

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'Electrotechnique



Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275
« Un diplôme, une startup »
Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master
Domaine : Science et Technologie
Filière : Electrotechnique
Spécialité : Commende électrique
Thème :

Floating-bricks

Présenté Par :

- 1) HAMMOUTI Sidi Mohamed
- 2) MAMMAR Mohamed Amine
- 3) MEDJAHED Djamel Kheireddine
- 4) LECHLACHE Fatima Zohra
- 5) REBHI Mohamed Ali

Devant le jury composé de :

| | |
|----------------------------------|---|
| Pr AISSOU Massinissa | Pr U.A.T (Ain Temouchent) Président |
| Dr AOUMER Djilali | MAB U.A.T (Ain Temouchent) Examineur |
| Dr BAGHLI Ahmed | MCA U.A.T (Ain Temouchent) Examineur |
| Mr MECIRDI Nor-eddine | MAA U.A.T (Ain Temouchent) Encadrant |
| Dr MAAROUF Hafida | MCA U.A.T (Ain Temouchent) Encadrant |
| Dr BEMMOUSSAT Chemseddine | MCB U.A.T (Ain Temouchent) Encadrant |
| Mr BELGHARESS Nadir | Docteur université de Sidi bel abbés Co-encadrant |

Année Universitaire 2023/2024

Remerciements

Avant tout, nous adressons nos remerciements à **ALLAH**, le Tout Puissant pour la volonté, la santé et la patience que nous a donnée durant toutes ces années d'études et pour la réalisation de ce travail que nous espérons être utiles.

Nous exprimons nos profondes et sincères gratitude à **Mr. MECIRDI Nor eddine** **Mme MAAROUF Hafida**, **Mr. BEMMOUSSAT Chems Eddine** et **Me BELGHARRES Nadir** qui on accepté de nous encadrer, Leur gentillesse, leur sérieux et leur sens des responsabilités nous ont été un encouragement précieux. Ils n'ont jamais hésité, malgré leurs nombreux engagements, à l'avoir à notre disposition, depuis le tout début de nos travaux.

Nous tenons à dire en particulier un grand merci pour les membres qui se trouvent au Laboratoire de notre université pour la coopération et la sympathie qu'ils nous ont toujours montré.

Nous tenons également à remercier infiniment les membres de jury, le président **Dr AISSOU Massinissa** nos examinateurs **Dr Aouimer** et **Dr BAGHLI Ahmed**, veuillez accepter dans ce travail notre sincère respect et notre profonde reconnaissance.

Enfin, un remerciement éternel à nos parents, nos frères, ainsi qu'à toute nos familles et tous nos amis et nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

À mes parents,

Je vous dédie ce mémoire avec toute ma gratitude et mon amour. Votre soutien indéfectible, vos encouragements constants et vos sacrifices m'ont permis de réaliser ce projet. Vous avez toujours cru en moi, même lorsque mes propres doutes me submergeaient. Sans vous, ce parcours n'aurait pas été possible.

À ma sœur et mon frère,

À ma sœur, pour son amour inconditionnel, son soutien constant et ses encouragements tout au long de mon parcours académique. Ta patience, ton écoute et ta présence ont été une source de motivation inestimable.

À mon frère, pour sa compréhension, ses conseils avisés et son aide précieuse. Tu as su me guider et m'inspirer, et ta foi en moi m'a permis de croire en mes capacités et de persévérer même dans les moments les plus difficiles.

À mes professeurs,

Je tiens à exprimer ma reconnaissance profonde pour votre enseignement et votre encadrement tout au long de mes études. Votre passion pour la connaissance et votre dévouement envers vos étudiants sont une source d'inspiration inestimable. Merci de m'avoir guidé avec patience et sagesse, et de m'avoir poussé à donner le meilleur de moi-même.

À mes amis,

Merci pour votre amitié sincère, votre compréhension et votre soutien moral. Vous avez été une source de réconfort et de joie pendant les moments difficiles et les périodes de stress. Votre présence dans ma vie a été essentielle à ma réussite.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, spécialement oncle SEBBATI Samir et oncle BELMENDIL Tayeb.

Votre aide, vos conseils et vos encouragements ont été précieux. Que ce soit par des discussions enrichissantes, des relectures attentives ou simplement par votre présence, vous avez tous joué un rôle crucial dans l'aboutissement de ce projet.

Enfin, à moi-même,

Pour les heures de travail acharné, la persévérance et la détermination. Ce mémoire est le fruit de mon engagement et de ma passion pour le sujet. Je suis fier du chemin parcouru et des obstacles surmontés.

HAMMOUTI Sidi Mohamed

Dédicace :

Louange à Dieu pour l'amour, les remerciements et la gratitude depuis le début et la fin.

(و آخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين)

Je vous dédie ce succès:

À la lumière qui a éclairé mon chemin et à la lampe dont la lumière ne s'est jamais éteinte et qui a remplacé l'effort des années pour gravir les escaliers du succès que j'avais toujours promis ce succès, ici j'ai tenu ma promesse et je te la dédie.

"Mon modèle et mon bien-aimé, mon cher père, que Dieu ait pitié de toi"

Au paradis de Dieu sur terre, à celui qui m'a appris la morale avant les lettres, au pont qui m'emmène au ciel, au premier soutien de ma vie et à la main cachée qui m'éloigne des difficultés en priant toujours.

"Ma mère, mon amie et ma compagne"

À l'inspirateur de ma réussite, à celui qui a embrassé mon rêve, à celui qui m'a consacré son temps et son temps en reconnaissance de ses droits, le compagnon de chemin et l'ami des jours, à celui qui a toujours été le d'abord pour me soutenir et m'encourager.

"Djamel Kheireddine medjahed"

À celui qui m'a soutenu avec tout amour quand j'étais faible et m'a éloigné des ennuis, au côté ferme qui ne tendait pas à ma sûreté et à ma sécurité, à ceux qui ont été pour moi des sources d'où j'ai puisé la douceur des jours.

"Mes frères, mes sœurs"

Aux poussins de la famille

"Riyad Yassine, Mouetaz Billah, Nour Rihab et Abdessamad"

À mes amis au fil des années et amis de l'adversité, à ceux qui m'ont fait sourire dans les moments difficiles, à ceux qui m'ont rappelé à quel point je suis fort et capable.

"Mes amies"

LECHLACHE Fatima Zohra

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

À mon père bien-aimé

Pour tout l'amour, les conseils, et les sacrifices que tu as faits pour moi, je te remercie du fond du cœur. Tu es mon modèle et mon héros. Que ce livre soit un humble témoignage de ma gratitude et de mon admiration.

