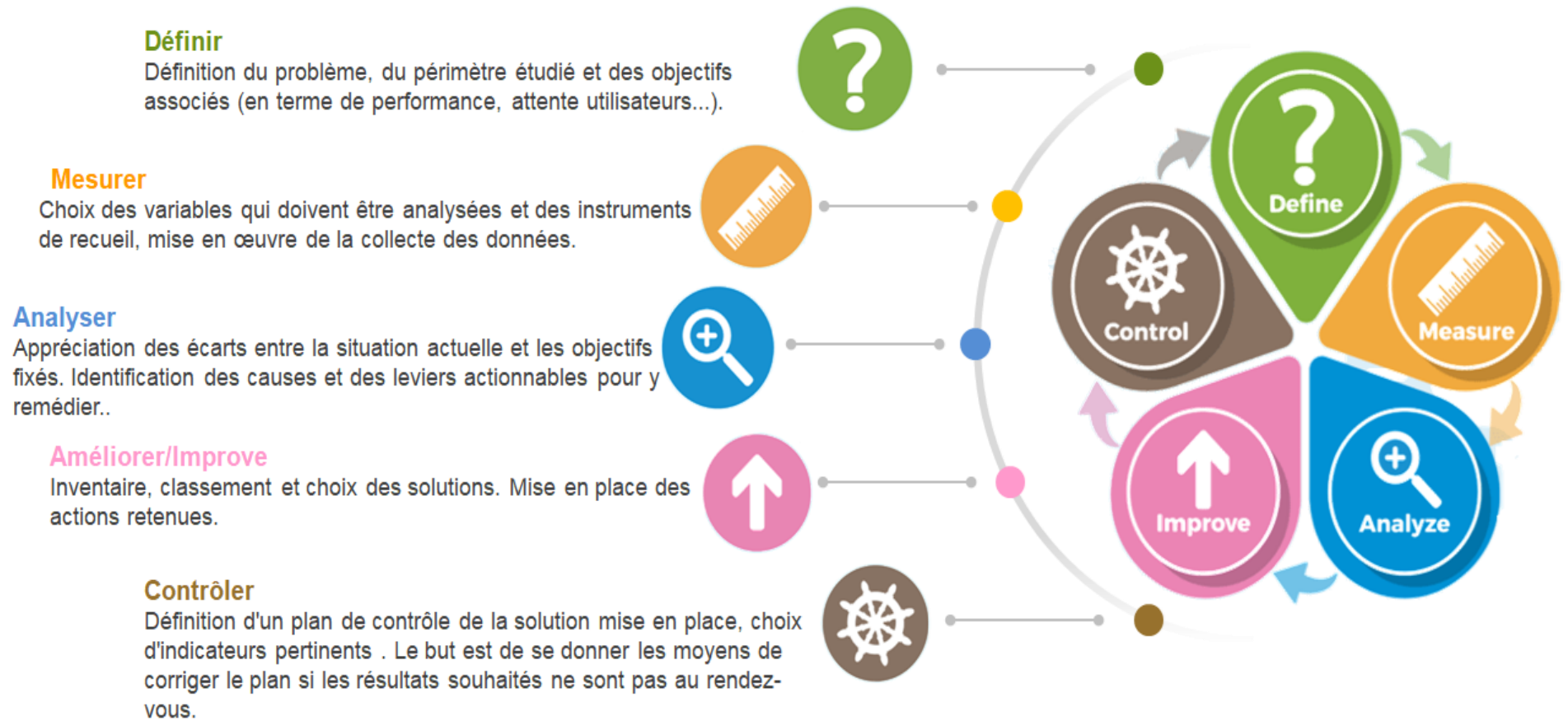


Figure3 : Démarche DMAIC

4. LE LEAN SIX SIGMA ET INDUSTRIE DE CIMENT

Les méthodes de l'amélioration continue telles que la TQM (Total Quality Management), Six Sigma, Lean Production, Lean Management et Lean Six Sigma sont fréquemment utilisés dans de nombreuses entreprises. Par ailleurs l'utilisation de ces méthodes dans la fabrication du ciment est encore rare. C'est un peu surprenant puisque l'industrie de fabrication du ciment opère avec un grand nombre de données et gère des flux d'information importants susceptibles de générer des erreurs.

Cette industrie importante aussi avec ces chiffres de production considérables et ces nombres des données énormes devrait faire d'elle un domaine approprié pour le Lean Six Sigma.

5. PRESENTATION DU PROJET

5.1. Objectif du projet :

L'objectif de ce projet est d'aider SOTACIB KAIROUAN au déploiement du Lean Six Sigma afin de réduire la fluctuation de la qualité des produits et on adoptant la démarche DMAIC.

5.2. Problématique

Vu que les clients de SOTACIB Kairouan exigent une qualité de produit stable, la SOTACIB Kairouan s'est lancé dans une démarche de déploiement du LSS.

Afin de mieux visualiser la problématique, l'outil **SWOT** est sollicité pour faire Analyse de l'utilisation de la démarche Lean Six-Sigma et l'outil **QOQCP** pour cadrer les différents paramètres du projet.



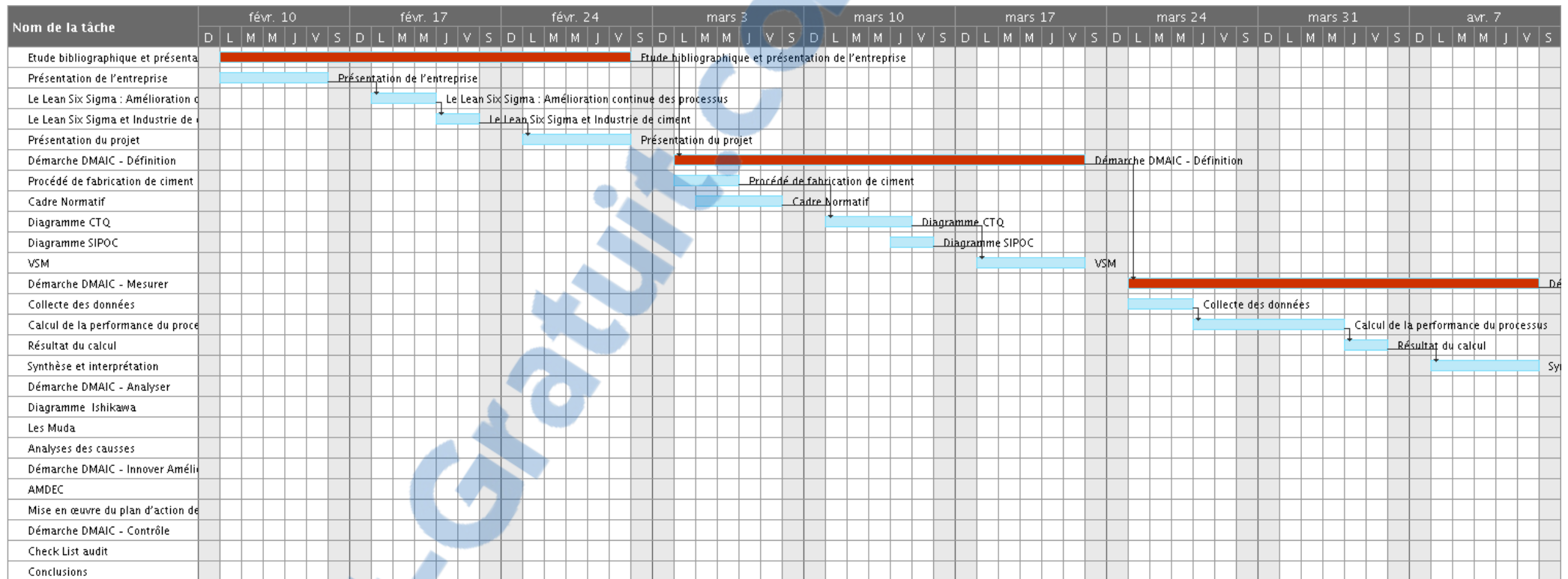
Figure4 : SWOT de la démarche LSS

Donnée d'entrée : problématique générale		Déploiement de la démarche Lean Six-Sigma	
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Directs	Indirect (éventuels)	
	Emetteur : la SK Récepteurs : les clients de la SK	Emetteur : Asma Bouazza Récepteurs : la SK	
Quoi ? C'est quoi le problème ?	l'instabilité de la qualité du produit		
Où ? Où apparait le problème ?	A la SK		
Quand ? Quand apparaît le problème ?	Lors des ventes aux centrales à béton		
Comment ? Comment mesurer le problème ? Comment mesurer ses solutions ?	Suivi des paramètres de pilotages des ateliers		
Pourquoi ? Pourquoi résoudre ce problème ?	Satisfaire aux besoins des clients de la SK		
Donné de Sortie : Question explicite et pertinente à résoudre	<i>Comment mettre en œuvre la démarche Lean Six-Sigma afin de réduire l'instabilité du produit ?</i>		

Figure 5: QQQQCP de la démarche LSS

5.3. Diagramme de Gantt

Afin de maîtriser la réalisation de ce projet nous avons dressé un diagramme de Gantt le long de notre projet en ingérant toutes les tâches clés assurées.



CHAPITRE II : DEMARCHE DMAIC - DEFINITION

1. INTRODUCTION

La première étape de la démarche LSS « Définir » consiste à définir et cerner la problématique, mettre les objectifs souhaités par la SK pour satisfaire les clients.

Dans cette étape nous allons présenter le procédé de fabrication de ciment spécifique de la SK, élaborer un diagramme des CTQ, un Diagramme SIPOC et une VSM afin de fixer les objectifs de ce projet.

2. PROCEDE DE FABRICATION DE CIMENT

2.1. Extraction des matières premières

La première étape consiste à extraire les matières premières : le calcaire et l'argile. Ces roches se situent dans des carrières à côté de l'usine. Pour les extraire des parois rocheuses, il existe deux méthodes dépendantes de la dureté de la roche :

- Lorsque les roches sont tendres, l'extraction se fait directement à la pelleuse.
- Lorsque la roche est dure, compacte et relativement sèche, l'extraction se fait par abattage à l'explosif et la matière est récupérée par une pelleuse.

Ensuite, les matières premières sont déversées dans des camions qui amèneront ces roches jusqu'à l'atelier de concassage. D'autres matières sont nécessaires pour la fabrication du ciment tel que le sable, le minerai de fer et le gypse. Mais, contrairement au calcaire et à l'argile, elles sont achetées. Toutes ces matières sont contrôlées à la réception par le laboratoire de la qualité afin de définir les concentrations dès l'élément majeur.

2.2. Concassage

Les rochers et blocs de calcaire et d'argile sont transportés par des tombereaux (gros camions lourds) vers le concasseur à marteaux afin de réduire leur taille. Le concasseur est composé de deux rotors et les marteaux sont articulés autour d'axes fixes sur les parties tournantes. Il est capable de concasser des roches dont le diamètre est de plus ou moins un mètre. Le diamètre maximal de la matière, en sortie, est de 120 mm. Le débit nominal de cet équipement est de 1200 tonnes par heure.

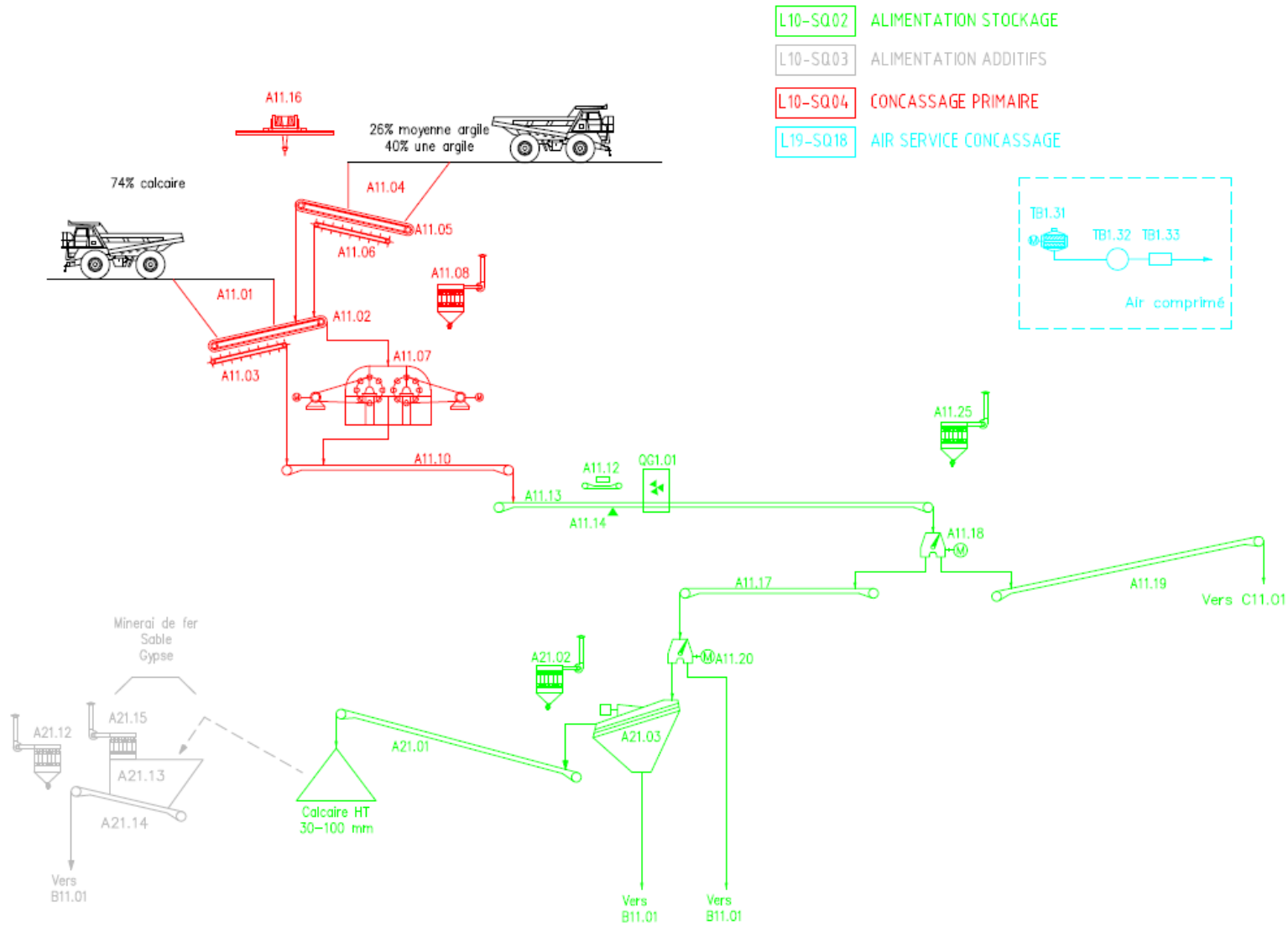


Figure 7 : Atelier concasseur

2.3. Pré-homogénéisation

Après concassage, la qualité du mélange est vérifiée grâce à un analyseur en ligne. Le mélange idéal étant composé, à peu près, de 80% de calcaire et de 20% d'argile.

L'analyse permet de corriger les proportions de matières en amont du concasseur. Ensuite, le mélange est stocké dans le parc de pré-homogénéisation aussi appelé parc polaire du fait de sa forme circulaire. Le concasseur n'est pas utilisé que pour le mélange, il l'est également pour du calcaire seul, l'argile, le minerai de fer et le gypse qui seront stockés dans le parc des ajouts (parc linéaire) en compagnie du sable. Toutes ces matières sont stockées dans les parcs via des jeteurs. La capacité de stockage du parc polaire est de 41000 tonnes tandis que celle du parc des ajouts est de 25000 tonnes environ.

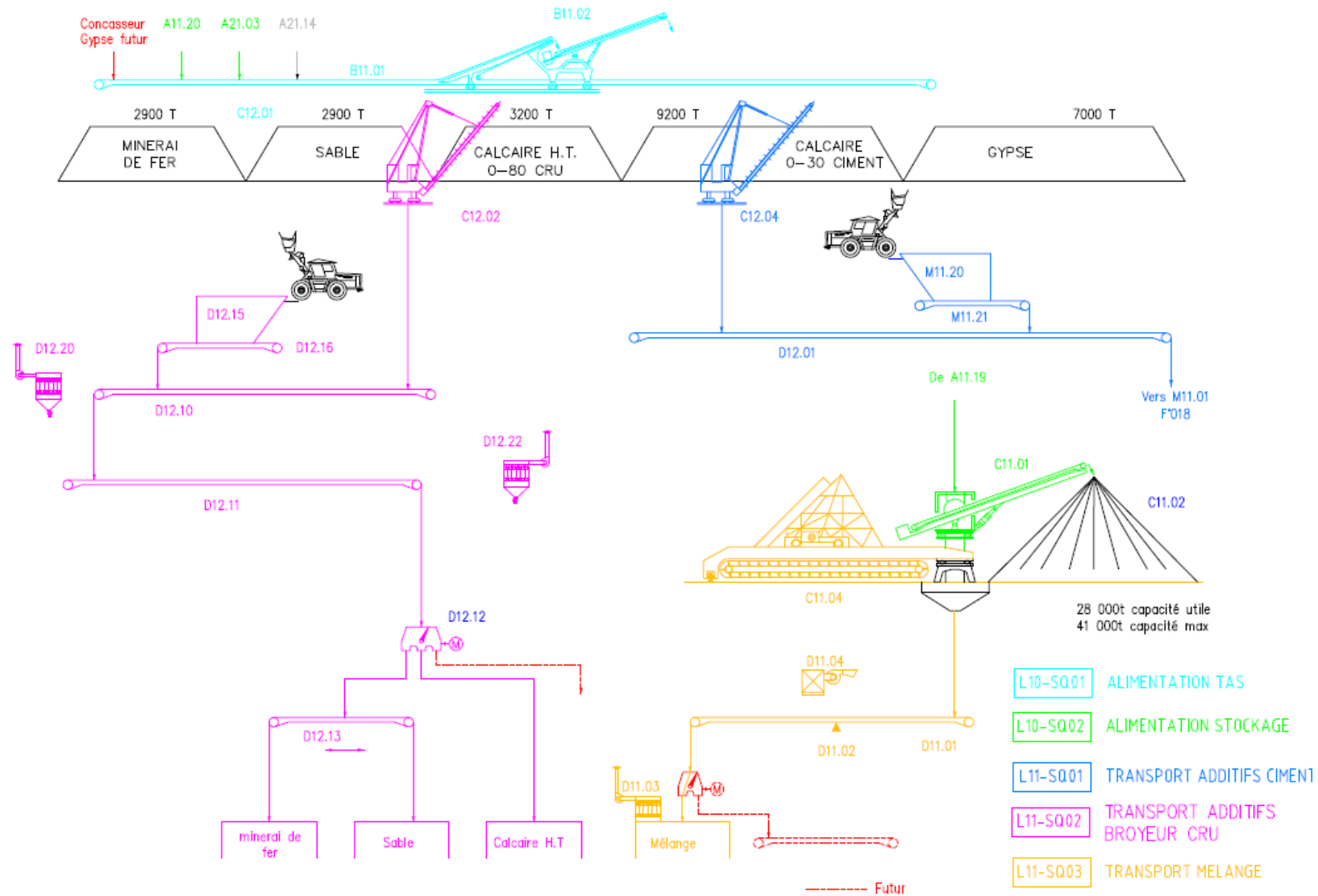


Figure 6 : Atelier Matières premières

2.4. Broyage cru

Pour récupérer les matières dans les différents parcs de stockage, des gratteurs sont utilisés. Le premier gratteur, situé dans le parc polaire, permet de récupérer le mélange. Le second, situé dans le parc des ajouts, permet d'ajouter au mélange les autres matières, qui vont permettre d'obtenir ainsi le cru (farine). Ces matières premières sont l'argile, le sable et le minerai de fer. Elles passent chacune dans une trémie et sur des doseurs pour un dosage idéal, chose très important pour la qualité du cru. Ensuite la matière se dirige vers le broyeur cru vertical. Une fois dans cet équipement, la matière tombe sur la table de broyage. Celle-ci tourne autour d'elle-même à une vitesse réduite. Des galets sont fixés sur les parois fixes du broyeur cru vertical, broient la matière. Une fois broyée, la matière déborde de la table de broyage et les gaz chauds l'entraînent, tout en la séchant, vers le séparateur à haut rendement. La quantité de farine qui n'est pas assez légère pour être entraînée, retombe dans le broyeur, sinon, la matière continue de circuler avec les gaz chauds jusqu'au filtre. Dans le filtre, la matière tombe dans des aéroglisteurs qui lui permettent d'avancer vers l'étape suivante tandis que les gaz chauds sont filtrés et évacués par la cheminée. Le broyeur vertical a une capacité de broyage nominale de 300 tonnes par heure.

Un échantillon moyen de la production du broyeur sur une période d'une heure est prélevé et envoyé en automatique au laboratoire moyennant un système de prélèvement et de transport automatique d'échantillons. Une fois reçu l'échantillon est broyé et pastillé en automatique dans l'APM (unité de broyage et pastillage automatique) puis analysé au spectromètre qui calcul des éléments pseudo à savoir **LSF** : facteur de saturation en chaux, **MS** module silicique et **AF** module allumino-ferriques qui font intervenir les oxydes majeurs du cru.

Ces pseudos éléments sont communiqués au POLAB qui les compare par rapport à des spécifications préétablies et émet des nouvelles consignes doseurs que le chimiste posté peu accepter ou changer en manuel.

