

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

- جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie industriel

Spécialité : Ingénierie de la production

Par : BELATRECHE Aymen Abou Baker

Thème

**Etude et optimisation de la chaine de production d'une unité
de fabrication des briques Cas d'étude : Briqueterie ENNOUR**

Soutenu publiquement, le 12 /06 / 2024, devant le jury composé de :

Président	H.A. GUEZZEN	MCA	UABB Tlemcen
Encadreur	H. KADRAOUI	MCB	UABB Tlemcen
Co-Encadreur	A. KHATER	RSP/PRODUCTION	BRIQUETERIE EN NOUR
Examinateur	A. HADRI	MCB	UABB Tlemcen
Examinateur	M. SARI	Magister	UABB Tlemcen

Remerciements

Je remercie en premier lieu Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour terminer ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Mr KADRAOUI Hicham, pour avoir encadré et dirigé ce travail ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et pour son soutien et sa patience.

Je remercie très chaleureusement Monsieur KHATER Aissa, responsable de production dans la briqueterie EN NOUR pour sa disponibilité et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens pour le bon déroulement de ce travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr H.A. GUEZZEN, d'avoir fait l'honneur de présider le jury et Mr M. SARI, Mr A. HADRI, pour avoir accepté d'examiner et apporter leur avis sur notre travail.

Je tiens aussi à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants du département de Génie industriel (Université de Tlemcen) et à tous les ingénieurs et les travailleurs et les cadres de la briqueterie.

Enfin, je souhaite adresser mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et soutien.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mon amour éternel, à ces deux merveilleuses personnes qui ont toujours été à mes côtés pour illuminer mon chemin et m'encourager.

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A tous ceux qui me sont chers.

BELATRECHE
Aymen Abou baker

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise	3
I.1. Introduction	4
I.2. Situation géographique.....	4
I.3. L'organigramme de l'entreprise	5
I.4.Matière première	8
I.5. Pièce à fabriquer.....	8
I.6. Conclusion	9
Chapitre II : Processus De Fabrication.....	10
II.1. Introduction.....	11
II.2. Protocole de production	11
II.3. L'extraction de la matière première.....	12
II.4. Processus de fabrication de la briqueterie EN NOUR.....	13
II.4.1. Première préparation.....	13
II.4.2. Deuxième Préparation	14
II.4.3. Troisième préparation.....	14
II.4.4.Moulage et le façonnage	14
II.4.5. Ligne de coupe.....	15
II.4.6.Séchage	15
II.4.7. L'empilage.....	17
II.4.8.Manutention.....	18
II.4.9 La cuisson	18
II.4.10 Four.....	19
II.4.10.1. Zone pré four.....	19

Sommaire

II.4.10.2. Zone de brassage	20
II.4.10.3. Zone de cuisson.....	20
II.4.10.3.1. Brûleurs latéraux	20
II.4.10.3.2. Bruleurs haute vitesse	20
II.4.10.3.3. Bruleurs supérieurs (centrales).....	21
II.4.10.4. Zone de refroidissement.....	21
II.4.11. Dépileur	22
II.4.12. Opération du stock de produits finaux.....	22
II.5. Atelier feuillard d'EN NOUR.....	23
II.6. La salle de contrôle	23
II.7. Les systèmes SCADA.....	24
II.8. Interface magelis Schneider.....	25
II.9. Synthèse	26
II.10. Conclusion	26
Chapitre III : Problèmes de la briqueterie	27
III.1. Introduction	28
III.2. Problème industriel.....	28
III.2.1.Définition Problème industriel	28
III.2.2.1. Problèmes de maintenance	29
III.2.2.2.Pannes d'équipement.....	30
III.2.2.3. Défauts de qualité	30
III.2.2.4. Problèmes de processus	31
III.2.3. La méthode de résolution de problèmes.....	31
III.2.4. Stratégies de prévention des problèmes	35
III.3. La maintenance industrielle.....	35
III.3.1. Définition de la maintenance industrielle.....	35

Sommaire

III.3.2. Objectifs de la maintenance	36
III.3.3. Type de maintenance.....	36
III.4.Les problèmes techniques dans la briqueterie EN NOUR	37
III.4.1. Premier problème	37
III.4.2. La méthode de Taguchi	41
III.4.2.1. Définition de la méthode de Taguchi.....	41
III.4.2.2. Le but de la méthode de Taguchi.....	41
III.4.2.3. Intérêts d'un plan d'expérience taguchi.....	42
III.4.2.4. Démarche d'application de la méthode	42
III.4.3.Application de la méthode sur le problème des wagons.....	42
III.4.4. Deuxième problème	48
III.4.5. Méthode de diagramme d'Hishikawa	51
III.4.5.1. Définition.....	51
III.4.5.2. But de l'élaboration des diagrammes d'ishikawa.....	52
III.4.5.3. Avantages et inconvénients	53
III.4.6. Application de méthode d'Hishikawa sur le deuxième problème	54
II.4.7. Les solutions proposées	67
III.7.1. Première approche.....	67
III.4.7.1.1. Mise en place des Hygromètre KIMO TH210.....	68
III.4.7.2. Deuxième Approche	71
III.4.7.2.1. Réalisation et construction d'un espace de stockage de la matière première..	71
III.4.7.3. Interprétation des résultats entre les deux approches	73
III.4.7.4. Recommandation	74
III.4.8. Troisième problèmes	75
III.4.8.1. Première approche	75
III.4.8.1.1. Atelier de recharge manuelle EN NOUR	75

Sommaire

III.4.8.1.2. Le cout de réparation manuelle des hélices	76
III.4.8.1.3. La méthode de réparation manuelle des hélices	77
III.4.8.2. Deuxième approche	79
III.4.8.2.1. La réparation assistée par robot des hélices.....	79
hélices de broyeur,	79
III.4.8.2.2. Méthode du robot pour la réparation des hélices	79
III.4.8.2.3. Le modèle du robot	80
III.4.8.2.4. Le cout de réparation assisté par robot des hélices	81
III.4.8.3.Etude financière	81
III.4.8.4.Interprétation des résultats et le choix entre les deux approches.....	82
III.4.8.5.Recommandation	83
III.5.Conclusion.....	84
Conclusion Générale	85
Références	87

Liste des figures

Figure I.1	Organigramme de la briqueterie EN NOUR	7
Figure I.2	Argile bleu, jaune et la chamotte.....	9
Figure II.3	Protocole de production.	12
Figure II.4	Illustration d'argile éliminée et l'argile obtenue après le tamisage.	13
Figure II.5	Entrée de Séchoir	16
Figure II.6	Zone d'empilage	17
Figure II.7	Courbe de cuisson.....	19
Figure II.8	Brûleur latéral.	20
Figure II.9	Brûleurs hautes vitesses	21
Figure II.10	Brûleurs central.....	21
Figure II.11	Dépilleur.....	22
Figure II.12	Liste des alarmes activés.....	25
Figure II.13	Plateforme megalis.	26
Figure III.14	Les quatre étape de résolution des problèmes.	32
Figure III.15	Types de Maintenance.....	36
Figure III.16	Périphérique rectangle 40*40 dans le wagon.....	38
Figure III.17	Moule des Périphérique rectangle avec bordure Périphérique.....	39
Figure III.18	Graphe de temps de cycle et l'humidité résiduelle	49
Figure III.19	Rapport de vérification et étalonnage du séchoir.	50
Figure III.20	Diagramme Hishikawa de la problématique.	56
Figure III.21	Capture de Scada de contrôle du séchoir.	61
Figure III.22	Ventilateurs du séchoir.....	62
Figure III.23	Programme de maintenance préventive.	64
Figure III.24	Fiche évaluation des équipes de production.....	65
Figure III.25	KIMO TH 110 mesure l'humidité et la température.	68
Figure III.26	Broyeur à marteaux à lit fixe BM-500R.....	70
Figure III.27	Hélice avec première recharge.	78
Figure III.28	Hélice avec deuxième recharge.....	78
Figure III.29	Kawasaki Robotics RA010N.	80

Liste des tableaux

Tableau III.2 Symbolisation des paramètres et leurs unités	43
Tableau III.3 Niveaux des facteurs a testés	44
Tableau III.4 Application de la méthode Taguchi.....	45
Tableau III.5 Informations sur l'hygromètre.....	68
Tableau III.6 Cout total d'installations d'hygromètres.....	69
Tableau III.7 Caractéristiques techniques du broyeur	70
Tableau III.8 Consommation d'argile mensuelle.....	72
Tableau III.9 Cout total de réalisation d'hangars.....	73
Tableau III.10 Cout de réparation et duré de réparation et de vie d'hélice.....	76
Tableau III.11 Cout de réparation et duré de réparation et de vie d'hélice.....	81
Tableau III.12 Cout total de réparation avec deux approche et duré de réparation et de vie d'hélice.....	82

Introduction générale

Introduction générale

Le contexte économique actuel oblige les entreprises à être performantes et compétitives, ce qui rend l'amélioration continue une mission essentielle pour assurer la durabilité de l'entreprise. C'est dans cette optique que la briqueterie EN NOUR spécialisée dans la fabrication de briques creuses en terre cuite, vise à renforcer sa position et à multiplier ses éléments essentiels de réussite et ses avantages concurrentiels grâce à son engagement envers l'amélioration continue.

Dans le cadre de la finalisation de notre projet de fin d'étude en Génie Industriel, nous avons effectué un stage qui s'est déroulé au sein de la briqueterie EN NOUR. Cette expérience nous a permis de confronter l'enseignement théorique que nous avons reçu, les connaissances acquises lors de nos précédentes expériences professionnelles (stages) à des problématiques plus générales liées au fonctionnement des entreprises.

Pendant notre stage, nous avons constaté que la briqueterie souffre d'une augmentation du temps du séchoir dans la période hivernale, ou encore les wagons sur lesquels sont transportées les briques sont dégradés à cause de la haute température du four. Pour remédier ces problèmes, l'entreprise s'est orientée vers l'achat des nouveaux wagons et une modification technique du séchoir, mais cette dernière est coûteuse en temps et en argent.

Notre mission durant ce travail consiste à étudier et à améliorer le processus de fabrication des briques pour réduire les temps de cycle, les coûts de production et le taux des déchets, réduire le temps de séchage dans la période hivernale, afin de formuler des recommandations stratégiques pour son optimisation.

Pour faire face à cette problématique nous avons utilisé deux approches :

- La méthode de Taguchi est basée sur l'expérimentation et permet de planifier, structurer et organiser une recherche expérimentale, tout en ayant pour but d'obtenir un maximum d'informations en obtenant des meilleurs résultats, ce qui répond parfaitement au défi et trouver les résultats d'après les essais.

Introduction générale

- Le diagramme d'HISHIKAWA, également appelé diagramme de causes à effet, représente de manière organisée toutes les causes qui entraînent une situation ou bien problématique. Le principal intérêt de cette méthode est d'identifier l'ensemble des causes qui ont une influence, plus ou moins directe, sur un problème observé.

Notre mémoire comprend trois chapitres:

- Dans le premier chapitre, nous avons fait une brève présentation de l'entreprise.
- Nous avons consacré le second chapitre à la description détaillée du processus de production d'une brique et encore le déroulement de différentes opérations dans l'entreprise.
- Au cours du troisième chapitre, nous avons abordé les problèmes liés à la fabrication de brique puis nous allons présenter l'approche de résolution que nous avons proposée.

Finalement, nous présentons une conclusion générale dans laquelle nous résumons ce qui a été fait.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1. Introduction

La brique creuse est la forme la plus courante et la plus traditionnelle d'un élément de construction, généralement en forme de parallélépipède rectangle, composé de terre argileuse crue. Elle est adaptée à toutes sortes de travaux, ce qui en fait une solution universelle et extrêmement pratique. Légère et robuste, elle offre une grande facilité de travail et une grande résistance aux chocs et au temps. [1]

Dans notre cas, nous examinons la « BRIQUETRIE EN NOUR », qui se concentre sur la production et la vente des briques rouges à base d'argile, ainsi que sur la fabrication et la vente de briques creuses de terre cuite.

I.2. Situation géographique

«La briqueterie EN NOUR est une entreprise privée créée en 2018, elle située à village SIDI BOUNOUAR sur la route national N°35 BP 536 REMCHI 13005 TLEMCEN, ALGERIE, avec un capital social de 600 000 000.00 DA.

Géographiquement la briqueterie EN NOUR se trouve dans une zone stratégique entre deux wilayas à des distances :

- 28 Km de Tlemcen.
- 122 Km d'Oran.

En tant qu'entreprise privée, la briqueterie EN NOUR possède un statut juridique de société à responsabilité limitée (SARL). Actuellement, la société se concentre sur la production et la vente de briques rouges à base d'argile, de ruban de type PET, ainsi que la production et la vente de briques creuses de terre cuite. Ces produits sont écologiques issu de la terre, de l'eau et du feu, il permet une construction durable, et crée un habitat bio climatique parfaitement sain qui protège contre le bruit, les variations climatiques et l'humidité. Elle est composée d'un siège, d'une usine de production et d'une carrière.

Les infrastructures de la briqueterie sont implantées sur un terrain de (49 ha 06 ares et 87 centiares) sont construites :

- Bâtiments de production (Brique) : **une superficie de 20 000 m².**

- Équipements de production (Ruban) : **une superficie de 500 m².**
- Bloc administratif : **une superficie de 530 m².**
- Bloc commercial : **une superficie de 115 m²**
- Aires de stockage : **une superficie de 8800 m².**

I.3. L'organigramme de l'entreprise

La BRIQUETERIE EN NOUR a mis en place un organigramme afin de garantir une coordination complète entre les différentes structures de l'usine, assurant ainsi une communication efficace et acheminement des informations entre les ressources disponibles, dans le but d'optimiser leur exploitation.

Les machines et équipements constituant la chaîne de fabrication des produits sont interconnectés pour assurer une production continue en tenant compte de la qualité du produit. L'usine fonctionne avec trois équipes qui se relaient le jour et la nuit avec un effectif de 105 employés.

La briqueterie EN NOUR est organisée en différents départements et services tels que les suivants :

- ✓ **Service de qualité** : Il contrôle l'état de la matière première de l'extraction jusqu'à la cuisson, en faisant des analyses (analyse granulométrique, l'analyse d'humidité, analyse de résistance), dans le but de confirmer la conformité de produit par rapport aux normes.
- ✓ **Département d'étude et développement** : Responsable de la partie automatique de l'entreprise, parmi ses principales missions : la programmation des automates programmables industriels et l'études et développement des méthodes.
- ✓ **Département GRH et moyens généraux** : Ce service doit mettre à disposition des différents processus un personnel qualifié, compétent et en quantité suffisante pour un meilleur rendement. Les employés sont considérés comme une ressource importante, sont formés et évalués selon des grilles d'évaluation spécifiques, pour un suivi optimal de leurs carrières.
- ✓ **Département commercial** : C'est l'interface entre l'extérieur de l'entreprise et son intérieur, sa mission principale est de commercialiser les produits et répondre aux besoins du marché, en réceptionnant les commandes pour les faire passer à l'atelier de fabrication.

- ✓ **Département de la production** : Elle est chargée de la programmation du taux de production ciblé, ainsi que son déroulement.
- ✓ **Département maintenance** : Maintenir en bon état l'ensemble des équipements de l'entreprise et réaliser des améliorations sur le procédé et les machines de production.

L'effectif total des personnels au sein de la briqueterie EN NOUR est de 105 employés.

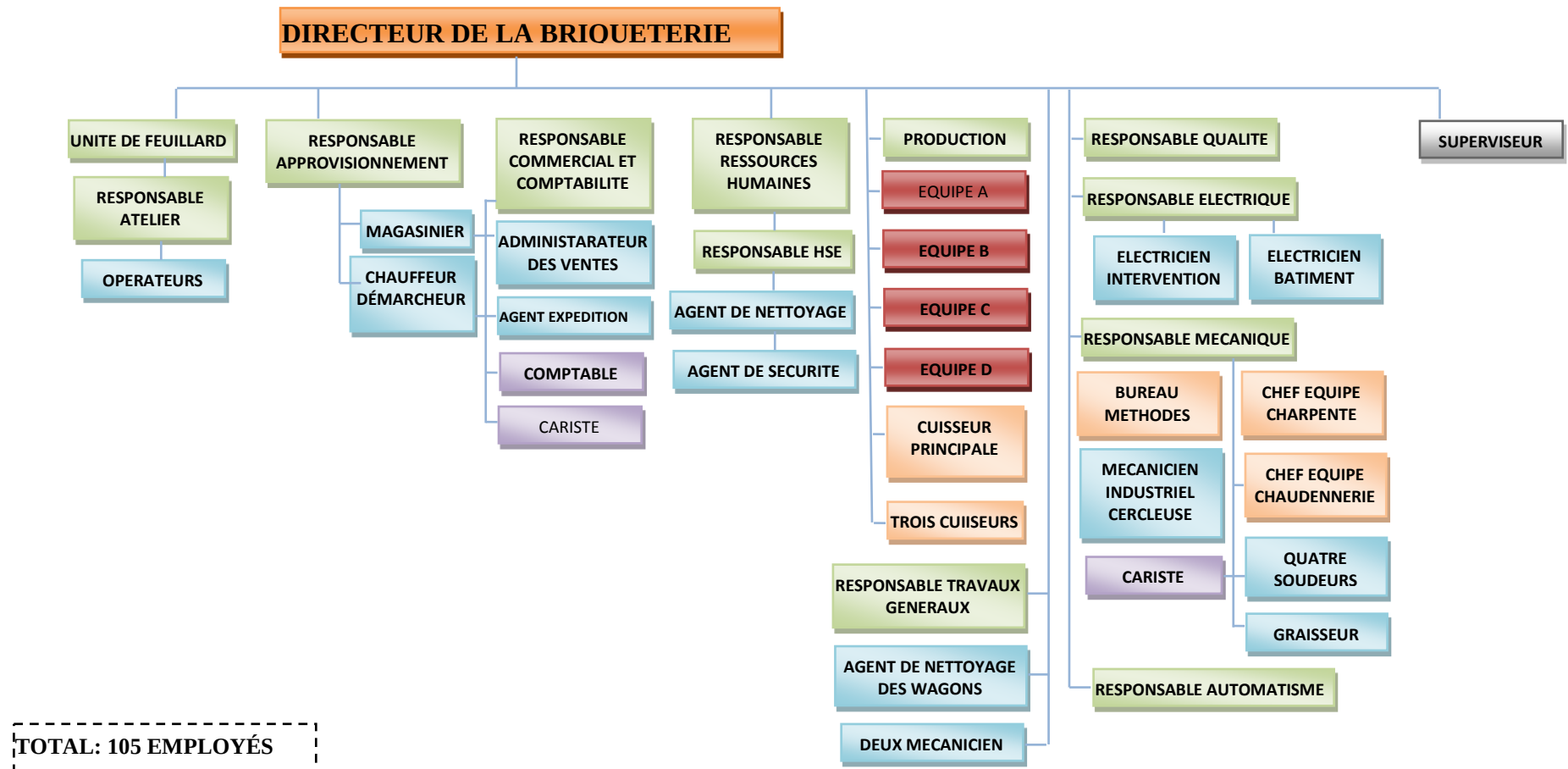


Figure I.1: Organigramme de la briqueterie EN NOUR

I.4. Matière première

Les briques sont fabriquées à partir d'argile et le tuf et d'autres matières minérales similaires. L'argile est extraite d'argilières, de préférence locales. Le choix des terres argileuses est essentiel en raison de la spécificité de la granulométrie de chaque sol. En effet, la granulométrie de l'argile extraite influe sur les propriétés mécaniques des futures briques (résistance à la compression etc.). L'argile brute est extraite par la briqueterie EN NOUR dans ses propres carrières situées à proximité de l'usine. Lors de l'extraction dans les gisements, on utilise des bulldozers et des poclains. Par la suite, l'argile est déplacée par camions jusqu'à la réserve. Dans un premier temps, on utilise un mélange de 66 % d'argile bleue, 32 % d'argile jaune et 2 % de chamotte (brique cuite concassé), qui est traité à l'aide d'un broyeur à marteau. Il est nécessaire de remettre ces argiles au laboratoire de la briqueterie après avoir été ensachées et identifiées afin de procéder aux analyses des essais correspondants.



Figure I.2 Argile bleu, jaune et la chamotte

I.5. Pièce à fabriquer

Les pièces dont la fabrication a été prévues ont présentées ci-après, avec la dimension et le poids correspondant à la matière après cuisson.

La production de briques implique un processus complexe qui débute par l'extraction de la matière première des carrières. Une fois cette matière stockée, les étapes suivantes comprennent la préparation, le façonnage, ainsi que le séchage et la cuisson des briques creuses. Ce processus séquentiel garantit la transformation efficace de la matière première en produits finis de qualité [3].

Dénomination	Coupe [mm]	Largeur [mm]	Hauteur [mm]	Poids [kg]	photo
Brique creuse à 8 trous	300	100	200	4	
Brique creuse à 12 trous	300	150	200	5,4	
Brique creuse De 7 cm	300	50	200	3.5	
Brique creuse à 32 trous	300	200	200	5.5	

Tableau I.1: Type des briques fabrique et leur informations

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu de l'entreprise EN NOUR, ainsi que des différentes pièces à fabriquer, détails compris. Nous avons conclu en abordant brièvement et en détail les étapes de fabrication des briques dans le chapitre suivant, afin de mieux comprendre le parcours des matières premières aux produits finis.