Avec tout mon amour.

À ma chère maman

Ton amour inconditionnel, ta patience infinie et ta sagesse m'ont façonné en la personne que je suis aujourd'hui. Je te dédie ce livre en signe de ma reconnaissance et de mon affection éternelle.

Avec tout mon amour

À mon frère « MH » et à ma sœur « MF »

Votre amour et votre soutien ont toujours été une source d'inspiration pour moi. Merci d'être à mes côtés dans les moments de joie comme dans les moments de défi. Vos rires, vos conseils et votre présence sont des trésors inestimables dans ma vie. Cette dédicace est pour vous, en signe de ma gratitude éternelle et de mon amour sans fin.

À mon cher cousin Derar

Ton amitié et ton soutien ont toujours été une source de réconfort et de joie pour moi. Puisses-tu trouver dans ces pages autant de bonheur que tu m'en as apporté.

Avec amitié et affection,

MAMMAR Mohamed Amine

Dédicace :

Louange à Dieu pour l'amour, les remerciements et la gratitude depuis le début et la fin.

(وآخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين)

Par amour et loyauté, je dédie mon diplôme à :

À celui qui a été le premier à me soutenir dans la réalisation de mes ambitions, à celui qui a été mon refuge et mon bras droit à cette étape, à celui à travers qui j'ai vu le chemin de ma vie et de mon estime de soi, au cœur compatissant, à celui dont les prières m'entouraient.

"Ma chère mère, que Dieu vous protège."

A celui qui a bu la coupe vide pour me donner une goutte d'amour, à celui dont le bout des doigts nous a offert un moment de bonheur, à celui qui m'a appris que le monde est un combat et ses armes sont la connaissance et la connaissance.

"Cher père, que Dieu te protège."

À mon compagnon de chemin, à mon soutien éternel, au compagnon de mon âme et de la joie de ma vie, au compagnon de mon cœur même

"Fatima Zohra Lechlache"

Aux cœurs purs et bons avec qui j'ai partagé les douceurs et les amères de la vie, à ceux qui m'ont rempli d'amour et m'ont donné de la force.

" Mes sœurs"

Pour mon soutien, mon ami, dont les distances m'éloignaient. Tu as toujours été mon épaule, ma sécurité

"Mon frère Mohamed Mehdi".

A ceux qui m'ont réuni par l'étude, au quart du nom de famille, à tous ceux que mon cœur aime et le souffle de ma plume

MEDJAHED Djamel Kheireddine

Dédicace :

Je dédie ce mémoire à l'âme de ma mère, et celle de ma grand-mère à ma famille, dont le soutien indéfectible et l'amour inconditionnel m'ont toujours porté. À mon père et pour leurs sacrifices et leur croyance inébranlable en mes capacités. À mes frères, pour leur encouragement constant et leur compréhension durant les moments les plus intenses de ce voyage académique.

Enfin, je dédie ce mémoire à tous ceux qui poursuivent inlassablement leurs rêves, malgré les obstacles et les défis. Puisse ce travail être une source d'inspiration et de motivation pour tous ceux qui croient en la valeur de l'éducation et de la persévérance.

REBHI Mohamed Ali

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I : Le Béton Mousse | |
| I.1 Les Différents Types de Briques Utilisées dans la Construction | 2 |
| I.1.1 Brique Pleine..... | 2 |
| I.1.2 Brique Creuse..... | 3 |
| I.1.3 Brique Alvéolée | 3 |
| I.2 Types d'Isolation dans la Construction | 4 |
| I.2.1 Isolation Thermique | 4 |
| I.2.2 Isolation Acoustique..... | 4 |
| I.2.3 Isolation contre l'Humidité..... | 4 |
| I.3 Effet du Poids sur les Structures en Béton Mousse | 5 |
| I.4 Effet de la Température sur les Propriétés du Béton Mousse | 5 |
| I.5 Influence de l'Humidité sur le Béton Mousse | 6 |
| I.6 Applications du Béton Mousse dans la Construction | 6 |
| I.6.1 Isolation Thermique des Bâtiments | 6 |
| I.6.2 Construction de Bâtiments Légers | 6 |
| I.6.3 Revêtements de Façade | 6 |
| I.6.4 Applications Spéciales..... | 7 |
| I.7 Innovations et Développements Futurs | 7 |
| I.8 Conclusion | 7 |
| Chapitre II : Smart betonniere | |
| II.1 Cahier de charge | 8 |
| II.1.1 La taille de la machine l'extérieur..... | 8 |
| II.1.2 la formule de la machine a l'intérieur | 8 |
| II.2 Choix du moteur | 9 |
| II.2.1 Nombre de tour par minute du moteur | 10 |
| II.3 Type de transmission de mouvement moteur vers l'axe | 10 |
| II.3.1 Réducteur de vitesse par roue et vis sans fin | 10 |
| II.3.2 Poulies et courroies | 11 |
| II.4 La commande du moteur | 12 |
| II.4.1 Le but de la commande vectorielle | 12 |
| II.5 Automatisations du système | 13 |
| II.5.1 Automate programmable industrielle (API) siemens | 13 |
| II.6 Description des différentes parties | 13 |
| II.6.1 La partie opératives (PO)..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| II.6.2 La partie commande (PC)..... | 14 |
| II.6.3 La partie Relation (PR) | 14 |
| II.7 PROGRAMMATION DES APIs (Siemens S7- 200)..... | 15 |
| II.7.1 Affectation des bornes du S7-200 (CPU 221) | 15 |
| II.7.2 Exécution cyclique du programme dans le S7-200..... | 15 |
| II.8 Présentation du logiciel de programmations STEP7..... | 16 |
| II.8.1 Définition du STEP 7 | 16 |
| II.8.2 Applications du logiciel de base STEP 7..... | 17 |
| II.8.3 Les avantages de du logiciel de programmations STEP 7 | 17 |
| II.8.3.1 Compatibilité et Intégration | 17 |
| II.8.3.2 Facilité d'Utilisation | 17 |
| II.8.3.3 Fonctionnalités Avancées | 18 |
| II.8.3.4 Flexibilité et Évolutivité | 18 |
| II.8.3.5 Sécurité..... | 18 |
| II.8.3.6 Documentation et Gestion de Projet..... | 18 |
| II.8.3.7 Support et Formation..... | 18 |
| II.8.3.8 Interopérabilité avec les Réseaux Industriels..... | 19 |
| II.9 Variation de vitesse de la machine asynchrone | 19 |
| II.9.1 Action sur le nombre de pôles | 19 |
| II.9.2 Action sur le glissement : | 20 |
| II.9.3 Action sur la fréquence : | 21 |
| II.10 Variateurs de vitesse du moteur asynchrone | 21 |
| II.11 Le rapport de puissance | 21 |
| II.11.1 En électricité et en électronique..... | 22 |
| II.11.2 En télécommunications | 22 |
| II.11.3 En mécanique..... | 22 |
| II.11.4 En thermodynamique | 22 |
| II.11.4.1 Transformateurs | 22 |
| II.11.4.2 Circuits d'alimentation..... | 23 |
| II.11.4.3 Amplificateurs..... | 23 |
| II.11.4.4 Circuits de commutation..... | 23 |
| Chapitre III : Réalisation et résultat | |
| III.1 Les étapes de la réalisation | 25 |
| III.1.1 Le pistolet de mousse..... | 25 |
| III.1.1.2 Les composants et Caractéristique..... | 26 |
| III.1.2 Les types de l'agent mousseux | 26 |