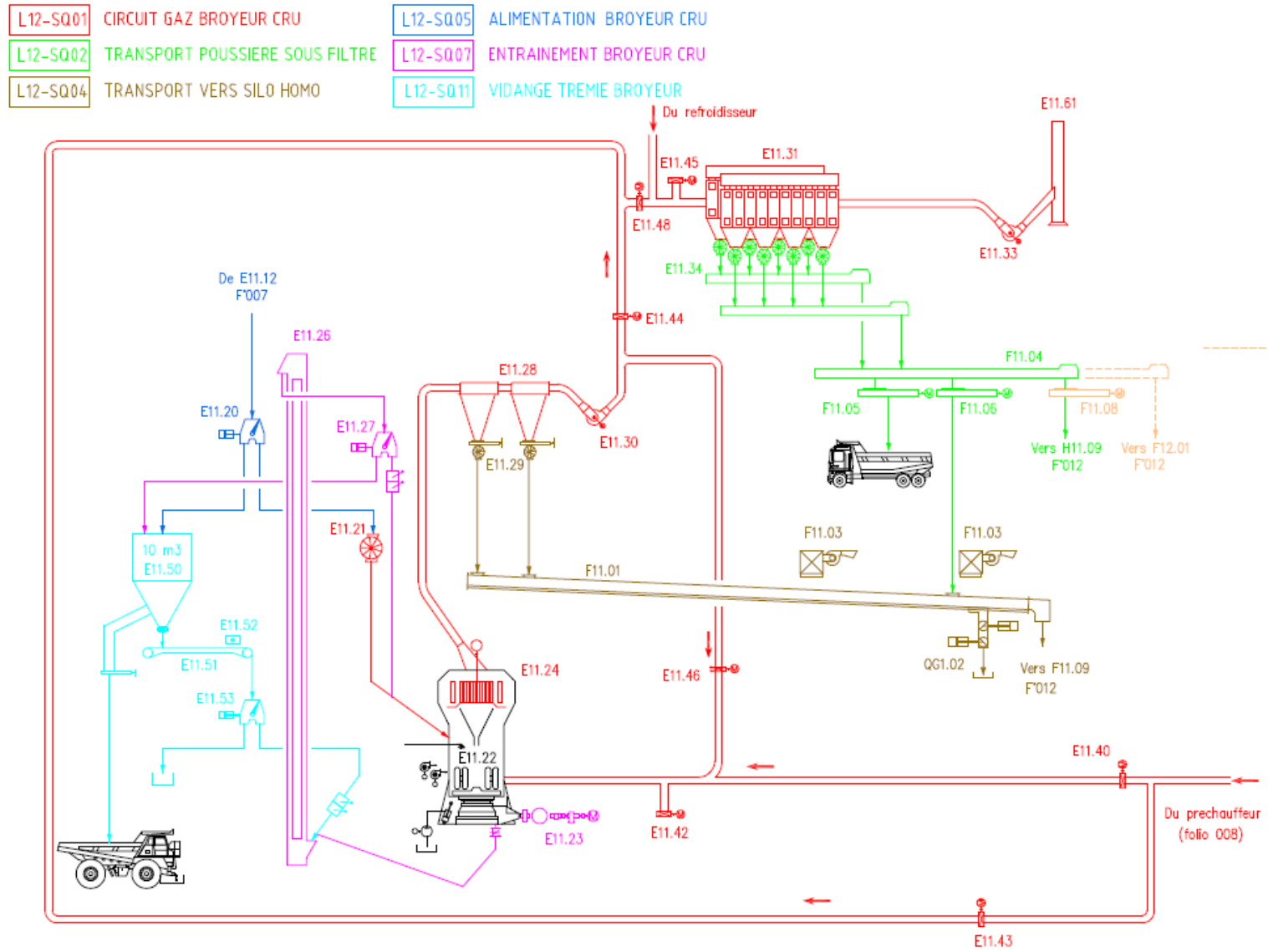


Figure 9 : Atelier broyeur cru

2.5. Homogénéisation et préchauffage

Le cru est transporté dans le silo d'homogénéisation ayant une capacité de stockage de 11000 tonnes. Dans le fond de ce silo, la chambre de mélange homogénéise la matière pour être envoyée directement dans la tour de préchauffage à travers un élévateur.

La farine traverse la tour de préchauffage, composée de deux colonnes d'une série de cinq cyclones arrangés verticalement. Un échange contre-courant entre le gaz sortant du four et la farine en chute, d'étage en étage, permet d'élever la température de cette dernière. Cette opération commence par l'évaporation d'eau de la farine et s'achève par sa décarbonatation.

La tour de préchauffage sert à améliorer le transfert thermique et donc élever la capacité de production. Elle permet aussi de réduire le temps de maintien dans four.

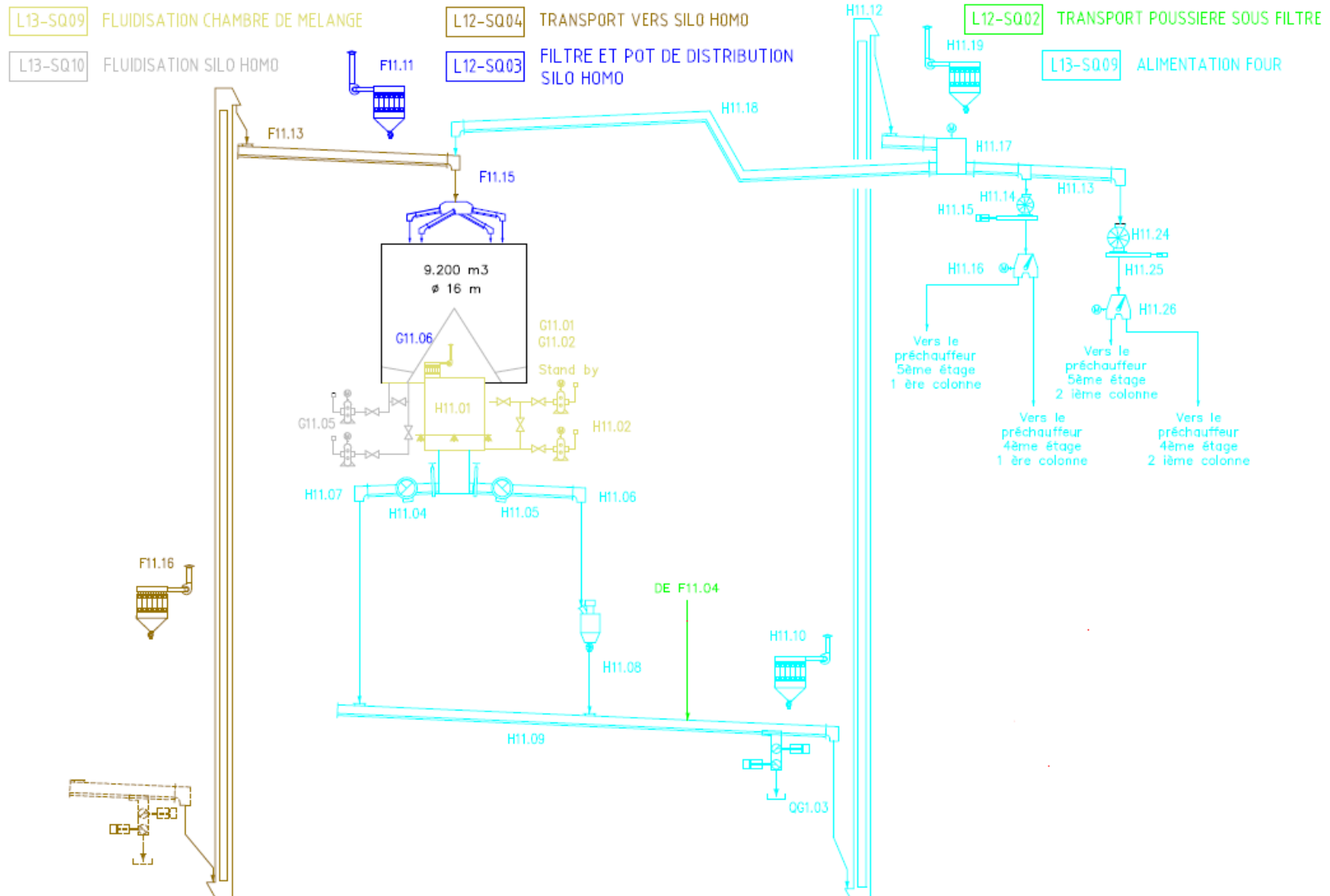


Figure 10 : Le Silo D'homogénéisation

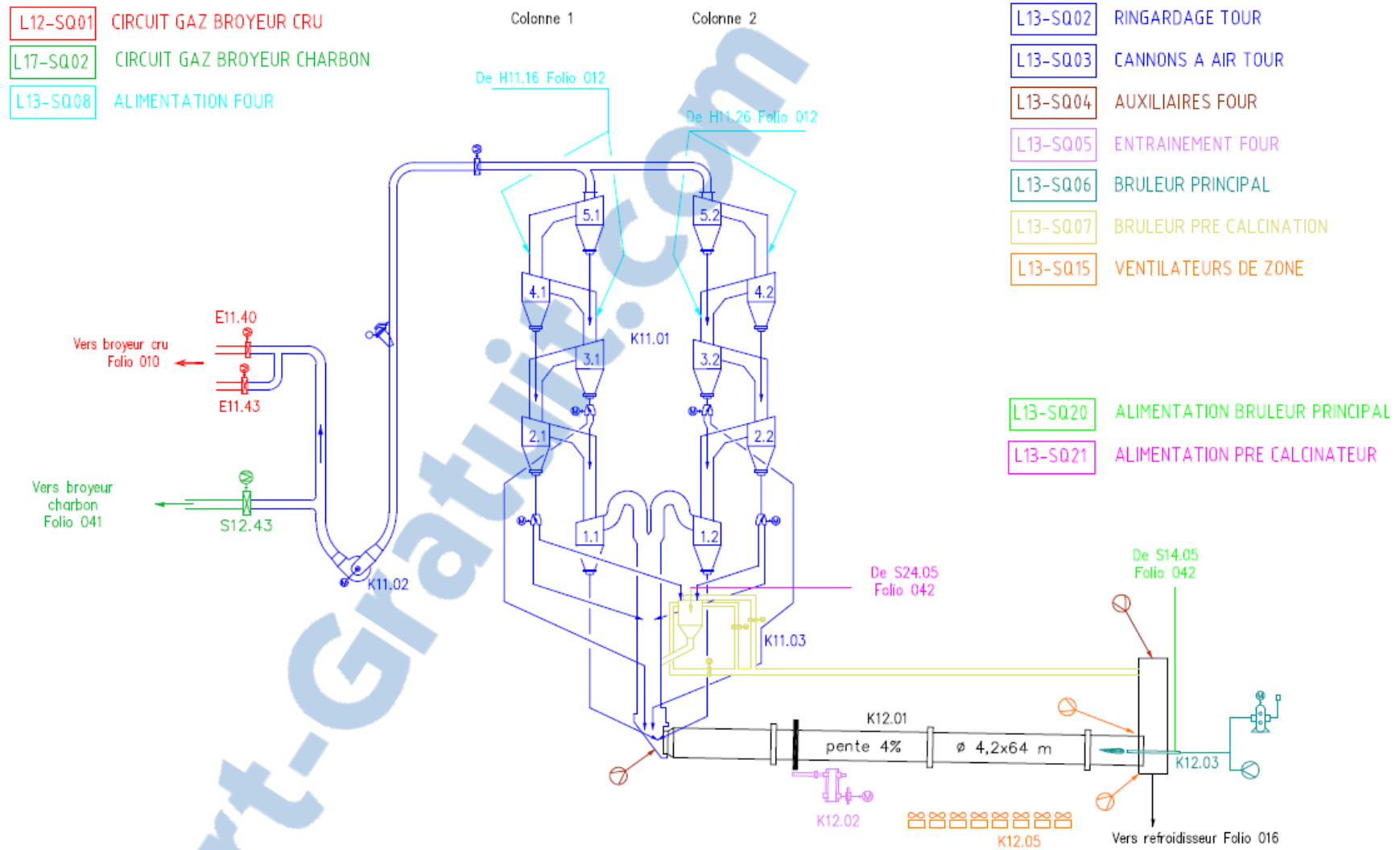


Figure 11: Ligne Cuisson

2.6. Pré-calcination

La calcination est la décomposition du calcaire en chaux selon la réaction réversible suivante :

$\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$, elle s'effectue à des températures entre 650 et 900 °C.

Cette réaction commence dans la tour, une grande partie prend place au pré-calcinateur placé entre la tour de préchauffage et le four et elle se complète dans le four. La pré-calcination garantit un gain de chaleur additionnel.

2.7. Four et refroidisseur

La farine, en bas de la tour, chemine lentement dans le four rotatif légèrement incliné (pente de 4%) tourne autour de lui-même à une vitesse allant de 1 à 4,5 Tr/mn. La cuisson se fait à une température voisine de 1450°C. Cette température est obtenue grâce à un brûleur, situé au bout du four, alimenté par du pet-coke et allumé au gaz. Suite à la réaction chimique (clinkerisation) se produisant à l'intérieur du four, la farine se transforme au clinker qui doit être refroidi. Le clinker tombe alors dans le refroidisseur POLYTRACK qui permet, comme son nom l'indique, de refroidir le clinker et stabiliser sa structure chimique à l'aide des ventilateurs puissants. La matière avance lentement dans cet équipement composé de deux étages avec un concasseur à rouleaux intermédiaires. Ces deux éléments représentent le cœur de la cimenterie, Leur capacité de production est de 3600 tonnes par jour.

Un échantillon moyen du Clinker sur une période de deux heures est prélevé et envoyé en automatique au laboratoire moyennant un système de prélèvement et de transport automatique d'échantillons. Une fois reçu l'échantillon est broyé et pastillé en automatique dans l'APM (unité de broyage et pastillage automatique) puis analysé au spectromètre qui calcul des éléments pseudo à savoir LSF facteur de saturation en chaux, MS module silicique et AF module allumino-ferriques, ainsi que la composition potentielle du Clinker traduite par les modules suivants : C3S C2S, C3A et C4AF. De plus, une analyse de la CaO libre est effectuée 1fois/4heures et une détermination de la densité apparente 1fois/2heures. Un suivi de la couleur et le Ratio Alcalins / Sulfates.

- L13-SQ11
 CIRCUIT GAZ REFRROIDISSEUR
- L13-SQ12
 GRILLES REFRROIDISSEUR
- L13-SQ13
 VENTILATEURS REFRROIDISSEUR
- L13-SQ14
 CANNONS A AIR REFRROIDISSEUR
- L13-SQ16
 TRANSPORT CLINKER STOCKAGE
- L12-SQ01
 CIRCUIT GAZ BROYEUR CRU

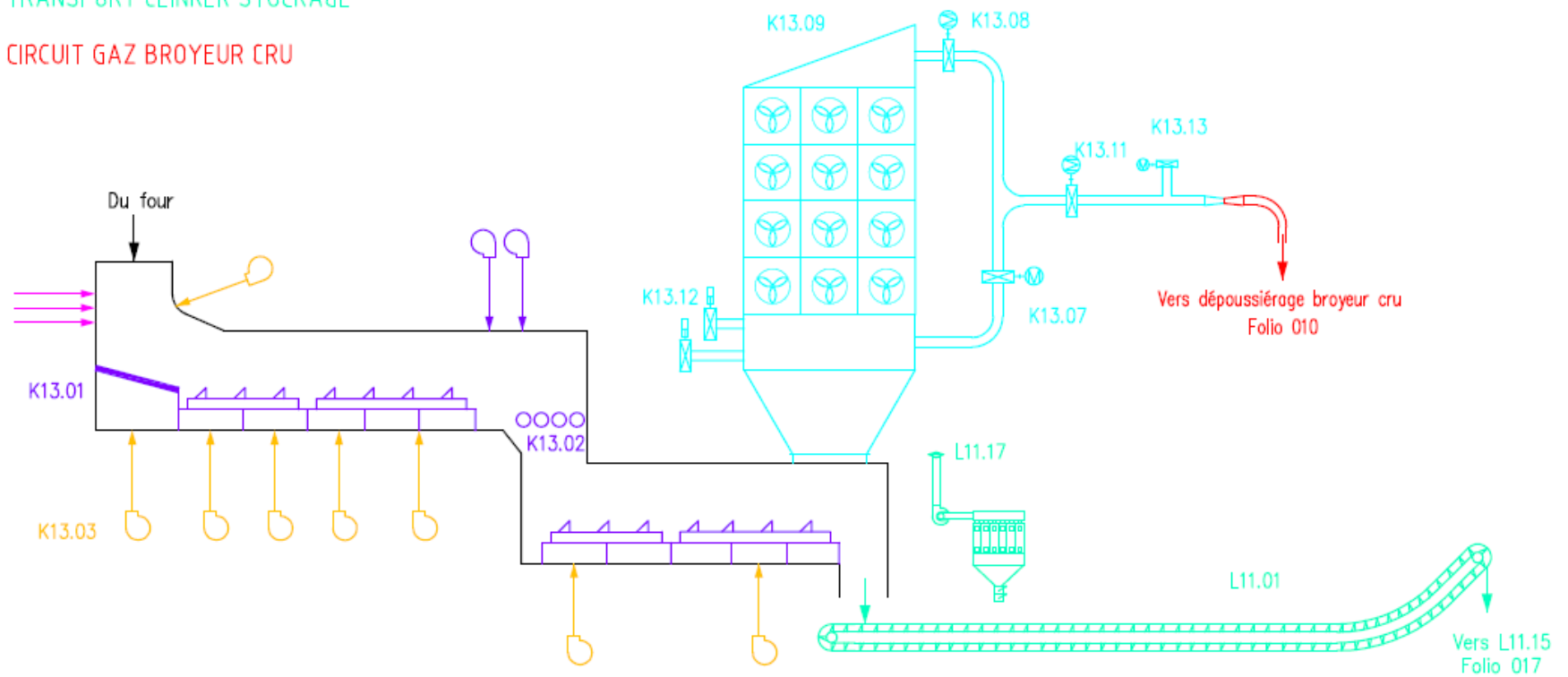


Figure 12: four et refroidisseur

2.8. Stockage de clinker

Une fois refroidi, le clinker est alors stocké dans le parc clinker de capacité de 50000 tonnes dont la capacité utile 35000 tonnes représente (environ dix jours de production de clinker). Ce stockage permet d'arrêter un élément de la cimenterie comme le broyeur cru afin d'effectuer des manutentions tout en continuant la production du ciment grâce au clinker stocké.

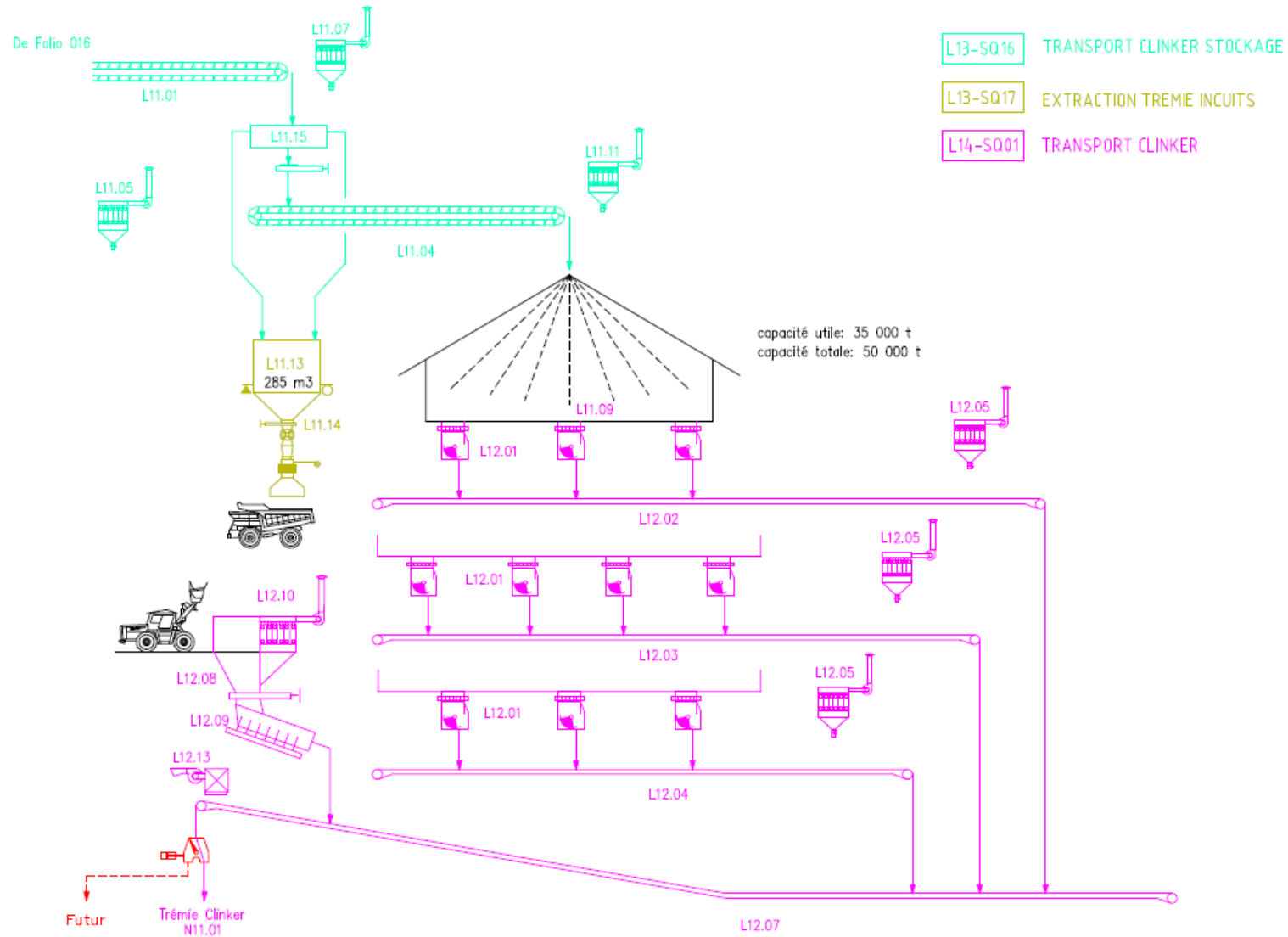


Figure 13: Stockage et extraction de clinker

2.9. Production de ciment

2.9.1 Broyage

Le clinker se dirige vers les trémies ciment où lui on ajoute du gypse et du calcaire venant du parc des ajouts via un gratteur. La matière se retrouve dans le broyeur ciment horizontal, rempli de boulets qui broient le mélange. À la sortie du broyeur, le processus reste le même. Le ciment passe dans un séparateur, si le n'est pas assez fin, la matière retombe dans le broyeur. Sinon, elle passe dans un filtre pour séparer les gaz chauds de la matière. Le broyeur cru vertical et le broyeur ciment horizontal sont différents :

- Le premier, bien qu'il soit plus moderne et plus économique, son système est plus complexe.
- Le second, plus ancien et gourmand en énergie, mais très efficace.