Chapitre II : Processus De Fabrication

II.1. Introduction

L'activité principale de la société consiste à produire la brique, qui est un produit écologique issu de la terre, de l'eau et du feu, Elle favorise la construction durable et crée un environnement bioclimatique parfaitement sain. Avec ses perforations horizontales, la brique creuse est plus légère et plus isolante par rapport au bruit, les variations climatiques et l'humidité, Elle l'a d'ailleurs largement devancée dans la construction de murs. Avec la brique creuse, on peut construire aussi bien des murs en briques d'intérieurs que d'extérieurs, porteurs ou non. De plus, avec le système mono-mur, on peut construire des murs en briques creuses en un temps record. La fabrication artisanale des briques de construction n'existe plus que dans les pays en développement. Dans les pays industriels, cette fabrication est mécanisée et de plus en plus automatique. Les argiles sont mélangées et additionnées de dégraissants, et leurs constituants traités aux brise-mottes, broyeurs, meules, puis malaxés. Le façonnage se fait à l'étireuse avec des filières appropriées [4,5].

Le séchage est réalisé par air conditionné dans des chambres ou dans des tunnels. La cuisson a lieu dans des fours continus.

Pour cela que nous allons expliquer le cycle de production des briques dans ce deuxième chapitre. [5]

II.2. Protocole de production

La fabrication des briques creuses se décompose en plusieurs étapes minutieusement détaillées, s'appuyant sur une chaîne de production sophistiquée comprenant une variété de machines et de robots. Chaque équipement de cette chaîne est hautement industrialisé et automatisé, garantissant une production efficace et de haute qualité. Cette automatisation avancée permet d'optimiser chaque phase du processus, depuis la préparation des matières premières jusqu'au séchage et à la cuisson des briques, assurant ainsi une uniformité et une précision constantes dans le produit final.

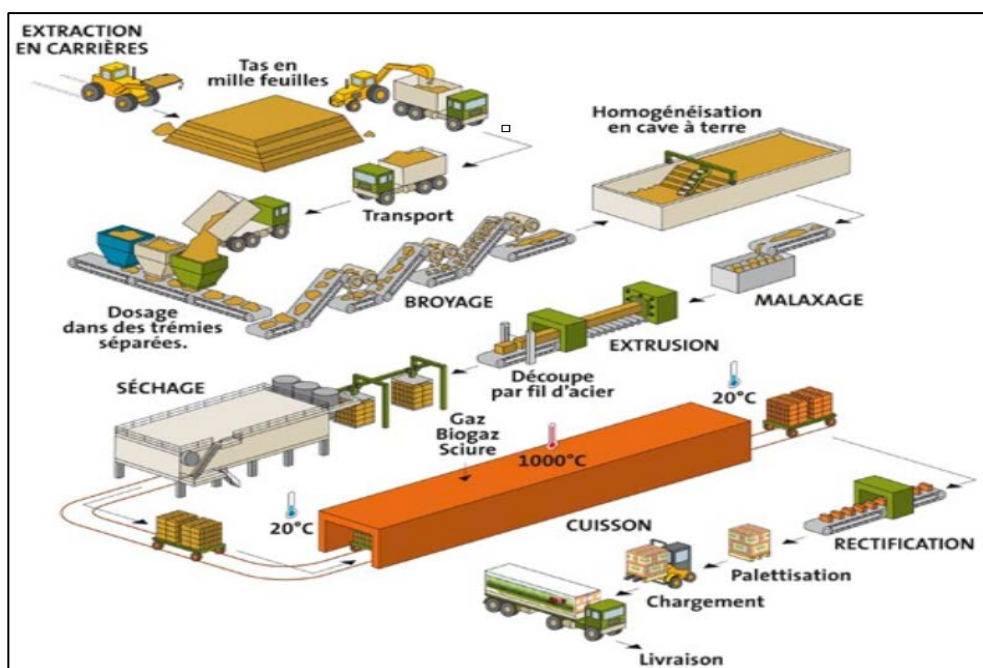


Figure II.3 le protocole de production.

II.3. L'extraction de la matière première

La matière première principalement utilisée dans la fabrication des briques creuses est l'argile, sachant que l'argile est une substance naturelle provenant de la décomposition des roches contenant des minéraux argileux. Elle se distingue par sa texture fine et sa capacité à former une pâte malléable lorsqu'elle est mélangée avec de l'eau. L'argile est composée principalement de silicates d'aluminium hydratés, ce qui lui confère sa plasticité et ses propriétés uniques. Chaque briqueterie doit avoir une carrière d'argile, et le choix de l'emplacement de la localisation de l'usine dépend du carrier.

La carrière dépend de la nature d'argile, puisque le choix de la carrière est une opération déterminante pour la qualité du produit final (elle fournit une argile ni trop maigre en minéraux ni trop grasse en matières organiques), C'est la base d'un bon produit.

La première étape est l'extraction de l'argile (bleu et jaune) au niveau d'une carrière située à 1 km de briqueterie de l'usine, puis les stocker séparément dans des zones de stockage.

Cette matière première doit être contrôlée, par le passage par des tests pour garantir leur qualité et leur conformité aux spécifications requises.

Des échantillons sont prélevés et analysés pour évaluer leur composition chimique, leur granulométrie, leur humidité, etc. au niveau de laboratoire de la briqueterie EN NOUR.

Dernièrement, on ne fabrique plus les briques uniquement à partir des argiles locales, comme c'était le cas auparavant. Pour obtenir une qualité optimale de la matière première, divers types d'argile sont mélangés, toujours sous un contrôle permanent. On peut ainsi garantir la qualité constante des produits en terre cuite. Ensuite, la matière première sera transportée à un concasseur à l'aide des engins (bulles, chargeur, camion...) avec un dosage prédéfini, 62 % Argile bleu, 32 % Argile jaune et 2 % de chamotte (brique broyée), pour le concassage des pierres en petits morceaux puis les stocker.

II.4. Processus de fabrication de la briqueterie EN NOUR

II.4.1. Première préparation

Cette opération est pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques. Cette opération a également pour but de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (nodules de pyrite et inclusions de chaux), ces derniers pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite.

Une fois l'argile concassée est stockée, il sera transféré dans des trémies, pour les broyées avec des broyeurs à marteaux, ces derniers sont utilisés pour réduire des produits de masse moyenne à lourde (broyage) en percutant la matière par des marteaux pendulaires, en utilisant des marteaux pendulaires percutent le produit contre un blindage. Ils sont montés sur un rotor tournant à moyenne ou grande vitesse.

Le broyeur est essentiel dans la ligne de préparation de l'argile, elle peut recevoir des mottes jusqu'au 500 mm de grandeur, les briser jusqu'au obtenir une dimension variable de l'ordre de 20 à 30 mm, les mottes d'argile sont brisées entre deux arbres contrarotatifs pourvus de disques dentés.[21][22]



Figure II.4:illustration d'argile éliminée et l'argile obtenue après le tamisage.

II.4.2. Deuxième Préparation

Après le stockage de la préparation dans des zones de stockage d'argile, cette zone est un lieu humide et sombre propice au développement de ces bactéries, pour effectuer la deuxième préparation.

Le mélange stocké sera transportée par des chargeurs à la première et la deuxième trémie de stockage, on effectue un deuxième tamisage, puis un mouillage pour humidifier l'argile de 5% par l'ajout graduel de l'eau avec un système d'arrosage goutte à goutte, afin d'obtenir un mélange facile à façonner (ajuster la teneur en eau et garantir une bonne plasticité de l'argile), en utilisant des mouilleurs mélangeurs, ces derniers sont utilisés pour la préparation de toutes sortes de terres dans l'industrie céramique fine et lourde.

II.4.3. Troisième préparation

On stock le mélange obtenue dans une trémie, cette matière doit passer par un malaxeur de criblage, il exécute une deuxième opération de mouillage pour avoir une matière maniable dans un intervalle d'humidité bien précise pour établir un façonnage dans les normes souhaitées.

Le mouilleur fait sortir l'argile sous forme de petites tranches, qui seront transporté à un mouilleur correcteur lié d'une chambre à vide qui a pour fonction d'éliminer l'existence de l'air dans la pâte, et d'assurer une telle pression, pour avoir un produit final solide.

À la sortie du à un mouilleur correcteur, on obtient une pâte homogène apte au façonnage, celle-ci est dirigée vers la mouleuse. Le groupe d'étirage est composé d'un alimentateur malaxeur et d'une mouleuse, l'alimentateur malaxeur permet d'affiner l'humidification de la pâte avant de la propulser dans la mouleuse.

II.4.4. Moulage et le façonnage

Le moulage et le façonnage des briques jouent un rôle crucial dans l'industrie de la construction et dans l'industrie briqueterie moderne utilisée, hautement automatisée, les briques ne le sont toutefois plus par la main de l'homme, toutes les opérations sont restées identiques, mais ce sont des machines qui ont pris la relève en raison de sa rapidité d'exécution. Les briques fabriquées grâce à ces techniques offrent de nombreux avantages,

notamment leur durabilité, leur résistance au feu et leur isolation thermique. Elles sont utilisées dans la construction de murs pour la création de structures solides et durables. De plus, les briques façonnées peuvent être utilisées pour créer des éléments architecturaux uniques et esthétiques, ajoutant ainsi de la valeur aux projets de construction.

La machine façonne la pâte d'argile en forme de briques creuses avec les dimensions et les spécifications requises. Ces machines sont généralement équipées de moules qui définissent la forme et les dimensions de la brique, elle est constituée d'un arbre hélicoïdal qui tourne dans une chambre compacte afin de pousser le mélange vers la filière à la sortie.

II.4.5. Ligne de coupe

Un Pré-coupeur qui coupe les boudins en un morceau de 1.5 mètres, pour qu'il soit après couper par le coupeur en longueur de brique à dimension prédéfini par le laboratoire (30 centimètres). Cette opération de pré-coupe et coupe est automatique et réalisé à intervalle défini selon la cadence définie, a la fin de cette opération des déchets de coupe sont recycler, on les ajoutant dans la deuxième préparation.

II.4.6.Séchage

Les briques qui sortent à partir de la mouleuse à un pourcentage d'humidité entre 18% et 24% appelé humidité de façonnage, Après la coupe des briques et avant d'être cuites, les briques crues doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau, en utilisant le mécanisme le séchoir rapide pour réduire le taux d'humidité, du moins en est-il ainsi pour la plupart des argiles. Le séchage se poursuit jusqu'à ce que les briques sèches sortie a une humidité inférieur à 2% appelée humidité résiduelle et humidité relative dans le canal inferieur de séchoir de 14%.

Le séchoir est tunnel constitué de deux canaux (canal droit et gauche), il est équipé d'un arrière brûleur, et des ventilateurs pour entraîner l'évacuation (tirage) et la récupération d'air chaud du four pour optimiser l'énergie.

Donc l'air chaud est fourni par deux sources :

- Une partie de l'air chaud récupéré dans la zone de recouvrement du four tunnel par des canalisations. La circulation de l'air chaude dans les canalisations assure par un

moteur et deux moteurs d'introduction entraînent des ventilateurs que circulent l'air dans le séchoir en même temps recouvrait l'air à partir des canalisations. Cette technique permet d'abaisser très sensiblement la consommation des brûleurs du séchoir.

- La deuxième partie de l'air chaud généré par un brûleur de gaz naturel dans l'arrière du séchoir, deux ventilateurs d'admission, pour diriger le flux de la chaleur vers le centre du séchoir et quatre ventilateurs pour l'extraction d'humidité et pour le tirage d'air.

La température et le taux d'humidité sont contrôlés tout au long du processus de séchage, grâce des hygromètres situées dans différentes zones du séchoir, on peut voir ces résultats dans la chambre de pré contrôle et le système informatisé (Système de Contrôle et d'Acquisition de Données) de pré commande et d'un système informatique réglé de façon très précise.

Le processus de séchage est souvent "régulé" par une simple mesure de la température et par l'expérience. Pour optimiser ce processus à forte intensité énergétique, il faut mesurer le débit de l'air évacué ainsi que sa teneur en eau. Ces données constituent la base du contrôle du processus. Le premier robot remplit des chariots, par l'ordre de l'automate grâce à un capteur inductif de présence des briques. Ces derniers sont séchés dans la chambre de séchage jusqu'à ce que l'humidité résiduelle souhaitée soit atteinte (inférieure à 2%) selon les experts et ingénieurs de la briqueterie EN NOUR.

Cette méthode garantit un séchage rapide et de grande qualité et fournir un :

- Réglage très précis du cycle de séchage.
- Simplicité mécanique et entretien très faible



Figure II.5 : l'entrée de Séchoir

La mesure précise de l'air chaud et humide évacué est une condition nécessaire pour réaliser d'importantes économies d'énergie et de coûts et, par conséquent, un facteur important de la protection de l'environnement.

Ce processus est indirectement régulé par la mesure de l'air évacué de la briqueterie, car la mesure directe de l'humidité résiduelle dans la brique n'est pas possible. Pour contrôler l'air d'échappement du séchoir, une mesure continue du débit d'air d'échappement est nécessaire. Si le niveau requis d'élimination de l'humidité n'est pas atteint, cela peut provoquer des fissures et des cassures dans la brique

Le contrôle des températures et de la pression est effectué par un automate programmé, avec software qui permet de réaliser les fonctions suivantes:

- Edition de courbes
- Registre de températures dans les zones contrôlées dans le four
- Registre de pression en 2 points, entrée et sortie du four
- Système de lecture de température en 10 points différents du four (aux points sans contrôle automatique de température)

II.4.7. L'empilage

Après le séchage un triage manuel des briques non conformes sera effectué, plusieurs opérateurs élimine les briques d'défectueuses non conformes (défaut du moulage), pour garantir que le produit finale ne contient que des briques conformes, bonne qualité et non défectueuses, afin d'avoir une très bonne réputation et excellente relation avec le client, puis les briques sèches passent par le robot d'empilage (robots d'empilage) charge les briques en forme de paquets sur les wagons et d'une façon croisé, pour une très bonne cuisson et pour éviter la chute des briques crues du wagon pour passer au procédé de cuisson.

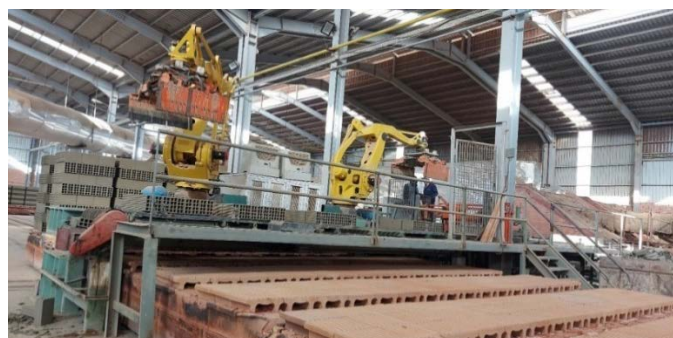


Figure II.6: la zone d'empilage

II.4.8.Manutention

Il existe plusieurs moyens de manutention dans la briqueterie, on trouve :

- Les engins tels que les bulldozers, poclain et les chargeurs pour l'extraction et transport d'argile et l'alimentation de station de broyage et des chariots élévateurs pour stockage du produit fini.
- Tapis convoyeur transport des produits vrac entre différentes stations.
- Chaîne pour le déplacement d'une charge.
- Rouleau pour le déplacement latéral d'un produit.
- Pousseuses pneumatiques (léger) et hydraulique (lourd).
- Transbordeur transfert du wagon dans différentes voix.
- Traineur transport des wagons dans les voix.

Les mécanismes de manutention basée sur les capteurs (capteur mécanique, capteur proximité capacitif et inductif), grâce à ces capteurs le mécanisme fonctionne automatiquement dans les passages.

II.4.9.La cuisson

Les briques sèches, une fois sorties du séchoir, sont transportées par le transbordeur et le traineur pour entamer la cuisson dans un four tunnel alimenté au gaz naturel. Avant d'entrer dans le four principal, elles sont d'abord introduites dans un pré-four où environ 2 % de leur contenu en humidité est éliminé. L'air chaud et sec nécessaire à cette étape provient de la zone de recyclage d'air du four. Cette phase préliminaire est cruciale pour éviter des variations et des chocs thermiques extrêmes lorsque les briques passent dans le four principal.

La figure ci-jointe illustre la courbe d'augmentation de la température au cours de la cuisson ainsi que le refroidissement progressif des wagons après la cuisson. Ce processus bien contrôlé permet d'assurer une montée en température régulière, garantissant ainsi la qualité et l'intégrité des briques. Le refroidissement des wagons est également soigneusement géré pour éviter toute fissuration ou déformation des briques, assurant un produit final robuste et homogène.

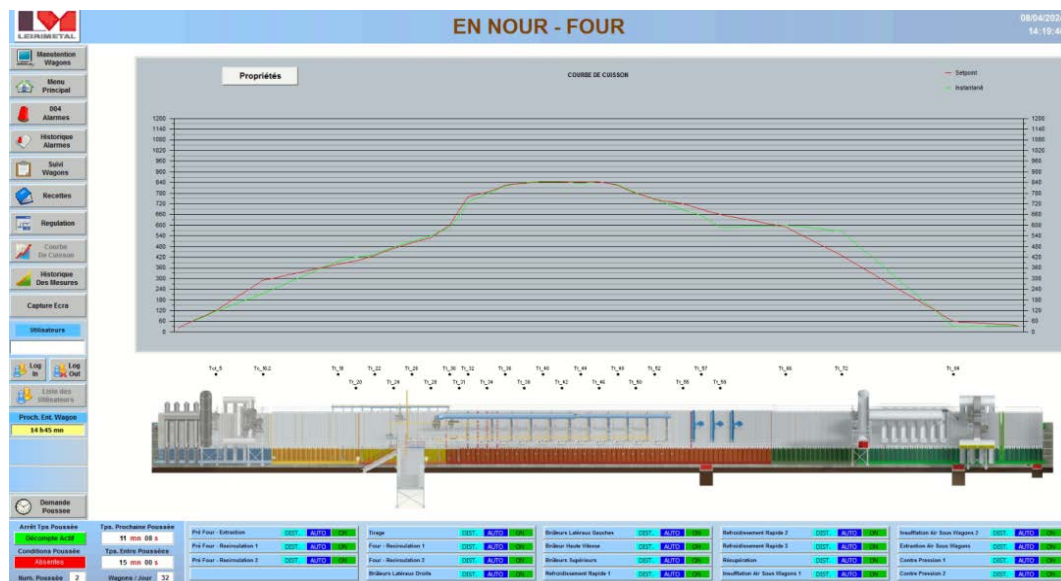


Figure II.7:la courbe de cuisson

II.4.10 Four

Le four est un équipement conçu et dimensionné pour la cuisson de produits céramiques préalablement déterminés. La cuisson est certainement l'opération la plus délicate et sensible de tous les processus en céramique et il semble être l'opération la plus importante pour une bonne qualité du produit final (remarquons bien qu'il existe d'autres facteurs importants avant et après la mise à feu qui conditionnent la cuisson elle-même).

Four tunnel à gaz, pour une température maximale de 950°C. Dimensions utiles de 10000x4000x2800mm(longueur x largeur x hauteur),avec revêtement intérieur en briques réfractaires, fibre et autres isolants de basse masse thermique.

Le contrôle des températures et de la pression est effectué par des sondes et hygromètres liés par un automate programmé, et un logiciel de supervision.

Le four est divisé en cinq zones:

II.4.10.1. Zone pré four

Cette zone contient un seul bruleur, la température est de 120 c°, après cette zone la température augmente graduellement pour éviter le choc thermique qui provoque des fissures dans les briques, pour garder la chaleur de four pendant l'opération d'insertion des wagons dans lequel le deuxième port ferme pendant l'insertion du wagon et après l'insertion

le premier port ferme et après la fermeture le deuxième port s'ouvre et le wagon commence la marche que assure par vérin hydraulique que pousser tout les wagons en même temps.

II.4.10.2. Zone de brassage

Dans cette zone l'air chaude recycler par des moteurs qui absorbent la chaleur du bas et la distribuer dans le haut de cette zone, pour une température homogène.

II.4.10.3. Zone de cuisson

C'est une zone commence du premier bruleur latéral vers le supérieur n°10, elle a une grande importance qui doit se dérouler très progressivement en augmente graduellement la température jusqu'à l'obtention de la température de cuisson qui peut arriver à 850°C.

Cette chaleur fournie par plusieurs brûleurs dans laquelle distribué comme suit :

II.4.10.3.1. Brûleurs latéraux

ces 14 brûleurs destiné à mature et préparer les deux côtés de briques pour la température haute dans laquelle chaque brûleur latéraux contient quatre dispositifs pour allumer la flamme (gaz, air et bougie)



Figure II.8:le brûleur latéral.

II.4.10.3.2. Bruleurs haute vitesse

Ces 18 brûleurs sont les plus important dans le four, Ce bruleur est responsable d'augmentation de la température jusqu'au 850°pour la cuisson de côté supérieur des briques, il continent:

- L'air : par deux électrovannes principale et secondaire dans lequel l'activation du les deux provoque l'haute flamme, et l'activation de principale seulement provoque la flamme.
- Gaz : à travers des vannes automatisées (pour le contrôle du débit) de gaz naturel.
- Briquet : pour l'allumage du feu.



Figure II.9: les bruleurs hautes vitesses

II.4.10.3.3. Bruleurs supérieurs (centrales)

ces 180 brulures n'utilisent pas des bougies, car la température des briques très importante, et pour optimiser l'énergie consommable.



Figure II.10: les bruleurs central

II.4.10.4. Zone de refroidissement

Dans cette zone, les wagons refroidir grâce à des moteurs qui intègrent l'air ambiant dans cette zone.

II.4.10.5. Zone de recouvrement

Dans le four y a-t-il une quantité de chaleur perdue, des moteurs récupérée cette chaleur vers le séchoir pour optimiser de l'énergie.