| | |
|--|-----------|
| III.1.3 La bétonnière..... | 26 |
| III.1.3.1 Le cylindre..... | 26 |
| III.1.3.2 L'installation de l'arbre de mélange | 27 |
| III.1.4 le moteur a courant continue | 28 |
| III.2 Le type de transmission | 29 |
| III.2.1 Poulie et courroie..... | 29 |
| III.2.2 Principe de Fonctionnement..... | 30 |
| III.2.3 Avantages et Inconvénients des Systèmes de Transmission par Poulie et Courroie | 30 |
| III.2.3.1 Avantages | 30 |
| III.2.3.2 Inconvénients..... | 30 |
| III.3 Le système d'automatisation de la machine | 31 |
| III.3.1 Le système Arduino..... | 31 |
| III.4 Les capteurs | 32 |
| III.4.1 Capteur xcluma Soil Moisture Meter Soil (capteur d'humidité) | 32 |
| III.5 Arduino module relais DC 5v data sheet..... | 32 |
| III.5.1 Caractéristiques Techniques | 33 |
| III.6 La réalisation de la brique | 34 |
| III.6.1 Préparation des matériaux et outils | 34 |
| III.6.2 Préparation de la mousse | 34 |
| III.6.3 Préparation du mélange de béton | 35 |
| III.6.4 Les tests réalisés sur la brique..... | 37 |
| III.7 Conclusion..... | 40 |
| Conclusion général..... | 41 |
| Bibliographie..... | 42 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 :Brique Pleine [1] | 2 |
| Figure2 : Brique Creuse [2] | 3 |
| Figure 3 : Brique Alvéolée[3]..... | 3 |
| Figure 4 : Le polystyrène expansé [6] | 4 |
| Figure 5 : La laine de verre [4] | 4 |
| Figure 6 : La mousse de polyuréthane [5] | 4 |
| Figure 7 : Les panneaux de fibres [8]..... | 4 |
| Figure 8 : La laine minérale [7] | 4 |
| Figure 9 : Les barrières d'étanchéité [9] | 5 |
| Figure 10 : Membranes imperméables | 5 |
| Figure 11 : Les revêtements hydrofuges[10] | 5 |
| Figure 12 : La taille de la machine | 8 |
| Figure 13 : La formule de la machine | 9 |
| Figure 14 : Moteur asynchrone [30]..... | 9 |
| Figure 15 : Moteur bi-vitesse ALMO B3, 1.5/11kW, 500/1000TR/MIN [31] | 10 |
| Figure 16 :Réducteur de vitesse par roue et vis sans..... | 10 |
| Figure 17: Principe fonctionnement vis sans fin..... | 11 |
| Figure 18 : Poulies et courroies | 11 |
| Figure 19 : Schéma de la commande vectorielle indirecte avec régulation de vitesse..... | 12 |
| Figure 20 : structure d'un système Automatisé | 13 |
| Figure 21: Siemens S7- 200..... | 15 |
| Figure 22 :Le fonctionnement de l'automates SIMATIC est cyclique | 16 |
| Figure 23 :logiciel de programmations STEP 7..... | 19 |
| Figure 24 :Variation de vitesse par action sur le nombre de pol..... | 20 |
| Figure 25 :Action sur le glissement..... | 20 |
| Figure 26 :Action sur la fréquence..... | 21 |
| Figure 27 Contacteur AC Contacteur 65 A | 24 |
| Figure 28 : Les étapes de la realisation | 25 |
| Figure 29 : Le pistolet de mousse | 26 |
| Figure 30: le prototype | 27 |
| Figure 31 : les paliers de malaxage | 27 |
| Figure 32 Roulements à billes avec DI 25 mm | 28 |
| Figure 34 : Le type de transmission | 29 |
| Figure 33: Moteur a courant continue | 29 |
| Figure 35: Arduino uno | 31 |
| Figure 36:xcluma SoilMoistureMeterSoil | 32 |
| Figure 37: Arduino module relais DC 5v datasheet | 33 |
| Figure 38 : Le système d'automatisation de la machine..... | 33 |
| Figure 39 : Préparation de la mousse | 34 |
| Figure 40 : Incorporation de la mousse | 35 |
| Figure 41 : Préparation du mélange de béton | 35 |
| Figure 42 : Séchage et durcissement | 36 |
| Figure 43: La brique..... | 36 |
| Figure 44: La brique après séchage..... | 37 |

| | |
|--|-------------------------------------|
| Figure 45 : Un test sur la conductivité thermique sur l'un des éprouvettes | Error! Bookmark not defined. |
| Figure 46 : Un test sur la résistance mécanique sur l'un des éprouvette..... | Error! Bookmark not defined. |
| Figure 47 : Un test sur la résistance phonique sur l'un des éprouvettes | 40 |
| Figure 48: Ciment Noir | 43 |
| Figure 49: la mousse | 43 |
| Figure 50: sable de carrière..... | 43 |
| Figure 51 : bétonnière | 43 |
| Figure 52 : Brique (60*20*20cm)..... | 43 |
| Figure 53 : Brique (60*40*20cm)..... | 43 |
| Figure 54 : Plaque séparation (192*50*5cm) | 43 |
| Figure 55 : Brique (60*30*20cm)..... | 43 |
| Figure 56 : Emballage de produit..... | 43 |

Introduction générale

L'un des aspects importants dans la construction des en génie civile est de garantir une isolation thermique et phonique du bâti. L'une des problématiques à l'isolation est l'aspect écologique ou pas de l'isolant. En effet, le choix du type de matériau isolant peut avoir des répercussions négatives ou positives sur l'environnement. En plus Une mauvaise isolation peut entraîner des surconsommations de chauffage ou de climatisation, augmentant ainsi les coûts financiers et l'empreinte environnementale.