Un échantillon moyen du Ciment sur une période de deux heures est prélevé et envoyé en automatique au laboratoire moyennant un système de prélèvement et de transport automatique d'échantillons. Une fois reçu l'échantillon est broyé et pastillé en automatique dans l'APM (unité de broyage et pastillage automatique) puis analysé au spectromètre pour détermination de la teneur en SO₃.

Le chimiste posté procède aussi à la détermination de la surface spécifique Blaine ou SSB, de la perte au feu et du la couleur. D'autre analyse physique et mécanique sont réalisées à savoir la résistance à 28 Jours.

- L15-SQ01 TRANSPORT CIMENT VERS SILO
- L15-SQ02 CIRCUIT GAZ BROYEUR CIMENT
- L15-SQ03 CIRCUIT GAZ SEPARATEUR
- L15-SQ04 CIRCUIT RECIRCULATION
- L15-SQ08 ALIMENTATION BROYEUR CIMENT

- L15-SQ05 LUBRIFICATION BROYEUR CIMENT
- L15-SQ06 ENTRAINEMENT BROYEUR CIMENT
- L15-SQ07 INJECTION EAU BROYEUR CIMENT

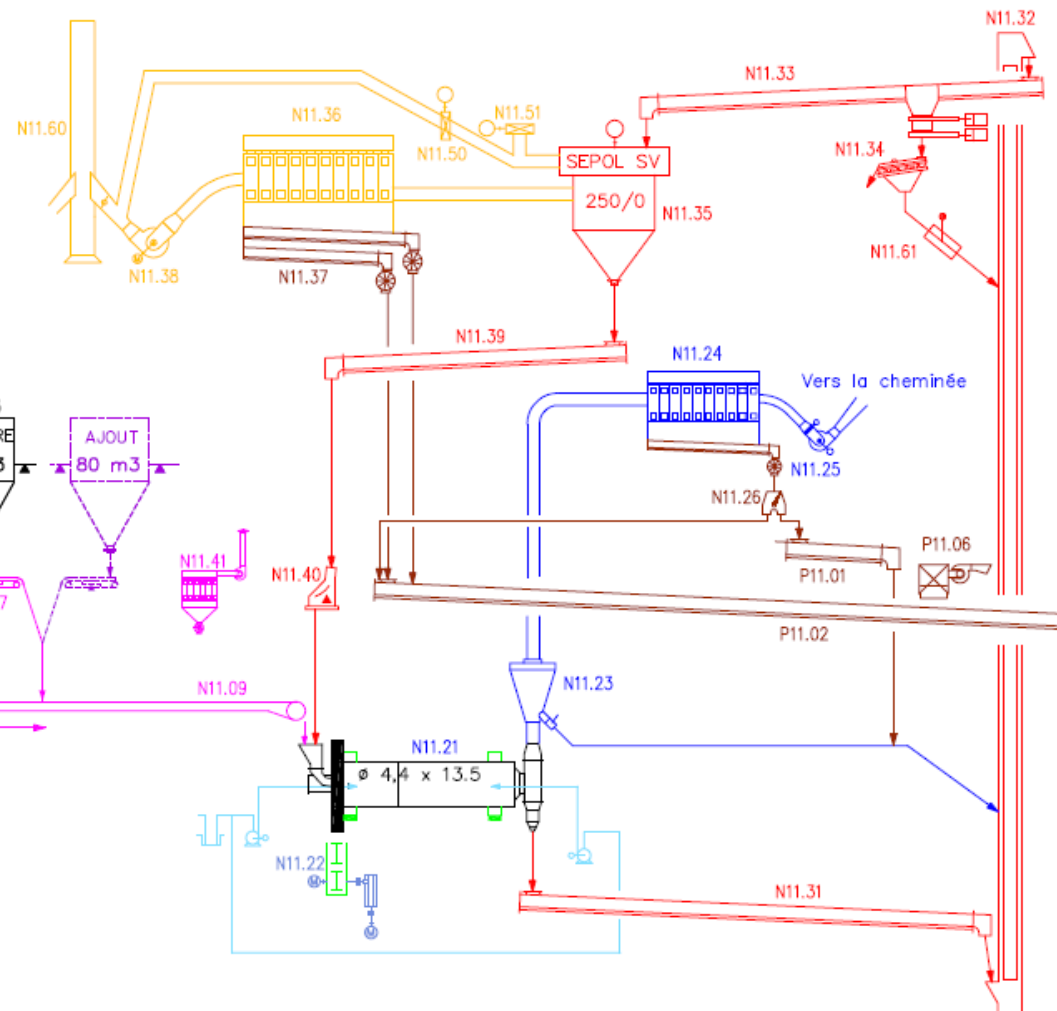


Figure 14: Broyeur ciment

2.9.2 Expédition

Le ciment broyé est stocké dans un silo de cinq compartiments pour entreposer différentes qualités de ciment. Ainsi le processus de fabrication se termine et il ne reste plus qu'une étape : « Conditionnement et Expédition ». Il y a trois façons différentes pour charger le produit fini :

- La première consiste au chargement en vrac : c'est-à-dire le camion se rend en dessous du silo ciment pour que la citerne qu'il transporte est rempli via des aéroglisseurs.
- Si non, le ciment transite via des aéroglisseurs et des élévateurs pour aller dans le bâtiment d'ensachage où des sacs de 50 kg sont remplis de ciment et sont rangés manuellement sur des camions.
- La dernière solution possible est de récupérer les sacs remplies et les envoyer jusqu'à l'atelier de palettisation et fardelisation où, comme son nom l'indique, les sacs sont rangés sur des palettes ou des fardeaux qui seront chargées sur des semi-remorques.

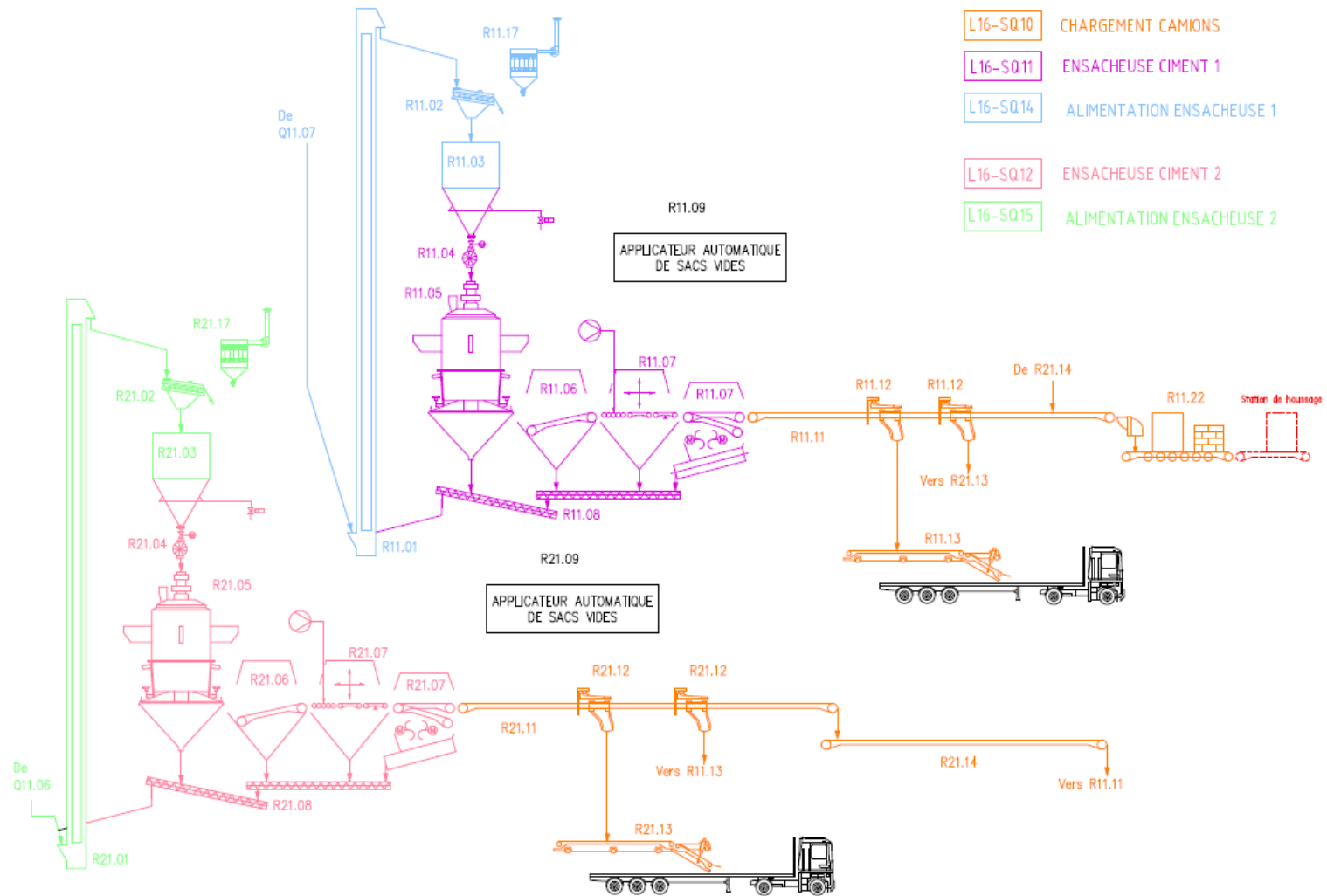


Figure 15: Atelier Expédition

La description détaillée des différents services et cycle de fabrication est de nature à permettre de mettre en exergue aussi bien les étapes que les moyens techniques et paramétrages à maîtriser afin d'assurer une production conforme aux différentes exigences qu'on va décortiquer dans les paragraphes suivants.

Ainsi on va commencer par le cadre normatif pour développer par la suite les diagrammes CTQ et SIPOC afin d'assurer une synthèse à travers un VSM spécifique mettant l'accent sur les éléments à maîtriser et d'éviter toutes formes de problèmes.

3. CADRE NORMATIF

Les ciments courants en Tunisie font l'objet d'un marquage NT obligatoire, qui atteste de leurs conformité à la norme tunisienne NT 47.01 et leur permet de circuler librement au sein marché tunisien. Délivrée par INNORPI, la certification garantit :

- que les produits livrés sont conformes à la norme NT47.01 ;
- que le producteur met en place un système management qualité, et vérifie par des essais sur constituants et sur ciment, le respect des caractéristiques normalisées ;
- que le producteur dispose d'une exploitation de ses contrôles internes et engage des actions correctives ;
- que le système de management de la qualité du producteur est vérifié : audits et essais tierce partie.

Voici les exigences physiques, mécaniques et chimiques de la norme NT47.01

Classe de résistance	Résistance à la compression MPa			Temps de début de prise	Stabilité (expansion)
	Résistance à court terme		Résistance courante		
	2 jours	7 jours	28 jours	min	mm
32,5 L ^a	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≤ 10
32,5 N	-	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	-		≥ 75	
42,5 L ^a	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≤ 10
42,5 N	≥ 10,0	-			
42,5 R	≥ 20,0	-		≥ 60	
52,5 L ^a	≥ 10,0	-	≥ 52,5	-	≤ 10
52,5 N	≥ 20,0	-			
52,5 R	≥ 30,0	-		≥ 45	

^a Classe de résistance uniquement définie pour les ciments CEM III.

Tableau 1 : Extrait de la norme NT47.01 « exigences mécaniques et physiques »

1	2	3	4	5
Propriété	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences ^a
Perte au feu	EN 196-2	CEM I CEM III	toutes classes	≤ 5,0 %
Résidu insoluble	EN 196-2 ^b	CEM I CEM III	toutes classes	≤ 5,0 %
Teneur en sulfate (SO ₃)	EN 196-2	CEM I	32,5 N	≤ 3,5 %
		CEM II ^c	32,5 R 42,5 N	
		CEM IV CEM V	42,5 R 52,5 N 52,5 R	
		CEM III ^d	toutes classes	
Teneur en chlorure	EN 196-2	tous types ^e	toutes classes	≤ 0,10 % ^f
Pouzzolanité	EN 196-5	CEM IV	toutes classes	satisfait à l'essai
<p>^a Les exigences sont données en pourcentage en masse du ciment produit fini.</p> <p>^b Détermination des résidus insolubles dans l'acide chlorhydrique et le carbonate de sodium.</p> <p>^c Les ciments de type CEM II/B-T et CEM II/B-M avec T > 20% peuvent contenir jusqu'à 4,5 % de sulfate (SO₃) quelle que soit la classe de résistance.</p> <p>^d Le ciment de type CEM III/C peut contenir jusqu'à 4,5 % de sulfate.</p> <p>^e Le ciment de type CEM III peut contenir plus de 0,10 % de chlorure mais, dans ce cas, la teneur maximale en chlorure doit figurer sur l'emballage et/ou le bon de livraison.</p> <p>^f Pour des applications en précontrainte, les ciments peuvent être produits selon une exigence plus basse. Dans ce cas, la valeur de 0,10 % doit être remplacée par cette valeur plus basse qui doit être mentionnée sur le bon de livraison.</p>				

Tableau 2 : Extrait de la norme NT47.01 « exigences chimiques »

4. DIAGRAMME CTQ

Afin de mettre en place le diagramme CTQ (Critical To Quality) on s'est basé sur les enquêtes de satisfaction des clients, leurs réclamations ainsi que les résultats des réunions du comité qualité en effet ; dans le cadre de son Benchmarking la SK effectue des analyses de la qualité des produits de ses concurrents pour fixer les objectives qualités. La SK a fait le choix de se situer dans la moyenne des plages des résultats des analyses.

Besoin des clients	Exigences	Caractéristiques mesurables	Spécification CEM I 42,5 N	Spécification CEM I 42.5 N-SR3
Besoin de ciment en vrac	Résistance stable	R28j	50±2	50±2
		Perte au feu	<5	<3
	Bonne maniabilité	SO3	2.7 à 3 %	2 à 2.5%
		Début de prise	190 ± 10 min	190 ± 10 min
	Finesse	SSB	2800 à 3400	2700 à 3600
	Couleur foncé	Suivi de la blancheur	$\beta=24.5\pm1$	$\beta=22.5\pm1$

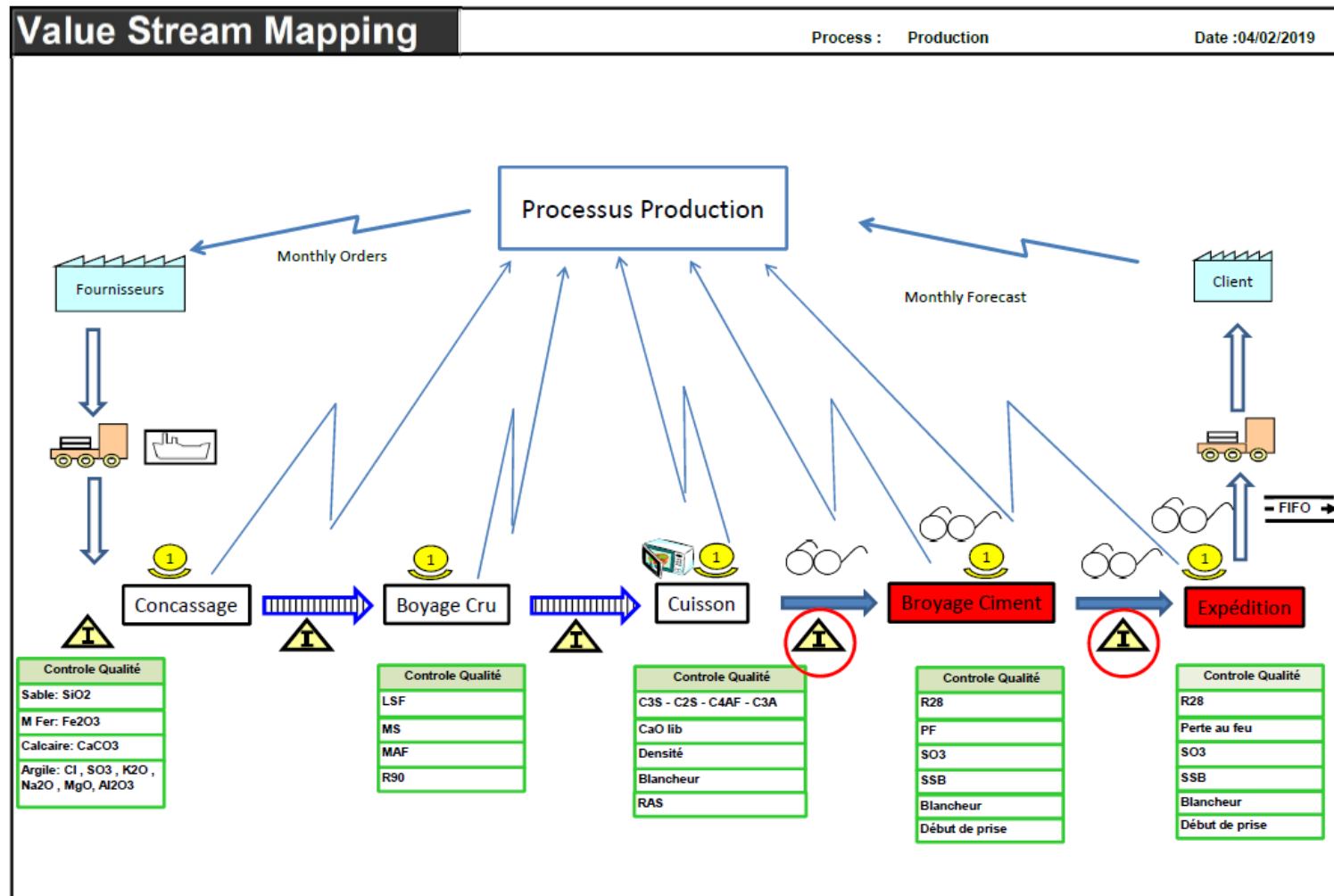
5. DIAGRAMME SIPOC

Nous avons utilisé le diagramme SIPOC afin de définir les frontières du Marco-processus, 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 : clients
Direction commerciale	Prévision des ventes	Exploitation des carrières	Rapport de production	Clients Direction commerciale
	Moyens et ressources		Produits finis	
Direction Maintenance	Planning d'entretien	Pré homogénéisation	Besoins des entretiens(OT sur SAP)	Direction Maintenance
Direction Qualité	Objectifs qualité	Broyage cru et stockage	Rapport de la qualité	Direction Production
Fournisseurs MP	Matières premières	Cuisson et stockage	Besoin en MP	Direction des Achats
		Broyage ciment et stockage		
		Expédition		

6. VSM

La cartographie VSM (Value Stream Mapping) décrit le flux physique et le flux d'information associé. Pour le cas de la SK nous avons intégré les suivis des qualités produites le long du processus production.



7. CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de définir les dimensions du projet et d'examiner la situation actuelle de ce dernier. Une telle analyse permet de clarifier notre contexte et le problème à résoudre.

Toutefois, cette situation doit être mesurable pour comprendre l'ampleur et l'importance du phénomène et être capable d'assurer le suivi via des indicateurs chiffrables ceci fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE III : DEMARCHE DMAIC – MESURER

1. INTRODUCTION

La phase de mesure est la seconde étape du processus méthodologique de la démarche DMAIC adoptée lors de ce projet. Cette phase permet d'identifier la source des problèmes en construisant les connaissances sur les processus tels qu'ils sont en conditions opérationnelles.

Elle consiste essentiellement à collecter des données dans le but de mieux quantifier les processus et comprendre la manière dont ils fonctionnent. Cette phase contribue à déterminer l'origine précise du problème et à obtenir des données fiables sur lesquelles est basée le reste de l'étude DMAIC, et plus particulièrement l'analyse au cours de la phase suivante.

2. COLLECTE DES DONNEES

La SK dispose d'une base de données qualité qui englobe tous les différents suivis de la qualité le long du procédé de fabrication en commençant par les carrières et les matières premières jusqu'au produit fini livré.