II.4.11. Dépilleur

Les wagons sortant du four passent au dépilage, cette étape consiste à faire un triage manuel pour une dernière vérification et élimination des produits non conformes et conditionnement les briques sous forme de paquets cerclés à l'aide d'une cerceuse avec le ruban et entreposés dans les aires de stockage pour être chargés par la suite à l'aide des chariots élévateurs sur les camions clients.



Figure II.11: le dépilleur.

II.4.12. Opération du stock de produits finaux

Toute entreprise, quelle que soit son activité, doit veiller à assurer une bonne gestion des stocks, ainsi qu'une efficacité dans la rotation des stocks et la gestion désapprovisionnements pour être performante, éviter le sur-stockage et zéro stock, Bonne gestion de stock donne une très bonne Augmentation de chiffre d'affaire.

Les processus de gestion de stock d'EN NOUR couvrent l'émission des besoins, les demandes d'achat, la réception et le contrôle des produits achetés. La gestion de stock est chargée de l'épargne des équipements nécessaire pour la production, les bâtiments, les moyens de logistique, et aussi les besoins de la maintenance préventive et curative on utilisant des logiciels pour effectuer les demandes d'achat, et pour faciliter l'accès au différents articles y

compris le suivie des stock restant, cette procédure se fait au niveau du **magasin** ou tous les articles sont stockés, de manière organisée et bien rangée.

Le magasin utilise une nomenclature interne on donnant à chaque article une codification spécifique, et une fiche suiveuse pour gérer les variations de stock.

II.5. Atelier feuillard d'EN NOUR

L'atelier feuillard est spécialisé dans la transformation du plastique en l'occurrence la production de feuilards plastique, « polyéthylène téréphtalate » pour tous besoins de cerclage et d'emballage industriel.

II.6. La salle de contrôle

Dans le milieu industriel, plusieurs éléments rendent nécessaires les centres de contrôle centralisés. Il s'agit notamment de la grande variété des données à traiter en plus de la diversité des équipements, des variables de production et des systèmes logiciels. La salle de contrôle, une installation incontournable en milieu industriel.

L'installation d'une salle de contrôle dédiée offre de nombreux avantages à une usine de fabrication tel que la visualisation et l'analyse des informations capitales pour le fonctionnement efficace de l'usine, ce qui rend les prises de décision plus rapides et plus pertinentes.

- La mise à disposition d'un environnement sécurisé et confortable pour les opérateurs de salle à travers une salle de contrôle optimisée est également d'une importance capitale.
- Grâce à la salle de pilotage, vous pourrez connecter, collecter et voir les données des équipements de l'usine.
- Elle permet aussi une identification facile des goulots d'étranglement et des points de défaillance qui entraînent le plus de temps d'arrêt. Installer une salle de contrôle en usine est d'une grande importance, car elle permet d'afficher les alarmes en temps réel et de programmer si nécessaire des actions automatisées pour celles-ci.

II.7. Les systèmes SCADA

La briqueterie utilise les systèmes SCADA, ces derniers sont essentiels pour toute une série de structures industrielles. Ces systèmes permettent aux organisations de contrôler des actifs de tailles différentes, ainsi que des usines entières, vous pouvez facilement obtenir des informations opérationnelles, contrôler vos processus et prendre des décisions commerciales fondées sur des données claires.

SCADA est l'acronyme de 'Supervisory Control And Data Acquisition' système de contrôle et d'acquisition de données, un terme qui décrit les fonctions de base d'un système SCADA. La briqueterie EN NOUR utilisent des systèmes SCADA pour contrôler les équipements sur tous leurs sites, mais aussi pour collecter et enregistrer des données au sujet de leurs opérations.

Un SCADA est généralement fourni sous forme de logiciel combiné à des éléments matériels, tels que des automates programmables industriels et des unités terminales distantes. L'acquisition des données commence avec l'équipement d'un centre de production, par exemple les machines et les capteurs d'une usine. Les données recueillies à partir de l'équipement sont ensuite envoyées au niveau supérieur, par exemple à une salle de contrôle, où des opérateurs peuvent superviser les contrôleurs à l'aide d'interfaces homme-machine, Ces derniers sont un composant essentiel, Il s'agit des écrans que les opérateurs utilisent pour accéder et observer les données en temps réel.

Grâce ces systèmes, les organisations peuvent contrôler leurs processus industriels soit sur place, soit à distance, et interagir directement avec les équipements, tels que les moteurs, les pompes et les capteurs, à tous les niveaux, et ce depuis un emplacement central. Ces systèmes peuvent parfois contrôler automatiquement des équipements sur base des données reçues.

Ces systèmes permettent également aux organisations de surveiller leurs processus, de dresser des rapports à leur sujet basé sur des données en temps réel, et d'archiver ces données afin de les traiter et de les évaluer ultérieurement.[6]

L'utilisation d'un logiciel de supervision et contrôle offre de nombreux avantages aux entreprises, et Zenon aide les entreprises à tirer le meilleur parti de ces derniers. Notamment pour la Réduction des temps d'arrêt puisque ce logiciel détecter des défauts à un stade précoce et envoyer des alarmes instantanées au personnel responsable. ce logiciel alimenté par des analyses prédictives et peut donc vous informer d'un problème potentiel des machines avant que celles-ci ne tombent en panne et n'entraînent des problèmes de plus grande

ampleur. Ces fonctions peuvent aider à améliorer le taux de rendement global et à consacrer moins de temps et de moyens financiers à la résolution de problèmes et à la maintenance. [6]

EN NOUR - ALARMES ACTIVES		
Description	Apparition	Etat
Transbordeur Sortie: Vérifier la cellule de sécurité en début/fin de voie où se trouve le transbordeur	08/04/2024 13:46:55	DIS.
Brûleur supérieur 1 : vanne générale de gaz : défaut non ouverture	08/04/2024 13:42:30	APP.
Brûleur supérieur 2 : vanne générale de gaz : défaut non ouverture	08/04/2024 13:36:05	APP.
Traineur voie 5 de sortie : disjonction protection thermique	08/04/2024 12:41:48	ACQ.

Figure II.12:La liste des alarmes activées.

Ce logiciel permet d'avoir une visibilité accrue, et ca est l'un des principaux avantages de l'utilisation d'un logiciel SCADA est l'amélioration de la visibilité de vos opérations. Le logiciel vous fournit des informations en temps réel au sujet de vos opérations et vous permet de visualiser facilement celles-ci à l'aide d'une IHM. Un logiciel SCADA peut également aider à générer des rapports et à analyser des données, et permet aussi a l'amélioration de la gestion des données sachant que est un système SCADA haute qualité facilite la collecte, la gestion, l'analyse de et l'accès à vos données opérationnelles. Il peut permettre l'enregistrement automatique des données et fournir un emplacement centralisé pour leur stockage. En outre, il peut transférer des données à d'autres systèmes. Pour cela, Zenon dispose d'une série de drivers et d'interfaces ouvertes.

II.8. Interface magelis Schneider

La briqueterie utilise une interface magelis Schneider, est une interface homme machine, ce dernier est un moyenne (système) de contrôle et automatisation industriel, et offrent des fonctionnalités avancées tell que le contrôle efficacement le processus de fabrication, et la capacité de visualisation de données en temps réel [7].

Parmi ces données en trouve :

- Temps d'utilisation de la machine.
- Nombre chariots dans le séchoir.
- Mode de fabrication.
- Type de produits et le débit de production.

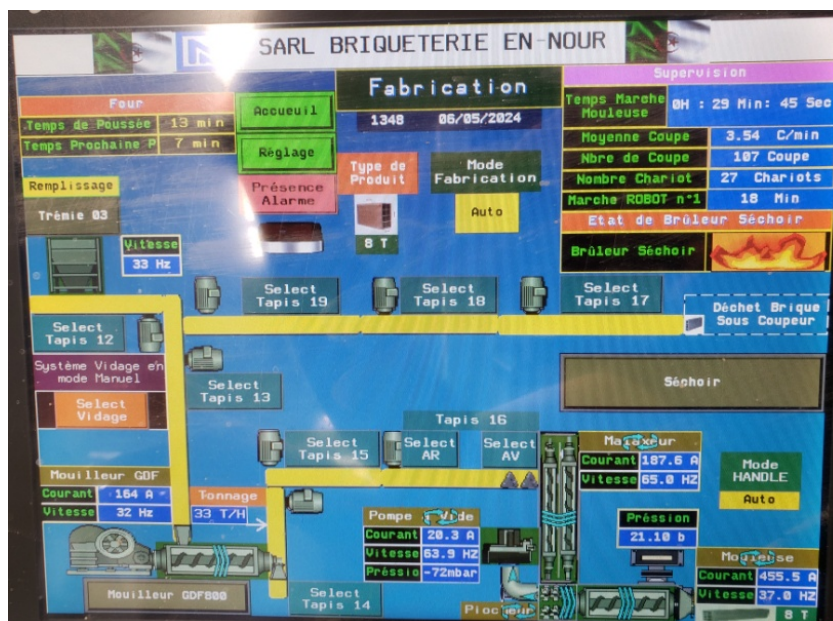


Figure II.13 Plateforme magelis.

II.9. Synthèse

Après une description détaillée du processus de fabrication et notre visite sur le terrain nous avons constaté qu'il existe plusieurs problèmes dans la briqueterie EN NOUR, parmi les problèmes les plus dominants et pondères, nous savon constaté :

- 1) Problèmes des wagons dans le système de manutention des briques.
- 2) Problèmes de temps de cycle séchoir dans la période hivernale.
- 3) Problèmes de recharge des hélices et les pales.

Ces problèmes influents d'une manière pondérant sur le fonctionnement de la briqueterie, dans ce travail on va essayer de travailler sur le traitement de ces problèmes à fin d'apporter des solutions efficaces et bénéfiques, qui seront détaillé dans le chapitre suivant.

II.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit et présenté les étapes de production de briques, en citant les machines utilisées pour ce but. Et pour plus de spécialisation de notre projet, le troisième chapitre porteras les problèmes qui se trouve dans la briqueterie EN NOUR et en essayant de trouver des solutions.

Chapitre III : Problèmes de la briqueterie

III.1. Introduction

Toute chaîne de production comporte des instruments de type mécanique, électrique, ...etc. Certains instruments appartiennent à la partie commande et d'autre instrument appartient à la partie opérative.

Dans ce chapitre nous allons présenter l'ensemble des problèmes qui au sein de ces instruments dans la briqueterie, en citant leurs importances et rôle dans la production.

III.2. Problème industriel

III.2.1.Définition Problème industriel

Dans le contexte industriel, un problème se définit comme un écart entre la situation actuelle et la situation souhaitée grâce à un obstacle ou une difficulté rencontrée dans le cadre des opérations ou des processus d'une industrie. Ces problèmes peuvent être variés et affecter différents aspects de l'activité industrielle, tels que la production, la qualité, la logistique, la maintenance, la sécurité ou les ressources humaines, donc il s'agit d'une situation indésirable qui affecte négativement les performances, la sécurité, la qualité ou d'autres aspects des opérations industrielles[8].Exemples de problèmes industriels courants :

- **Baisse de la productivité** : Une diminution de la production par rapport aux objectifs fixés peut résulter de divers facteurs tels que des pannes d'équipement, des erreurs de processus, des retards dans la chaîne d'approvisionnement ou des problèmes de main-d'œuvre.
- **Problèmes de qualité** : Des défauts dans les produits finis, des erreurs de fabrication ou des non-conformités par rapport aux normes de qualité peuvent entraîner des coûts supplémentaires liés au tri, au rejet ou au rappel des produits.
- **Sécurité au travail** : Les accidents du travail, les incidents de sécurité ou les risques pour la santé des travailleurs constituent des problèmes industriels importants qui peuvent avoir des conséquences graves sur le bien-être des employés et la réputation de l'entreprise.
- **Gestion des stocks et de la logistique** : Des problèmes de gestion des stocks, des retards dans les livraisons ou des inefficacités dans la chaîne logistique peuvent entraîner des interruptions de production, des coûts supplémentaires et une insatisfaction client.

- **Maintenance préventive et corrective** : Les pannes d'équipement non planifiées, les périodes d'arrêt prolongées pour la maintenance et les coûts élevés de réparation peuvent affecter la disponibilité des installations de production et impacter la rentabilité de l'entreprise.
- **Gestion des ressources humaines** : Des problèmes tels que le manque de main-d'œuvre qualifiée, les conflits internes, la motivation insuffisante des employés ou les problèmes de rétention du personnel peuvent avoir un impact sur la performance globale de l'entreprise.
- **Contraintes réglementaires et environnementales** : L'entreprises doivent faire face à des défis liés à la conformité aux réglementations gouvernementales en matière de sécurité, d'environnement et de santé, ainsi qu'à l'adaptation aux normes et aux exigences en constante évolution.
- **Inefficacités opérationnelles** : Gaspillage de ressources, processus inefficients, coûts de production élevés [8].

III.2.2. Type de Problèmes et leur impact

Dans n'importe quel usine, on trouve de problèmes technique, dans notre étude de la briqueterie EN NOUR nous avons vu plusieurs problèmes dans les différentes station de la chaîne de production et leurs impact sur la productivité de la briqueterie, l'équipe de production travaille dur pour avoir des solutions optimales pour ces derniers, avec une durée courte et cout minimal a fin pour récolter le fruit du travail, qu'il s'agit d'une solution réalisable et optimale, donc le rôle d'un ingénieur dans une usine est d'optimiser le cout, la durée de n'importe activité dans l'usine [26].

Pour mieux comprendre les problèmes techniques industriels et leurs impacts, il est important d'examiner les différentes catégories et d'approfondir de plus en plus. Parmi ces problèmes en trouves :

III.2.2.1. Problèmes de maintenance

Les problèmes de maintenance peuvent être liés à :

- ✚ Maintenance préventive insuffisante.
- ✚ Maintenance corrective inefficace, des réparations longues et coûteuses

- ✚ Manque de pièces détachées ou de ressources pour effectuer les interventions
- ✚ Procédures de maintenance inadaptées ou inefficaces

Les problèmes de maintenance peuvent avoir des conséquences négatives, telles qu'Augmentation du nombre de pannes d'équipement, Réduction de la durée de vie des machines, Augmentation des coûts de maintenance

Et parmi les exemples de problèmes de maintenance, Ne pas effectuer les graissages et les lubrifications recommandés par le constructeur, Ne pas remplacer les filtres et les pièces d'usure à temps, Ne pas suivre les procédures de maintenance prescrites [26].

III.2.2.2.Pannes d'équipement

Les pannes d'équipement peuvent prendre diverses formes, telles que :

- ✚ Usure mécanique des pièces mobiles (roulements, engrenages, etc.)
- ✚ Défaillances électriques (surcharges, courts-circuits, etc.)
- ✚ Pannes pneumatiques ou hydrauliques (fuites, perte de pression, etc.)
- ✚ Dysfonctionnements des systèmes de contrôle et d'automatisation (logiciels, capteurs, etc.).

Les pannes d'équipement peuvent avoir des conséquences importantes, notamment implication des arrêts de production, entraînant des pertes de production et des retards de livraison, une augmentation des coûts de maintenance et de réparation, une baisse de la qualité des produits, due à des machines défaillantes.

Et parmi les exemples de pannes en trouve la rupture d'une courroie de transmission sur un convoyeur, Surchauffe d'un moteur électrique, Fuite d'huile sur un système hydraulique, la défaillance d'un automate programmable industriel [26].

III.2.2.3. Défauts de qualité

Les défauts de qualité peuvent se manifester de différentes manières, telles que :

- ✚ Défauts dimensionnels (pièces hors tolérance)
- ✚ Défauts d'aspect (finitions imparfaites, rayures, etc.)
- ✚ Défauts de performance (produits ne répondant pas aux spécifications)
- ✚ Défauts de sécurité (produits présentant des risques pour les utilisateurs)

Les défauts de qualité peuvent avoir des répercussions importantes, telles qu'augmentation de rebuts de produits, entraînant des pertes de matières premières et de main-d'œuvre, réclamations clients et retours de produits.

Exemples de défauts tel que pièce hors tolérance de dimension, qui n'est pas utile, des soufflures ou bulles d'air dans une pièce et plusieurs défauts qui rendent le produit non conforme et défectueux [26].

III.2.2.4. Problèmes de processus

Les problèmes de processus peuvent être divers, tels que :

-  Inefficacités des flux de production (goulots d'étranglement, temps d'attente inutiles)
-  Gaspillage de matières premières ou d'énergie
-  Taux de rebuts élevés
-  Difficultés à respecter les délais de production

Les problèmes de processus peuvent avoir des conséquences néfastes telles que l'augmentation des coûts de production, Baisse de la productivité, Difficultés à répondre à la demande des clients, Impact négatif sur l'environnement.

Exemples de problèmes de processus tel que le stockage inefficace des matières premières, entraînant des dégradations ou des pertes, processus de manutention des produits mal conçu, générant des dommages, réglages incorrects des machines, implique des produits non conformes [8].

III.2.3. La méthode de résolution de problèmes

La maîtrise de la résolution des problèmes industriels et les accidents et des risques est au cœur de la bonne gestion et déroulement de la production au niveau des usines en général, puisque la production c'est le pilier de l'industrie comme nous savons. La survenance des problèmes technique industriel et les événements indésirables dans les entreprises, constitue un problème que les entreprises tentent de résoudre, ou tout au moins de limiter. Pour résoudre ces problèmes, il faut suivre une démarche de résolution de ces derniers. La méthode de résolution des problèmes est un processus d'identification puis de mise en œuvre d'une ou plusieurs solutions à une difficulté. Elle se fait en quatre étapes :

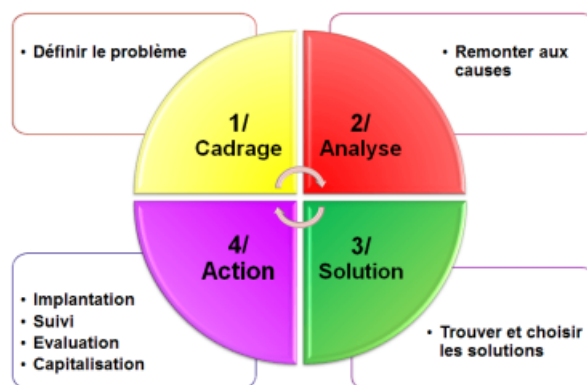


Figure III.14: Les quatre étapes de résolution des problèmes.

Etape1 : Le premier objectif de la phase de cadrage est de comprendre la situation. Pour comprendre la situation, il est important de rassembler toutes les informations nécessaires. Le second objectif est de prioriser les problèmes et trouver le problème pertinent. Le problème pertinent est celui que l'on doit résoudre immédiatement afin d'avoir le maximum de résultats. Le troisième objectif est de définir des objectifs. Les objectifs doivent être cadrés, approuvés, mesurables, réalistes. Ils doivent également avoir une échéance dans le temps. Pour évaluer la réalisation des objectifs, des indicateurs mesurables doivent être déterminés.

Cela implique l'utilisation de ces actions, en commençant par :

1. Collecte de données : La collecte de données joue un rôle crucial dans la résolution des problèmes industriels, car elle fournit des informations essentielles pour comprendre les causes sous-jacentes des problèmes et pour identifier des solutions efficaces. Pour assurer une bonne collecte des données, il est important de respecter les étapes suivantes :

- Déterminer les éléments à relever.
- Élaborer la fiche de relevé à utiliser. Elle peut être sous forme de tableaux à plusieurs. Entrées, de questionnaire, de questionnaire comprenant des cases à cocher.
- Déterminer la période et le lieu de collecte des données.
- Mémoriser les données collectées.

Voici quelques étapes clés de la collecte de données dans ce contexte :

1. Identification du problème : Avant de commencer la collecte de données, il est important d'identifier clairement le problème industriel à résoudre. Cela peut nécessiter des observations sur le terrain, des entretiens avec le personnel concerné et une analyse des données existantes.

2. Définition des objectifs : Déterminez quels objectifs vous souhaitez atteindre en collectant des données. Par exemple, vous pourriez vouloir comprendre les causes d'une baisse de productivité, les sources de défauts dans les produits finis, ou les facteurs contribuant à des temps d'arrêt imprévus.

3. Sélection des sources de données : Identifiez les sources potentielles de données pertinentes pour résoudre le problème. Cela peut inclure des données opérationnelles telles que les rapports de production, les données de qualité, les temps d'arrêt de l'équipement, les données de maintenance, les informations sur les stocks, les données environnementales, etc.

4. Ramassage des données : Mettez en place des méthodes et des outils pour collecter les données identifiées. Cela peut impliquer l'utilisation de systèmes de surveillance automatique, de relevés manuels, d'entretiens structurés, d'observations directes, de questionnaires, de tests de laboratoire, etc.

5. Analyse des données : Une fois les données collectées, analysez-les pour identifier les tendances, les corrélations et les causes potentielles du problème. Utilisez des techniques d'analyse statistique, des graphiques, des diagrammes de Pareto, des cartes de contrôle, etc., pour explorer les données et en tirer des conclusions.

6. Validation des conclusions : Il est important de valider les conclusions tirées de l'analyse des données en les confrontant à l'expérience pratique et à l'expertise du personnel impliqué. Cela peut nécessiter des discussions en équipe, des sessions de brainstorming ou des tests supplémentaires sur le terrain.

7. Présentation des résultats : Communiquez clairement les résultats de l'analyse des données, y compris les conclusions, les recommandations et les plans d'action proposés, à toutes les parties prenantes concernées. Utilisez des visualisations de données claires et des explications accessibles pour faciliter la compréhension.

8. Suivi et évaluation : Suivez la mise en œuvre des solutions recommandées et évaluez leur efficacité au fil du temps. Continuez à collecter des données pour surveiller les progrès et apporter des ajustements si nécessaires [9, 10,11].