Notre solution c'est l'utilisation de block de béton à microcellules d'air, qui sont pré a l'emploi sous forme de brique à différent dimension. Notre produit est léger et simple à découpé possèdent un excellent coefficient thermique qui contribue à atténuer les fluctuations de température entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui rendent le doublage isolant superflu.

L'un des aspects importants lors du mélange du béton est la mesure précise des composants et une pesée exacte de la quantité d'eau ajoutée. Cependant, les éléments constituant le mélange peuvent être saturés d'eau, ce qui rend l'estimation de l'eau à ajouter particulièrement difficile. De plus, le temps et la vitesse de malaxage sont des paramètres cruciaux pour la qualité du mélange final. La solution est "Smart-bétonnière" qui calcule automatiquement les quantités à mélanger en fonction du type de béton sélectionné, de la quantité désirée, de l'humidité des constituants et des conditions climatiques. Le choix du malaxage assure une meilleure homogénéité du produit final.

Ce mémoire est divisé en trois parties principales. La première est consacrée à une étude bibliographique, qui aborde les déférant types de brique et d'isolation. La deuxième partie présente les types de transmission et réduction et logiciel utilise pour la programmation La troisième partie traite les résultats et les étapes de réalisation

Chapitre I : Le Béton Mousse

La mousse en béton est un matériau de construction novateur qui connaît une croissance de popularité en raison de ses caractéristiques uniques. Le béton mousse est connu pour sa légèreté, sa solidité et ses propriétés d'isolation exceptionnelles, ce qui en fait une option privilégiée dans de nombreuses applications de construction. Ce chapitre examine en profondeur les éléments constitutifs du béton mousse, ses diverses utilisations, ainsi que les éléments environnementaux qui impactent ses performances.

Le béton mousse est un matériau hybride composé de ciment, d'eau, de mousse polymère ou de mousse métallique, ainsi que d'agréments. Grâce à cette combinaison, le béton mousse possède des caractéristiques uniques, comme une faible densité, une résistance à la compression élevée et des propriétés d'isolation thermique et acoustique exceptionnelles.

I.1 Les Différents Types de Briques Utilisées dans la Construction

Dans le domaine de la construction, les briques sont des éléments de base utilisés pour ériger des structures solides et durables. Plusieurs types de briques sont utilisés, chacun ayant ses propres caractéristiques et applications. La brique pleine, la brique creuse et la brique alvéolée est parmi les plus courantes.

I.1.1 Brique Pleine

La brique pleine est constituée de terre cuite ou de béton et se caractérise par sa densité élevée. Elle offre une excellente résistance structurelle et une bonne isolation thermique, mais elle est plus lourde que les autres types de briques. [11]



Figure 1 : Brique Pleine [1]

I.1.2 Brique Creuse

La brique creuse est légère et fabriquée avec des cavités à l'intérieur pour réduire son poids tout en conservant une certaine résistance. Elle est largement utilisée dans la construction de murs porteurs et non porteurs, offrant un bon compromis entre poids et performance. [13]



Figure2 : Brique Creuse [2]

I.1.3 Brique Alvêolée

La brique alvéolée est similaire à la brique creuse mais comporte des alvéoles ou des trous sur sa surface, ce qui la rend encore plus légère tout en maintenant sa résistance. Elle est souvent utilisée dans les applications où le poids est une considération majeure.

Les briques peuvent être utilisées en combinaison avec le béton mousse pour créer des murs légers et isolants, offrant ainsi une excellente solution pour les bâtiments nécessitant une isolation thermique et acoustique élevée. [14]



Figure 3 : Brique Alvêolée [3]

I.2 Types d'Isolation dans la Construction

L'isolation joue un rôle crucial dans la conservation de l'énergie et le maintien du confort thermique à l'intérieur des bâtiments. Plusieurs types d'isolation sont utilisés dans la construction, chacun ayant ses avantages et ses inconvénients.

I.2.1 Isolation Thermique

L'isolation thermique vise à réduire les transferts de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Les matériaux isolants tels que la laine de verre, la mousse de polyuréthane et le polystyrène expansé sont couramment utilisés pour leurs propriétés isolantes élevées. [15]



Figure 5 : La laine de verre [4]



Figure 4 : Le polystyrène expansé [6]



Figure 6 : La mousse de polyuréthane [5]

I.2.2 Isolation Acoustique

L'isolation acoustique est importante pour réduire la transmission du bruit à travers les murs et les planchers. Des matériaux absorbants acoustiques tels que la laine minérale et les panneaux de fibres sont utilisés pour atténuer les bruits indésirables. [15]



Figure 8 : La laine minérale [7]

Figure 7 : Les panneaux de fibres [8]



I.2.3 Isolation contre l'Humidité

L'isolation contre l'humidité est essentielle pour protéger les bâtiments contre les infiltrations d'eau et les dommages structurels

associés. Des barrières d'étanchéité, des membranes imperméables et des revêtements hydrofuges sont utilisés pour prévenir les problèmes d'humidité. [15]

Le béton mousse peut être associé à différents types d'isolation pour créer des enveloppes de bâtiment efficaces sur le plan énergétique, offrant ainsi un confort thermique et acoustique optimal aux occupants.

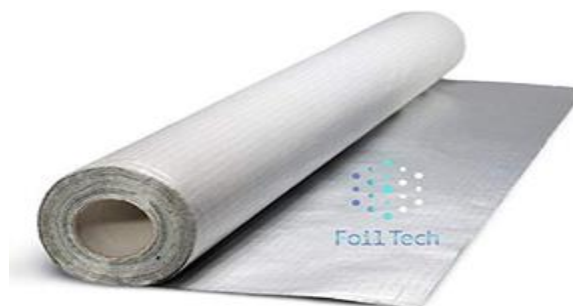


Figure 9 : **Figure 10 :** Membranes imperméables



Figure 11 : Les revêtements hydrofuges [10]

I.3 Effet du Poids sur les Structures en Béton Mousse

La légèreté du béton mousse offre des avantages significatifs en termes de réduction du poids des structures. Cela permet non seulement de réduire les coûts de construction, mais aussi de faciliter le transport et l'installation des éléments préfabriqués. Cependant, la légèreté peut également entraîner des défis en termes de stabilité et de durabilité des structures. [14]

Le poids des structures en béton mousse doit être soigneusement pris en compte lors de la conception pour assurer une performance structurelle optimale et éviter les problèmes tels que le fléchissement excessif et l'affaissement.