Nous avons collecté des données de 3 mois ; Février, Mars et Avril de nos CTQ précédemment définis (**R28**, perte au feu **PF**, SO_3 , Début de prise **DP**, SSB et le suivi de la blancheur **B**).

3. CALCUL DE LA PERFORMANCE DU PROCESSUS

Pour calculer la capacité de notre processus nous avons fait recours au logiciel Mini Tab version 18. Le logiciel Minitab est un outil performant pour le traitement, la visualisation et l'analyse statistique des données. Il s'avère particulièrement efficace en soutien de la méthode Six sigma. Simple à utiliser comparant au IBM SPSS et disponible sur internet en version « Free 30-Day Trial ».

Nous avons utilisé la commande Analyse Capability Sixpack normale pour évaluer les hypothèses d'une analyse de capacité normale et pour n'étudier que les indices de capacité les plus importants. Cette analyse permet d'effectuer les tâches suivantes :

- Déterminer si le procédé est stable et maîtrisé.
- Déterminer si les données suivent une loi normale.
- Estimer la capacité globale (P_p , P_{pk}) et la capacité potentielle (C_p , C_{pk}).

3.1. Teste de la normalité

Minitab fait le test d'équation avec une loi Normale basée sur les estimateurs de la moyenne et de l'écart-type de l'échantillon

Si Les points de données sont relativement proches de la ligne de distribution normale ajustée. La valeur de p est supérieure au seuil de signification de 0,05. Par conséquent, les données suivent une loi de distribution normale. Si ce n'est pas le cas c'est probablement le signe qu'un ou plusieurs dérèglages importants se sont produits pendant la production.

3.2. Performance du processus –long terme Pp et Ppk

Les indicateurs Pp, Ppk, Ppm sont des indicateurs de performance calculés à partir de la dispersion long terme.

On a donc :

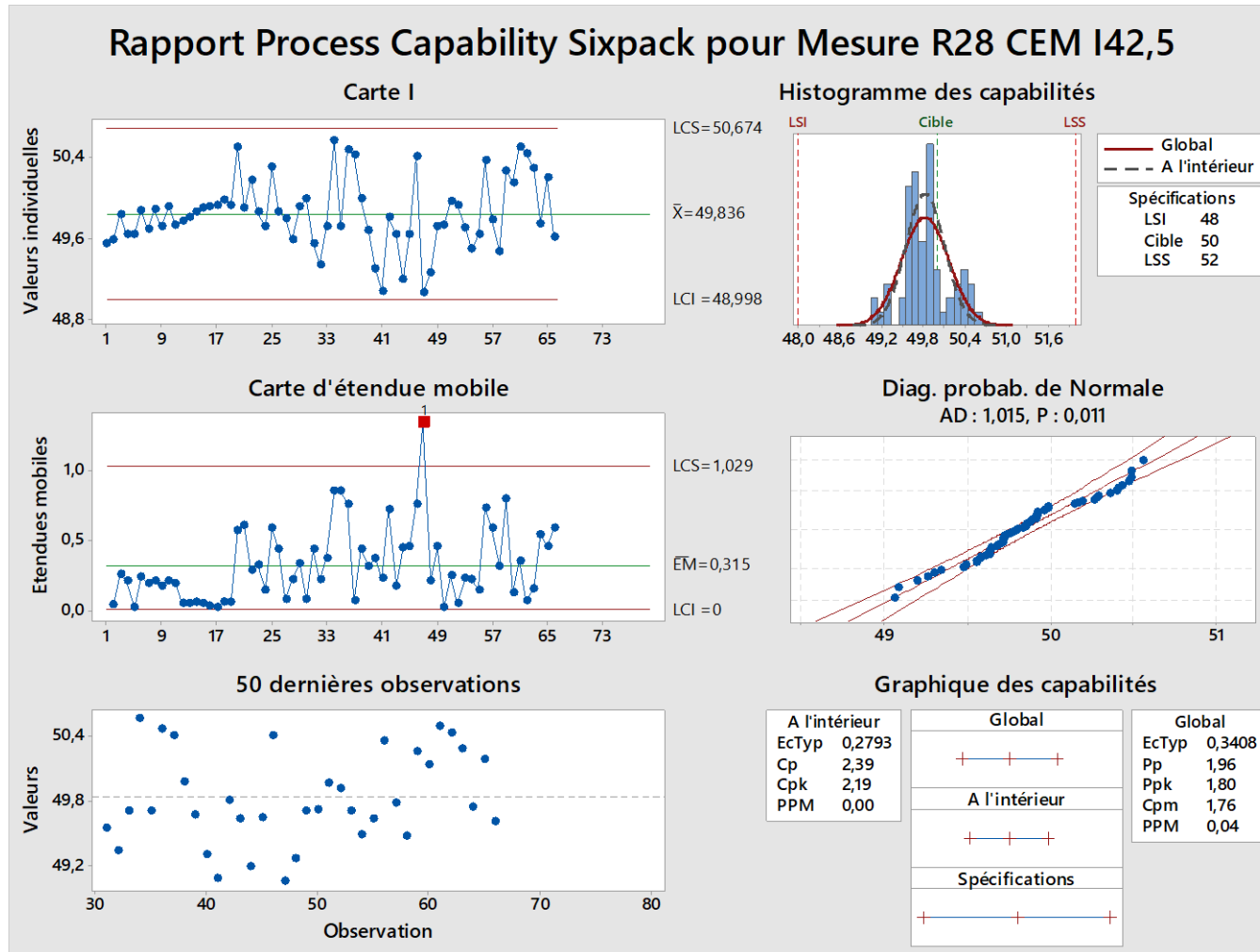
$$Pp = \frac{\text{Intervalle de tolérance}}{\text{Dispersion long terme}} = \frac{IT}{6\sigma_{LT}}$$

$$Ppk = \frac{\text{Distance (Moyenne / Limite la plus proche)}}{1/2 \cdot (\text{Dispersion Long Terme})} = \frac{k\sigma_{LT}}{3\sigma_{LT}}$$

Pour ces indicateurs, on considère généralement un procédé performant sur le long terme si Ppk, Pp > 1,33 et ppm < 32.

4. RESULTAT DU CALCUL

4.1. Résistance à la compression à 28 jours



Interprétations :

Carte de contrôle :

Le processus est sous contrôle statistique. Le graphique est normal : 2/3 des points sont situés dans le tiers central et le tiers dans les 2/3 extérieurs.

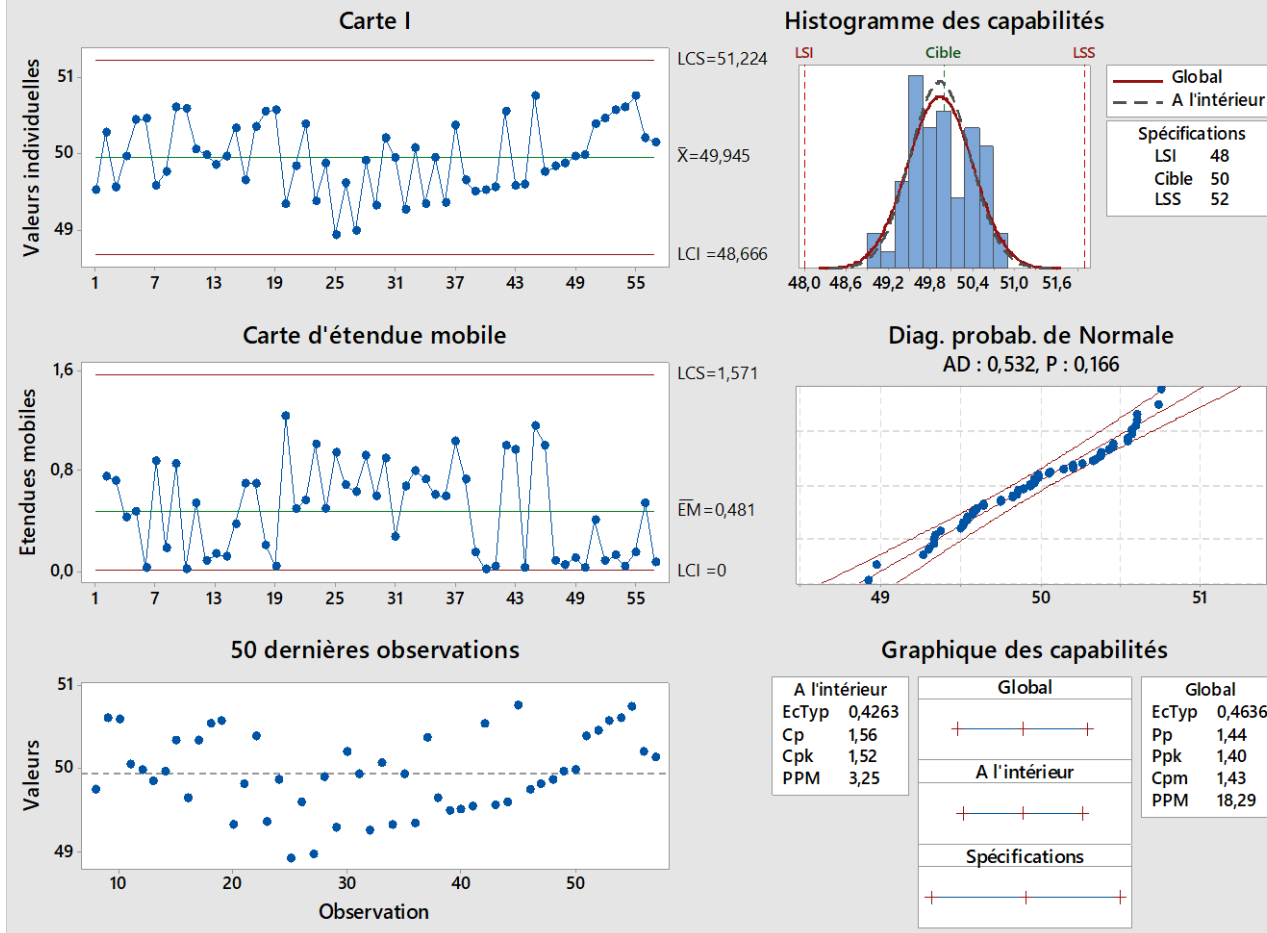
Capabilité :

$Pp = 1.96 > 1.33$, $Ppk = 1.8 > 1.33$

Situation confortable le processus est stable et capable.

Le taux de défauts, qui est de 0,00 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure R28 SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

Le processus est sous contrôle statistique. Le graphique est normal : 2/3 des points sont situés dans le tiers central et le tiers dans les 2/3 extérieurs.

Capabilité :

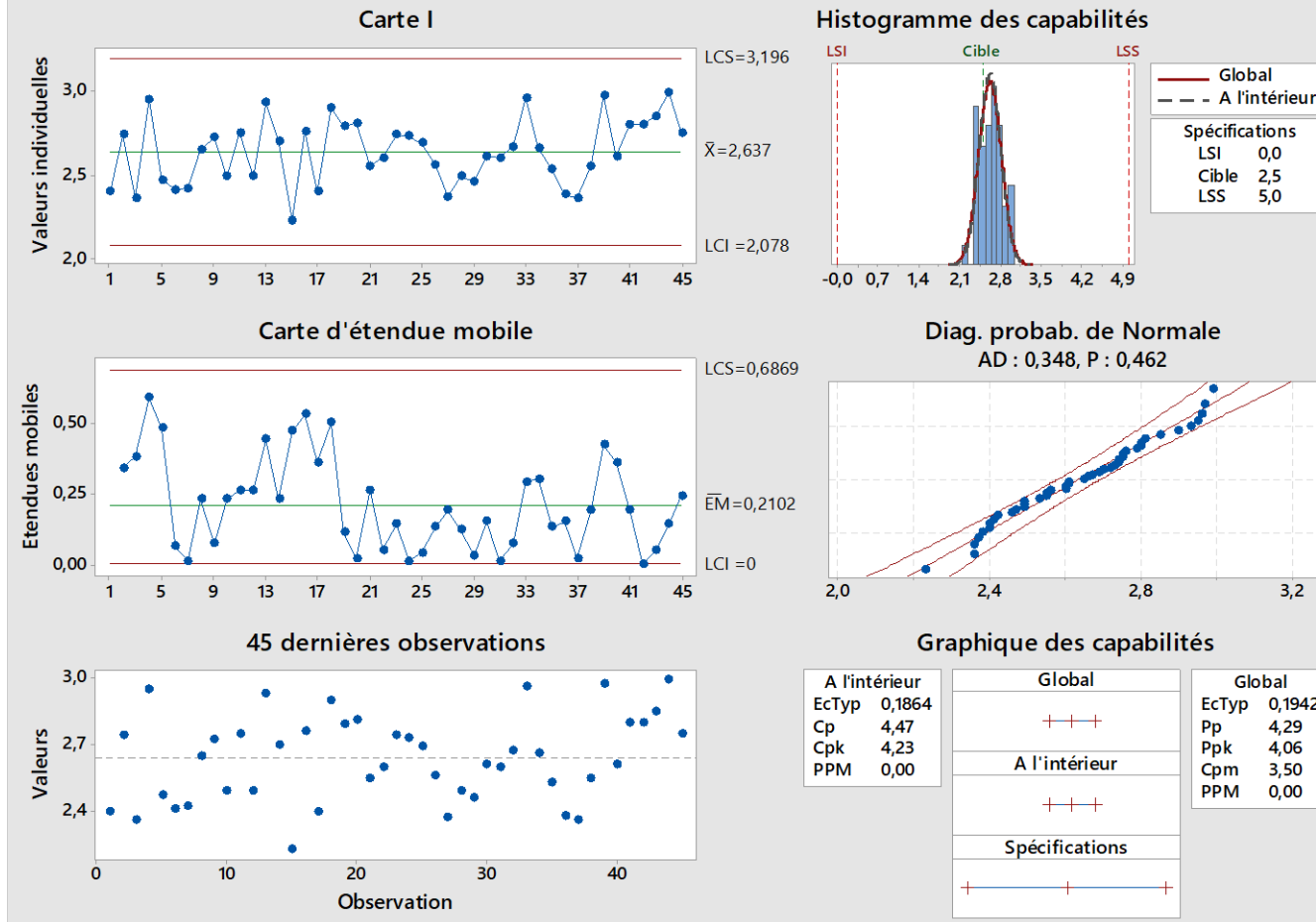
$Pp = 1.44 > 1.33$, $Ppk = 1.40 > 1.33$

Situation confortable le processus est stable et capable

Le taux de défauts, qui est de 0,00 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

4.2. Perte au feu

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure PF CEM I42,5



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

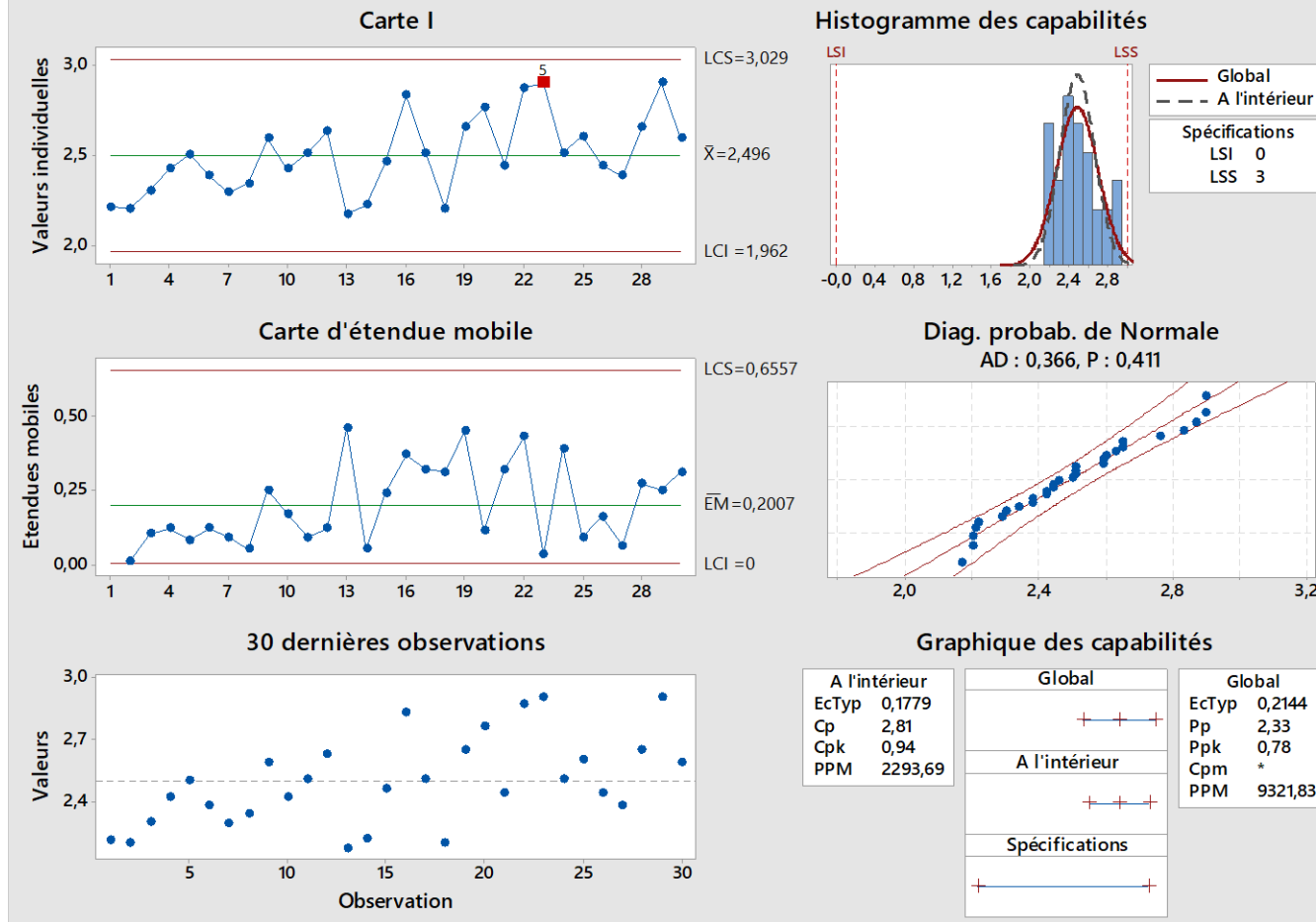
Capabilité :

$Pp = 4.29 > 1.33$, $Ppk = 4.06 > 1.33$

Situation confortable le processus est stable et capable

Le taux de défauts, qui est de 0,00 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure PF SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

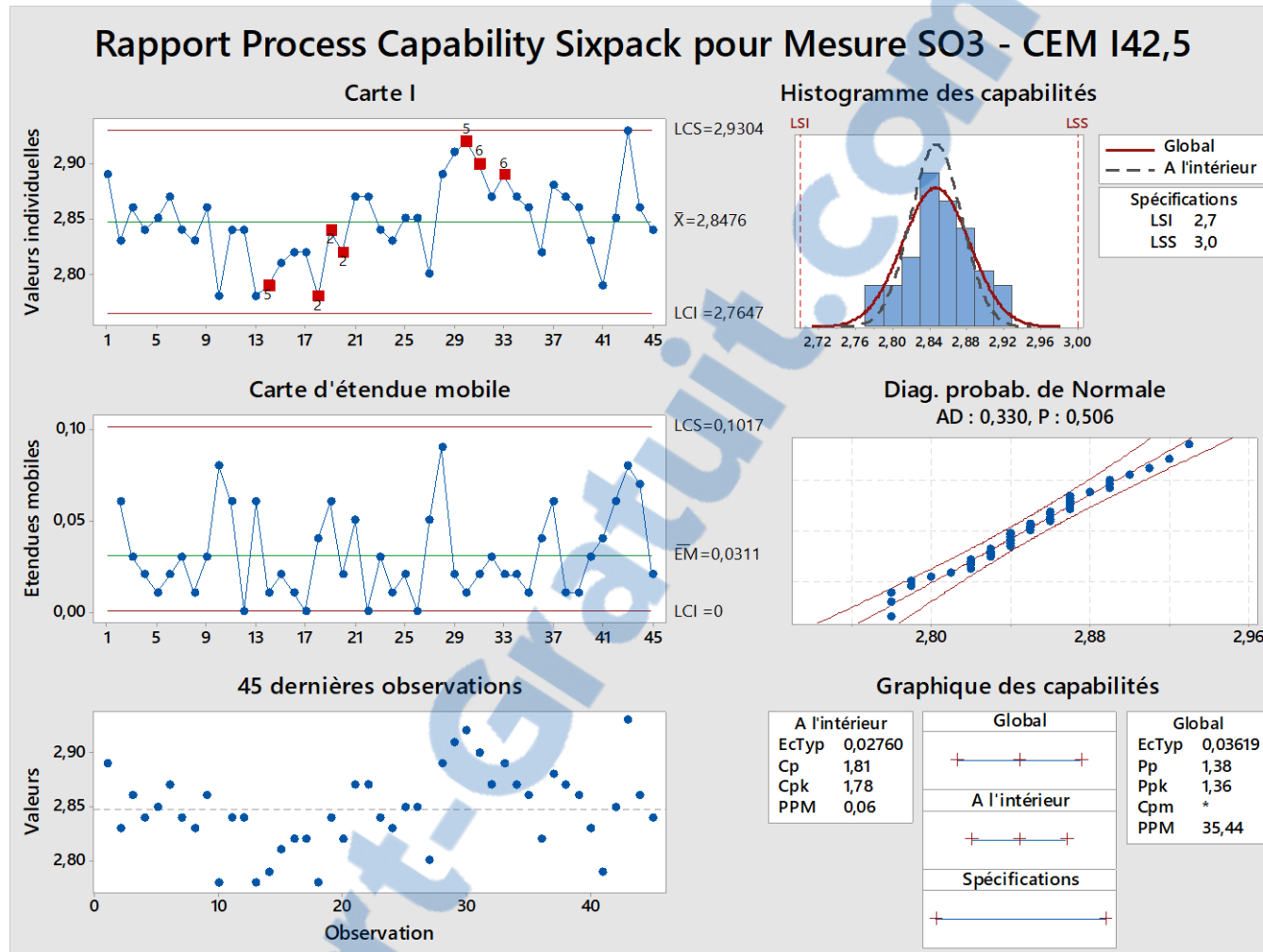
Capabilité :

$Pp = 2.33 > 1.33$, $Ppk = 0.78 < 1.33$

Situation trop jute du processus une tendance vers la LSC : problème de centrage.