Étape 2 : l'analyse. Au cours de cette étape, les causes des problèmes sont déterminées

Analyse des causes : Utiliser des outils et des méthodes pour identifier les causes profondes du problème, telles que le diagramme d'Ishikawa ou la méthode des 5 pourquoi.

1. Brainstorming initial : Réunissez une équipe multidisciplinaire pour effectuer une première analyse du problème. Utilisez des techniques de brainstorming pour générer des

idées sur les causes possibles du problème. Encouragez la libre expression des idées sans évaluation critique à ce stade.

2. Analyse des données : Utilisez les données collectées pour approfondir l'analyse des causes potentielles du problème. Utilisez des outils d'analyse statistique, tels que les diagrammes de Pareto, les cartes de contrôle, les analyses de tendances, etc., pour identifier les corrélations et les tendances dans les données.

3. Méthodes d'analyse des causes : Utilisez des méthodes structurées pour explorer les causes potentielles du problème. Quelques-unes des techniques couramment utilisées incluent:

- ✓ **Diagramme d'Ishikawa (ou diagramme en arêtes de poisson) :** Identifie les causes potentielles du problème en les regroupant en catégories telles que les méthodes, la main-d'œuvre, les matériaux, les machines, les mesures et l'environnement et on va le détaille en appliquant cette méthode dans l'un des problèmes de la briqueterie.
- ✓ **5 Pourquoi (5 Whys) :** La méthode des 5 pourquoi permet de rechercher les causes profondes d'un problème tout en clarifiant les relations entre elles. Elle est facile à mettre en œuvre et ne requiert pas d'analyses statistiques. Elle fonctionne pour des problèmes qui impliquent des personnes, ou dont la source se trouve dans des interactions avec des personnes. Elle consiste à se poser au moins cinq fois la question « pourquoi ? » face à un problème afin de trouver la cause racine. Avant de commencer à poser les questions « Pourquoi ? », il faut d'abord formuler de façon claire le problème à traiter. Une fois le problème formulé, on pose la question pourquoi pour trouver la première cause.
- ✓ **Le QQOCQP :** est une démarche méthodique qui permet de guider le questionnement face à un problème.

4. Évaluation et sélection des causes principales : Une fois que vous avez identifié un ensemble de causes potentielles, évaluez leur plausibilité et leur impact sur le problème. Identifiez les causes principales qui ont le plus grand potentiel d'influence sur le problème.

5. Validation des causes : Validez les causes identifiées en les confrontant à l'expérience pratique et à l'expertise du personnel impliqué. Assurez-vous que les causes identifiées sont logiques et cohérentes avec les données et les observations sur le terrain [9, 10,11].

Étape 3 : les solutions. Au cours de cette étape, les solutions possibles sont recherchées, puis la ou les solutions adéquates sont choisies.

1. Développement de solutions : Utilisez les causes identifiées comme base pour développer des solutions visant à résoudre le problème. Veillez à cibler les causes principales pour maximiser l'impact des solutions proposées.

Étape 4 : l'action. Au cours de cette étape, la ou les solutions choisies sont mises en application, puis un suivi et une évaluation des résultats sont effectués. Si les résultats sont concluants, une généralisation des bonnes pratiques est faite pour ne pas retomber dans les mauvaises habitudes.

Le processus de résolution des problèmes peut être répété de manière indéfinie. Le plus important est de le parcourir de manière méthodique et rigoureuse.

III.2.4. Stratégies de prévention des problèmes

Il existe plusieurs méthodes pour application d'une stratégie de prévention des problèmes dans le domaine industriel, en utilisant plusieurs aspect et culture de prévention, comme la gestion des risques en identifiant les risques potentiels, évaluer leur probabilité et leur impact, et mettre en place des contrôles pour les atténuer, y'a s t'il aussi l'amélioration continue en appliquant ces principes pour identifier et éliminer les sources d'inefficacité et de gaspillage et optimiser en même temps, et Promouvoir une culture de sécurité où la signalisation des problèmes et la prise de mesures correctives sont encouragées, mais le plus important de toute cette stratégie est la maintenance et l'application total des toutes les aspects et les principe de la sécurité et avec toutes ces types, en faisant des programmes d'application des types de maintenance dans l'usine, **alors c'est quoi la maintenance et ces types ?** [9, 10,11].

III.3. La maintenance industrielle

III.3.1. Définition de la maintenance industrielle

La maintenance est « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. » Cette définition a été remplacée par une nouvelle en 2001, et qui définit la maintenance comme étant un « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. » [24].

III.3.2. Objectifs de la maintenance

Pendant longtemps, la maintenance était considérée comme une fatalité, cependant, le progrès technologique ainsi que l'évolution de la conception de la gestion des entreprises ont fait que la maintenance est devenue de nos jours une fonction importante de l'entreprise dont la direction exige l'utilisation de techniques précises et dont le rôle dans l'atteinte des objectifs de l'entreprise est loin d'être négligeable. Et parmi les objectifs en trouve :

- ✚ Diminuer le nombre des pannes
- ✚ Diminuer le cout de la maintenance
- ✚ Améliorer la disponibilité
- ✚ Améliorer la qualité du service [24]

III.3.3. Type de maintenance

Y' as t'il plusieurs type et dérivées de la maintenance illustrer dans la figure suivante :

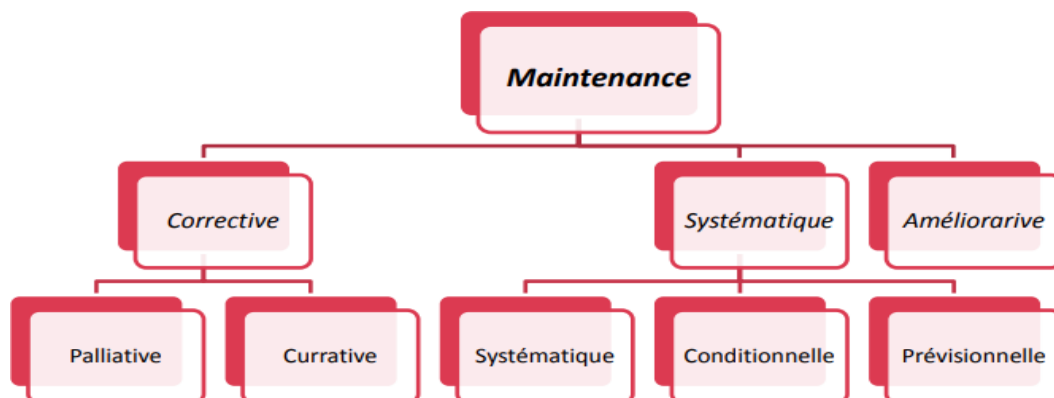


Figure III.15: Types de Maintenance

III.3.3.1. Maintenance corrective

La maintenance corrective est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Le fonctionnement de la maintenance corrective est divisé en deux parties : maintenance palliative et maintenance curative [25].

III.3.3.2. La maintenance palliative

C'est une intervention rapide pour pallier au plus urgent en attendant de trouver une solution ou une correction définitive plus rassurante [25].

III.3.3.3. La maintenance curative

Il s'agit d'une intervention en profondeur et définitive pour réparer un équipement de façon définitive [25].

III.3.3.4. Maintenance systématique

La maintenance préventive est définie par : « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien » (extrait de la norme NF EN 13306 X 60-319).[25]

III.3.3.5. Maintenance améliorative

La maintenance améliorative est celle qui a pour but de modifier les équipements afin de faciliter et/ou réduire leur maintenance. L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel [25].

III.4. Les problèmes techniques dans la briqueterie EN NOUR

III.4.1. Premier problème

Les wagons constituent des équipements mobiles essentiels au sein d'une briqueterie, assurant le transport des briques cuites. Leur structure robuste, composée d'une base en briques réfractaires, d'une armature métallique et de matériaux réfractaires et isolants thermiques, le wagon résister aux températures extrêmes du four pouvant dépasser 1000°C. Leur déplacement s'effectue aisément sur des rails grâce à des systèmes électromécaniques automatisés, garantissant une efficacité optimale, Afin d'assurer leur bon fonctionnement et leur longévité, un système de graissage des roues est mis en place dans la briqueterie, facilitant leur glissement sur les rails.

Cependant, l'exposition aux températures élevées du four peut engendrer à la dégradation des wagons, car la structure métallique qui entoure le wagon dilaté avec le temps à cause de la haute température du four, cela peut entraîner des graves dégâts au niveau des murs du four lors de son mouvement dans le four, Le nombre de wagons disponibles et en état de marche joue un rôle déterminant dans le taux de production. Une diminution de leur nombre implique une réduction de la capacité de transport des briques, entraînant inévitablement une baisse de la production. Il est donc crucial de mettre en place des mesures préventives et curatives efficaces pour assurer la maintenance régulière des wagons et limiter leur dégradation, préservant ainsi la productivité de la briqueterie.

L'équipe de génie civil propose une réparation de ces wagons, aux lieux d'acheter des nouveaux wagons avec un budget très élevé estimé de Quinze milliards de dinars algériens, le wagon se constitué d'une jupe métallique, des entours du wagon, la base pour déposer les fardeaux des briques rouges, un système de manutention a l'intérieur de ces derniers avec des murs de protection à l'intérieur.

Cette réparation consiste à fabriquer des périphériques avec une certaine composition qui contient plusieurs matières, en utilisant des moules, l'équipe du génie civil travaille pour trouver la meilleure composition de ces périphériques afin de garantir une telle solidité et longévité du wagon, avec un cout minimal, l'équipe fabrique trois types des périphériques :

1. Périphérique plein rectangle 40*40 : pour construire la plateforme, ce type des périphérique est pour construire la plateforme équilibrée du wagon, pour déposer les briques réfractaires, conçu pour créer une stabilité en mouvement des fardeaux des briques et pour éviter la chute de ces derniers à l'intérieur du four.



Figure III.16: Périphérique rectangle 40*40 dans le wagon

2. Périphérique plein rectangle avec bordure : pour construire la limite de l'emplacement des briques réfractaires, afin de les fixer et éviter la chute à l'intérieur du four.

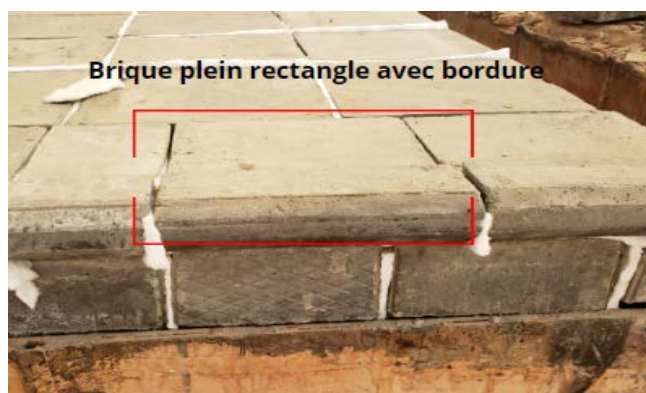


Figure III.17: le moule des Périphérique rectangle avec bordure Périphérique

3. Périphérique plein rectangle : l'emplacement de ce périphérique remplace le métal dilaté, pour construire une bordure de la plateforme, et un sort d'isolation de la chaleur et la flamme pour la jupe et le système de manutention à l'intérieur du wagon.

Remarque :

Les trois types de périphériques sont fabriqués avec le même mélange, et avec trois types de moule construits par un l'équipe mécanique et le bureau de méthode de la briqueterie.

Pour le mélange, il constitue plusieurs matières, et les voici:

1-Ciment réfractaires CALUCEM ISTR 40

Ciment qui résiste à des températures très élevées, importé de la CROATIE, ISTR 40 est un ciment d'aluminate de calcium Teneur en $Al_2O_3 \sim 40\%$ et à durcissement rapide, doté d'une résistance initiale élevée de la chaleur (valeurs élevées de résistance initiale et finale caractère réfractaire jusqu'à $1250^\circ C$) et d'utilisations polyvalentes comme produit de base. ISTR 40 est idéal pour isoler les bétons et les revêtements de sol résistants à la chaleur dans les halls de production, par exemple [12].

2- Ciment réfractaires REFRA B7045 BX

Béton réfractaire à couler ou vibrer H.T.A, ce ciment est un produit local fabriqué en Algérie, fabrique et commercialisé par l'entreprise REFRACTAL est une EPE/SPA, avec une constituant de base Bauxite, ce ciment réfractaire possède des propriétés de résistance a des grandes températures, ce ciment contient de la chamotte (poudre des briques rouge creuses) donc pour l'utilisation il suffit d'ajouter de l'eau seulement [13].

3- Ciment de construction CEM II/AL 42.5 N

Ce ciment est un béton de construction fabrique par la briqueterie de GIGA BENI SAF, il est composé d'un mélange de granulats, de sable, et d'eau aggloméré par un liant hydraulique (le plus souvent du ciment) qui sert de « colle ». On y ajoute éventuellement des adjuvants et d'autres ingrédients pour modifier ses caractéristiques.

4- La chamotte rouge

La chamotte contient seulement des briques rouges creuse broyé finement, afin de l'utiliser dans le mélange et pour une liaison entres les molécules du mélange.

5- La laine de verre

Après la fabrication de ces périphériques, l'équipe de génie civil utilise la laine de verre entre la brique plein, puisque cette matière est un matériau isolant thermique de consistance laineuse obtenu par fusion à partir de sable et de verre recyclé, donc son rôle est pour l'isolation et la liaison entre les briques [14].

Suite à une séance de brainstorming avec l'équipe de production et toutes les équipes de la briqueterie, visant à aborder le problème de la dégradation des wagons et à identifier des solutions efficaces, nous avons trouvé plusieurs approches efficaces qui aident à la résolution du problème, Voici quelques-unes :

- La méthode Taguchi
- Le Lean Six Sigma
- Plan Factoriel

Ces méthodes permettent toutes d'optimiser les processus et la résolution des problèmes, en se basant sur l'analyse des résultats des tests réalisés. Elles offrent des outils pour identifier les paramètres critiques et déterminer les conditions optimales de fonctionnement.

Et après une discussion entre les membres de la réunion, nous avons décidé d'utiliser la méthode de Taguchi, d'un point de vue sur la nature et le types de notre problèmes, la méthode Taguchi se révèle être un outil précieux pour réaliser nos essais et atteindre l'objectif souhaité et trouver la composition optimale, durable et économique, cette méthode mise au point par le Dr. Genichi Taguchi, un ingénieur japonais renommé, cette méthode statistique et systématique a pour but d'identifier les paramètres clés influençant la qualité d'un produit ou d'un processus, et de déterminer les combinaisons optimales de ces paramètres afin de minimiser la variabilité et maximiser les performances et longévité du wagon. Mais en quoi consiste exactement la méthode Taguchi ?

III.4.2. La méthode de Taguchi

III.4.2.1. Définition de la méthode de Taguchi

Une approche robuste pour la résolution des problèmes et l'optimisation de la qualité, elle est développée par le Dr. Gen'ichi Taguchi, est une approche statistique puissante pour la conception d'expériences et l'optimisation de la qualité. Contrairement aux méthodes traditionnelles qui se concentrent sur l'élimination des défauts, la méthode Taguchi vise à réduire la variabilité autour d'une cible de qualité souhaitée, rendant ainsi les produits et processus plus robustes face aux sources de bruit externes, cette méthode demande d'affranchir a les effets, donc au lieu de chercher a éliminer ces facteurs parasites (appelés facteur bruit), la démarche consiste à minimiser leur impact en identifiant les combinaisons de paramètres qui réduisent les effets des causes, sans s'attaquer directement à celles-ci.

La méthode de Taguchi a été largement utilisée dans l'analyse des systèmes d'ingénieries et se compose d'un plan d'expériences avec l'objectif d'acquérir des données d'une manière contrôlée, afin d'obtenir des informations sur le comportement d'un processus donné [15].

III.4.2.2. Le but de la méthode de Taguchi

Était de simplifier au maximum ses techniques statistiques afin de permettre au plus grand nombre de les utiliser sans pour cela être un génie des mathématiques. Les critiques rejettent cette trop grande simplification en démontrant mathématiquement que certains résultats obtenus par les plans d'expériences orthogonaux mènent à des résultats déviants de ceux obtenus par des plans d'expériences 'classiques' (travaux de sir Ronald Fisher).il faut noter que ses critiques sont fondées, si l'on considère la méthode Taguchi comme fixe. Cependant,

il faut voir les travaux de Taguchi comme une base de départ que l'expérimentateur doit adapter à son cadre de travail et au sujet étudié [15].

III.4.2.3. Intérêts d'un plan d'expérience Taguchi

Un plan d'expériences selon la méthode Taguchi présente plusieurs intérêts :

Il est simple à mettre en œuvre.

Il requiert un faible nombre d'essais.

Il conduit aux solutions techniques les plus économiques [15].

III.4.2.4. Démarche d'application de la méthode

L'application de cette méthode comporte plusieurs étapes. Voici les étapes à suivre :

- ✓ Formaliser le problème, si possible au moyen d'un modèle graphique.
- ✓ Sélectionner les paramètres, fixer leurs modalités (niveau de variations des paramètres) et sélectionner leurs interactions.
- ✓ Construire le plan en fonction des tables de Taguchi.
- ✓ Réaliser les essais.
- ✓ Analyser les résultats
- ✓ Conclure après choix du réglage des paramètres qui peuvent être maîtrisés et essai de confirmation [15].

III.4.3. Application de la méthode sur le problème des wagons

L'équipe de production affirme que la dégradation des wagons est un facteur bruit. Pour la solutionner, il est proposé de fabriquer des périphériques spécifiques pleins avec une composition chimique idéale, afin de construire une jupe à la place du métal dilaté. La composition de ces périphérique pleines intègre des matériaux résistants à la chaleur élevée du four et assure une longue durée de vie.

Cela permettra d'éviter les pénuries de wagons prévus pour la production et les dommages causés au four. Ensuite, il est nécessaire d'identifier les facteurs contrôlables susceptibles d'influencer le facteur bruit. Après un brainstorming, les facteurs retenus et leurs niveaux respectifs seront définis. Voici les étapes à suivre :

ÉTAPE 1 : Formaliser Le Problème

Identifier le problème : est un problème de dégradation d'état d'un matériau de production, qui implique une performance de production inférieure à la tolérance de production souhaitée.

L'objectif est d'avoir des solutions réalisables, optimales et moins coûteuses de ces wagons aux lieux d'acheter des nouveaux wagons avec des budgets énormes, on peut mesurer la fiabilité des solutions par deux grandeurs quantitatives, le temps du bon fonctionnement du wagon avant qu'il se dégrade et le coût de réparation de ce dernier, donc le chef d'équipe d'automatisme c'est lui qui va calculer la durée de vie du wagon avant qu'il soit défectueux.

ÉTAPE 2 : Sélectionner Les Paramètres

Le groupe de production doit identifier les paramètres qualitatifs ou quantitatifs: dans notre cas, il existe cinq paramètres quantitatifs des quatre composants des briques qui vont être construits d'une façon pour façonner une jupe pour le wagon, et après l'élimination du métal qui a dilaté, ces composants sont deux types de ciment réfractaire, ciment construction et la chamotte.

Symboles	Définition	Dimensions
A	Quantité Ciment réfractaires CALUCEM	KG
B	Quantité Ciment réfractaires REFRA B7045	KG
C	Quantité Ciment de construction CEM II/AL	KG
D	Quantité de la chamotte	KG
E	La durée du séchage des périphériques	JOURS

Tableau III.1: symbolisation des paramètres et leurs unités

Facteur à tester	Niveaux 01	Niveaux 02
A	25 KG	0 KG
B	0 KG	25 KG
C	0 KG	25 KG
D	0 KG	75 KG
E	30 jours	60 jours

Tableau III.2: les niveaux des facteurs a testés

Déterminer les conditions d'essais : les quantités doivent être précisés et mesurer avec des appareils fiables et normaliser pour une très bonne expérience qui donne les meilleures résultats les paramètres listés mais non retenus seront, et la qualité des composants doit être de haute qualité pour assurer le bon déroulement des essais.

A ce stade, il faut vérifier l'opportunité d'un plan d'expérience : il est possible de maîtriser ces paramètres choisis au cours des essais, si ce n'était pas le cas les informations issues dans la première et la deuxième étape permettent de s'orienter vers d'autres méthodes : méthode de résolution de problèmes, analyses de données.

ÉTAPE 3 : Construire Le Plan d'expérience :

Un plan d'expériences évite de combiner toutes les modalités de tous les paramètres. Les plans les plus courants sont répertoriés dans un ensemble de tables disponibles en standard. Le nombre de paramètres, de modalités par paramètres et le nombre d'interactions permettent de trouver le plan le mieux adapté au problème à résoudre. Les paramètres sont affectés aux colonnes en tenant compte des interactions et des paramètres difficiles à faire varier.

ÉTAPE 4 : Réaliser Les Essais

Il s'agit de reproduire des briques pleines avec une composition des cinq paramètres et ces niveaux ou les réponses dans un tableau, le Dr Taguchi propose un plan d'expérience dans lequel le nombre des essais est relatif au nombre de paramètres. Le nombre d'expériences dans un tableau orthogonal dépend du nombre de facteurs (paramètres) et du nombre de niveaux de chaque facteur. Dans le cas de 5 paramètres et de 2 niveaux, le tableau orthogonal est un tableau de type 2^5 , qui comporte $2^5 = 32$ expériences.

Il s'agit de reproduire sur le produit et/ou le processus chaque combinaison du plan d'expériences et pour chacune d'entre elles de consigner la ou les réponses dans un tableau. Un soin particulier doit être apporté à la réalisation de ces essais (grande rigueur, respect de la gamme d'essais, relevé des conditions expérimentales.)