I.4 Effet de la Température sur les Propriétés du Béton Mousse

Les variations de température peuvent avoir un impact sur les propriétés physiques et mécaniques du béton mousse. Par exemple, une exposition prolongée à des températures élevées peut entraîner une

perte de résistance et une dégradation de la structure du matériau. Des études approfondies sont nécessaires pour comprendre comment le béton mousse réagit aux changements de température et comment il peut être optimisé pour résister à des conditions environnementales extrêmes. [19]

Les propriétés thermiques du béton mousse peuvent être améliorées en ajoutant des additifs spéciaux pour augmenter sa résistance à la chaleur et sa stabilité dimensionnelle.

I.5 Influence de l'Humidité sur le Béton Mousse

L'humidité peut compromettre l'intégrité structurelle du béton mousse et affecter ses propriétés d'isolation. Les sources d'humidité dans les bâtiments peuvent inclure des fuites d'eau, des infiltrations par capillarité et des conditions environnementales humides. Des stratégies d'étanchéité efficaces sont nécessaires pour protéger le béton mousse contre les dommages liés à l'humidité et assurer sa durabilité à long terme. [20]

Des revêtements imperméables et des membranes d'étanchéité peuvent être appliqués sur le béton mousse pour le protéger contre l'humidité et prévenir les problèmes de moisissure et de pourriture.

I.6 Applications du Béton Mousse dans la Construction

Le béton mousse est utilisé dans une variété d'applications de construction en raison de ses propriétés uniques. Voici quelques-unes des applications les plus courantes :

I.6.1 Isolation Thermique des Bâtiments

Le béton mousse est largement utilisé comme matériau d'isolation thermique dans les murs, les planchers et les toitures des bâtiments. Sa faible conductivité thermique en fait un choix idéal pour réduire les pertes de chaleur et les gains de chaleur indésirables, améliorant ainsi l'efficacité énergétique des bâtiments. [20]

I.6.2 Construction de Bâtiments Légers

En raison de sa légèreté et de sa facilité de mise en œuvre, le béton mousse est souvent utilisé dans la construction de bâtiments légers tels que les maisons préfabriquées, les bâtiments modulaires et les structures temporaires. Sa capacité à réduire le poids total de la structure permet de réduire les coûts de construction et de faciliter le transport et l'installation sur site. [20]

I.6.3 Revêtements de Façade

Le béton mousse peut être utilisé comme revêtement de façade pour améliorer l'esthétique des bâtiments tout en offrant une isolation thermique supplémentaire. Sa polyvalence en termes de forme et de texture en fait un choix attrayant pour une large gamme de projets architecturaux. [23]

I.6.4 Applications Spéciales

Le béton mousse est également utilisé dans des applications spéciales telles que la construction de piscines, de tunnels et de structures de soutènement. Sa résistance à l'eau et sa durabilité en font un matériau adapté à ces environnements exigeants. [24]

I.7 Innovations et Développements Futurs

Le domaine du béton mousse est en constante évolution, avec de nombreuses innovations et développements en cours pour améliorer ses performances et élargir ses applications. Certains des domaines de recherche et de développement comprennent :

- Développement de nouveaux types de mousses pour améliorer les propriétés thermiques et mécaniques du béton mousse.
- Intégration de matériaux recyclés et durables dans la production de béton mousse pour réduire l'empreinte carbone.
- Utilisation de techniques avancées de modélisation et de simulation pour optimiser la conception et le comportement des structures en béton mousse. [22]

I.8 Conclusion

Ce chapitre a examiné en détail les composantes du béton mousse, ses différentes applications dans la construction et les facteurs environnementaux qui influent sur ses performances. En comprenant les différents types de briques utilisées dans la construction, les systèmes d'isolation associés et les effets du poids, de la température et de l'humidité, nous sommes mieux équipés pour concevoir et construire des bâtiments durables et efficaces sur le plan énergétique. Ce chapitre fournit une base solide pour explorer plus en profondeur les applications spécifiques du béton mousse et les innovations futures dans ce domaine.

Chapitre II : Smart bétonnière

Dans ce chapitre, nous allons explorer en détail notre innovation majeure, la « Smart Bétonnière ». Ce malaxeur de béton intelligent est conçu pour automatiser et optimiser le processus de préparation du béton en ajustant automatiquement les quantités des ingrédients en fonction du type de béton requis, de l'humidité de sable et des conditions climatiques. Cette approche garantit une meilleure homogénéité du produit final, améliorant ainsi la qualité et l'efficacité du processus de construction.

II.1 Cahier de charge

Notre « Smart-bétonnière » est un malaxeur de béton qui calcule automatiquement les quantités à mélanger en fonction du type de béton sélectionné, de l'humidité de sable et des conditions climatiques. Le choix du malaxage assure une meilleure homogénéité du produit final.

II.1.1 La taille de la machine l'extérieur

Le malaxeur automatique est de dimensions du $2.70 \times 1.10 \times 1.26$ m, et d'un volume de 1 m^3 , et d'un poids à vide de 1200 KG équipé avec un écran numérique de contrôle et des capteurs de températures et d'humidité.

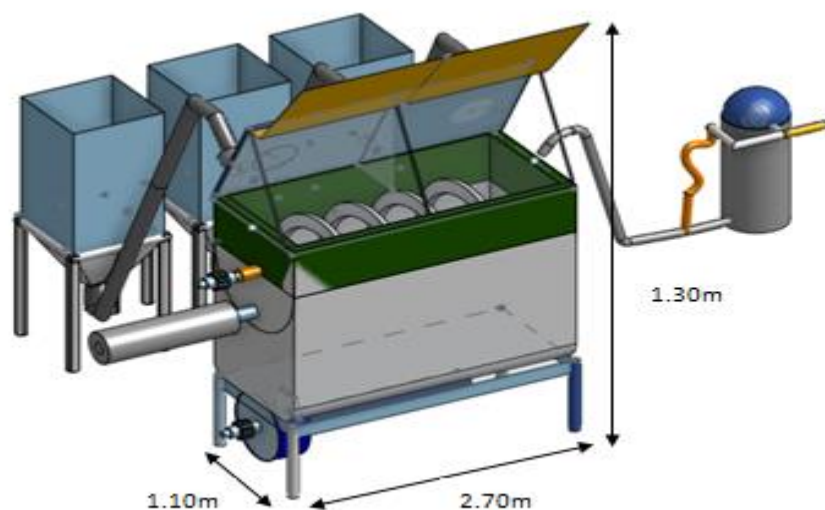


Figure 12 : La taille de la machine

II.1.2 la formule de la machine a l'intérieur

La formule du malaxeur a l'intérieur est constituée par des composant principale qui permet de préparer les mix du béton d'une façon automatique et rapide.