Le taux de défauts, qui est de 0,93 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

4.3. SO₃



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

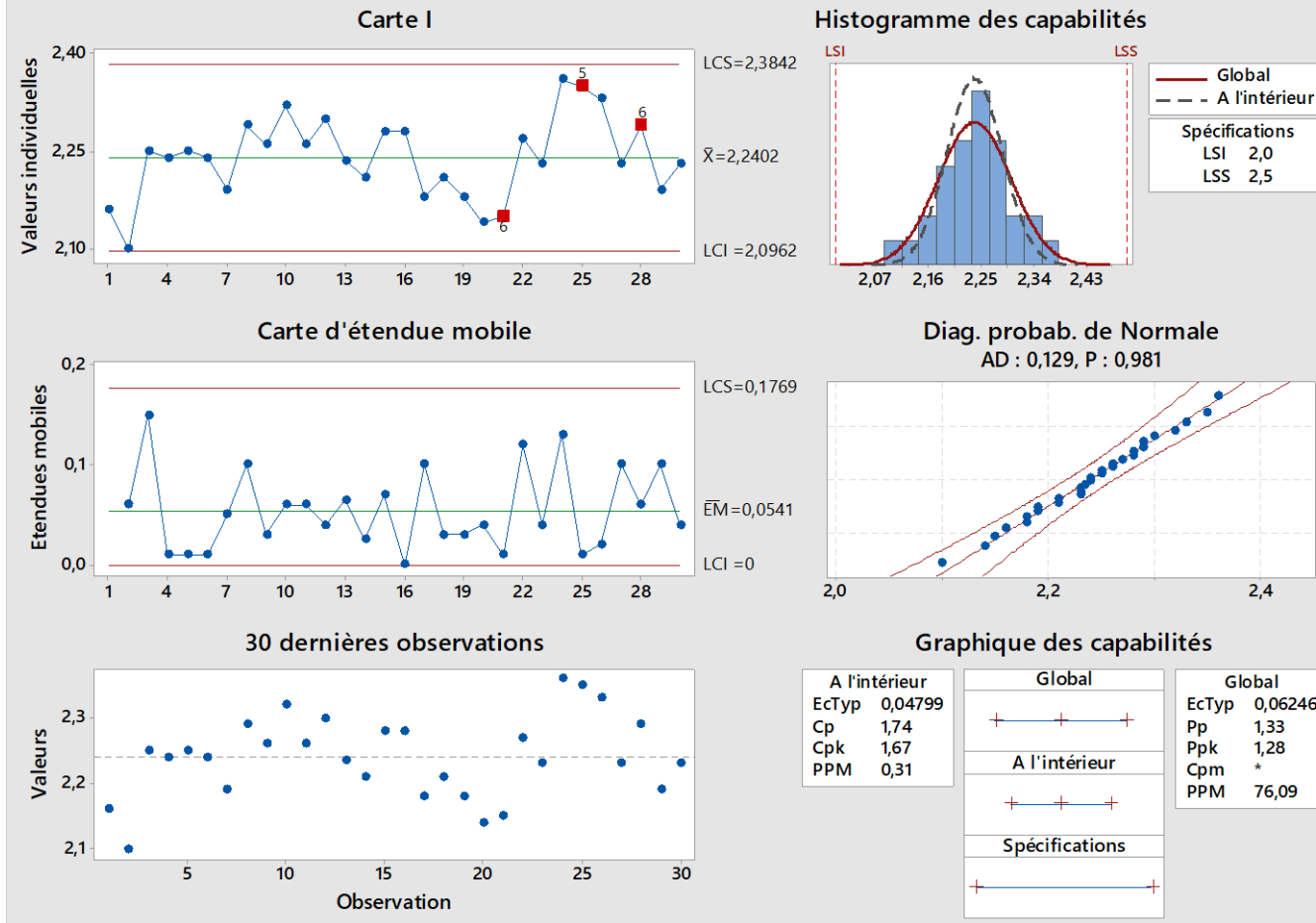
La variation du procédé est stable. Aucun point n'est hors contrôle sur la carte EM. Cependant, la moyenne du procédé peut être instable. 3 (6,7 %) points sont hors contrôle sur la carte

Capabilité :

$Pp = 1.38 > 1.33$, $Ppk = 1.36 > 1.33$
Situation suffisante le processus est stable et capable

Le taux de défauts, qui est de 0,00 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure SO3 - SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

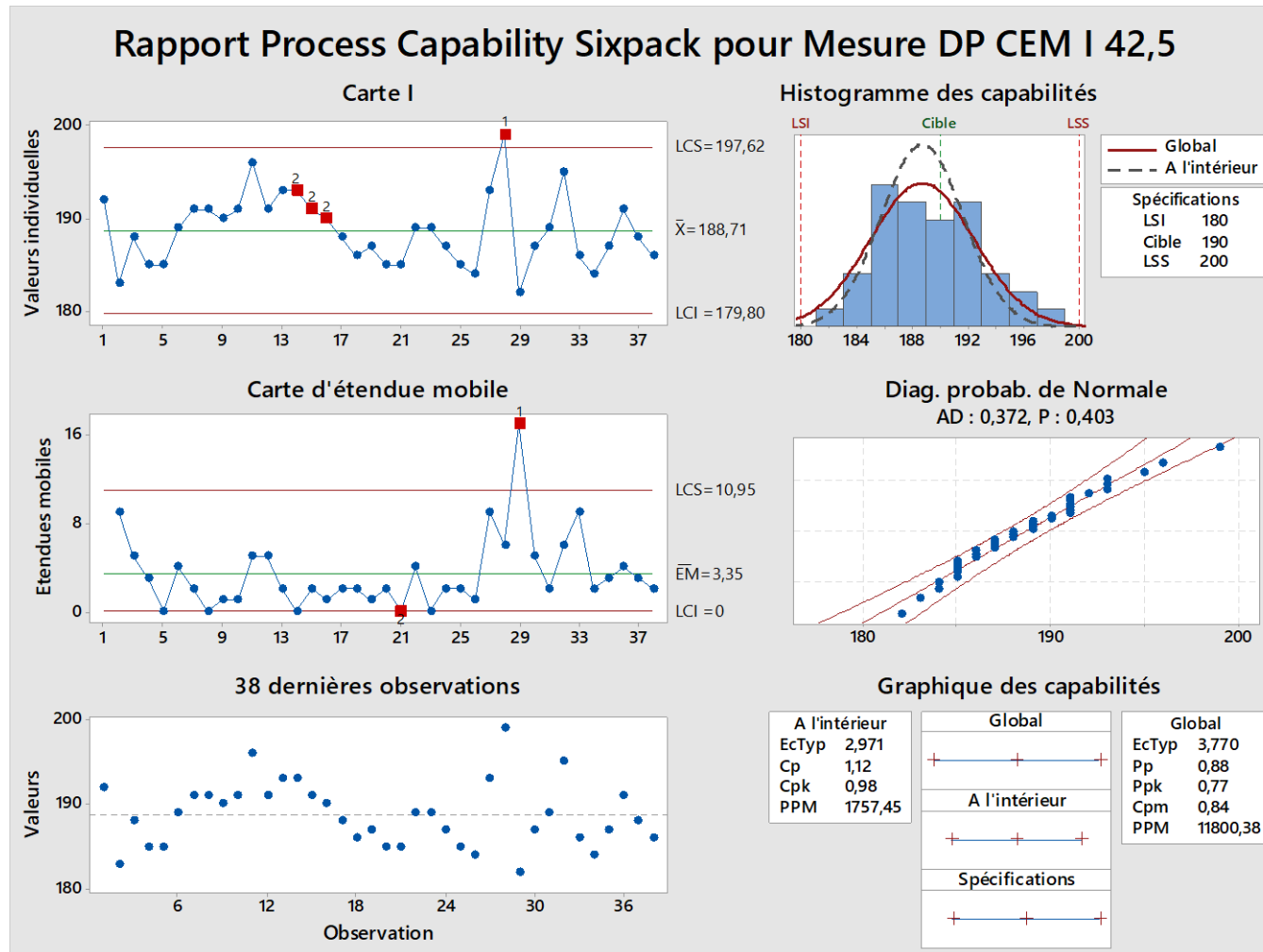
La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

Capabilité :

$P_p = 1.38 > 1.33$, $P_{pk} = 1.28 < 1.33$
 Situation suffisante le processus est stable et capable

Le taux de défauts, qui est de 0,01 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

4.4. Début de prise



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

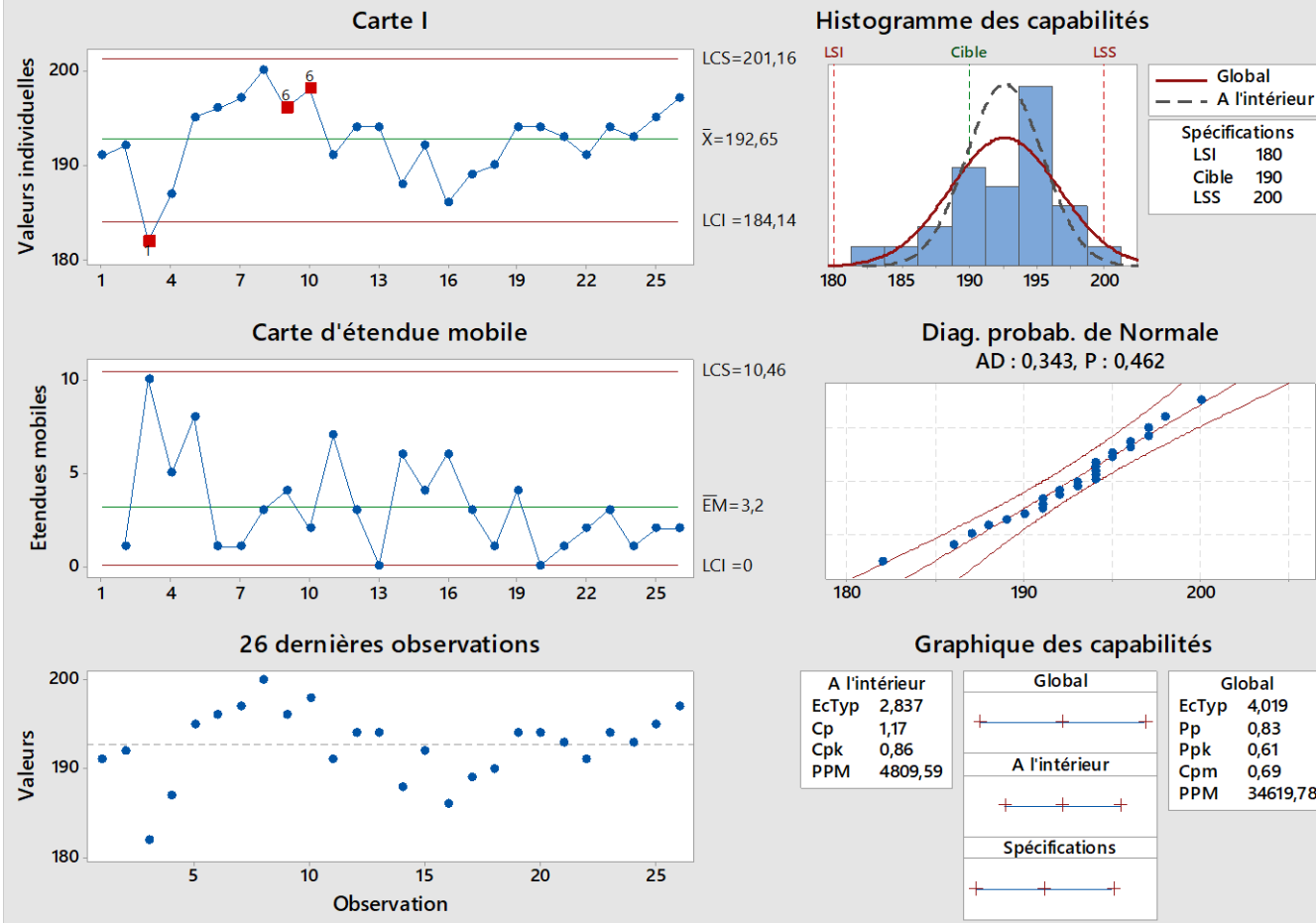
La moyenne du procédé peut ne pas être stable. 4 (10,5 %) points de données sont hors contrôle sur la carte I.

Capabilité :

$Pp = 0.88 < 1.33$, $Ppk = 0.77 < 1.33$
Situation insuffisante le processus n'est pas capable.

Le taux de défauts, qui est de 1,18 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure DP SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

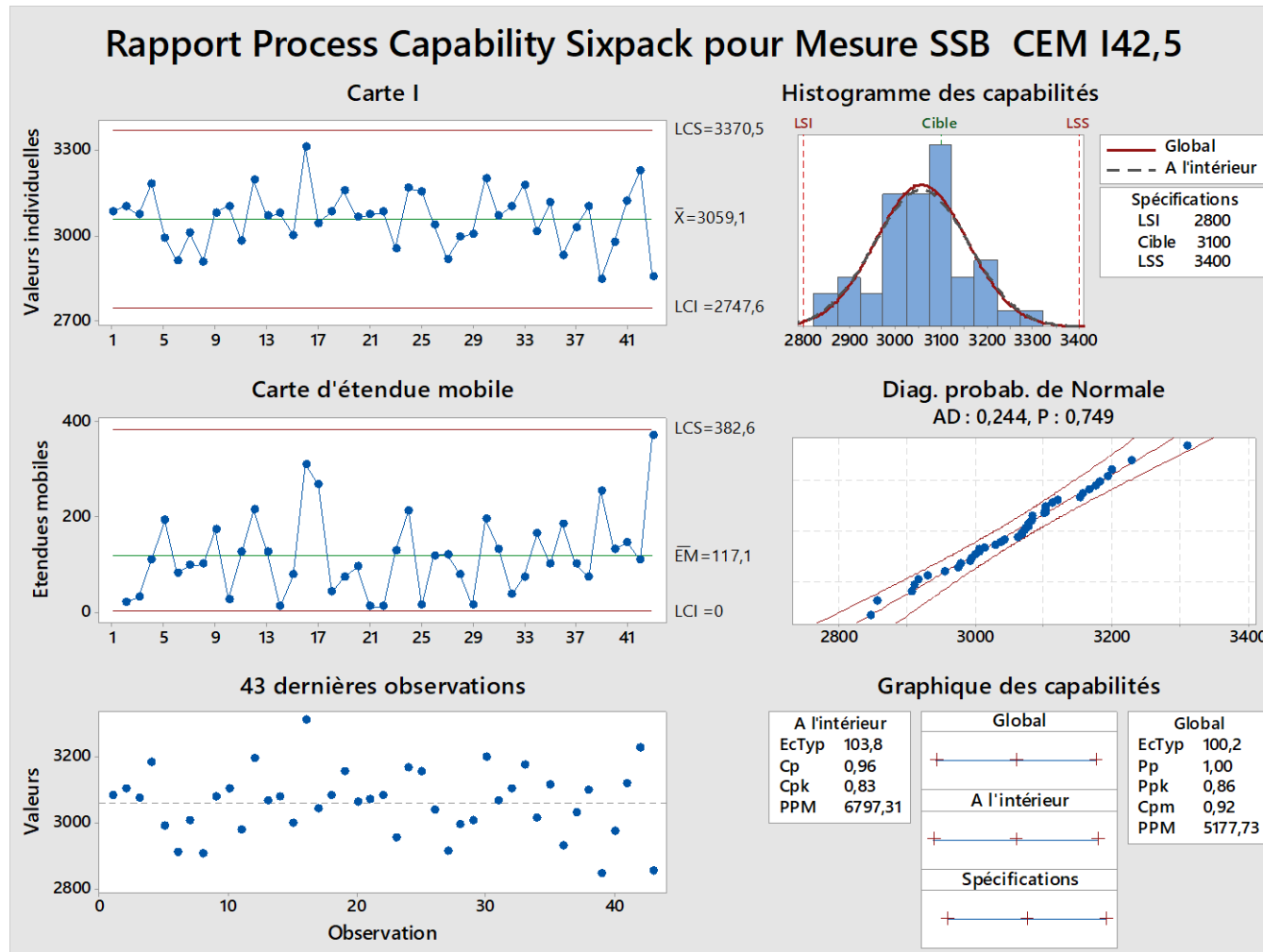
La moyenne du procédé peut ne pas être stable. 1 (3,8 %) point de données est hors contrôle sur la carte I.

Capabilité :

$Pp = 0.83 < 1.33$, $Ppk = 0.69 < 1.33$
Situation insuffisante le processus n'est pas capable.

Le taux de défauts, qui est de 3,46 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

4.5. Surface spécifique de Blaine



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

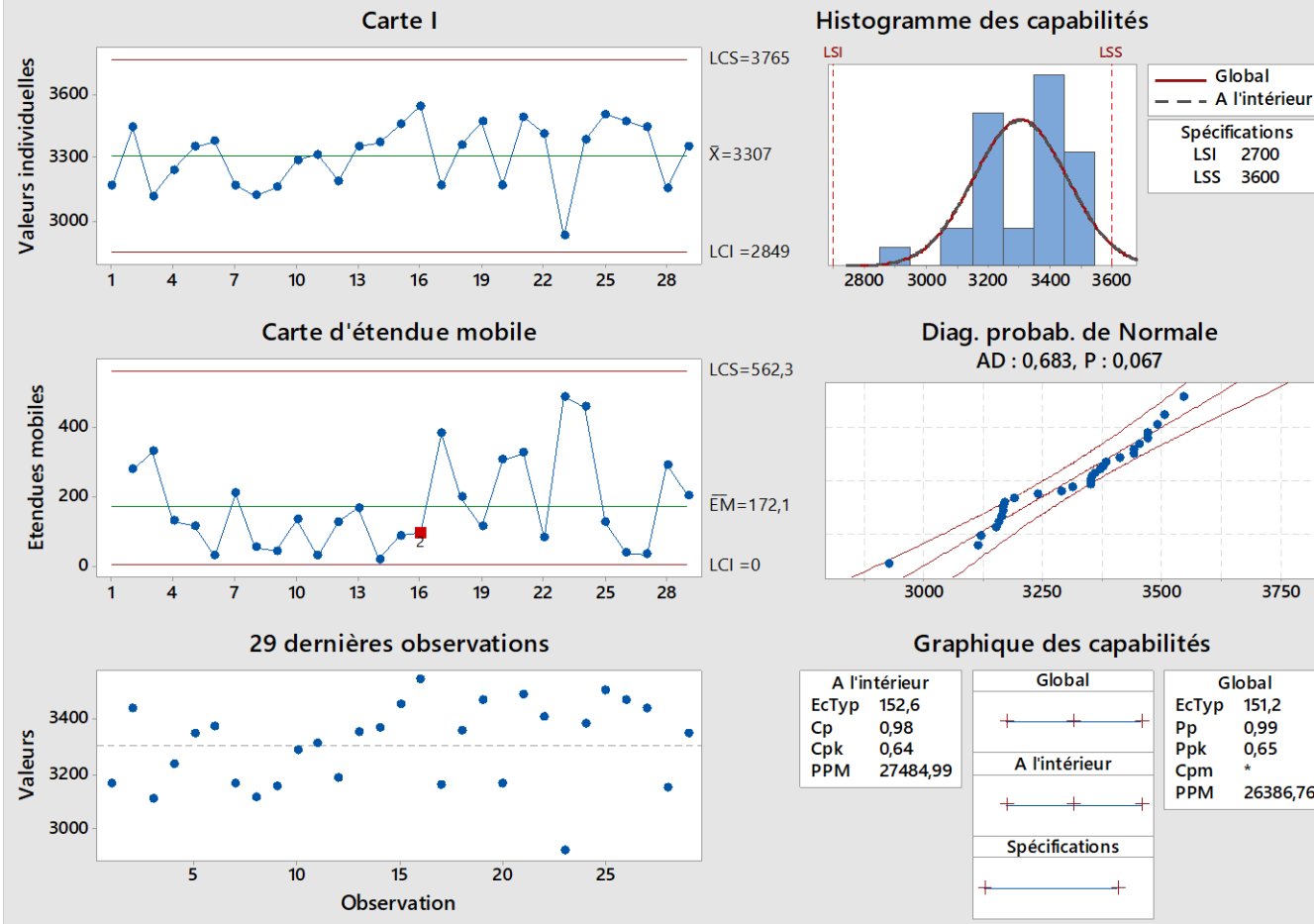
La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

Capabilité :

$Pp = 1 < 1.33$, $Ppk = 0.86 < 1.33$
 Situation insuffisante le processus n'est pas capable.