N° ESSAI	FACTEURS A TESTES					RESULTATS DE L'ESSAI
	A	B	C	D	E	
1	1	1	1	1	1	0%
2	1	1	1	2	2	70%
3	1	1	2	1	2	0 %
4	1	1	2	2	1	50%
5	1	2	1	1	1	0%
6	1	2	1	2	2	0%
7	1	2	2	1	2	0%
8	1	2	2	2	1	0%
9	2	1	1	1	1	0%
10	2	1	1	2	2	0%
11	2	1	2	1	2	0%
12	2	1	2	2	1	0%
13	2	2	1	1	1	0%
14	2	2	1	2	2	98%
15	2	2	2	1	2	0%
16	2	2	2	2	1	60%
17	1	1	1	1	2	0%
18	1	1	1	2	1	60 %
19	1	1	2	1	1	0%
20	1	1	2	2	2	60%
21	1	2	1	1	2	0%
22	1	2	1	2	1	0%
23	1	2	2	1	1	0%
24	1	2	2	2	2	0%
25	2	1	1	1	2	0%
26	2	1	1	2	1	0%
27	2	1	2	1	1	0%
28	2	1	2	2	2	0%
29	2	2	1	1	2	0%
30	2	2	1	2	1	88%
31	2	2	2	1	1	0%
32	2	2	2	2	2	70%

Tableau III.3: Application de la méthode Taguchi

ÉTAPE 5 : Analyser Les Résultats

L'analyse approfondie des résultats d'essais compilés dans le tableau révèle que la combinaison de paramètres la plus performante en termes de durée de vie des wagons est la suivante :

Première meilleur résultat : 98% de durée de vie du wagon :

Paramètre A : Niveau 2

Paramètre B : Niveau 2

Paramètre C : Niveau 1

Paramètre D : Niveau 2

Paramètre E : Niveau 2

Cette configuration spécifique est la meilleur, car elle nous a permis d'atteindre une durée de vie remarquable du wagon de 98%, surpassant ainsi toutes les autres combinaisons testées.

Second meilleur résultat : 88% de durée de vie du wagon :

Outre la configuration optimale précédemment décrite, les essais ont également permis d'identifier une seconde combinaison de paramètres performante en termes de durée de vie des wagons. Cette configuration, qui se distingue par la position du paramètre E, atteint un taux de réussite de 88%, se positionnant ainsi comme la deuxième meilleure option :

Paramètre A : Niveau 2

Paramètre B : Niveau 2

Paramètre C : Niveau 1

Paramètre D : Niveau 2

Paramètre E : Niveau 1

Pour les essais ayant donné un résultat de zéro, ceux-ci sont considérés comme non significatifs. Il existe deux types de ces essais :

Premier type : Essais avec mélanges deux types différents du ciment réfractaires :

Ces essais, identifiés par un soulignement jaune dans la case du facteur A et B dans le tableau, explorent la combinaison de deux types de ciments réfractaires. Ils impliquent l'utilisation du paramètre A au premier niveau et du paramètre B au second niveau, ou l'inverse. Néanmoins, il est crucial de noter que cette méthodologie n'est pas sans limites.

Les propriétés de liaison de chaque type de ciment réfractaire étant inhérentes à leur composition, leur combinaison ne garantit pas une synergie optimale, donc il est impossible d'avoir un mélange qui donne des propriétés optimales, en utilisant deux types de ciments réfractaires.

Deuxième type : Essais sans l'utilisation de la chamotte dans le :

Les essais signalés par un sur lignement rouge dans la case "Facteur E" du tableau de la méthode Taguchi. Cependant, l'utilisation de chamotte est un élément crucial pour ce type de mélange, et son absence rend le mélange inutilisable dans le contexte d'une application en four.

Étant donné le tableau orthogonal 2^5 avec les réponses et les effets principaux, cette interprétation des effets d'interaction fournit des informations précieuses sur la façon dont les effets d'un facteur peuvent varier en fonction du niveau d'un autre facteur. Dans ce cas, les effets d'interaction révèlent des relations complexes entre les facteurs qui influencent la réponse, nous pouvons procéder à l'interprétation des résultats :

Facteur A : une augmentation du niveau du facteur A de 1 à 2 entraîne une diminution de la réponse vers le mauvais sens.

Facteur B : une augmentation du niveau du facteur B de 1 à 2 entraîne une augmentation de la réponse vers le bon sens.

Facteur C : une augmentation du niveau du facteur C de 1 à 2 entraîne une diminution de la réponse vers le mauvais sens.

Facteur D : une augmentation du niveau du facteur D de 1 à 2 entraîne une augmentation de la réponse vers le bon sens.

Facteur E : une augmentation du niveau du facteur E de 1 à 2 entraîne une augmentation de la réponse vers le bon sens.

Recommandations

Sur la base de l'interprétation des effets principaux, les recommandations suivantes peuvent être faites :

Fixer le facteur A au niveau 2 : l'augmentation de son niveau à 2 est susceptible d'entraîner une augmentation non souhaitable de la réponse, ce qui veut dire qu'il n'est pas préférable d'utiliser le ciment réfractaires CALUCEM du tout.

Fixer le facteur B au niveau 2 : le maintenir au niveau 2 est susceptible d'entraîner une réponse beaucoup plus souhaitable, ce qui nous conclure que pour avoir des meilleurs résultats, il faut utiliser le ciment réfractaires REFRA B7045.

Fixer le facteur C au niveau 1: le maintenir au niveau à 1 est susceptible d'entraîner une augmentation souhaitable de la réponse, ce qui veut dire qu'il n'est pas préférable d'utiliser le ciment de construction du tout.

Fixer le facteur D au niveau 2 : le maintenir au niveau 2 est susceptible d'entraîner une réponse beaucoup plus souhaitable, ce qui nous conclure que pour avoir des meilleurs résultats, il faut utiliser de la chamotte dans notre mélange.

Fixer le facteur E au niveau 2 : le maintenir au niveau 2 est susceptible d'entraîner une réponse plus souhaitable, ce qui nous conclure que pour avoir des meilleurs résultats, il faut laisser les périphériques sécher pendant deux mois.

Conclusion

Les effets principaux permettent de comprendre fondamentalement comment chaque facteur affecte individuellement la variable de réponse soit positivement ou bien négativement sur la durée du bon fonctionnement du wagon dans notre cas, d'après analyse des effets principaux, on a découvert que les facteurs qui ont l'impact les plus importants sont les facteur B et D. Cependant, il est crucial de tenir compte de l'importance des effets, du plan d'expérience et des interactions potentielles entre les facteurs pour une compréhension complète.

III.4.4. Deuxième problème

La briqueterie EN NOUR constate une augmentation significative du temps de cycle dans le séchoir pendant la saison hivernale. En effet, le temps de cycle passe d'une heure et demie en été, automne et printemps à deux heures et demie en hiver, ce qui dépasse largement les tolérances fixées par l'équipe de production.

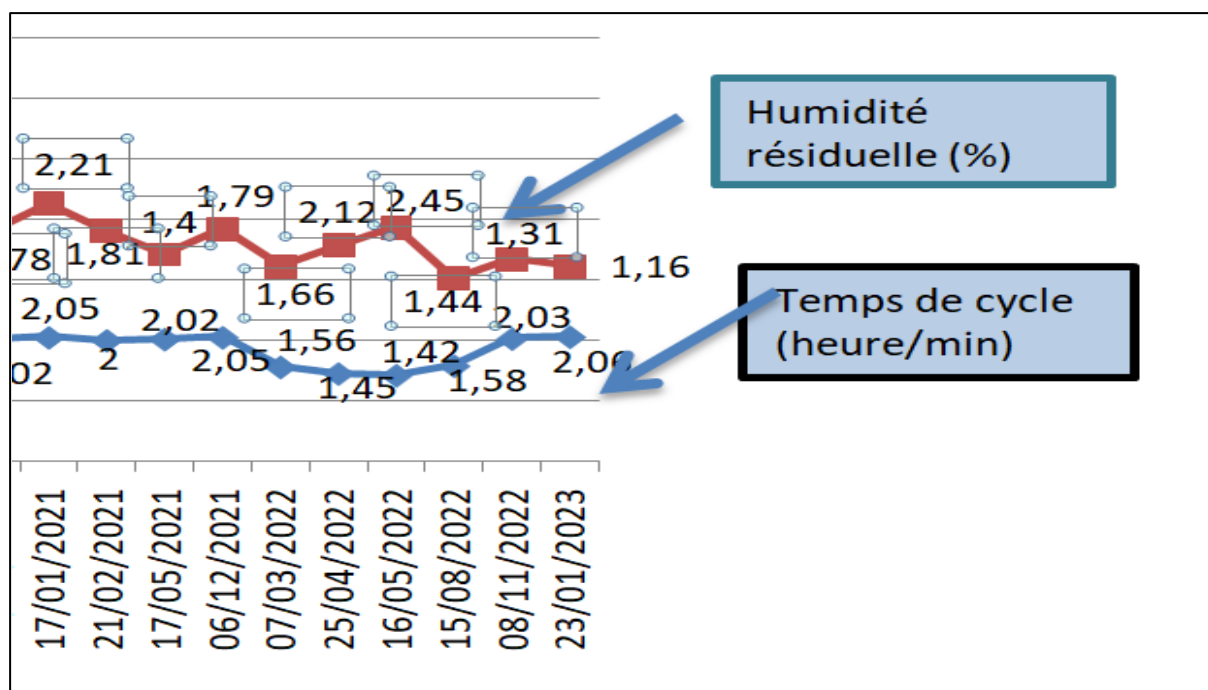


Figure III.18 Graphe de temps de cycle et l'humidité résiduelle.

Suite à une séance de brainstorming impliquant l'équipe de production ainsi que toutes les équipes de la briqueterie, notre objectif étant d'examiner l'augmentation du temps de cycle du séchoir pendant la saison hivernale et de concevoir des méthodes efficaces pour y remédier, nous avons identifié plusieurs approches potentielles. Voici quelques-unes des méthodes que nous avons élaborées pour trouver la meilleure solution à ce problème :

- Arbre de Défaillance.
- L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets.
- Sept outils de base de la qualité.
- La méthode d'Ishikawa.

Et d'après la déclaration de l'équipe de maintenance des vérifications techniques approfondies et un contrôle minutieux du séchoir, aucune défaillance n'a pu être identifiée. Tous les équipements sont en excellent état, les sondes et les hygromètres fonctionnent correctement, et après l'examinassions de l'équipe de vérification et étalonnage des machines industriels. Cet étalonnage est mis par la briqueterie TAFNA puisque c'est le même propriétaire qui possède cette entreprise, et qui se trouve à côté du briqueterie EN NOUR.

Délivré à / issued for :
BRIQUETERIE TAFNA
 Remchi
 W. Tlemcen (Algérie)

. Identification de l'appareil vérifié :
. Identification of the device checked :

Désignation <i>Item description</i>	Constructeur <i>Manufacturer</i>	Type <i>Type</i>	N° de série <i>Serial number</i>	N° usine <i>Factory number</i>
SECHOIR	EUROMATEST SINTCO	—	C11P30/019912111	43060001

. Caractéristiques de l'appareil vérifié :
. Characteristics of the device checked :

Portée maximale F_N <i>Maximal range F_N</i>	Echelle <i>Scale</i>	Résolution r <i>Resolution r</i>	Localisation <i>Location</i>	Année de fabrication <i>Manufacturing year</i>
2000 kN	Digital	0,1 kN	Laboratoire	—

. Date de vérification :
. Date of check : 01/01/2024

. Validité du rapport :
12 mois au plus tard

. Nombre de pages du rapport :
. Number of pages of the report : 3

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
 Les rapports de vérification non signés et non estampillés ne sont pas valides.
 The reproduction of this report is only allowed under the shape of complete photographic facsimile.
 Check report without signature and seal are not valid

Date d'émission
Date of issue

Le Vérificateur
Auditor

Le Responsable
Responsible

Figure III.19 Rapport de vérification et étalonnage du séchoir.

Ce problème complexe trouve ses racines dans une multitude de facteurs, disséminés à travers différents aspects de notre processus de production. Parmi ces éléments, nous avons identifié des influences potentielles dans des domaines aussi variés que la nature des matériaux utilisés, les méthodes de travail employées, les conditions environnementales, ainsi que le facteur humain, jouant un rôle crucial dans la dynamique opérationnelle. Cependant, après un examen approfondi, il est apparu que la source principale de nos difficultés ne réside pas dans le séchoir en soi, mais plutôt dans l'humidité inhérente aux produits eux-mêmes, comme le révèle notre analyse, une humidité insuffisamment éliminée peut engendrer des complications significatives, notamment une prolongation des cycles de séchage, particulièrement sensible pendant les mois d'hiver. Face à ce constat, notre équipe s'est engagée dans la recherche de

solutions éclairées, consciente de l'impérieuse nécessité d'identifier les véritables causes profondes du problème et de ses retombées.

Parmi les nombreuses approches disponibles, nous avons choisi de nous tourner vers une méthode éprouvée et rigoureuse : le diagramme d'Ishikawa, également connu sous le nom de diagramme de cause à effet. Cette décision découle de notre confiance en la capacité de cette méthode à fournir une vision holistique et structurée, ainsi que de son potentiel à mettre en lumière les ramifications les plus subtiles des problèmes complexes. La présente étude a un double objectif : d'abord la détection de problèmes potentiels pour ce recherche et de trouver des solutions qui sont réalisable et faisable et on optimisant le maximum possible d'argent et de temps ca c'est le second objectif.

III.4.5. Méthode de diagramme d'Hishikawa

III.4.5.1. Définition

Le diagramme d'HISHIKAWA ou de causes à effet, ou bien diagramme en arrêtes de poisson, est une représentation structurée de toutes les causes qui conduisent à une situation. Son intérêt est de permettre aux membres d'un groupe d'avoir une vision partagée et précise des causes possibles d'une situation. Son analyse permet une aide à la décision pour corriger un fait existant, ou mettre en place un projet. Le schéma comprend les facteurs causaux identifiés et catégorisés selon la règle des 5M. En effet, il a été repéré que les facteurs causaux relèvent généralement de ces cinq catégories : La matière ou les matériaux ; le matériel employé ; le milieu ou le contexte ; les méthodes et la main d'œuvre. Il est possible dans certaines utiliser des catégories telles les moyens financiers et le management [16].

Le diagramme d'Ishikawa est un outil des méthodes de résolution des problèmes. Introduit dans les chantiers navals Kawasaki dans les années 60 par le Japonais KAORU ISHAKAWA, le diagramme d'Ishikawa est de nos jours un des sept outils de base de management de qualité que sont :

- Les histogrammes.
- Les diagrammes de Pareto.
- Les feuilles de relevés.
- Les cartes de contrôle.
- Les diagrammes de flux/organigrammes.

Les causes sont réparties dans les cinq catégories appelées 5 M :

- ✓ **Matière** : les matières premières, et plus généralement les inputs du processus.
- ✓ **Matériel** : concerne l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels, et les technologies.
- ✓ **Méthode** : le mode opératoire et la recherche et développement.
- ✓ **Main d'œuvre** : tout ce qui concerne les ressources humaines.
- ✓ **Milieu** : l'environnement, le positionnement et le contexte.

Chaque branche reçoit d'autres causes ou catégories hiérarchisées selon leur niveau d'importance ou de détail. Le classement doit mettre en évidence les causes les plus directes.

III.4.5.2. But de l'élaboration des diagrammes d'Ishikawa

Afin de trouver les causes et les effets du problème de temps de cycle dans le séchoir dans la période hivernale, et de trouver des solutions racines pour améliorer le rendement de la station de séchage, nous avons opté pour l'application de cet outil analytique et ce par le biais de diagrammes regroupant l'ensemble des composantes de la station. Cela nous a permis de détecter les anomalies potentielles qui peuvent causer la détérioration des briques dans la sortie du séchoir afin de satisfaire le client et avoir une très bonne réputation par rapport à la qualité des produits fabriqués dans cette briqueterie. En général cette méthode consiste à :

- Identifier les causes possibles d'un problème ou un défaut (effet), et agir sur ces causes pour corriger le défaut en mettant en place des actions correctives appropriées.
- Classer les causes d'un dysfonctionnement ou d'un problème, en grandes familles, et représenter ces derniers de façon claire et structurée.
- Le diagramme d'Ishikawa permet de limiter l'oubli des causes et de fournir des éléments pour l'étude des solutions.
- La méthode a pour but de sensibiliser les personnels aux différentes causes organisationnelles possibles des défauts, sans se limiter aux causes évidentes et immédiates, c'est-à-dire généralement aux coupables.

À l'aide d'un outil simple et usuel, la méthode Ishikawa doit permettre à un groupe de travail de rechercher et de décrire les causes et les variables d'un procédé, le but étant atteint lorsque les idées sont épuisées [16].

Les règles d'or Les règles d'or du diagramme d'Ishikawa sont :

- ✓ **Groupe de travail** : Avant de commencer, il faut former un groupe de travail pluridisciplinaire et chaque membre doit y participer.
- ✓ **Brainstorming** : Il est recommandé de pratiquer auparavant un brainstorming pour trouver toutes les causes au problème. Donc chaque membre du groupe peut librement exprimer ses opinions.
- ✓ **Démarche** : Par la suite il faut identifier les causes principalement responsables du problème et les classer selon leur relation par rapport au problème posé.

Déroulement du diagramme d'Ishikawa le déroulement du diagramme peut se décrire en cinq étapes :

1. **Étape 1** : Définir clairement le problème Placer une flèche horizontale, pointée vers le problème.
2. **Étape 2** : Classer les causes recherchées en grandes familles
3. **Étape 3** : Flèches secondaires Ces flèches secondaires correspondent au nombre de familles de causes identifiées. Il faut les raccorder à la flèche horizontale. Chaque flèche identifie une des familles de causes potentielles.
4. **Étape 4** : Mini flèches Les causes rattachées à chacune des familles sont inscrits sur des mini flèches. Il faut avoir toutes les causes potentielles. CHAPITRE IV Scénario d'incident étudié par la méthode des 5M (Diagramme d'Ishikawa)
5. **Étape 5** : Finalisation Il faut rechercher parmi les causes potentielles les causes réelles du problème. Il faut agir dessus, les corriger en proposant des solutions [16].

Remarque

On peut ajouter aux 5M deux critères supplémentaires (Management et moyens financiers) pour obtenir les 7M.

III.4.5.3. Avantages et inconvénients

Avantages

Parmi les avantages du diagramme d'Ishikawa, on distingue:

- Présentation simple qui permet de représenter graphiquement le problème.
- Outil précis.

- Les diagrammes en arêtes de poisson permettent une analyse en profondeur qui évite de passer à côté de causes possibles d'un besoin.
- La technique en arêtes de poisson est facile à appliquer et crée une représentation visuelle facile à comprendre des causes, catégories de causes et besoins.
- En utilisant un diagramme en arêtes de poisson, vous pouvez porter l'attention du groupe sur la "situation dans son ensemble" du point de vue des causes ou facteurs qui peuvent avoir une influence sur un problème/besoin.

Inconvénients et limites

Parmi les inconvénients et les limites du diagramme d'Ishikawa, on distingue :

- Développé dans le secteur industriel et moins adapté au monde des services.
- N'apporte pas directement de solution au dysfonctionnement.
- La simplicité d'un diagramme en arêtes de poissons est à la fois une force et une faiblesse. Une faiblesse, parce que la simplicité de ce type de diagramme peut rendre difficile la représentation de la nature réellement interdépendante des problèmes et des causes dans des situations très complexes.
- À moins que vous ne disposiez d'énormément d'espace pour dessiner et développer le diagramme, il se peut que vous constatiez que vous n'êtes pas en mesure d'explorer les relations de cause à effet de manière aussi détaillée que vous l'auriez souhaité. [16]

III.4.6. Application de méthode d'Hishikawa sur le deuxième problème

La démarche d'Hishikawa s'articule autour de plusieurs étapes clés visant à garantir des résultats optimaux. Au cours de notre enquête approfondie, il est devenu évident que le défi lié au temps de cycle du séchoir pendant la saison hivernale est d'une grande complexité, avec de multiples causes potentielles. Il est donc impératif de les classer afin de mieux les interpréter et d'entreprendre une recherche efficace des causes fondamentales de ce problème.

Après une observation minutieuse et une exploration approfondie des causes, nous avons orienté nos efforts vers l'étude du diagramme d'Hishikawa, dans l'espoir de surmonter nos difficultés. Notre objectif est de cerner les facteurs susceptibles de contribuer à ce problème en utilisant la méthode des "cinq M" : Matériel, Matière, Méthode, Main-d'œuvre et Milieu.

Cette approche nous permettra d'identifier les causes racines et d'apporter des solutions efficaces pour résoudre le problème.