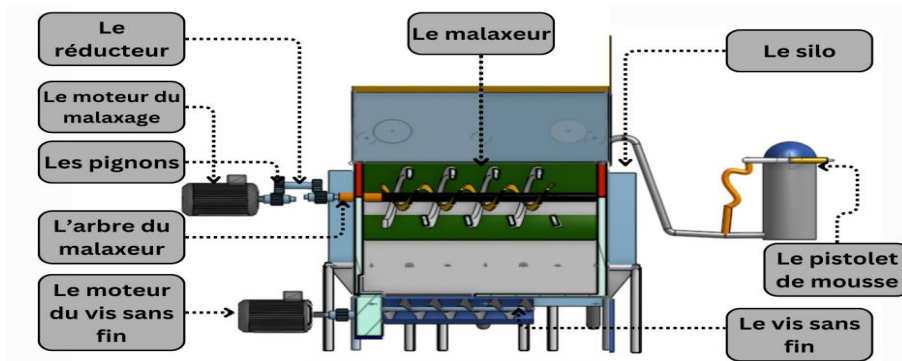


Figure 13 : La formule de la machine

II.2 Choix du moteur

Un moteur Dahlander est un moteur à deux vitesses avec un rapport de vitesse 1:2 (type monotension). Grâce à lui, la vitesse varie en modifiant le nombre de pôles. Ainsi, le moteur bi-vitesse permet d'adapter la puissance utilisée aux exigences de tout type d'application. Les moteurs électriques à double polarité (Bi-vitesse) sont fabriqués avec des matériaux de qualité, conformément à la norme standard IEC. [25]

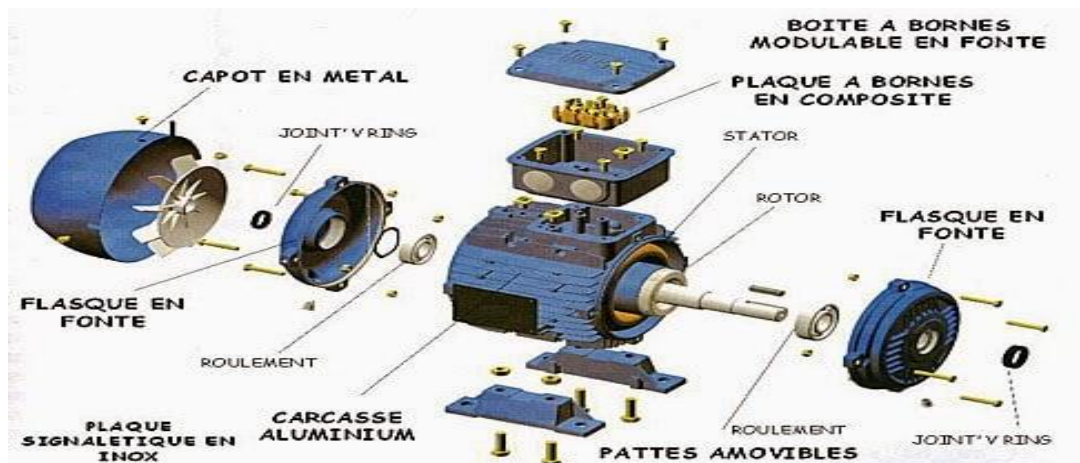


Figure 14 : Moteur asynchrone [26]

MOTEUR ÉLECTRIQUE ASYNCHRON TRIPHASÉ A DEUX VITESSES :

- Tension: 400V IP55 Fréquence: 50/60 Hz

- Poids: 99kg In:3,65 A Le couple: 9,87 Nm
- Puissance nominale en kW : 1,5/11kW Vitesse 1 : 1000 tr/min, 6 pôles
- Vitesse 2 : 500 tr/min, 12 pôles

II.2.1 Nombre de tour par minute du moteur

Le moteur du malaxage est un moteur asynchrone a deux vitesse fixe son nombre de tour par minute est de 500Tr/min et 1000Tr/min, qui a pour fonction de malaxer les déférents types de béton pour un mélange homogène et bien intégré.



Figure 15 : Moteur bi-vitesse ALMO B3, 1.5/11kW, 500/1000TR/MIN [27]

II.3 Type de

transmission de

mouvement moteur vers l’axe

La transmission du moteur vers l’arbre de malaxeur est effectuée par deux systèmes :

- 1) Un réducteur de vitesse par roue et vis sans fin.
- 2) Poulies et courroies.

II.3.1 Réducteur de vitesse par roue et vis sans fin

Le réducteur à roue et vis sans fin est un élément présent dans de nombreux équipements industriels. Il peut être associé à un moteur électrique, hydraulique ou à un arbre en entrée. Sa fonction principale est de diminuer la vitesse de rotation tout en augmentant le couple de sortie.

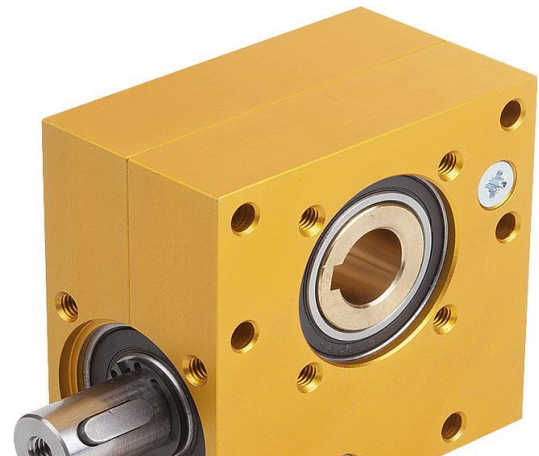
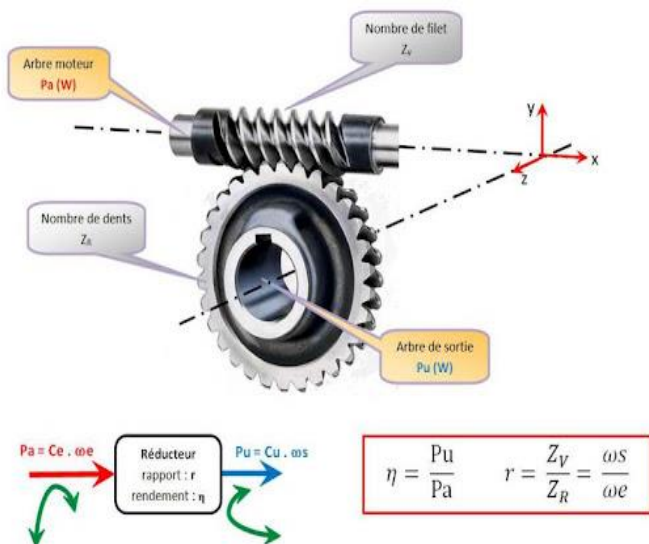


Figure 16 : Réducteur de vitesse par roue et vis sans

Figure 17: Principe fonctionnement vis sans fin

II.3.2 Poulies et courroies

Le dispositif de poulies et de courroies facilite la transmission d'un mouvement rotatif sur de longues distances. Connues pour leur silence, ces courroies sont privilégiées dans les applications à haute vitesse et offrent des possibilités d'espacement important entre les poulies. Maintenir une tension initiale adéquate sur les courroies est essentiel pour assurer une adhérence fiable et une transmission de mouvement efficace.