Le taux de défauts, qui est de 0,52 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure SSB -SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

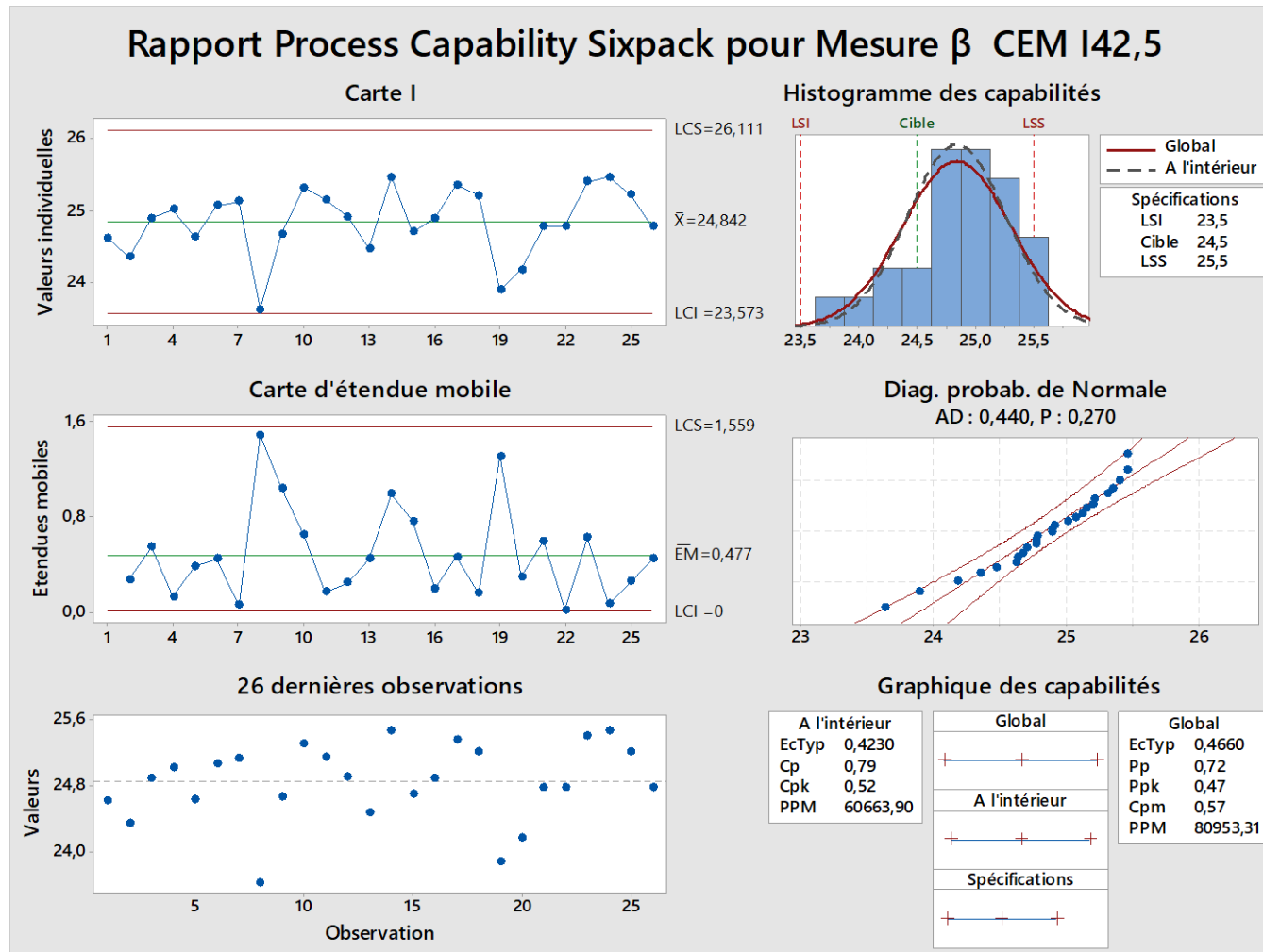
La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

Capabilité :

$Pp = 0.99 < 1.33$, $Ppk = 0.65 < 1.33$
Situation insuffisante le processus n'est pas capable. Une tendance vers la LSC : problème de centrage.

Le taux de défauts, qui est de 2,64 %, donne une évaluation du pourcentage de produit du procédé en dehors des limites de spécification.

4.6. Suivi de la blancheur β



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

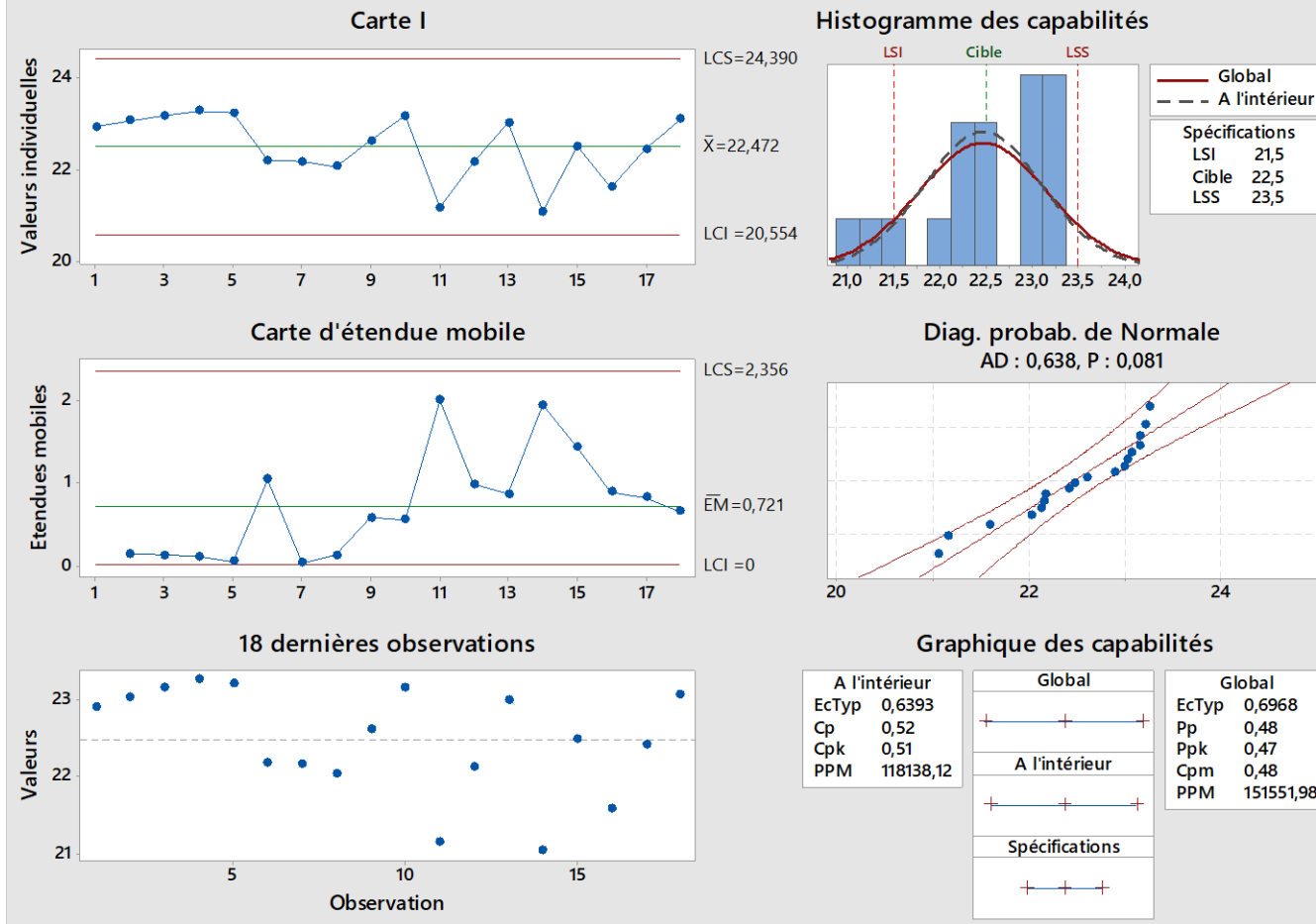
La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

Capabilité :

$Pp = 0.72 < 1.33$, $Ppk = 0.47 < 1.33$
 Situation trop insuffisante le processus n'est pas capable.

Le taux de défauts, qui est de 8,10 %, donne une évaluation du pourcentage de pièces du procédé en dehors des limites de spécification.

Rapport Process Capability Sixpack pour Mesure β -SR3



Interprétations :

Normalité :

$P > 0.05$ La moyenne du procédé ne diffère pas significativement de la cible

Carte de contrôle :

La moyenne et la variation du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle sur les différentes cartes.

Capabilité :

$Pp = 0.48 < 1.33$, $Ppk = 0.47 < 1.33$
Situation trop insuffisante le processus n'est pas capable.

Le taux de défauts, qui est de 15,16 %, donne une évaluation du pourcentage de pièces du procédé en dehors des limites de spécification.

5. SYNTHÈSE ET INTERPRÉTATION

	CEM I 42.5			SR3		
	Pp	Ppk	ppm	Pp	Ppk	ppm
R28	1.96	1.8	0.04	1.44	1.4	18.29
	Situation confortable le processus est stable et capable			Situation confortable le processus est stable et capable		
Perte au feu	4.29	4.06	0	2.33	0.78	9321.83
	Situation confortable le processus est stable et capable			Situation trop jute du processus une tendance vers la LSC : problème de centrage.		
SO3	1.38	1.36	35.4	1.33	1.28	76.9
	Situation suffisante le processus est stable et capable			Situation suffisante le processus est stable et capable		
Début de prise	0.88	0.77	11800.3	0.83	0.61	34619
	Situation insuffisante le processus n'est pas capable.			Situation insuffisante le processus n'est pas capable.		
SSB	1	0.86	5177	0.99	0.65	26386.7
	Situation insuffisante le processus n'est pas capable.			Situation insuffisante le processus n'est pas capable.		
Suivi de blancheur	0.72	0.47	80953.1	0.48	0.47	151551
	Situation trop insuffisante le processus n'est pas capable			Situation trop insuffisante le processus n'est pas capable.		

6. CONCLUSION

À l'issue des résultats des calculs de l'étape Mesure du DMAIC on peut considérer en globale que processus de la production est capable mais il n'est pas stable cela est visible par le nombre des :

- $Ppk < 1.33$ (8/12 valeurs)
- $Pp < 1.33$ (6/12 Valeurs)

Le manque de maîtrise se manifeste essentiellement pour les CTQ : Début de prise, SSB, Suivi de blancheur. Ainsi, une analyse minutieuse des causes réelles et potentielles de l'ensemble des points détaillés aussi bien dans le chapitre 1 que 2 est aussi inéluctable afin de pouvoir comprendre davantage l'état des lieux et pouvoir agir d'une manière factuelle afin d'ajuster la présente déviation et anomalie constatée.

CHAPITRE IV : DEMARCHE DMAIC – ANALYSER

1. INTRODUCTION

Cette troisième phase du DMAIC est fondamentalement reliée à la précédente car elle consiste à analyser les données qui ont été recueillies au cours de l'étape de « mesure ». Grâce à ces données, il est plus facile de repérer la ou les sources du problème et de quantifier l'écart entre la situation présente et la situation souhaitée, notamment grâce à des outils graphiques et d'analyse qui permettent de mettre les écarts en évidence.

Elle consiste essentiellement à Analyser des données dans le but de mieux comprendre les causes racines des dysfonctionnements des CTQ. Cette phase contribue à détecter les failles et les possibilités d'amélioration du processus.

Dans ce chapitre nous allons faire recours aux outils suivant : Diagramme d'ISHIKAWA, les Mudras et une analyses des causes.

2. ORGANISATION DE L'ANALYSE

Afin d'analyser les résultats de l'étape « mesure » et d'identifier les causes racines des dysfonctionnements des CTQ. Nous avons fait recours à des entretiens individuels avec les différents responsables concernés, faire des observations du processus de fabrication et vérifier les manuels des procédures existants. Pour collecter le maximum des causes potentielles et identifier les sources de gaspillage possible, par la suite nous avons élaboré un diagramme d'Ishikawa, et identifier des « Mudras ».

Le choix du diagramme Ishikawa et des Mudras est justifié par la capacité de ces 2 méthodes associées à faire un balayage des différentes sources possibles des causes d'un problème (5M pour l'Ishikawa et 7 Mudras).

Plus tard nous avons organisé une réunion avec les responsables précédemment entretenus pour valider ensemble le travail élaboré.

Composition du groupe de travail

Nom et Prénom	Fonction
Samir Rebhi	Ing. Responsable Process et optimisation
Yassine Trifi	Chef Service contrôle qualité
Nabil Faidi	Chef Division Production
Foed Jammeli	Chef Sévices des expéditions
Asma Bouazza	Responsable système qualité et environnement

3. DIAGRAMME ISHIKAWA

3.1. Définition du diagramme d'ISHIKAWA

Le diagramme de cause à effet ou diagramme d'Ishikawa ou encore méthode des 5M est une démarche qui permet d'identifier les causes possibles d'un problème ou un défaut (effet). Il convient ensuite d'agir sur ces causes pour corriger le défaut en mettant en place des actions correctives appropriées. Cet outil provient du domaine industriel et des démarches qualité. Il permet de présenter, de façon structurée, toutes les causes qui conduisent à une situation. C'est la raison pour laquelle ce diagramme est utilisé pour identifier le cheminement de causes à effets.

3.2. L'utilité du diagramme d'ISHIKAWA

Son intérêt est de permettre aux membres d'un groupe d'avoir une vision partagée et précise des causes possibles d'une situation.

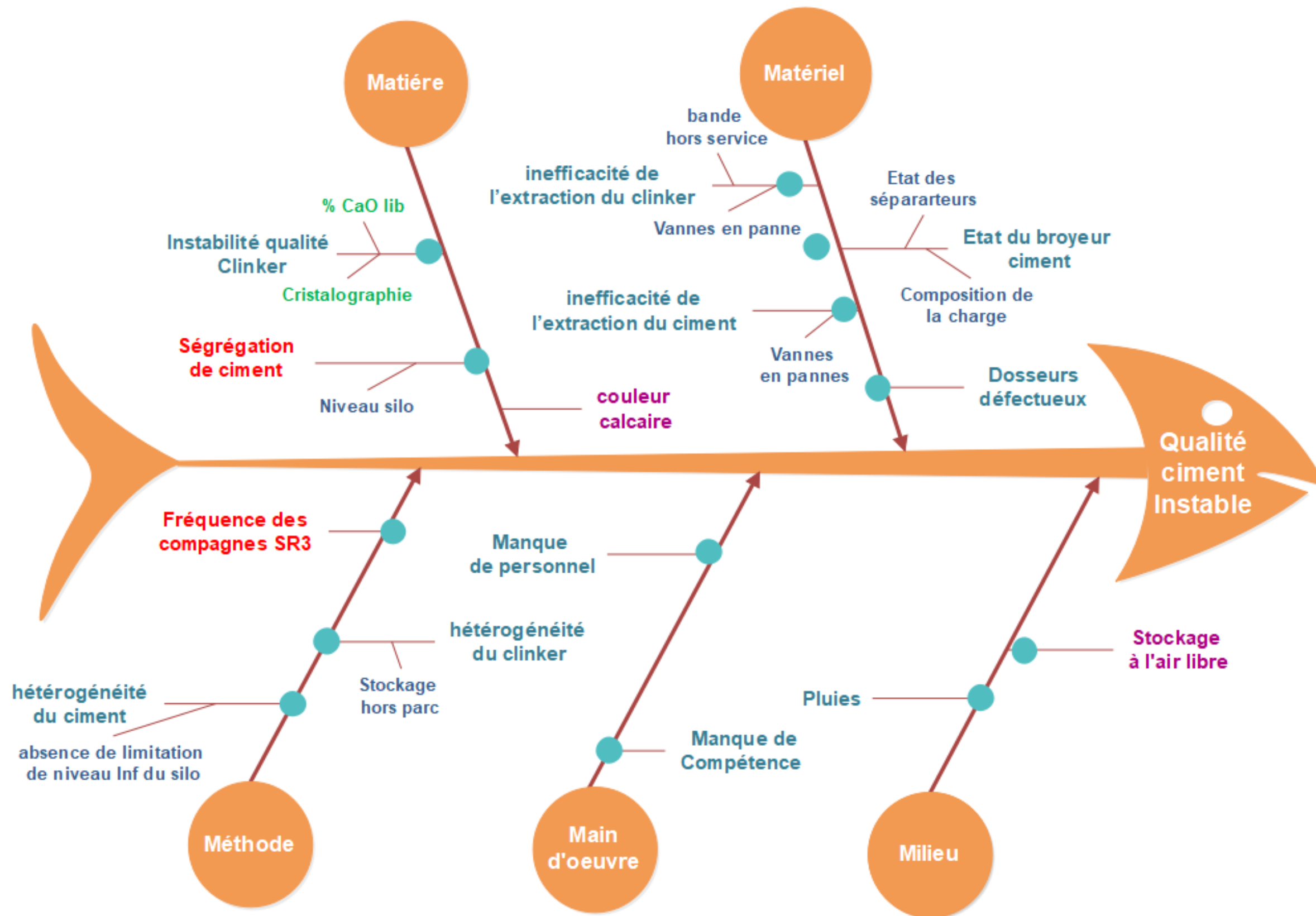
Ce diagramme s'inscrit dans la démarche de résolution de problème. Il permet, à partir de l'analyse des données d'une situation, d'identifier le problème en mettant en relation les éléments entre eux. Il permet d'identifier les causes d'un effet précis.

Les causes potentielles d'un problème quel qu'il soit sont regroupées par familles autour des « 5M » (Main-d'œuvre, Matériel, Matière, Méthode et Milieu) recommandé par Ishikawa à l'origine de ce modèle qui porte son nom.

La matière	Ou les matériaux, entrés de matières premières : les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu dans le processus
Le matériel	Employé (de production ou de suivi) : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies
Le milieu	Ou le contexte de travail : qu'il soit culturel, social ou matériel (disposition des locaux par exemple) ; L'environnement, le positionnement, le contexte.
Les méthodes	Techniques et procédures : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.
La main d'œuvre	Le personnel, plus généralement les interventions humaines.

L'analyse ISHIKAWA nous a permis de détecter les causes principales sur lesquelles des actions peuvent être engagées et des améliorations notables en qualité peuvent être enregistrées comme Output aux efforts déployés en matière d'amélioration continue.

De son côté, le recours aux Mudras permet de mettre en relief un aspect milieu et méthode qui peuvent eux-mêmes être une source de défaillances ayant des impacts directs sur la qualité.



En rouge Cause liée au CTQ SSB

En Mauve Cause liée au CTQ β

En Vert Cause liée au CTQ début de prise

4. LES MUDAS

4.1. Définition des Mudras

Les Mudras se sont des taches sans des valeurs ajoutées regroupent 7 types de gaspillages qui ont été mis en évidence dans les ateliers de TPS (Toyota Production System) dans les années 50 par les ingénieurs et les équipes qui observaient les opérations et qui ont constaté que dans le travail quotidien on pouvait retrouver ces 7 types de gaspillages.



4.2. Type des Mudras

Les 7 types de Mudras sont :

1. **La surproduction** : produire plus ce qu'on est capable de vendre, produire plus de ce que désire le client les surproductions se transforment généralement et ultérieurement a des stocks inutiles ou des rebus
2. **Les temps d'attentes** : chaque fois où on a une ressource que ce soit humaine ou matérielle mais qui est en attente de travail, elle aurait pu générer de la valeur mais qui en est empêché, est alors considérée comme un gaspillage
3. **Transport** : c'est le transport des pièces ou des matières d'un endroit à un autre (même si c'est parfois nécessaire et inévitable) mais qui n'apporte pas de la valeur ajoutée à la production est considéré comme un gaspillage
4. **Les stocks inutiles** : les stocks excédentaires sont les 4èmes types de Mudras en effet les stocks présents : mobilisation du capital, prise de risque, de l'espace occupé, de l'argent qui dort
5. **Sur-traitement** : il peut exister dans les processus de fabrication des opérations qui sont inutiles et qui restent conservées cela est considéré comme du gaspillage
6. **Mouvement** : correspond aux mouvements humains, chaque fois où un humain qui travaille fait plus de gestes supplémentaires, maladroits ou qui ne sont pas réellement indispensables sont considérés comme des mouvements inutiles.
7. **Défauts** : où la non-qualité elle génère des problèmes ; soit il faut retoucher donc il y a des opérations de retouches supplémentaires et des coûts supplémentaires soit c'est considéré comme des déchets sont du gaspillage.