Le diagnostic approfondi de notre projet nous a menés à élaborer le diagramme d'Ishikawa global, représentant notre problématique liée au temps de cycle du séchoir pendant la période hivernale. Ce diagramme, présenté ci-dessous, recense tous les éléments susceptibles de contribuer à cette situation :

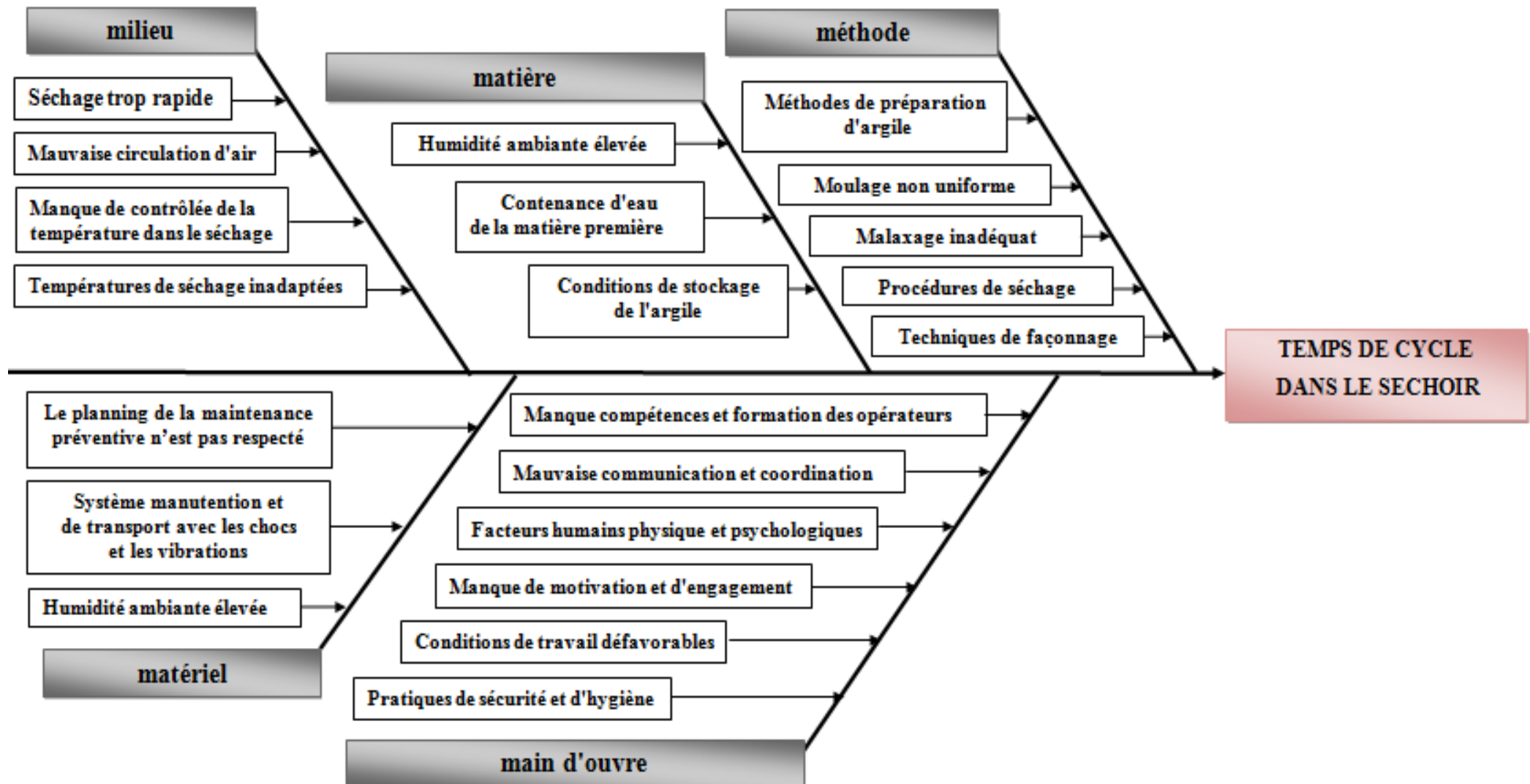


Figure III.20 Diagramme Hishikawa de la problématique

L'analyse 5 M, contient cinq familles correspondent à la main d'œuvre, à la matière, au matériel, au milieu et aux méthodes (5 M), en commence par :

★ Milieu

Dans notre cas, le milieu est la station du séchage, on peut avoir plusieurs causes dans ce dernier, parmi eux en trouve :

- **Températures de séchage inadaptées**

Des températures de séchage trop élevées ou trop basses peuvent affecter la perte d'eau de manière non uniforme, augmentant le temps de cycle du séchoir. Car la température de séchage trop élevées peuvent provoquer une évaporation trop rapide de l'eau, augmentant le temps de cycle séchoir dans la période hivernale et la températures trop basses peuvent ralentir le séchage, favorisant la croissance de moisissures et la détérioration de la brique et en parallèle une grande consommation du gaz.

- **Manque de contrôlée de la température durant le processus de séchage**

Avec des déviations de température de plus ou en moins de la courbe de séchage dans les meilleures performances.

- **Séchage trop rapide**

Un séchage trop rapide peut créer des gradients d'humidité importants dans la brique, provoquant des tensions internes qui peuvent mener une augmentation du temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

- **Mauvaise circulation d'air**

Une mauvaise circulation d'air causé par de la panne des ventilateurs du séchoir par exemple peut empêcher l'évacuation uniforme de l'humidité de la surface de la brique et cela peut entraîner une accumulation d'eau dans certaines zones, augmentant le temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

★ Matières

Lorsque en problèmes dans la matière dans notre étude, veut dire qu' on parle de la matières premières, cet dernier est vraiment importante pour résoudre notre problème, beaucoup de causes peuvent être sélectionnée, parmi eux en trouve :

- **Contenance d'eau de la matière première**

Dans le processus de fabrication des briques, la quantité d'eau ajouter au mélange est très importante.

- **Humidité ambiante élevée**

Une humidité ambiante élevée dans la briqueterie peut ralentir le séchage et favoriser la formation de condensation sur les briques, augmentant le temps de cycle séchoir dans la période hivernale

- **Conditions de stockage de l'argile**

La briqueterie EN NOUR stocke la matière premier a l'air libre pendant tout l'année, cela implique que la matière premier (argile) contient une quantité d'eau cela pluie et d'humidité ..etc., cette quantité d'eau et d'humidité trop élevée pendant le séchage peut ralentir le processus et favoriser la condensation d'eau sur la surface de la brique, ce qui peut entraîner une augmentation de temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

★ Matériel

Le processus de fabrication comporte plusieurs étapes et stations, Les équipements utilisés lors du processus de fabrication sont étalonnés et jugé conforme et on été approuver par le département validation, Les équipements utilisés lors du processus sont en état de marche, et on peut trouver des causes dans le matériel, parmi eux en trouve :

- **Le planning de la maintenance préventive n'est pas respecté**

Le calendrier de la maintenance des machines non respecter des machines de production, cela implique un retard de production qui peut influencer sur la qualité du brique et augmentant le temps de cycle séchoir dans la période.

- **Système manutention et de transport avec les chocs et les vibrations**

Cette cause peut influencer sur les brique et ça qualité et augmente le temps de cycle.

- **Mouilleur défectueux**

Il existe plusieurs mouilleurs dans la briqueterie, puisque les mouilleurs sont responsable a l'ajout de l'eau dans le mélange, ils ajoutent sept litres par minute, ce paramètre est généré par le contre maitre des équipes ou bien le chef des équipes, sachant que la quantité d'eau doit être précis dans le mélange, si le mouilleur sont défectueux donc la quantité d'eau dans le mélange peut être supérieur ou inférieur au seuil et quantité voulu.

- **Humidité résiduelle n'est pas contrôlable**

Suite au manque des instruments de mesure tel que les hygromètres.

- ★ **Main d'œuvre**

En plus des facteurs liés à la matière, au matériel et milieu, les pratiques et le comportement des opérateurs peuvent également, augmentant le temps de cycle dans la période hivernale et influencer la qualité des briques et leur propension aux fissures et cassures après séchage.

- **Compétences et formation des opérateurs**

Des opérateurs insuffisamment formés ou bien un opérateur qui manque de formation adéquate peuvent ne pas maîtriser les techniques de préparation de l'argile, de façonnage, de manutention et de stockage des briques, ce qui peut entraîner des défauts et des points faibles dans les produits finis, en oubliant pas que l'expérience joue un rôle crucial dans la qualité du produit fini. Un manque de supervision adéquate peut empêcher l'identification et la correction des erreurs de manipulation ou des problèmes de production en temps opportun.

- **Mauvaise communication et coordination**

Une mauvaise communication et coordination entre les opérateurs peuvent entraîner des incohérences dans le processus de fabrication, augmentant le temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

- **Facteurs humains physique et psychologiques**

Fatigue et stress des opérateurs: La fatigue et le stress peuvent nuire à la concentration et à la précision des opérateurs, augmentant le risque d'erreurs et de négligence qui peuvent affecter la qualité des briques.

- **Manque de motivation et d'engagement**

Un manque de motivation et d'engagement des opérateurs peut conduire à un travail négligé et à une baisse de la qualité des produits.

- **Conditions de travail défavorables**

Des conditions de travail défavorables, telles que des températures extrêmes, un bruit excessif ou un éclairage insuffisant, peuvent affecter le confort et la performance des opérateurs.

- **Non-respect des consignes de sécurité**

Le non-respect des consignes de sécurité, telles que le port d'équipements de protection individuelle ou l'utilisation correcte des machines, peut exposer les opérateurs à des risques de blessures et affecter leur capacité à travailler de manière sûre et efficace.

- **Mauvaises pratiques d'hygiène**

De mauvaises pratiques d'hygiène, telles que la manipulation d'argile contaminée ou le non-nettoyage des outils et des machines, peuvent introduire des impuretés dans les briques et augmenter le risque de fissures.

- ★ **Méthode**

En plus des facteurs liés à la matière première, au matériel et à la main-d'œuvre, les méthodes et les techniques employées dans la fabrication des briques peuvent également influencer la qualité des produits finis et leur propension aux fissures et aux cassures après séchage.

- **Méthode de stockage de la matière première**

La briqueterie stock sa matière à l'air libre, et comme nous savons que l'hiver c'est le mois de la pluie et d'humidité.

Méthodes de préparation de l'argile

Une mauvaise homogénéisation de l'argile peut entraîner des variations de composition et de propriétés dans la pâte, ce qui peut créer des points faibles et, augmentant le temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

- **Moulage non uniforme**

Une répartition inégale de l'argile dans les moules peut créer des différences de densité et de compacité dans la brique, ce qui peut entraîner une augmentation du temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

- **Séchage trop rapide**

Un séchage trop rapide peut créer des gradients de retrait excessifs dans la brique, ce qui peut entraîner une augmentation du temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

- **Malaxage inadéquat**

Un malaxage insuffisant de l'argile ne permet pas une dispersion homogène des minéraux et des additifs, ce qui peut affecter la plasticité, la cohésion et la résistance de la brique.

- **Moulage non uniforme**

Une répartition inégale de l'argile dans les moules peut créer des différences de densité et de compacité dans la brique, ce qui peut entraîner une augmentation du temps de cycle séchoir dans la période hivernale.

Interprétation des causes

★ Milieu

On va interpréter toutes les cause du milieu, en commence par :

- **Températures de séchage inadaptées**

La briqueterie EN NOUR utilise un logiciel de gestion et de contrôle de toutes la production ainsi que toutes les stations, il s'appelle SCADA, par exemple pour notre milieu (séchoir) le SCADA donne des information en temps réel tel que la température et l'humidité exacte dans chaque zone du séchoir, la température récupéré du four, consommation du gaz exacte du bruleur du séchoir, l'état des ventilateurs, courbes de température(contient le best case et la courbe instantané du séchoir pour faciliter la détection du déviation) et la courbe d'humidité. Donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.

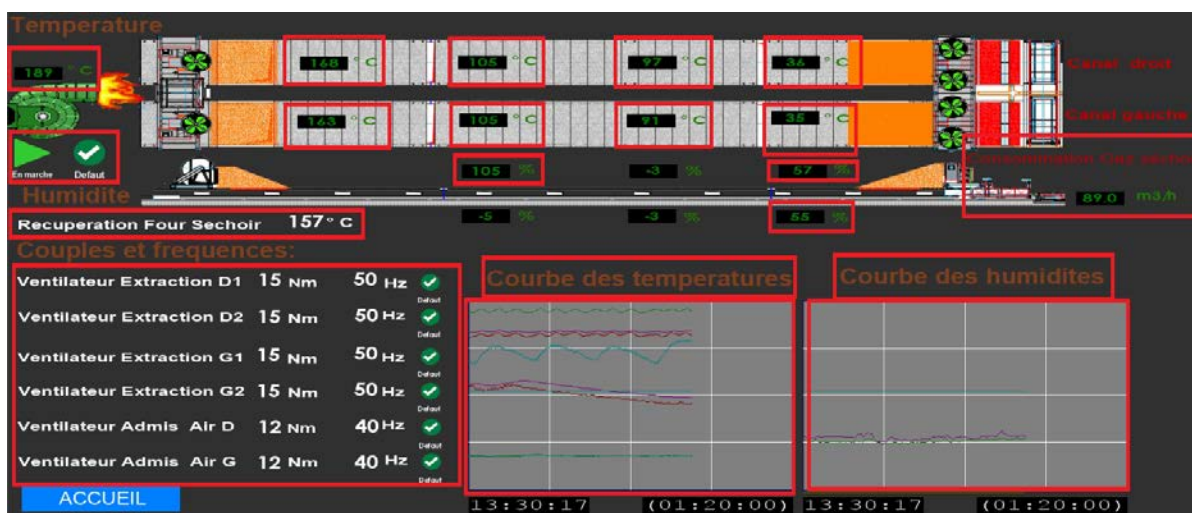


Figure III.21 Capture de Scada de contrôle du séchoir.

- **Manque de contrôlée de la température durant le processus de séchage**

les équipes de production EN NOUR contient un chef d'équipe chargé du contrôle de toute la station , et des opérateurs pour taches de gestion et mise en marche des machines, les chef d'équipes ce sont des employées expérimentes, motivés et responsables, chaque chef de possède un compte avec un mot de passe secret dans la plateforme MAGELIS, pour accéder et modifier les paramètre des machines(vitesse, débit ..etc.), et mise en marche des machines, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Séchage trop rapide**

Le séchage de la briqueterie EN NOUR est un séchage parfait, la preuve des produits fabriquées bonne qualité d'après le retour des clients et la demande sur ce dernier dans toutes les saisons sauf que dans la période hivernale le temps de cycle du séchoir augmente, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Mauvaise circulation d'air**

Le séchoir de la briqueterie équipé deux types de ventilateurs, la première s'appelle ventilateur d'admission (d1,d2,g1 et g2) et la second ventilateur d'extraction, ces derniers travaille a fin de créer une certaine circulation d'air , et pour éviter accumulation d'eau dans certaines zones et une très bonne évacuation de l'humidité, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

Ventilateur Extraction D1	15 Nm	50 Hz	✓ Default
Ventilateur Extraction D2	15 Nm	50 Hz	✓ Default
Ventilateur Extraction G1	15 Nm	50 Hz	✓ Default
Ventilateur Extraction G2	15 Nm	50 Hz	✓ Default
Ventilateur Admis Air D	12 Nm	40 Hz	✓ Default
Ventilateur Admis Air G	12 Nm	40 Hz	✓ Default

Figure III.22:ventilateurs du séchoir.

D'après une interprétation des causes du milieu, aucun de ces derniers peut être considéré comme l'un des causes du problématique du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, on peut conclure que **le milieu n'est donc pas mis en cause pour cette anomalie.**

★ **Matière**

On va interpréter toutes les cause de la matière, en commence par :

- **Contenance d'eau de la matière première**

Dans la fabrication des briques, la quantité d'eau ajouter dans le mélange est très important, et la contenance d'eau dans la matière est a cause du condition de stockage, méthode extraction et la carrière, **donc on peut conclure que cet cause peut aussi êtres mis en cause pour notre problématique.**

- **Humidité ambiante élevée**

Le renvoie d'angle, dans la période hivernale souffre d'une humidité élevée, cela peut ralentir le séchage et favoriser la formation de condensation sur les briques, augmentant le risque de fissures et de moisissures, **donc on peut conclure que cet cause peut aussi êtres mis en cause pour notre problématique.**

- **Conditions de stockage de l'argile**

La briqueterie EN NOUR stocke la matière premier a l'air libre pendant tout l'année, cela implique que la matière premier (argile) contient une quantité d'eau de la pluie et d'humidité . etc., cette quantité d'eau et d'humidité trop élevée pendant le séchage peut ralentir le processus et favoriser la condensation d'eau sur la surface de la brique, ce qui peut entraîner des efflorescences et des fissures, dans le processus cette industrie la brique doit contient un seuil d'humidité bien précis, a peut prés dans la rentrée du séchoir 18 %, cette mesure est bien étudiée, **donc on peut conclure que cet cause peut aussi êtres mis en cause pour notre problématique.**

D'après une interprétation des causes du matière, les trois cause peut être considérer comme l'un des causes du problématique du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, on peut conclure que **la matière peut êtres mis en cause pour cette anomalie.**

★ Matériel

On va interpréter toutes les cause du matériel, en commence par:

- **Le planning de la maintenance préventive n'est pas respecté**

La briqueterie EN NOUR possède toute une équipe de maintenance, qui se compose des maintenancier mécanique, électrique..etc., des mécaniciens et des opérateurs, qui travaille pour respecter le calendrier de la maintenance des machines, et voici une fiche d'un programme de maintenance préventive ci-dessous :

 S.A.R.L. BRIQUETERIE ENNOUR		Service
Programme de maintenance préventive		BEM
Date d'arrêt: 01/11/2023	Heure d'arrêt: 05h	Durée d'arrêt: 16h
Équipements	Les interventions à effectuées	Personnels
MOUILLEUR MELANGEUR HÄNDLE	➤ Changement des hélices ➤ Changement des palles. ➤ Changement coiffe protectrice si nécessaire. ➤ Changement revêtement des arbres si nécessaire. ➤ Changement couteux déchiqueteur si nécessaire. ➤ Changement des garnitures d'usure. ➤ Changement les registre à frein. ➤ Changement des pièces de serrage des garnitures.	01 Mécanicien 03 Opérateur- 01 Cariste 02 Souder
MOUILLEUR BEDESCHI GDF800	➤ Vérification des palles. ➤ Vérification des chemises lunette pos 59.	01 Mécanicien
LIGNE DE RETOUR	➤ Réglage niveau des tables retour chariot vide. ➤ Diminution des chaines si nécessaire.	01 Mécanicien
SECHOIR 01 Et 02	➤ Vérification et contrôle visuel pousseur séchoir (glissière et roulement combiné).	01 Mécanicien

Figure III.23 Programme de maintenance préventive.

Et le logiciel SCADA lance des alarmes pour prévenir l'équipe de maintenance pour effectuer quotidiennement les maintenances des différentes machines, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Système manutention et de transport avec les chocs et les vibrations**

Parmi les systèmes de manutention utilisé dans la briqueterie EN NOUR pour le transport des produits' avant la rentrée du séchoir c'est le tapis rouleux, mais ce dernier est caractérisé par sa stabilité, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Mouilleur défectueux**

L'équipe de maintenance et les opérateurs des stations des trois préparations, contrôle quotidiennement les mouilleurs, et leur débit d'alimentation de l'eau, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Humidité résiduelle n'est pas contrôlable**

Suite au manque des instruments de mesure dans plusieurs station de broyage etc. comme les hygromètres et d'autres matériaux de mesure .**donc on peut conclure que cet cause peut être mis dans la liste des causes de notre problème.**

D'après une interprétation des causes du matériel, aucun de ces derniers peut être considéré comme l'un des causes du problème du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, on peut conclure que **le matériel peut être mis en cause pour cette anomalie.**

★ Main d'œuvre

On va interpréter toutes les causes du man d'œuvre, en commençant par:

• Compétences et formation des opérateurs

Les équipes de production de la briqueterie EN NOUR sont expérimentées et bien organisées grâce au travail de Mr KHATER AISSA responsable de production de la briqueterie, il a fait des recherches et des expériences pour chaque équipe, afin de former les meilleures équipes avec le bon choix des chefs des équipes et des opérateurs, et la majorité des équipes sont formées pour maîtriser les techniques de préparation d'argile, façonnage, de manutention et de stockage des briques, il a établi des fiches d'évaluation des équipes mensuelles, cette fiche contient le taux de production de chaque équipe, afin de voir les différences entre les équipes et pour avoir des solutions des problèmes de conflits etc.

NOM	PRENOM	STRUCTURE	POSTE	Évaluation	OBS
BERRAYAH	ABDESSAMAD	Equipe B	SOUDEUR	95%	excellent élément
BOUMDOL	BENMOUSSA	Mécanique	SOUDEUR	100%	excellent élément (montre des
ZERIOUH	RACHID	Mécanique	SOUDEUR	98%	maîtrise parfaitement la recharge
SEBKI	ELKADER MORT	Equipe C	MANOEUVRE	68%	des capacités limitées
ZENATI	M'HAMMED	Mécanique	GRAISSEUR	100%	bon élément (trop bavard)
AYACHI	MILOUD	Equipe C	MANOEUVRE	74%	un élément sérieux et discipliné avec des capacités limitées
TARRISET	CHOUKRI	Equipe C	MANOEUVRE	80%	un élément sérieux, polyvalent avec sens d'observation et esprit
MAMMAR	ALI	Mécanique	MANOEUVRE	100%	retraité
DERKAOUA	ABDELBESET	Equipe C	MANOEUVRE	80%	un bon élément et sérieux

Figure III.24 Fiche évaluation des équipes de production.