Figure 18 : Poulies et courroies

Étape 1 : Calcul du rapport de réduction

Le rapport de réduction (R) est donné par la formule :

$$R = V1/V2$$

Où V1 est la vitesse initiale et V2 est la vitesse finale.

Alors pour réduire 1000t/min à 200t/min :

$$R = 1000/200 = 5$$

Étape 2 : Calcul des diamètres des poulies

Pour les poulies, le rapport de réduction est également donné par le rapport des diamètres des poulies. Si D_1 est le diamètre de la poulie motrice (celle attachée au moteur, plus petite) et D_2 est le diamètre de la poulie entraînée (celle qui tourne à 200 t/min, plus grande), alors :

$$R = D_1 / D_2$$

Donc nous avons :

$$5 = D_1 / D_2$$

Nous pouvons choisir un diamètre pour D_1 et ensuite calculer D_2 en fonction de ce diamètre. Supposons que $D_1 = 10\text{cm}$, alors :

$$D_2 = 5 * D_1 = 5 * 10 = 50\text{cm}$$

Donc en résumé, Pour réduire la vitesse de 1000 t/min à 200 t/min avec un système de poulies :

Le rapport de réduction nécessaire est 5. Si la poulie motrice à un diamètre de 10 cm, la poulie entraînée doit avoir un diamètre de 50 cm.

II.4 La commande du moteur

II.4.1 Le but de la commande vectorielle

Pour obtenir les mêmes performances en couple et en vitesse, la commande vectorielle permet de ramener le comportement de la machine asynchrone à celui d'un moteur à courant continu à excitation séparée. La commande vectorielle basée sur l'orientation du flux offre une précision remarquable en ce qui concerne le couple et la vitesse.

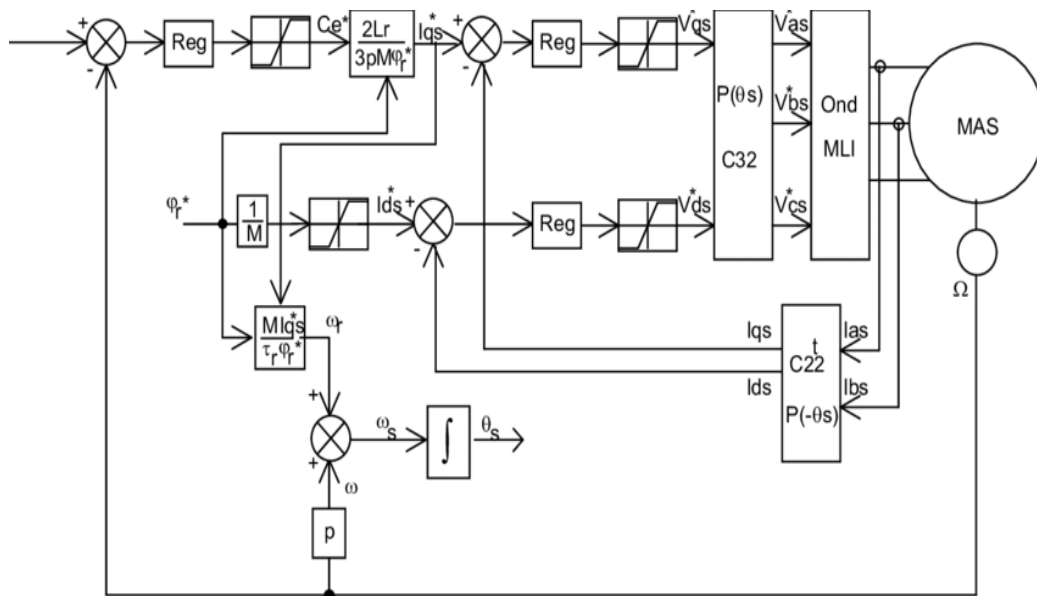


Figure 19 : Schéma de la commande vectorielle indirecte avec régulation de vitesse

II.5 Automatisations du système

II.5.1 Automate programmable industrielle (API) siemens

L'automatisme industriel fait référence à l'utilisation d'un système industriel programmable (API) qui permet d'automatiser complètement une ligne de production. En d'autres termes, il s'agit d'une combinaison de machines et de systèmes industriels qui réalisent le processus sans quasiment aucune intervention humaine. [13]

Il existe toujours une Partie Commande et une Partie Opérative dans un Système Automatisé. Afin de mettre en marche ce système, l'Opérateur (la personne responsable de son fonctionnement) transmettra des instructions à la Partie Commande. Elle traduira ces instructions en ordres qui seront exécutés par l'équipe.

Partie opérationnelle. Après avoir exécuté les ordres, la Partie Opérative le communiquera à la Partie Commande (elle en fera un rapport), qui le communiquera à son tour à l'Opérateur. Il pourra donc affirmer que le travail a été effectué de manière satisfaisante. [2]

Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles que l'on nomme :

- Partie opérative (PO).
- Partie commande (PC).
- partie relation (pupitre de dialogue) [PR]