4.3. Diagnostic des Mudaprocessus production de SK

Afin de parvenir à l'identification des Mudas liées au processus de production de la SK nous sommes basés sur les observations sur terrain « go and See » et les entretiens avec les responsables de la production et de la qualité, nous sommes aussi focalisés sur les Mudas qui ont un effet direct sur l'instabilité de la qualité des produits. Par la suite nous avons dressé le tableau suivant :

Mudas	Les Muda de processus de production de ciment liée à l'instabilité de la qualité des produits
<p>Surproduction</p>  <p>Overproduction</p>	<p>La surproduction est clairement présente dans le processus de fabrication du ciment, ce qui entraîne des niveaux très élevés de fil d'attente WIP (Work in Progress) en cours entre les sous-processus</p>
<p>Les temps d'attentes</p>  <p>Waiting</p>	<p>Les pannes et la maintenance non planifiée peut être l'une des principales sources de gaspillage en attente dans l'industrie du ciment.</p>
<p>Les stocks inutiles</p>  <p>Inventory</p>	<p>L'industrie du ciment est l'une des plus grandes industries disposant de multitudes de types stocks le long de son précédé de production. (matières premières, farine crue, clinker et ciment) ces stocks sont parfois une source de gaspillage.</p>
<p>Défauts</p>  <p>Defects</p>	<p>Des niveaux élevés de recirculation sont associés à la détérioration de la qualité des stocks des produits fini et semi-finis</p>

5. ANALYSES DES CAUSES :

Dans le cadre de la réunion avec le groupe de travail précédemment défini et après avoir validé ensemble le diagramme d'Ishikawa et les Mudras nous avons analysé en détail des causes validées et avoir la synthèse suivante :

Causes	Analyse
<p>Instabilité Qualité Clinker %CaO libre</p>	<p style="text-align: center;">Matière</p> <p>Si le % CaO lib dans le clinker est élevé cela signifie que le four n'est pas assez chaud. Et que la qualité du clinker est médiocre. Plus la teneur en Cao libre va augmenter plus le début de prise va diminuer.Ce facteur augmente avec la détérioration sur la qualité de clinker stocker à l'air libre</p>
<p>Instabilité Qualité Clinker Cristallographie du clinker</p>	<p>La composition chimique garantit les qualités du ciment à terme en effet la cristallographie du clinker affecte directement le début de pris pour le ciment. Plus la cristallographie est instable plus la qualité de ciment aussi est instable</p>
<p>Ségrégation de Ciment Niveau Silo</p>	<p>Ce phénomène est dû à la hauteur du silo ciment >90m en effet lord de l'alimentation de silo ciment et a un niveau de remplissage silo bas la ségrégation de ciment est déclenché pour séparer par densité granulométrique les particules fine des particules plus lourdes ce qui produit des couches hétérogènes de ciment dans le silo d'où la fluctuation de la SSB à la sortie Silo</p>
<p>Couleur calcaire</p>	<p>Le calcaire est le principal ajout de ciment sa couleur dans la nature peut varier du blanc, gris, jaune et même noir pour le cas de la carrière de l'sk la couleur de notre calcaire est blanc ce qui donne un aspect de couleur plus terne au ciment</p>

Matériel																			
<p>Inefficacité de l'extraction du clinker</p> <p>Vannes en pannes</p> <p>Bande hors service</p>	<p>L'extraction du clinker du silo est réalisé à l'aide de 10 vannes à casque répartie sur 3 bandes d'extraction (L12.02 : 3 vannes ; L12.03 : 4 vannes et L12.04 : 3vannes) cette répartition assure dans une marche normale une extraction de clinker homogènes dans le cas ou certaine vannes sont panne et une des 3 bandes est hors service l'extraction du clinker devient hétérogène produisant par la suite une alimentation du broyeur ciment hétérogène.</p>																		
<p>Inefficacité de l'extraction du ciment</p> <p>Vannes en pannes</p>	<p>De même que le clinker l'extraction du ciment est réalisée à l'aide d'une série des vannes, le silo est compartimenté en 5 compartiments les vannes sont répartie comme suit :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> <th style="padding: 5px;">N° Chambre</th> <th style="padding: 5px;">N° de vannes</th> <th style="padding: 5px;">Type de ciment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9d9d9;"> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">CEM II 32.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">CEM I 42.5</td> </tr> <tr style="background-color: #d9d9d9;"> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">CHA 10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;">CEM I 42.5</td> </tr> <tr style="border-bottom: 1px solid black;"> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">SR3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Si ne vanne est en panne cela peut causer une hétérogénéité de l'extraction du ciment</p>	N° Chambre	N° de vannes	Type de ciment	1	4	CEM II 32.5	2	3	CEM I 42.5	3	3	CHA 10	4	3	CEM I 42.5	5	1	SR3
N° Chambre	N° de vannes	Type de ciment																	
1	4	CEM II 32.5																	
2	3	CEM I 42.5																	
3	3	CHA 10																	
4	3	CEM I 42.5																	
5	1	SR3																	
<p>Etat du broyeur</p> <p>Charge boulet</p>	<p>La charge du broyeur en boulet des différents diamètres est bien étudié afin d'assurer un broyage optimisé et produisant un ciment si les boulets subissent changement des tailles à cause de leurs usures cela affecte la qualité de ciment produit conforme</p>																		

<p>Etat du broyeur Séparateur</p>	<p>Le rôle du séparateur est de séparer des particules fines de ciment pour acheminement vers le silo ciment des particules plus grosses pour ré-broyage si le séparateur n'est pas bien nettoyé cela affecte la qualité de ciment broyé</p>
<p>Dosseurs Défectueux</p>	<p>Si le drossage du clinker et des ajouts ciment à l'entrée du broyeur ciment n'est pas fiable cela donne une qualité de ciment différent à celle souhaitée</p>
<p>Stockage du clinker à l'aire libre</p> <p>Pluies</p>	<p>Milieu</p>
	<p>Le stockage du clinker dans des tas à l'air libre forme une couche externe plus claire que la couleur à l'intérieur</p>
<p>Manque de compétence</p>	<p>Les pluies favorisent la dégradation de la couleur du clinker stocké à l'air libre</p>
	<p>Main d'Œuvre</p>
<p>Manque de personnel</p>	<p>Le manque des compétences pour le pilotage des différents ateliers affecte la qualité des matières produites ce phénomène s'aggrave avec la combinaison de la nature de travail par 3 postes car chaque opérateur à sa propre manière de pilotage d'où une source de fluctuation de la qualité produite.</p>
	<p>Le manque du personnel pour assurer les rondes de vérification ou la maintenance des équipements affecte le rondement des ateliers et par la suite la qualité du produit</p>
<p>Fréquence des campagnes SR3</p>	<p>Méthode</p> <p>La production du ciment type CEM I SR3 est planifiée que les fin de semaines du coup le niveau de la chambre du stockage de ce type de ciment est</p>

	généralement basse car il s'agit aussi de la plus petite chambre (5) du silo (1500 t).
<p>Hétérogénéité du clinker</p> <p>Stockage hors parc</p>	<p>Le stockage hors parc du clinker donne une alimentation du broyeur ciment hétérogène en effet et contrairement à l'extraction du parc clinker il y a une absence totale d'homogénéisation des différentes couches de clinker d'où les fluctuations abondantes des CTQ le long des compagnes d'alimentation du broyeur ciment des tas externes de clinker car au fil du temps les couches externes des tas durcissent et forment des croûtes.</p>
<p>Hétérogénéité du ciment</p> <p>Absence d'une limitation de niveau inférieur de silo</p>	<p>L'absence d'une limitation du niveau inférieur des chambres du silo ciment gêne l'homogénéisation du ciment dans les chambres.</p>

6. CONCLUSION :

Lors de cette phase d'analyse, nous avons eu recours à plusieurs outils LEAN pour analyser les données collectées et mesurées au cours de la phase de mesure.

A priori nous avons identifié les différentes causes racines et nous allons développer, à présent, la quatrième phase de la démarche DMAIC qui constitue l'amélioration en proposant des actions factuelles et dont la mesure de l'efficacité est simple à engager afin de valider les résultats atteints et sans pour autant faire une pause pour traiter les subtilités qui peuvent impacter la qualité de notre produit vers l'excellence de la qualité.

CHAPITRE V : DEMARCHE DMAIC – INNOVER - AMELIORER

1. INTRODUCTION

Innover ou Améliorer est la quatrième phase de la démarche DMAIC dans laquelle on balaye et on sélectionne les solutions possible pour améliorer et maîtriser les CTQ on dysfonctionnement. Une multitude d'outils peuvent être utilisés comme les matrices de sélection multicritères, les outils d'analyse de risques à savoir l'AMDEC peuvent être déployés. Voir même des mises en place des procédures et des formations ciblés pour assurer une reproductibilité des bonnes pratiques et pérenniser les acquis.

Les trois premières étapes de l'application de la méthodologie Lean Six Sigma nous ont permis de connaître les causes responsables de la variabilité des CTQ et les sources de gaspillage. Dans cette étape Nous allons donc établir un plan d'action afin de mettre en place les solutions proposées par toute l'équipe.

Nous avons donc élaboré une AMDEC contenant les actions adéquates pour chaque dysfonctionnement.

2. AMDEC

Dans cette partie, on va appliquer la méthode AMDEC aux causes et Muda précédemment identifiés afin de hiérarchiser celles qui présentent un niveau de risque élevé et mettre les actions nécessaires pour réduire ce risque

2.1. DEFINITION DE L'AMDEC

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est un outil de management de la qualité qui permet d'obtenir la qualité par des actions préventives plutôt que curatives. En effet Le principe de base de l'AMDEC est de réaliser une analyse pour mettre en évidence les défaillances potentielles. La notion d'analyse dans une AMDEC peut englober, la conception d'un produit, un processus de production ou l'organisation d'un service. l'AMDEC propose une hiérarchisation des risque et amener des actions correctives et préventive nécessaires.

2.2. ORGANISATION

Après l'élaboration du diagramme d'Ishikawa, l'identification des Mudras et l'analyse des causes nous avons fait à des entretiens avec les responsables concernés afin de :

- identifier les causes de défaillances ;
- identifier leurs effets ;
- hiérarchiser les défaillances par une notation ;
- apporter des actions correctives en prévention.

2.3. LES BAREMES D'EVALUATION

On définit alors un la criticité (C) qui sera le produit de

- Fréquence (F) d'apparition de la défaillance
- Gravité (G) de la défaillance
- Probabilité (P) de la détection de la défaillance

$$C = F \times G \times P$$

Cotation	F – Fréquence	G – Gravité	D – Détection
1	Jamais ou presque	Sans conséquences	100 % ou presque
3	Possible	Mineur	délectable à l'autocontrôle
7	Souvent	Moyenne	délectable en visuel
10	Toujours	Majeur	Impossible / Défaut signalé par machine avec arrêt

Suite à une concertation avec le groupe de travail nous avons fixé un seuil au-dessus duquel une action doit être engagée $C > 100$ ou bien encore pour assurer une meilleure maîtrise des anomalies chaque gravité $G > 7$ une action doit avoir lieu par mesure préventive.

2.4. ELABORATION DE L'AMDEC

Défaillance potentielle	Effets potentiels du défaut	Causes potentielles du défaut	Existence				Prévu			Résultat				
			Contrôles actuels	G	F	D	C	Action	Responsable	Délai	G'	F'	D'	C'
% CaO lib élevé	Ciment de mauvaise qualité	Mauvaise Cuisson	Analyse chaque 4 heures	7	3	3	63	RAS						
Cristallographie du clinker déséquilibré	Ciment de mauvaise qualité	Mauvaise Cuisson Mauvaise composition de Farine crue	Analyse chaque 4 heures	10	3	3	90	RAS						
Ségrégation de Ciment	Fluctuation de l'SSB	Niveau bas des chambres du silo ciment	Affichage du niveau de silo à la salle de contrôle	7	7	10	490	L'intégration d'un suivi des niveaux des chambres du silo ciment	Trifi .Y Bouazza. A	S18	7	3	3	64
Couleur calcaire	Couleur ciment blanchâtre	Nature de la couleur de la roche mère	Pas de contrôle spécifique	10	10	1	100	RAS						
Vannes à extraction clinker en pannes	Inefficacité de l'extraction clinker	Manque de maintenance	Rapport des rondiers	7	7	3	147	Mise une place d'instruction des suivi de l'extraction du clinker	Faidi. N Rebhi.S Bouazza.A	S19	7	3	3	64
Bande hors service	Inefficacité de l'extraction clinker	Manque de maintenance	Rapport des rondiers / intervention immédiate (équipe astreinte)	7	7	1	49	RAS						
Vannes à extraction ciment en pannes	Hétérogénéité de l'extraction ciment	Manque de maintenance	Rapport des rondiers	10	7	3	210	Mise une place d'instruction des suivi de l'extraction du ciment	Jammeli.F Rebhi.S Bouazza.A	S18	10	3	3	90
Déséquilibre de la charge des boulets du broyeur ciment	Réduction de réactivité de la finesse de ciment	Manque de vérification de l'état de la charge du broyeur	Vérification ponctuel	10	3	7	210	Vérification hebdomadaire systématique	Rebhi.S	S19	10	3	3	90
Mauvais état du séparateur du broyeur	Réduction de réactivité du ciment	Manque de nettoyage de la grille	Nettoyage suite une chute de tirage	10	3	7	210	Intégration d'un Nettoyage hebdomadaire	Rebhi.S	S19	10	3	3	90
Dosseurs broyeur ciment Défectueux	Mauvais dosage de ciment	Manque de vérification des doseurs	Vérification semestriel des doseurs	10	7	3	210	Augmentation de la fréquence de vérification	Kerkni.F Bouazza.A	S19	10	3	3	90
Stockage du clinker à l'aire libre	Détérioration de la qualité du clinker	Pluies - %humidité	Visuel	7	10	7	686	Etude d'investissement : 2eme stock clinker	Souidi.MS	Fin OCBR 2019	1	1	1	1

Manque de compétence	Mauvais pilotage des ateliers / fluctuation de qualité produit	Manque de formation complémentaire / Coaching	Evaluation trimestriel des opérateurs	10	3	10	300	Demande d'une Formation spécifique l'effectif du pilotage sur la qualité produit	Faidi . N	S21	10	3	3	90
Manque de personnel	Manque de vérification et entretien des équipements	Recrutement non-justifié	aucun	3	3	3	27	RAS						
Fréquence des compagnes broyage et expédition du ciment SR3	Hétérogénéité des produits livrés	Absence de l'homogénéisation au silo ciment	Affichage du niveau de silo à la salle de contrôle	7	7	3	147	Augmentation des fréquences de broyage du SR3	Faidi . N	S20	7	3	3	64
Hétérogénéité du clinker Stockage hors parc	Hétérogénéité de clinker du broyeur ciment	Manque de gerbage	Visuel	7	7	7	343	Augmentation des fréquences de gerbage	Faidi . N	S20	7	3	3	64
Absence d'une limitation de niveau inférieur de silo	Hétérogénéité du ciment	Absence d'une instruction	aucun	10	7	3	210	Mise en place d'une instruction de remplissage des silos	Faidi. N Rebhi.S Bouazza.A	S19	10	3	3	90
Surproduction clinker	Stock inules	Mauvaise planification	Forecast (vente-production)	10	3	1	30							
Sur stockage clinker	Détérioration de la qualité du clinker	Surproduction	Suivi de l'état des stocks	10	7	7	490	Etude de l'optimisation de la production avec la direction commerciale et selon les demandes du marché	Faidi.N Hamrouni.Z	Fin 2019	10	3	3	90
Les pannes et la maintenance non planifiée	arrêt de la production	Manque de la maintenance préventive	Suivi du planning de la maintenance préventive	7	10	1	70	RAS						

2.5. MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION DE L'AMDEC

L'analyse AMDEC assurée dans les pages ci-haut de ce chapitre nous a permis de ficeler un ensemble d'actions utiles et complémentaires pour maîtriser les défaillances et déviations développées dans la première partie de ce présent rapport.

Ainsi, on peut présenter comme suit :

2.5.1. INSTRUCTION REPLISSAGE ET EXTRACTION DES CHAMBRES DU SILO CIMENT

Afin d'assurer homogénéisation de l'extraction de ciment et la réduction de la fluctuation de la qualité du produit livré nous avons mis en place une instruction afin mettre des limites inférieures pour au remplissage des chambres et d'assurer la surveillance de l'état des équipements.

 SOTACIB	DIRECTION PRODUCTION	Réf.:IPR-CE-03 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Remplissage et extraction des chambres du silo ciment	Page : 1 / 2

I- Domaine d'application :

Cette instruction s'applique pour les actions de remplissage et extraction de chaque chambre du silo ciment.

II- Responsabilités :

L'opérateur Expédition et l'opérateur salle de contrôle ont la charge de l'application de la présente instruction.

III- Documents de référence :

RAS

IV- Définitions et abréviations :

RAS

V- Documents D'enregistrement :

Journal de poste
Base des données de la qualité

VI- Divers :


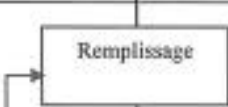


RAS

VII- Liste de diffusion :

Directeur Qualité et Environnement
 Chef de Division de Production
 Chef de Service des Expédition
 Chef de Service Contrôle Qualité
 Chefs de quart
 Chef d'équipe des Expédition
 Opérateur salle de contrôle

 SOTACIB	DIRECTION PRODUCTION	Réf.: IPR-CE-03 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Remplissage et extraction des chambres du silo ciment	Page : 2 / 2

VIII- Description :

QUI Responsabl	QUOI Etapes (logigramme)	Description de la méthode ou renvoie à la procédure	Enregistremen ts
Opérateur salle de contrôle		Avant de commencer le remplissage de chaque chambre du silo ciment et afin de éviter tout problème d'aiguillage il faut vérifier la conformité de la chambre par rapport la qualité de ciment produite.	
Opérateur salle de contrôle		Procéder au remplissage des chambres	Journal de poste
Opérateur Expédition		<p>Avant de commencer l'extraction de ciment du silo il faut vérifier le niveau de la chambre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si le niveau est supérieur à 50%, l'extraction est permise à tout moment sans aucun problème. • Si le niveau est inférieur à 50%, l'extraction momentanée n'est pas autorisée. <p>Le service contrôle qualité doit suivre le niveau des chambres du silo et le mentionner dans sa base des données.</p>	Base des données de la qualité
Rondier expédition		Avant d'entamer l'extraction du ciment du silo le rondier doit vérifier l'état des vannes d'extraction en cas de panne il doit avertir l'équipe de la maintenance pour intervention, si non Opérateur Expédition peut lancer l'extraction.	

	<i>Rédacteur</i>	<i>Vérificateur</i>	<i>Approbateur</i>
Nom	BOUAZZA Asma	FAIDI Nabil	GOUADER Jounaidi
Fonction	RSQE	CDP	DQE
Date et Signature	03/05/2019 	03/05/2019 	03/05/2019 

2.5.2. INSTRUCTION CHARGEMENT ET EXTRACTION DU CLINKER

Dans le but de l'assurance d'une homogénéisation de chargement et extraction de clinker et la réduction de la fluctuation de la qualité du clinker d'alimentation du broyeur ciment nous avons mis en place une instruction afin de détailler les méthodes adoptées pour ces opérations d'assurer la surveillance de l'état des équipements.

 SOTACIB	DIRECTION PRODUCTION	Réf.:IPR-LC-07 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Chargement et extraction du clinker	Page : 1 / 2

I- Domaine d'application :

Cette instruction s'applique pour les actions de chargement et extraction du clinker.

II- Responsabilités :

Le chef de quart et l'opérateur salle de contrôle ont la charge de l'application de la présente instruction.

III- Documents de référence :

RAS

IV- Définitions et abréviations :

RAS

V- Documents D'enregistrement :

DPR-CE-03 : Check-list atelier Ciment

VI- Divers :

RAS

VII- Liste de diffusion :

Directeur Qualité et Environnement

Chef de Division de Production

Chef de Service Contrôle Qualité

Chefs de quart

Opérateur salle de contrôle

Rondiers

 SOTACIB	DIRECTION PRODUCTION	Réf.:IPR-LC-07 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Chargement et extraction du clinker	Page : 2 / 2

VIII- Description :

1) Chargement clinker :

- A la sortie du refroidisseur le clinker est acheminé à l'aide d'une chaîne à auget vers le stock clinker
- Si ce dernier est plein ou s'il s'agit d'un clinker SR3, le clinker sera stocké à l'air libre au parc PDR à l'aide des camions
- A la fin de la campagne de stockage une opération de gerbage du tas sera lancer à fin d'homogénéiser




2) Extraction du clinker du stock :

- L'extraction du clinker du stock est réalisée à l'aide de 10 vanes à casque versant du clinker sur 3 bandes.
- Avec un tempo prédéfini on altère les vanes l'une après l'autre comme l'indique le chemin suivant



3) Chargement du clinker du parc à la trémie L12.10:

- Lors du remplissage du camion du clinker, la chargeuse doit faire le rond du tas pour assurer une homogénéisation
- Isoler les tas les moins bons en termes de qualité pour les compagnes du CEM II 32.5 et CHA 10

	<i>Rédacteur</i>	<i>Vérificateur</i>	<i>Approbateur</i>
Nom	BOUAZZA Asma	FAIDI Nabil	GOUADER Jounaidi
Fonction	RSQE	CDP	DQE
Date et Signature	07/05/2019 	07/05/2019 	07/05/2019 

2.5.3. AUTRES ACTIONS

- Augmentation de la fréquence de vérification des dosseurs

Suite à un entretien avec le chef service instrumentation concernant le planning d'étalonnage et de vérification nous avons décidé de passer d'une vérification semestrielle à une autre trimestrielle. Une mise à jour du planning a été réalisée.

- Action de formation

Une demande d'une formation spécifique pour les opérateurs sous le thème « l'influence du pilotage sur la consommation énergétique et qualité produite ». Cette formation sera intégrée dans le plan des formations au titre de l'année 2020.

- Optimisation de la production

Cette action est prise en charge dans le cadre du comité coût afin d'étudier l'optimisation de la production selon la tendance et les demandes du marché et dans le but d'éviter la surproduction du clinker.

- Vérification du broyeur ciment

Du fait que la SK dispose d'un unique broyeur ciment rond la vérification de son rendement primordial d'où le renforcement de cadence du nettoyage de la grille et la vérification de la charge.