Ces équipes garantissent une très bonne identification et correction des erreurs de manipulation ou des problèmes de production en temps opportun, **donc on peut conclure que cette cause n'est pas incluse dans la liste des causes de notre problème.**

- **Mauvaise communication et coordination:**

Les équipes de la briqueterie garantir une très communication et coordination entre les opérateurs peuvent entraîner des incohérences dans le processus de fabrication, **donc on peut conclure que cette cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Facteurs humains physique et psychologiques**

La fatigue et le stress peuvent nuire à la concentration et à la précision des opérateurs, augmentant le risque d'erreurs et de négligence qui peuvent affecter la qualité des briques .mais l'équipe de production a appliquer le théorème de toyotisme, Il s'agit d'une méthode pour casser ,la routine par rapport au coté des employées de la briqueterie et de améliorer le processus de fabrication en appliquant la polyvalence des postes pour les employés et d'encourager les employés à chercher constamment des moyens d'améliorer les processus et de réduire le gaspillage. Les idées d'amélioration proviennent de tous les niveaux hiérarchiques de l'entreprise ce qui favorise l'implication de chaque employé. **donc on peut conclure que cet cause peut aussi êtres mis en cause pour notre problématique.**

- **Manque de motivation et d'engagement**

Les équipes de EN NOUR bénéficier des primes rendement collectif et individue l,a fin de les motiver et avoir des engagements, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

- **Conditions de travail défavorables**

Des conditions de travail très favorable dans la briqueterie, et une très bonne relation avec les équipes et les membres d'administration, et la briqueterie fournir des équipements de protection des oreilles et masque de protection a fin de 'avoir un confort et les meilleures performances des opérateurs et augment la productivité, **donc on peut conclure que cet cause n'est pas inclus dans la liste des causes de notre problème.**

D'après une interprétation des causes de la main d'œuvre, aucun de ces derniers peut être considéré comme l'un des causes du problématique du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, on peut conclure que **la main d'œuvre n'est donc pas mise en cause pour cette anomalie.**

★ Méthode

En plus des facteurs liés à la matière première, au matériel et à la main-d'œuvre, les méthodes et les techniques employées dans la fabrication des briques peuvent également influencer la qualité des produits finis et leur propension aux fissures et aux cassures après séchage.

- **Méthode de stockage de la matière première**

La briqueterie stock sa matière à l'air libre, et comme nous savons que l'hiver c'est le mois de la pluie et d'humidité, donc la matière avant qu'elle rentre dans le processus de fabrication, elle contient de l'eau, et vu la nature et propriété chimique d'argile c'est l'un des produits qui absorbe de l'eau rapidement et le perd lentement, **donc on peut conclure que cette cause peut aussi être mise en cause pour notre problématique.**

- **Homogénéisation insuffisante de l'argile**

Le mélange contient une toute petite quantité des grains, cela implique et entraîne des variations de composition et de propriétés dans la pâte, ce qui peut créer des points faibles et favoriser les fissures lors du séchage, à cause des marteaux utilisés dans la station de broyage ou bien le tamis de la station de tamisage défectueux, **donc on peut conclure que cette cause peut aussi être mise en cause pour notre problématique.**

- **Séchage trop rapide**

Le séchage dans la briqueterie EN NOUR est bien adapté, grâce à l'expérience des équipes de production qui maîtrisent vraiment le processus et grâce à sa qualification de travail et l'expérience, **donc on peut conclure que cette cause ne peut pas être mise en cause pour notre problématique.**

D'après une interprétation des causes de la méthode, il existe plusieurs facteurs qui peuvent être considérés comme l'un des causes du problème du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, on peut conclure que **la méthode peut être mise en cause pour cette anomalie.**

II.4.7. Les solutions proposées

Après l'interprétation des causes dans plusieurs domaines, on a constaté que la méthode et le matériel et la matière cause des problèmes qui peuvent influencer sur notre problème est qu'il s'agit du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, en commençant par :

III.7.1. Première approche

Dans notre approche pour résoudre le problème, nous envisageons d'adopter des solutions concrètes. La première consiste à installer des hygromètres dans les stations de mouillage. Cette initiative permettra aux équipes de production de surveiller avec précision le niveau d'humidité dans le mélange tout au long du processus. L'objectif est d'éviter tout dépassement des seuils de tolérance établis par l'équipe, qui vise un taux d'humidité de 18 % dans le

mélange. Parallèlement, nous envisageons également l'utilisation d'un marteau broyeur avec résistance.

Après avoir mené des recherches sur les hygromètres disponibles et leur compatibilité avec les stations de mouillage de la briqueterie EN NOUR, et suite à un accord avec l'équipe en charge de l'installation des équipements électriques et électroniques, nous avons conclu que l'hygromètre KIMO TH210 représente le choix idéal.

III.4.7.1.1. Mise en place des Hygromètre KIMO TH210

L'émetteur d'humidité et de température KIMO TH 110 mesure l'humidité et la température.



Figure III.25:KIMO TH 110 mesure l'humidité et la température.

Il est équipé d'un boîtier ABS V0 IP65 avec afficheur et d'une sonde en acier inoxydable ou en polycarbonate. Il est doté de deux sorties analogiques à 4 fils et une garantie d'un ans en cas de problème au niveau de ce dernier.[17]Ce instrument est étalonné et conforme aux normes international, et voici le tableau qui montre :

Nom d'instrument	Hygromètre KIMO TH210, +100°C max., 100%HR max., Étalonné RS
Code commande	277-0043
Fabricant/Marque	KIMO
Référence fabricant	TH210-BODP150-R
Date de conformité du produit	Du 10/05/2024 aux 10/05/2025
Temps de réponse	< 10 secondes (de 10 à 80% HR, Vair = 2 m/s)
Capacité	de 0 to 100 % H

Tableau III.4 Informations sur l'hygromètre.

En ce qui concerne l'aspect financier de cette initiative, le coût unitaire d'un seul hygromètre s'élève à deux cent quinze mille dinars algériens, comme indiqué précédemment. Ainsi, le coût total des équipements et de leur installation est estimé à environ six cent quatre-vingt mille dinars algériens.

Quantité	Équipement	Prix unitaire	Montant en TTC
04	Hygromètre KIMO TH210	21 5000 Da	86 0000 Da
/	Frais d'mise en place des hygromètres	30000 Da	120000 Da
/	Equipement électrique pour installation et pour relier les hygromètres avec le SCADA	5 0000 Da	200000 Da
		Total à payer	1180000 Da

Tableau III.5 Cout total d'installations d'hygromètres.

III.4.7.1.2. Utilisation des broyeurs a marteaux avec résistance

Les broyeurs à marteaux avec résistances jouent un rôle important dans la préparation de la matière première pour la production de briques, Un broyeur à marteaux avec résistances est un équipement mécanique utilisé pour broyer l'argile brut. Il se compose principalement des éléments suivants chambre de broyage c'est la cavité interne où se produit le broyage. Elle est généralement cylindrique et revêtue d'un matériau résistant à l'usure, des marteaux ce sont des pièces métalliques robustes fixées sur un rotor central qui tourne à grande vitesse, a l'intérieur de ces marteaux en trouve des résistances, pour chauffer ces derniers ou bien en trouve des résistances électriques sont installées stratégiquement à l'intérieur de la chambre de broyage. Elles génèrent de la chaleur qui se propage dans la chambre, ce qui présente plusieurs avantages :

- ✓ **Réduction de l'humidité** : Le chauffage permet d'éliminer l'humidité qui se trouve dans la matière première, ce qui est important pour un très bon contrôle d'humidité du produit au début du processus de production et qui implique une très bonne qualité des briques et une diminution du temps de cycle du séchoir dans la période hivernale.
- ✓ **Meilleur broyage** : La chaleur aide à ramollir les matériaux, ce qui les rend plus faciles à broyer et permet d'obtenir une granulométrie plus fine et plus homogène.

Le broyeur à marteaux à lit fixe BM-500R, fabriqué par la société Zhengzhou Brilliant Machinery, se distingue par ses performances élevées dans le domaine des machines industrielles. Cette entreprise chinoise réputée propose un équipement de haute qualité, spécialement conçu pour répondre aux exigences de diverses applications. Le broyeur à marteaux à lit fixe BM-500R est spécialement recommandé pour le broyage de matériaux tels que l'argile, la brique concassée, la pierre calcaire et le charbon.



Figure III.26: Le Broyeur à marteaux à lit fixe BM-500R.

Et parmi ces caractéristiques techniques en trouve :

PARAMETRES	VALEURS
Capacité de production	5 à 10 tonnes/heure
Granulométrie	5 à 20 mm
Puissance du moteur	75 kW
Vitesse de rotation du rotor	960 tr/min
Nombre de marteaux	80
Matériau des marteaux	Acier au manganèse haute dureté
Taille de l'alimentation	≤ 50 mm
Chauffage par résistances	30 kW
Température de chauffage	0 à 300 °C (réglable)
Système d'évacuation	Ventilateur centrifuge
Dimensions	2500 x 1500 x 1800 mm
Poids	5 tonnes

Tableau III.6 Caractéristiques techniques du broyeur.

En ce qui concerne l'aspect financier de cette initiative, le prix approximatif du broyeur BM-500R ce qui équivaut à Neuf cent trente et un millions de dinars algériens hors taxes. Il convient de noter que ce prix peut varier en fonction de la configuration du broyeur, des options supplémentaires sélectionnées et des conditions de livraison. Parmi les options disponibles [18], on peut mentionner :

Système de tamisage automatique pour séparer les particules de la granulométrie souhaitée.

Convoyeur à bande pour transporter la matière broyée vers un silo de stockage ou une autre étape du processus de production, Système de dépoussiérage pour réduire les émissions de poussière et un système de contrôle automatisé pour une surveillance et un contrôle précis du processus de broyage.

Les broyeurs à marteaux avec résistances sont généralement plus coûteux que les broyeurs à marteaux classiques. Cependant, leur efficacité accrue et leurs avantages en termes de qualité et de capacité de production peuvent justifier l'investissement initial, et parmi les inconvénients de ce broyeur, est les résistances qui tombe a chaque fois en arrêt, c'était le cas de la briqueterie TAFNA, il sont éliminé ce broyeur et utilise leur ancien broyeur sans résistance, puisque ils sont vécu des pannes répétitives et un temps d'arrêts de production grâce a ces résistance.

III.4.7.2. Deuxième Approche

La deuxième approche consiste a concentré sur la matière premier et de rien changé dans le processus, donc nous avons proposé de créer un espace de stockage de la matière première pour stocker un stock de trois mois d'argile, afin de résolu le problème du temps de cycle séchoir dans la période hivernale :

III.4.7.2.1. Réalisation et construction d'un espace de stockage de la matière première

Les hangars de stockage d'argile sont des structures de stockage construites pour protéger l'argile des intempéries, notamment de la pluie, d'humidité. Ils sont généralement constitués d'une charpente en acier recouverte de panneaux sandwich. Les hangars peuvent être ouverts sur les côtés. Et parmi les points les plus importants dans la construction de ce dernier a prendre a considération :

- 1) **Taille et capacité de stockage** : La taille du hangar doit être suffisante pour stocker la quantité d'argile requise de trois mois de production, et voici un tableau qui montre la consommation mensuel d'argile :

Consommation d'argile	Valeur (tonnes)
Consommation mensuel d'argile	17 335
Consommation trimestrielle d'argile	52 005

Tableau III.7 Consommation d'argile mensuelle.

Il est essentiel de prendre en considération le volume d'argile à stocker. Pour chaque deux tonnes d'argile, un espace de stockage d'un mètre cube est nécessaire (en raison de la densité de 2 tonnes par mètre cube). Ainsi, pour stocker la consommation trimestrielle d'argile, un espace de stockage de 30 000 mètres cubes est requis. De plus, il est important de prévoir de l'espace pour les manœuvres des machines, des engins et du personnel, estimé à 100 mètres carrés. Par conséquent, la surface totale requise pour les hangars serait calculée comme suit : (3000 mètres carrés + 100 mètres carrés) multiplié par une hauteur de 10 mètres, ce qui donne 31 000 mètres cubes.

2) **Ventilation** : Une bonne ventilation est essentielle pour empêcher une circulation de l'oxygène et un très bon dégagement des gaz qui se trouve dans l'argile en utilisant des systèmes de ventilation mécanique.

3) **Protection contre les intempéries** : Le hangar doit être étanche à l'eau et aux intempéries pour protéger l'argile de la pluie, du soleil et du vent, la toiture (panneaux sandwich) et les murs doivent être construits avec des matériaux durables et résistants aux intempéries, et puisque le climat local de la région de REMCHI connu par des fortes tempêtes de pluie et de vent de sable.

4) **Accès** : Le hangar doit disposer d'un accès facile pour les camions et les autres machines utilisés pour le transport et le chargement de l'argile. Une porte suffisamment large de mètres et des rampes d'accès peuvent être nécessaires.

5) **Sécurité** : Le hangar doit être équipé de dispositifs de sécurité tel que les caméras, réseau incendie, porte de secours, pour protéger le personnel et l'argile contre les dangers potentiels.

6) **Systèmes d'éclairage** : Un éclairage adéquat est important pour permettre le travail dans le hangar pendant les heures de faible luminosité et la nuit.

7) **Systèmes de contrôle de la poussière** : Des systèmes de suppression de la poussière peuvent être installés pour réduire les niveaux de poussière dans le hangar et améliorer la qualité de l'air.

L'implémentation de ces systèmes et instruments assure une protection efficace de l'argile contre toute détérioration éventuelle. Un hangar bien conçu et équipé joue un rôle crucial dans le maintien d'une qualité constante de l'argile, garantissant ainsi la fiabilité des processus de production.

Cette approche de construction d'un espace de stockage permet de conserver un stock d'argile suffisant pour une période de trois mois, soit 52 005 tonnes. Ce calcul repose sur l'analyse de l'historique de la consommation d'argile pendant la période hivernale.

Pour le coté financière de La procédure de réalisation d'un hangar de stockage d'argile

Démarche	Montant
La toiture et le bardage d'hangars avec des panneaux sandwich et la charpente métallique	45 0000 Da
Génie civil et des travaux	300 0000 Da
Main d'œuvre	150 0000 Da
Équipements (de ventilation, éclairage, chauffage et caméras)	1000000 Da
Total	1 0000000 Da

Tableau III.8 Cout total de réalisation d'hangars.

III.4.7.3. Interprétation des résultats entre les deux approches

Première approche : La première approche consiste à mettre en place des hygromètres ainsi qu'un broyeur à marteaux équipé de résistances, cette démarche stratégique vise à assurer un contrôle optimal de l'humidité de l'argile et à garantir un processus de broyage efficace. Cependant, cette initiative ne vient pas sans son lot de défis financiers et opérationnels. Le coût total estimé de cette mise en œuvre s'élève à un milliard et dix-huit millions de dinars algériens. Il est intéressant de noter l'expérience de la briqueterie Tafna, qui a déjà opté pour l'utilisation d'un broyeur à marteaux équipé de résistances afin d'améliorer ses processus de production. Cependant, elle a rencontré des difficultés majeures liées aux pannes fréquentes de ce dispositif donc cette décision a malheureusement été suivie de pannes récurrentes, nécessitant un remplacement quotidien des résistances du broyeur. Cette situation a entraîné

des arrêts de production quotidiens prolongés et une diminution significative de la productivité. En somme, notre choix est dirigé vers la deuxième approche, en évitant l'installation d'équipements qui produise des impacts sur la productivité de l'entreprise.

Deuxième approche : La deuxième approche de notre projet consiste à construire un hangar dédié au stockage de l'argile. Cette structure permettra de conserver une quantité d'argile suffisante pour couvrir nos besoins trimestriels d'hiver. Cette initiative vise à garantir une protéger la matière première de la briqueterie de la pluie et d'humidité et une disponibilité continue de la matière première, particulièrement essentielle pendant les conditions climatiques défavorables, dans l'hiver et les périodes de forte demande. Cependant, cette initiative ne vient pas sans son lot de défis financiers et opérationnels. Le coût total estimé pour la construction et l'équipement de ce hangar s'élève à neuf cent millions de dinars algériens. Cet investissement substantiel est justifié par les nombreux avantages qu'un espace de stockage bien conçu peut offrir. Un hangar adéquat protège l'argile des intempéries et de l'humidité, préservant ainsi sa qualité et réduisant les risques de détérioration. Cela permet également d'optimiser les flux de travail en assurant que l'argile est toujours à disposition pour le processus de production, éliminant ainsi les interruptions dues à des pénuries imprévues. De plus, un hangar bien conçu et bien équipé peut offrir des économies substantielles en réduisant les pertes de matière première et en améliorant l'efficacité de la production.

En somme, la construction d'un hangar de stockage d'argile représente une solution viable pour notre problématique du temps de cycle séchoir dans la période hivernale, et garantir une gestion efficace des stocks et la continuité de la production. Bien que cette démarche implique des investissements considérables, les bénéfices potentiels en termes de qualité de la matière première, de continuité opérationnelle et de protection des stocks justifient amplement cette dépense.

III.4.7.4. Recommandation

Après cette analyse, il apparaît que la deuxième approche est non seulement la moins coûteuse, mais aussi la plus performante. L'investissement substantiel dans la construction d'un hangar de stockage d'argile garantit une préservation optimale de la matière première, ce qui pourrait avoir un impact neutre, voire positif, sur la production. En effet, cette solution assure une continuité ininterrompue des opérations et une qualité constante de l'argile,

minimisant ainsi les risques de perturbations et maximisant l'efficacité globale de la production.

III.4.8. Troisième problèmes

L'usure des pales et des hélices est un problème majeur dans les briqueteries, car ces composants essentiels subissent des contraintes importantes pendant le processus de broyage et de mélange de l'argile. Cette usure peut avoir des conséquences néfastes sur la production, la qualité des produits, les coûts de maintenance et la sécurité des travailleurs. et parmi les facteurs contribuant à l'usure des pales et des hélices en trouve :

L'abrasion est le principal facteur d'usure des pales et des hélices dans les briqueteries. L'argile, matériau principal utilisé, est naturellement abrasive et frotte constamment contre les pales et les hélices lors du processus de broyage et de mélange. Ce frottement continu entraîne une usure progressive du métal, réduisant l'épaisseur et la forme des pales et des hélices, est grâce La teneur en silice et en autres minéraux durs dans l'argile augmente son abrasivité qui accélérant l'usure et des particules d'argile plus grosses et plus dures causent une abrasion plus importante que les particules fines et la vitesse de rotation élevée des pales et hélices augmente le frottement et l'usure de ces derniers ,et implique une mauvais broyage de la matière première qui influent sur la qualité des briques creuses. Les impacts causés par des morceaux d'argile durs, des pierres ou d'autres débris présents dans l'argile peuvent occasionner des dommages importants aux pales et aux hélices. Ces impacts soudains peuvent briser des fragments de métal, créer des fissures ou déformer les pales et les hélices, réduisant considérablement leur durée de vie. Un taux d'humidité élevé dans l'argile accélère la corrosion des pales et des hélices. La corrosion affecte la surface métallique, la fragilisant et la rendant plus susceptible à l'usure et aux ruptures.

III.4.8.1. Première approche

III.4.8.1.1. Atelier de recharge manuelle EN NOUR

Parmi les divers ateliers de la briqueterie, l'atelier de réparation des hélices se distingue par son importance cruciale dans le maintien des équipements de production. Cet atelier est dirigé par un contremaître expérimenté, entouré d'une équipe de soudeurs hautement qualifiés. Leur

mission principale consiste à effectuer la recharge manuelle des hélices et des pales, une tâche à la fois essentielle et périlleuse.

La nature de cette mission exige une grande précision et une attention soutenue, car toute erreur pourrait entraîner des dommages considérables aux broyeurs et aux mouleuses, perturbant ainsi l'ensemble du processus de production. La complexité et le risque associés à cette tâche font qu'elle doit être réalisée avec une prudence extrême.

La capacité de l'atelier de réparation est de pouvoir traiter une hélice en 72 heures de travail. Ce délai est nécessaire pour garantir que chaque hélice est réparée avec le plus grand soin, en respectant les standards de qualité et de sécurité requis. Cette capacité reflète non seulement l'expertise de l'équipe, mais aussi l'engagement de la briqueterie à maintenir ses équipements en parfait état de fonctionnement, minimisant ainsi les interruptions de production et optimisant l'efficacité opérationnelle.

III.4.8.1.2. Le cout de réparation manuelle des hélices

Pour le coté financière de cette réparation, voici le tableau qui montre ci-dessous :

Intitulé	Valeurs
Durée de réparation d'une seule hélice	96 heures / 12 jours
Cout d'équipement consommée pour la réparation d'une seule hélice	$(2 \times 10000) + (2 \times 15000) = 50\,000$ Da
Cout de réparation coté main d'œuvre	$(1300 + 1300 + 2200) \times 12 \text{ j} = 72\,000$ Da
Durée de vie d'hélice avec recharge manuel	4 mois

Tableau III.9: cout de réparation et durée de réparation et de vie d'hélice.

Le logiciel SCADA calcule la durée de vie des hélices et pales, dès que la quantité de matière broyée atteint 50 000 tonnes, et lance des alarmes avant qu'il soient usés, l'hélice se compose de plusieurs parties, Cependant, on retrouve généralement les parties suivantes :

1. Corps de l'hélice

L'hélice est généralement constituée d'un arbre central solide, souvent de section ronde ou carrée, sur lequel sont enroulées des pales ou des spires, Le matériau utilisé pour le corps de l'hélice doit être résistant à l'usure, à la corrosion et aux contraintes mécaniques élevées.

2. Pales ou spires

Les pales ou spires sont des éléments incurvés fixés sur le corps de l'hélice, leur forme et leur angle d'inclinaison influencent l'efficacité du broyage et le mouvement du matériau. Les pales doivent être fabriquées dans un matériau résistant à l'usure et aux impacts, comme l'acier allié, le carbure de tungstène ou les polymères techniques.

3. Extrémités de l'hélice

La tête d'hélice, située à l'extrémité supérieure de l'arbre, est généralement fixée au système d'entraînement du broyeur. Le pied d'hélice, situé à l'extrémité inférieure de l'arbre, peut s'appuyer sur un support ou être équipé d'une butée pour limiter le mouvement axial.

III.4.8.1.3. La méthode de réparation manuelle des hélices

Les hélices et pales usées seront envoyées vers l'atelier pour commencer la réparation, dès qu'il rentre un nettoyage superficiel pour enlever la poussière qui se trouve dans ce dernier. L'équipe suit des étapes en commençant par :

1- Mise en place d'hélice dans le gabarit : Les tables gabarits sont des outils polyvalents qui peuvent être utilisés pour une large variété de tâches. Elles constituent un ajout précieux à tout atelier, car elles peuvent contribuer à améliorer la précision des dimensions et l'efficacité de votre travail.

2-Enlèvement de l'ancien recharge : en utilisant la Melle de la marque CROWN, et en utilisant des disques spéciaux (disque à tronçonner plat metalynx pro 230 mm x 1,9 mm) pour résister à la solidité de l'ancien recharge, puisque la recharge est caractérisée par des fortes propriétés de solidité et résistance aux frottements, donc ce sera pas facile d'enlever l'ancien recharge, mais c'est l'une des étapes les plus essentielles, pour une bonne réparation des hélices et une résistance dans l'utilisation et augmentation de la durée de vie de cette dernière.

3-Ponçage de la zone des spires : Un léger ponçage de la zone des hélices peut faciliter l'alimentation et la charge en matériau de cette zone, cette démarche aussi peut être considérée comme l'une des étapes obligatoires pour une très bonne réparation, et pour éviter l'enlèvement de la charge suivante de cette zone.

4- La recharge de la zone des spires avec électrode d'enrobage basique : maintenant le soudeur commence à remplir l'emplacement de la charge enlevée, en utilisant la machine à souder, est un outil principal du soudeur, qui fournit le courant électrique nécessaire pour

créer l'arc électrique. Il existe différents types de machines à souder, dans notre cas il utilise une machine pour soudage à l'arc électrique, il utilise deux boîtes des Électrodes de soudage fabriqué en Algérie de type (ENROBAGE BASSIQUE 4.00*450mm), ces derniers sont des tiges métalliques consommables qui fournissent le métal d'apport pour la soudure.



Figure III.27: hélice avec première recharge.

5- La deuxième recharge de la zone des spires avec électrode select arc HB 68: après la première recharge, le soudeur ajoute une deuxième recharge, mais avec autres modèle des électrodes de soudage fabriqué en France, ces derniers s'appelle select arc HB 68 et son destiné pour la rechargement dur des pièces, il sont caractérisé par sa grande solidité, rigidité et une énorme endurance et durée de vie, il consomme environs deux boîte pour recharger l'hélice.



Figure III.28:hélice avec deuxième recharge.

6-Ponçage : Le soudeur réalise une dernière étape de ponçage afin de s'assurer que la zone de soudure soit parfaitement lisse et dotée d'une certaine brillance. Cette opération finale est essentielle pour éliminer toute aspérité ou irrégularité laissée par le processus de soudage. En ponçant soigneusement la surface, le soudeur non seulement améliore l'esthétique de la pièce, mais il garantit également une meilleure intégrité structurelle en supprimant les défauts superficiels qui pourraient potentiellement affaiblir la soudure. Cette finition soignée est particulièrement importante dans les applications où l'apparence et la performance du produit

final sont cruciales, offrant ainsi une surface lisse, brillante et homogène prête pour toute utilisation ultérieure ou pour des revêtements supplémentaires.

III.4.8.2. Deuxième approche

III.4.8.2.1. La réparation assistée par robot des hélices

Pour automatiser un processus, c'est bien plus que simplement acheter un robot, donc en effectuer cette réparation avec un robot qui nous offre beaucoup d'avantage tel que réduction des coûts, puisque les robots peuvent automatiser des tâches qui seraient autrement effectuées manuellement, ce qui peut réduire les coûts de main-d'œuvre. La réparation des hélices de broyeur peut être un processus long et laborieux qui nécessite des travailleurs qualifiés. L'utilisation de robots peut automatiser une partie ou la totalité de ce processus, ce qui peut entraîner des économies de coûts importantes, il offre aussi une augmentation de la précision vue que les robots peuvent effectuer des tâches avec une plus grande précision et une plus grande cohérence que les humains. Cela peut être particulièrement important lors de la réparation d'hélices de broyeur, car une précision élevée est essentielle pour garantir une durée de vie importante, en oubliant pas que réduction des temps de réparation et le temps d'arrêt pour effectuer la réparation puisque les robots peuvent travailler 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, ce qui peut réduire le temps nécessaire à la réparation des hélices de broyeur et remettre les broyeurs en service. Les broyeurs sont souvent des composants critiques dans les processus de production, et les temps d'arrêt peuvent entraîner des pertes de production importantes. L'utilisation de robots pour réparer les hélices de broyeur peut minimiser les temps d'arrêt et maintenir la production en marche. Bien que les robots offrent de nombreux avantages pour la réparation des hélices de broyeur,

Il est important de noter qu'ils ne peuvent pas remplacer complètement les travailleurs humains. Les techniciens qualifiés sont toujours nécessaires pour superviser le travail des robots, effectuer des réparations complexes et prendre des décisions critiques.

III.4.8.2.2. Méthode du robot pour la réparation des hélices

Le robot de recharge exécute des tâches spécifiques pour effectuer les réparations, utilisant divers matériaux de recharge et son bras doté de multiples pinces. Chaque pince est dédiée à une tâche particulière par exemple, la pince de soudage applique la matière sur la surface,

tandis que d'autres pinces sont utilisées pour retirer l'ancienne recharge et accomplir diverses autres tâches. Le processus commence par une inspection minutieuse, réalisée à l'aide de caméras et de capteurs qui détectent les défaillances et l'usure des hélices. Ensuite, le robot procède à un nettoyage complet en utilisant des brosses et d'autres outils pour éliminer les débris, la corrosion et les contaminants accumulés sur les hélices du broyeur. Une fois cette étape terminée, le robot entame la réparation, il applique le matériau de recharge, retire l'excédent de matière et ponce les surfaces pour assurer une finition parfaite.

III.4.8.2.3. Le modèle du robot

Il existe une vaste gamme de robots utilisés pour la réparation des hélices. Cependant, ces robots ne sont pas spécifiquement conçus pour cette tâche particulière. Ils sont polyvalents et, grâce à une programmation adéquate, peuvent être adaptés pour réaliser les tâches de réparation en utilisant des pinces dédiées à des fonctions spécifiques. Cette flexibilité permet de les contrôler et de répondre aux besoins spécifiques de l'atelier de réparation.

Suite à une recherche sur la disponibilité de ces robots et en recueillant les avis de divers ateliers de réparation internationaux, le modèle recommandé est le Kawasaki Robotics RA010N. Ce robot est entièrement automatisé et polyvalent, capable de s'adapter aux exigences de notre atelier grâce à sa capacité à exécuter une variété de tâches de réparation avec précision et efficacité. [19]



Figure III.29 Kawasaki Robotics RA010N.

Ce dernier est fabriqué par l'entreprise KAWASAKI ROBOTICS, cette entreprise est connue par une approche basée sur les services, un langage de programmation flexible et ouvert et un état d'esprit axé sur le fabricant, et aussi connu par sa transparence, sachant que cet dernier est importante pour nous à tous les niveaux de notre organisation. Lorsque vous travaillez avec Kawasaki Robotics, vous ne trouverez pas de coûts cachés pour les logiciels, les manuels, la formation et les appels de service à distance, etc. Notre plate-forme de programmation open source propose plusieurs types de langages de programmation pour tous les niveaux de compétence. Donner aux utilisateurs la possibilité de passer des opérations de base aux intégrations d'IA. Ceci, combiné à nos ressources et outils en ligne exclusifs, permet à nos clients et partenaires d'être aux commandes[19].

Le robot RA010N peut être programmé afin de le rendre capable de réaliser toutes les étapes de la préparation des hélices, ce robot est connu aussi avec sa durabilité et fiabilité, et sa résistance à l'environnement des briqueteries, la capacité de réparation est trois hélices usées en 24 heures seulement. Initialement, le coût global d'un robot industriel (y compris la programmation et les pince supplémentaires) est environ un milliard de dinars algérien, avec les charges d'exploitation et de maintenance que nous estimons à environ cent vingt millions par an [19].

III.4.8.2.4. Le cout de réparation assisté par robot des hélices

Pour le coté financière de cette réparation, voici le tableau qui montre ci-dessous :

Intitulé	Valeurs
Duré de réparation d'une seul hélice	8 Heures
Cout d'équipement consommé pour la réparation d'une seule hélice	24 500 Da
amortissement d'investissement (5 ans) et cout de maintenance	2 000 000 Da
Duré de vie d'hélice avec recharge manuel	5 mois

Tableau III.10:cout de réparation et duré de réparation et de vie d'hélice.

III.4.8.3.Etude financière

L'atelier de la recharge EN NOUR répare a peut pré dans l'année 20 hélice, on va calculer la totalité des frais pour les deux méthode manuelle et assisté avec robot afin de savoir la meilleur méthode en terme de cout et le temps.

Première approche: pour la recharge manuelle

Le cout total de réparation = $20 \times (50\,000 + 72\,000) = 2\,440\,000$ da

Duré total de réparation = $20 \times 96 = 1920$ heures

Deuxième approche: la recharge assistée par robot

Le cout total de réparation = $20 \times (24\,500) + 2\,000\,000 = 2\,490\,000$ da

Durée total de réparation = $20 \times 8 = 160$ heures

Intitulé	Première approche	Deuxième approche
Cout total de réparation	2 440 000 da	2 490 000 da
Durée total de réparation	1920 heures	160 heures
Durée de vie d'hélice	4 mois	5 mois

Tableau III.11 Cout total de réparation avec deux approche et duré de réparation et de vie d'hélice.

III.4.8.4. Interprétation des résultats et le choix entre les deux approches

Première approche : La première approche implique la réparation manuelle des hélices, une méthode qui demande beaucoup de temps de réparation et d'efforts. Bien que cette méthode traditionnelle assure une durée de vie des hélices d'environ quatre mois, elle se heurte à des défis majeurs en termes d'efficacité et de coût. Les réparations manuelles exigent une précision minutieuse et un savoir-faire technique approfondi, ce qui entraîne souvent des délais prolongés dans le processus de production. Chaque cycle de réparation requiert l'intervention d'une équipe de soudeurs hautement qualifiés et d'un superviseur expérimenté, ce qui non seulement demande un travail rigoureux, mais aussi un niveau élevé de vigilance pour éviter tout dommage potentiel aux équipements de la briqueterie.

Sur le plan financier, cette méthode s'avère coûteuse, avec un coût annuel de réparation atteignant deux cent quarante-quatre millions de dinars algériens. Ce montant comprend tous les frais associés à l'emploi de personnel qualifié, à l'achat de matériaux et à la gestion des opérations de réparation, représentant ainsi un investissement financier considérable pour l'entreprise.

Deuxième approche : La démarche vise à révolutionner le processus de réparation des hélices de la briqueterie en intégrant un robot automatisé. Cette innovation permet de minimiser considérablement la durée des réparations, tout en garantissant une longévité

accrue des hélices, pouvant s'étendre de cinq à six mois.

L'investissement initial, bien que substantiel, est justifié par les nombreux avantages qu'il procure. Le coût total de cette initiative, comprenant l'amortissement sur une période de cinq ans, s'élève à deux cent quarante-neuf millions de dinars algériens. Cet investissement inclut non seulement l'acquisition du robot, mais aussi les coûts associés à sa programmation, à son intégration dans le processus de production, et à la formation du personnel pour son utilisation et sa maintenance.

L'adoption de ce robot ne se limite pas à des bénéfices internes. En effet, elle ouvre également des opportunités lucratives au-delà de notre briqueterie. Grâce à l'efficacité et à la rapidité du robot, nous pourrions offrir nos services de réparation d'hélices à d'autres briqueteries. Ces services seront proposés à des tarifs importants, reflétant la qualité et la précision des réparations effectuées par notre technologie avancée. Cette expansion de notre offre de services non seulement amortira plus rapidement l'investissement initial, mais générera également des revenus supplémentaires significatifs après cinq ans.

En outre, l'usage d'un robot automatisé dans notre processus de réparation représente un pas en avant dans la modernisation de nos opérations. Cela démontre notre engagement à adopter des technologies de pointe pour améliorer notre efficacité et notre compétitivité sur le marché. Les hélices, réparées avec une précision robotique, présenteront une performance améliorée et une durée de vie prolongée, réduisant ainsi les temps d'arrêt et les coûts de maintenance à long terme.

En conclusion, cette initiative d'automatisation de la réparation des hélices, avec ses coûts calculés et ses nombreux avantages stratégiques, promet de transformer notre briqueterie en un modèle de productivité et d'innovation. Elle offre non seulement des améliorations significatives en termes de performance et de coûts, mais aussi des opportunités de croissance et de diversification de nos services.

III.4.8.5.Recommandation

Après avoir examiné en détail les deux approches pour la réparation des hélices de la briqueterie, il est clair que la deuxième approche se distingue par ses nombreux avantages. En optant pour l'automatisation du processus de réparation à l'aide d'un robot spécialisé, nous pouvons non seulement réduire considérablement les délais de réparation, mais aussi garantir une durabilité accrue des hélices, allant jusqu'à cinq à six mois. De plus, l'utilisation d'un robot automatisé permet de minimiser les risques d'erreurs humaines et d'assurer une qualité

constante des réparations. Cette approche offre également la possibilité d'étendre nos services de réparation à d'autres briqueteries, générant ainsi des revenus supplémentaires grâce à des tarifs compétitifs. Enfin, bien que l'investissement initial dans l'acquisition et l'installation du robot puisse sembler élevé, les économies réalisées sur le long terme, en termes de coûts de réparation et d'efficacité opérationnelle, compensent largement ce coût initial. En conclusion, l'adoption de la deuxième approche, basée sur l'automatisation du processus de réparation des hélices, représente non seulement une solution plus efficace et rentable, mais aussi une étape importante dans la modernisation de notre briqueterie et dans l'optimisation de nos opérations de maintenance.

III.5.Conclusion

Dans notre analyse de la briqueterie EN NOUR, nous avons cerné ses défis et élaboré des solutions pour optimiser sa production. En appliquant des méthodologies pointues de résolution de problèmes, nous avons sondé les racines des dysfonctionnements, définissant ainsi des plans d'action précis. Notre approche proactive vise à résoudre les problèmes actuels tout en prévenant leur réapparition future. En somme, notre étude offre un précieux guide pour dynamiser l'efficacité de la production industrielle dans un contexte en perpétuelle évolution.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans notre mémoire, nous avons exploré en détail trois défis essentiels impliqués au processus de production dans la briqueterie EN NOUR. Chaque problème avait des conséquences complexes et avait un impact direct sur l'efficacité opérationnelle, la qualité de production et la rentabilité globale. Grâce à une approche méthodique, nous avons cherché à trouver des solutions efficaces pour surmonter ces obstacles.

Premièrement, face à l'augmentation du temps de cycle du séchoir en période hivernale, nous avons adopté une approche basée sur la méthode d'Ishikawa. Cette méthode, également connue sous le nom de diagramme de causes et effets, nous a permis d'explorer en profondeur les divers facteurs pouvant contribuer à cette augmentation. En identifiant les causes sous-jacentes, nous avons pu formuler des solutions spécifiques pour optimiser le fonctionnement du séchoir, assurant ainsi une production stable même dans des conditions climatiques défavorables.

Ensuite, les problèmes liés à la détérioration des wagons représentaient un défi majeur pour la logistique interne dans la briqueterie. Grâce à la méthode Taguchi, une méthode statistique robuste, nous avons réussi à établir la composition idéale des périphériques des wagons. grâce à cette approche, nous avons pu diminuer les défauts et améliorer la durabilité des wagons, ce qui considérablement réduit les périodes d'arrêt et les coûts de maintenance liés aux wagons.

Finalement, nous avons abordé le problème de la recharge des hélices en effectuant une analyse financière détaillé qui a comparé les bénéfices de la méthode manuelle à ceux de l'automatisation à l'aide de robots de recharge. Après avoir évalué les coûts initiaux, les économies potentielles et les performances opérationnelles, nous avons conclu que l'automatisation représentait la solution la plus efficace à long terme. En investissant dans cette technologie, nous avons réussi à améliorer non seulement l'efficacité de notre processus de réparation des hélices, mais également à réaliser des économies considérables sur les coûts liés à la main-d'œuvre et à la maintenance.

En conclusion, ce travail de mémoire met en évidence l'importance essentielle d'une approche méthodique et analytique pour faire face aux défis opérationnels dans un contexte industriel complexe. En associant un diagnostic approfondi dans la compréhension des problèmes à des méthodes éprouvées et une évaluation financière, nous avons réussi à offrir des solutions pratiques et rentables qui ont renforcé la robustesse et la compétitivité de la briqueterie sur le Marché.

Références

Références

- [1] : le livre "Les briques : Matériaux, techniques, réalisations" par Sylvain Malfroy
- [2] : <https://www.wikidebrouillard.org/wiki/Item:Brique>
- [3] : <https://www.groupe-souyeh.dz/processus-de-production/> visite
- [4] : le livre "Fabrication des briques en terre crue" par CRA Terre
- [5] : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/brique/28833>
- [6] : <https://www.copadata.com/fr/produits/zenon-software-platform/visualisation-control/que-est-ce-qu-un-scada-supervisory-control-and-data-acquisition-copa-data/>
- [7] : <https://www.se.com/dz/fr/work/products/product-launch/magelis-hmi/>
- [8] : <https://fr-fr.workplace.com/blog/problem-solving-skills-in-leadership>
- [9] : «ISO 8402:1994 - Management de la qualité et assurance de la qualité -Vocabulaire », ISO.[Enligne].
- Disponible sur: http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail.htm?csnumber=20115.
- [10] : « ISO 9000:2015 - Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire», ISO. [En ligne].Disponible sur : http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=45481.
- [11] : le livre "Six Sigma et Lean" par Alain Fernandez
- [12] : <https://www.calucem.com/products/istra-types/istra-40/>
- [13] : <https://refractal-algerie.com/produit.php>
- [14] : <https://www.toutsurlisolation.com/laine-de-verre>
- [15] :le livre cinq pourquoi » [En ligne].
- Disponible sur: <http://idelog.fr/definition/les-cinq-pourquoi/>.
- [16] : <https://www.leblogdudirigeant.com/diagramme-ishikawa/>
- [17] : <https://fr.rs-online.com/web/p/hygrometres/2769894>
- [18] : <https://www.manfredinieschianchi.com/prodotto/mulino-a-martelli-pig/>
- [19] : <https://kawasakirobotics.com/fr/why-kawasaki-robotics/>
- [20] : <https://www.theassistant.com/news-posts/toyotisme-definition-avantages>.
- [21] : <https://www.brique.be/media/1263/fabrication-brique.pdf>
- [22] : <https://www.lessine.com/fr/solutions/broyage/broyeur-marteaux>
- [23] : le livre "Briques : Histoire et architecture" par Sophie Duhem

[24] : cour du docteur -salima-drid Chapitre 1. Politique et organisation de la maintenance disponible sur :

https://elt.univbatna2.dz/sites/default/files/elct/files/maintenance_surete_de_fonctionnement-decouverte-dr-salima-drid.pdf

[25] : le livre "La maintenance industrielle en 100 fiches pratiques" par Jean-Pierre Pacaux

[26] : le livre "Gestion de la maintenance industrielle : Pratiques et outils pour améliorer la performance" par Alain Pirotte.

Résumé

Pendant notre stage au sein de la briqueterie EN NOUR, nous avons identifié trois défis majeurs : l'augmentation du temps de séchage en hiver, la détérioration des wagons sous l'effet de la chaleur du four, et l'optimisation globale du processus de fabrication pour réduire les coûts, les délais et les déchets. Pour chaque problème, nous avons appliqué des méthodes stratégiques distinctes : Afin de résoudre l'augmentation du temps de séchage en hiver, nous avons utilisé la méthode d'Ishikawa pour analyser en profondeur les causes potentielles. Pour améliorer la durabilité des wagons, nous avons appliqué la méthode Taguchi afin de déterminer la composition optimale des composants des wagons. Enfin, nous avons étudié la viabilité de l'automatisation dans la recharge des hélices à travers une analyse financière détaillée. Notre approche nous a permis de proposer des solutions pratiques et rentables, renforçant ainsi la compétitivité de la briqueterie sur le marché.

Mots clés : méthode de Taguchi, méthode d'Ishikawa, briqueterie EN NOUR.

ملخص

خلال فترة تربصنا في مصنع النور للأجر، حددنا ثلاثة تحديات رئيسية : زيادة وقت التجفيف في فصل الشتاء، وتدهور العربات الناقلة للأجر تحت تأثير حرارة الفرن، والتحسين الشامل لعملية التصنيع لتقليل التكاليف والمهل الزمنية والهدر. بالنسبة لكل مشكلة، طبقنا أساليب استراتيجية مختلفة: لحل الزيادة في وقت التجفيف في فصل الشتاء، استخدمنا طريقة إيشيكافا لتحليل الأسباب المحتملة بعمق. لتحسين متانة العربات الناقلة، طبقنا طريقة تاغوتشي لتحديد التركيب الأمثل لمكونات العربة. وأخيراً، درسنا جدوى الأتمتة في إعادة شحن العربات من خلال تحليل مالي مفصل. وقد مكّننا نهجنا من اقتراح حلول عملية وفعالة من حيث التكلفة، وبالتالي تعزيز القدرة التنافسية لمصانع الطوب في السوق.

الكلمات المفتاحية : طريقة تاغوتشي، طريقة إيشيكافا، مصنع النور

Abstract

During our internship at the EN NOUR brickyard, we identified three major challenges: increased drying time in winter, deterioration of wagons due to kiln heat, and overall optimization of the manufacturing process to reduce costs, lead times and waste. For each problem, we applied distinct strategic methods:

To resolve the increase in drying time in winter, we used the Ishikawa method to analyze potential causes in depth.

To improve railcar durability, we applied the Taguchi method to determine the optimal composition of railcar components.

Finally, we studied the viability of automation in propeller recharging through a detailed financial analysis. Our approach has enabled us to propose practical and cost-effective solutions, strengthening the brickworks' competitiveness in the marketplace.

Key words : Taguchi method, Ishikawa method, EN NOUR brickyard.