3. CONCLUSION :

En se basant sur les chapitres précédents « mesurer » et « analyser », nous avons pu engager les actions correctives nécessaires lors de ce chapitre afin de remédier aux différents problèmes dégagés tout le long de ce projet.

Une telle analyse et action entreprises ont permis de mieux maîtriser la stabilité du produit et qui sera confirmée davantage dans le chapitre suivant à travers les actions de contrôle et de suivi de l'efficacité des actions engagées en pratique.

CHAPITRE V I: DEMARCHE DMAIC – CONTROLE

1. INTRODUCTION

La cinquième étape de la démarche DMAIC est une phase de contrôle et de suivi. Elle intervient juste après la phase d'« amélioration » qui a permis d'implémenter les nouvelles solutions sélectionnées par l'équipe suite à l'étude approfondie de certains problèmes de qualité dans l'entreprise. Cette étape est complexe dans la mesure où elle doit permettre aux équipes de comparer une situation nouvelle souhaitée par rapport à une situation initialement insatisfaisante, et ainsi observer la situation actuelle afin de confirmer, puis de maintenir, le succès du projet DMAIC.

L'approche conduite dans cette phase est l'audit avec des fréquences multiples afin de consolider les actions entreprises et conduire le changement d'une manière graduelle et solide.

2. L'AUDIT

C'est dans cette mesure qu'on a élaboré une procédure d'audit spécifique pour pouvoir contrôler les différentes actions et mettre en avant des actions correctives au cas de besoin.

Dans les pages suivantes, on va présenter un rapport d'audit assuré le 05 et 06 Juin 2019 à cet effet et qui sera interprété par la suite.

2.1. DEFINITION D'AUDIT

La norme ISO 19011 définit l'audit comme un processus méthodique, indépendant et documenté, permettant d'obtenir des preuves objectives et de les évaluer de manière objective pour déterminer dans quelle mesure les critères d'audit sont satisfaits

2.2. PREPARATION DE L'AUDIT

Afin d'assurer un bon déroulement de l'audit, nous avons préparé une check -List spéciale pour contrôler les actions engagées dans l'étape « améliorer ». puis nous avons contacté les responsables concernés pour réaliser l'audit le 05 et 06 juin 2019.

2.3. RAPPORT D'AUDIT

 SOTACIB	DIRECTION GENERALE	Réf.:DDG-QU-10 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Rapport d'audit qualité interne	Page : 1 / 2

Audit N° : 6-2019

Audité : Direction production – Direction qualité – Direction Maintenance

Date(s) d'audit : 05 et 06 juin 2019

Equipe d'audit :

<i>Nom et prénom</i>	<i>Fonction</i>	<i>Qualité</i>
Asma Bouazza	RSQE	Auditeur
Samir Rebhi	Ingénieur responsable procès et optimisation	Auditeur
Trifi Yassine	Chef Service Qualité Contrôle produit	Audité
Nabil Faidi	Chef Division production	Audité
Lassad Aouissaoui	Chef de quart	Audité
Salah Chhaibi	Opérateur salle de contrôle	Audité
Faouzi Haddaji	Rondier Ciment	Audité
Foued Jemmali	Chef Service Expédition	Audité
Hamza Mannai	Chef d'équipe Expédition	Audité
Ramzi Sebri	Rondier Expédition	Audité
Foued Kerkni	Chef Service instrumentation	Audité

Champ d'audit (Domaine d'application) : Service LC et Ciment, Service Expédition et Service instrumentation et service contrôle qualité

Référentiel d'audit :

1- Documentation spécifiques à l'activité auditée :

- Instruction Chargement et extraction clinker IPR-LC-07
- Instruction Remplissage des chambres du silo ciment IPR-CE-03
- Procédures Contrôle des équipements PDM-EI-01
- Instruction Vérification des doseurs crus et ciments IDM-EI-01

2- Documentation commune à toutes les activités auditées :

- Procédure de maîtrise des documents PDG-QU-01
- Procédure de maîtrise des enregistrements PDG-QU-02
- Procédure des actions correctives et préventives

 SOTACIB	DIRECTION GENERALE	Réf.:DDG-QU-10 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Rapport d'audit qualité interne	Page : 2 / 2

Résultats de l'audit :

Points forts :

- Bonne application des nouvelles instructions

Points sensibles :

- Le manuel de la salle de contrôle des expéditions est mal entretenu
- Un tas de clinker d'une qualité médiocre sont stockés au fond du parc une identification par plaques est sollicité à fin d'éviter tout risque de confusion

Ecart :

- L'homogénéisation n'est pas bien respectée la chargeuse remplit le camion d'une seule face du tas de clinker

Pistes d'amélioration :

- Optimisation du tempo des vannes d'extraction

Les détails de ces résultats sont mentionnés dans la check-list ci-jointe

Asma Bouazza



Samir Rebhi



2.4. CHECK-LIST DE L'AUDIT

 SOTACIB	DIRECTION GENERALE	Réf.:DDG-QU-08 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Check-list d'audit	Page : 1 / 3

N°	Points à examiner	Document de référence	Situation sur site	évaluation		
				C	NC	OB
01	Maître des documents - Vérifier la présence et l'état des documents - Accessibilité - Les documents sont-ils Maj. ?	IPR-LC-07 Chargement et extraction clinker IPR-CE-03 Remplissage des chambres du silo ciment PDM-EI-01 Contrôle des équipements IDM-EI-01 Vérification des doseurs crus et ciments	Les manuels des procédures sont disponibles dans les points qualité. Le manuel de la salle de contrôle des expéditions est mal entretenu			X
02	Maîtrise des enregistrements Vérifier les enregistrements apportant la preuve du fonctionnement de la l'activité et de sa conformité aux exigences ?	DDM-EI-04 Planning d'étalonnage DPR-CE-03 Check List broyeur ciment Base des données qualité Journal de poste	Tout les documents demandés sont présentent	X		
03	Ressources Humaines Identification des besoins en formation des membres du personnel du l'activité dont le travail a une incidence sur la qualité du produit	Demande de formation et réalisation	Une demande d'action de formation sous le thème l'influence du pilotage sur la consommation énergétique et qualité produite	X		
04	Chargement Clinker Identification des types de clinker stocké à l'air libre ?	IPR-LC-07 Chargement et extraction clinker	L'indentification peut être amélioré on mettant des plaques signalétiques			X
05	Y-a-t-il des incuits si oui comment gérer ces produits ?		Un tas de clinker d'une qualité médiocre sont stockés au fond du parc une identification par plaques est sollicité à fin d'éviter tout risque de confusion			X
06	Le gerbage est-il réalisé ?		Un poulain est présent en permanence dans le stock aspect visuel du clinker est homogène	X		
07	Extraction du clinker du stock Les 10 vannes et les 3 bandes sont-	DPR-CE-03 Check List broyeur ciment	Le synoptique et les check-lists affichent les vannes et bandes fonctionnelles	X		

 SOTACIB	DIRECTION GENERALE	Réf.:DDG-QU-08 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Check-list d'audit	Page : 2 / 3

	elles fonctionnel ?				
08	Le chemin d'extraction est-il respecté ?		Le chemin est respecté une action est prévu pour optimisation du tempo	X	
09	Chargement du clinker du parc à la trémie L12.10 L'homogénéisation lors du remplissage des camions est-il respecté ?		L'homogénéisation n'est pas bien respectée la chargeuse remplit le camion d'une seule face du tas de clinker		X
10	Remplissage du clinker Le niveau min de remplissage est il respecté ?	IPR-CE-03 Remplissage des chambres du silo ciment	Les opérateurs sont entraînent de respecté le niveau min	X	
11	le suivi du niveau min est-il respecté ?		Le niveau de silo est intégré dans la base des données qualité	X	
12	Les vannes d'extraction sont-elles vérifiées ?		Les check List des rondiers montre une vérification par poste de l'état des vannes	X	
	Maîtrise des dispositifs de mesure et de surveillance ✓ Les dispositifs utilisés pour démontrer la conformité du produit sont-ils maîtrisés ? Etalonnés ? Entretien ? ✓ L'incertitude de mesure des dispositifs utilisés est-elle connue et compatible avec l'aptitude la mesure requise ? ✓ Les dosseur sont-ils étalonnés et réglés à des intervalles spécifiés ? ✓ Les résultats d'vérification sont-ils enregistrés ? La validité des résultats de contrôle et d'essai antérieurs est-elle évaluée si un dispositif se révèle être en dehors des limites d'utilisation ?	PDM-EI-01 Contrôle des équipements IDM-EI-01 Vérification des doseurs crus et ciments DDM-EI-04 Planning d'étalonnage	Le planning de vérification des équipements a été mis à jour pour rendre des vérifications trimestrielles Les vérifications précédentes sont satisfaisantes	X	

 SOTACIB	DIRECTION GENERALE	Réf.:DDG-QU-08 Rév N° :01
SOTACIB KAIROUAN	Check-list d'audit	Page : 3 / 3

	- En cas d'une non-conformité par rapport à ces mesure quelle sont les actions engagé ? - Planning des vérifications et étalonnage des équipements concernés est-il respecté ?					
--	---	--	--	--	--	--

C : conforme

N.C : non conforme

OB : observation (point sensible)

3. CONCLUSION

Par cette dernière phase on termine la démarche DMAIC. Si les résultats de ce projet sont satisfaisants, nous élargirons les méthodes utilisées sur les différents problèmes.

A la suite de l'application, les constats préalables ont pu déceler une réussite quant à la démarche DMAIC entreprise ainsi que les actions concrétisées. En effet, une telle analyse peut nous renseigner sur la possibilité de déploiement des solutions avancées sur les autres problématiques rattachées à l'optimisation de la production, le TRS des équipements et le coaching des équipes de travail en tant que 8^{ème} forme de gaspillages et qui peut nous renseigner sur plusieurs actions d'amélioration continue.

CONCLUSION GENERALE

La société SOTACIB KAIROUAN cherche à améliorer la satisfaction de ses clients à travers la lutte contre la fluctuation de la qualité du produit. C'est dans ce cadre que se situe mon projet de fin d'études qui représente une contribution à la mise en œuvre de la politique d'amélioration continue adoptée par la Direction Générale afin d'augmenter la compétitivité de l'entreprise.

Ce projet a pour objectif d'identifier les causes de l'instabilité de la qualité du produit. Et ce, à travers la démarche Lean Six Sigma.

Au cours du premier chapitre, nous avons globalement présenté le groupe SOTACIB KAIROUAN, son historique, ses domaines, ses produits, sa vision stratégique et aussi nous avons présenté l'organigramme de l'entreprise. Puis nous avons passé à l'explication de la démarche de Lean Six Sigma et de la méthode DMAIC que nous avons suivie tout au long du projet. Ceci nous a permis de déterminer notre problématique globale qui a fait l'objet d'analyse et de solutions dans le présent rapport. Dans le second chapitre, nous avons abordé la première phase DMAIC « Définir » qui nous a permis de définir les dimensions du projet et d'examiner la situation actuelle de ce dernier. Lors de la seconde phase, nous avons mesuré la capacité du processus de production à donner un produit conforme.

A travers la phase « Analyser », nous avons dégagé les axes principaux d'amélioration. Ceci nous a mené à effectuer des actions d'amélioration pour réduire les défauts engendrés par ces composants.

En se basant sur les chapitres précédents « Mesurer » et « Analyse », nous avons pu réaliser les actions correctives nécessaires lors de la phase « Améliorer » afin de remédier aux différents problèmes dégagés tout au long de ce projet. Une telle analyse et action entreprises ont permis de mieux maîtriser la fluctuation de la qualité du produit en passant de plus 11800.3 de défauts par million à moins de 35 ppm.

A la suite de l'application, les constats préalables ont pu déceler une réussite quant à la démarche entreprise ainsi que les actions concrétisées.

Limites et Perspectives :

Cette démarche peut être déployé au niveau de contrôle des matières premières à fin de traiter amont tout risque de fluctuation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guidelines

<https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/>

Ouvrages et revues

M. PILLET, *Six Sigma comment l'appliquer*, Edition d'Organisation, 2004

M. PILLET, *Appliquer la maîtrise statistique des processus (MSP/SPC), d'organisation Eyrolles* 2005.

D.DURET, M.PILLET, *Qualité en Production : De l'ISO 9000 à Six Sigma, Édition d'organisation Eyrolles, pp.194, 2005.*

<https://leansixsigmafrance.com/>

<https://www.piloter.org/six-sigma/methode-six-sigma.htm>


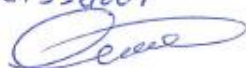
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Ciment>

ANNEXES

Check-list atelier ciment


SOTACIB		DIRECTION DE PRODUCTION			Réf.: DPR-CE-03 Rèv N° : 00
SOTACIB KAIROUAN		Check-list atelier Ciment			Page : 1/2
Date : 06 Juin 2019		Nom du rondier : Faouzi Kaddaji			
Poste : 06-14					
Equipements	Item	Etats		Observations	
		Bon	Mauvais		
Transport clinker					
Vannes à casque	L12 01	X			
Bande	L12 02	X			
Bande	L12 03	X			
Bande	L12 04	X			
Filtre de dépoussiérage	L12 05	X			
Bande	L12 07	X			
Trémie de secours	L12 08	X			
Extracteur vibrant	L12 09	X			
Filtre de dépoussiérage	L12 10	X			
Filtre de dépoussiérage	L12 13	X			
Alimentation additifs					
Bande	D12 01	X			
Bande	M11 01	X			
Volet trois voies	M11 03	X			
Bande réversible	M11 05	X			
Filtre de dépoussiérage	M11 10		X	a vérifier DP	
Filtre de dépoussiérage	M11 11	X			
Trémie de secours	M11 20	X			
Bande	M11 21	X			
Broyage ciment					
Trémie clinker	N11 01	X			
Trémie gypse	N11 02	X			
Trémie calcaire	N11 03	X			
Doseur clinker	N11 05	X			
Doseur gypse	N11 06	X			
Doseur calcaire	N11 07	X			
Bande réversible	N11 09	X			
Filtre de dépoussiérage	N11 10	X			
Broyeur ciment	N11 21	X			
Groupe de commande du broyeur	N11 22	X			
Séparateur statique	N11 23	X			
Filtre broyeur	N11 24	X			
Ventilateur tirage broyeur	N11 25	X			
Aéroglossière	N11 31	X			
Élévateur recirculation	N11 32	X			
Aéroglossière	N11 33	X			

Document maîtrisé

 SOTACIB	DIRECTION DE PRODUCTION			Réf.: DPR-CE-03 Rév N°:00
SOTACIB KAIROUAN	Check-list atelier Ciment			Page : 2/2
Crible	N11 34	<input checked="" type="checkbox"/>		
Séparateur dynamique SEPOL	N11 35	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre sérateur	N11 36	<input checked="" type="checkbox"/>		
Extraction sous filtre	N11 37	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ventilateur tirage séparateur	N11 38	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aéroglossière	N11 39	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	N11 41	<input checked="" type="checkbox"/>		
Transport ciment				
Aéroglossière	P11 01	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aéroglossière	P11 02	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 03	<input checked="" type="checkbox"/>		
Elévateur silo ciment	P11 05	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 06	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aéroglossière	P11 07	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 12	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 21	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 22	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 23	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 24	<input checked="" type="checkbox"/>		
Filtre de dépoussiérage	P11 25	<input checked="" type="checkbox"/>		
Silo ciment				
Silo ciment (tuyauteries, aéro ...)	Q11 01	<input checked="" type="checkbox"/>		
Pont bascule	Q11 11	<input checked="" type="checkbox"/>		
NOM ET SIGNATURE DE CHEF DE QUART :				
<p><i>Lassaad Aouissgoui</i></p> 				
NB : Toute autre anomalie doit être mentionnée et déclarée directement au chef de poste				

Document maîtrisé

Planning d'étalonnage et vérification des dosseurs et ponts bascules

 SOTACIB KAIROUAN		DIRECTION MAINTENANCE Planning d'étalonnage et de vérification										Réf: DDM-EI-04 Rév N°: 00 Page: 1/1
Code	Désignation	Etat de l'équipement	Emplacement	Responsable	Type d'intervention			Périodicité	Méthode (instruction)	Critères d'acceptation	Date du dernier VIVE/ET	Date du Prochain VIVE/ET
					VI	VE	ET					
E11.02	Doseur mélange	Bon état	Atelier cru	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	21/04/2019	20/07/2019
E11.04	Doseur calcaire	Bon état	Atelier cru	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	14/04/2019	13/07/2019
E11.06	Doseur sable	Bon état	Atelier cru	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	17/02/2019	16/05/2019
E11.08	Doseur minéral de fer	Bon état	Atelier cru	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	17/02/2019	16/05/2019
N11.05	Doseur ciment	Bon état	Atelier ciments	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	20/04/2019	19/07/2019
N11.06	Doseur gypse	Bon état	Atelier ciments	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	07/04/2019	06/07/2019
N11.07	Doseur calcaire	Bon état	Atelier ciments	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-01	± 2%	07/04/2019	06/11/2019
R11.05	Bascula ligne N°1	Bon état	Atelier ensachage	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-02	± 0.5%	03/04/2019	02/07/2019
R21.05	Bascula ligne N°2	Bon état	Atelier ensachage	CSEI	X			1fois / 3mois	IDM-EI-02	± 0.5%	03/04/2019	02/07/2019
Q11.11	Pont bascule Vrac	Bon état	Atelier expédition	CSEI		X		1fois / an	PDM-EI-01	± 20 Kg	23/04/2019	22/04/2020
Q11.22	Pont bascule expédition	Bon état	Atelier expédition	CSEI		X		1fois / an	PDM-EI-01	± 20 Kg	23/04/2019	22/04/2020
Q11.23	Pont bascule expédition	Bon état	Atelier expédition	CSEI		X		1fois / an	PDM-EI-01	± 20 Kg	23/04/2019	22/04/2020
Q11.25	Pont bascule matiere première	Bon état	Atelier expédition	CSEI		X		1fois / an	PDM-EI-01	± 20 Kg	23/04/2019	22/04/2020

* : VI: vérification interne VE: vérification externe ET: étalonnage

Document maîtrisé

Diagnostic PFE

1. OBJECTIF DU DIAGNOSTIC :

Ce diagnostic a pour objectif d'orienter ma prise de décision pour le choix du sujet et de l'encadreur du PFE master professionnel MPQSE.

2. ETAPES :

- Diagnostic « sujet PFE »
 - Hypothèse la cimenterie SOTACIB KAIROUAN
 - Hypothèse Autre entreprise
- Conclusion

3. DIAGNOSTIC « SUJET PFE »

3.1. HYPOTHESE LA CIMENTERIE SOTACIB KAIROUAN :

Critère	Points Forts	Points Faibles
Variété des sujets	Une panoplie d'activité complexe qui permet avoir de multiple sujet de PFE	Le chevauchement hiérarchique peut limiter mon choix
Structure et Organisation	<p>Mon : N+1 : Directeur Qualité et Environnement N+2 : Directeur Central d'Usine</p> <p>Bonne entente avec mon N+1 et mon N+2 Bonne entente avec les chefs services des autres directions et division (Production + Maintenance + Achat + IT+ GRH +Commercial)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mon N+1 ne chapeaute pas l'activité SST - Pas de relation directe avec les activités liées au siège à savoir : finances, comptabilité, contrôle de gestion...
Activité Maitrisé	<p>Mes activités : Environnement, Système Qualité et le housekeeping</p> <p>Autres Activités que je peux les maitriser ou j'ai une idée sur leurs déroulements : SST , Suivi qualité produit, Métrologie</p>	<p>Faible Possibilité de blocage avec les autres directions : Le faite que je fais partie de la DQE peut freiner la coopération avec les autres directions dans la récupération des données du train nécessaires pour le PFE</p>
Sujet possible	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un SMI QSE (+++) - Déploiement d'une démarche de LEAN (+++) - Analyse et Amélioration des KPI de la SOTACIB KAIROUAN (++) 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place un système de Management RSE conformément à la norme ISO26000 (+) - <i>Mise en place d'une solution de management QSE - Qualipro (à condition d'entamer l'achat du QUALIPRO) (+)</i> - Mise en place d'un système de management des risques selon la norme ISO31000 (+) - Mise en place d'un système de management de l'énergie selon la Norme ISO 50001 (+) (vérifier la planification d'un audit énergétique d'ici le 1er trimestre 2019)
--	--

3.2. HYPOTHESE AUTRE ENTREPRISE :

Critère	Points Forts	Points Faibles
Variété des sujets	Multiple sujet possible par rapport au master MIQSE	Possibilité de m'imposer un sujet dont je ne suis pas convaincu
Structure et Organisation	Ouverture sur un nouveau domaine d'activité	-Manque de disponibilité je ne peux être présente que pour les samedis -épuisement de mon solde de congé
Activité Maitrisé	-Délavage des jeans -Fabrication des accumulateurs -Mise en bouteilles des eaux minérales	Connaissances limitées à l'activité industrielle d'automobiles et aéronautiques
Sujet possible	Une préférence pour les industries liée aux secteurs automobiles et aéronautiques	
Déplacement possibles et connaissances	<ul style="list-style-type: none"> - Kairouan (yura corporation) - Zaghouan (SITEM – Lacroix –Palma– CJO) - Sousse (Remy Automotive) - Ksar Hellal (SARTEX) 	

4. CONCLUSION :

-Une bonne maitrise du terrain de la SOTACIB KAIROUAN qui présente un avantage majeur.

-Prise de risque pour élaboration d'un PFE ailleurs que la SK due au manque du temps. Mais ça reste une opportunité de progrès de ma carrière.