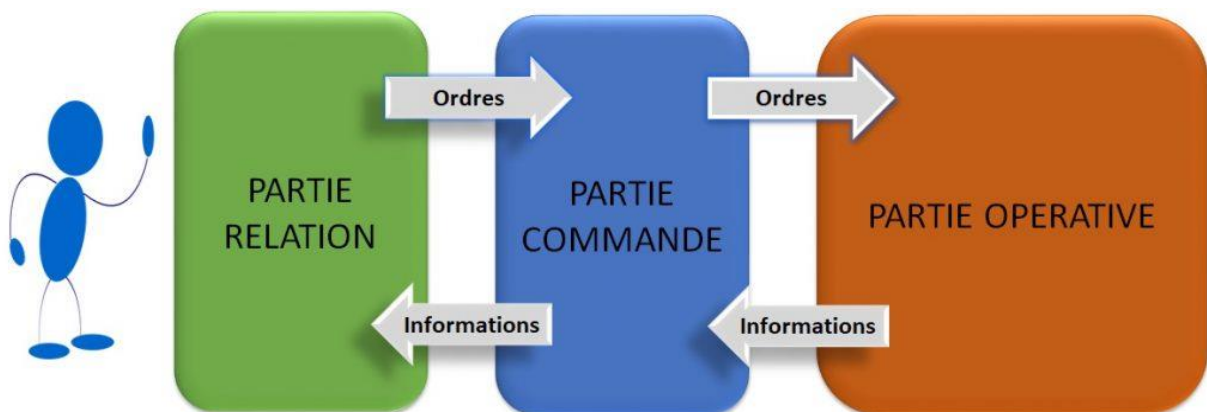


Figure 20 : structure d'un système Automatisé

II.6 Description des différentes parties

II.6.1 La partie opératives (PO)

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments mécaniques du mécanisme avec : Les pré-actionneurs :(distributeurs, contacteurs) reçoivent des instructions de la partie commande,

les actionneurs : (vérins moteurs) ont pour fonction d'exécuter ces instructions. Ils métamorphosent.

L'énergie mécanique peut être produite à partir d'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique. Ils peuvent prendre diverses formes telles que :

- Moteurs : hydrauliques, pneumatiques, électriques,
- Vérins : linéaires (1 ou 2 tiges), rotatifs, sans tige .

Des capteurs qui fournissent des informations à la partie de commande concernant l'exécution du travail. Ils sont disponibles sous diverses formes telles que :

- Capteurs mécaniques, pneumatiques ou électriques .
- Capteurs magnétiques montés sur des vérins.
- Capteurs pneumatiques à pression élevée.

Dans un système de production automatisé, ce domaine de détection sert à superviser et à fournir des informations au mécanisme. Il supervise, évalue, observe et informe la machine sur les changements du système.

II.6.2 La partie commande (PC)

Ce domaine de l'automatisation assure de manière logique le déroulement des opérations à effectuer. Les capteurs situés dans la PO lui fournissent des informations, qu'il retourne vers cette même PO en direction des pré-actionneurs (distributeurs).

Le GRAFCET (Graphe de Commande Étape et Transaction) est un outil de description.

II.6.3 La partie Relation (PR)

Elle est complexe et grande en fonction de l'importance du système. Il rassemble les diverses commandes indispensables pour assurer le bon déroulement du processus : marche-arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, marche cycle/cycle...

Les techniciens de maintenance utilisent également ces outils graphiques (GRAFCET et GEMMA) afin de détecter les pannes sur les SAP (Système Automatisé de Production).

Au cours du processus, un échange constant se crée entre les trois domaines du système, assurant ainsi le bon déroulement du cycle défini dans le cahier des charges.

II.7 PROGRAMMATION DES APIs (Siemens S7- 200)

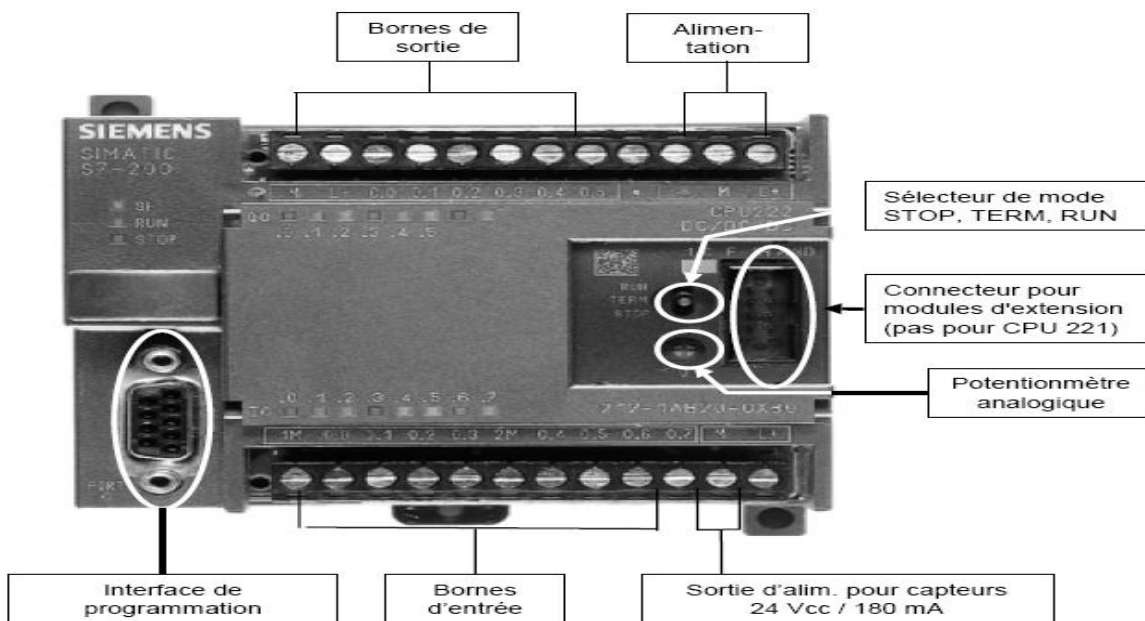


Figure 21: automate la mark (Siemens S7- 200)

II.7.1 Affectation des bornes du S7-200 (CPU 221)

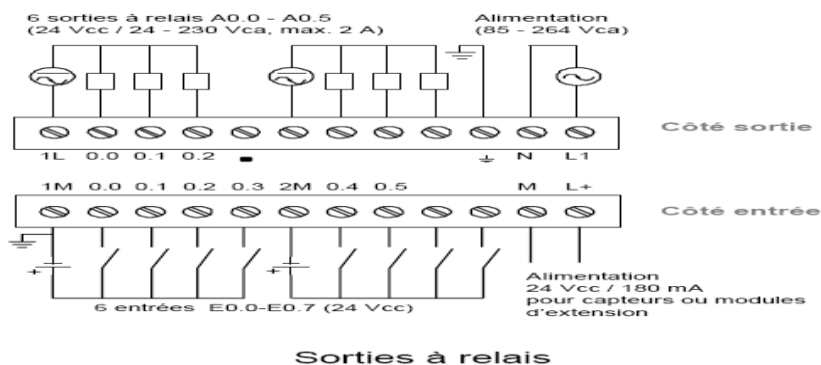


Figure 10 : Affectation des bornes du S7-200 (CPU 221)

II.7.2 Exécution cyclique du programme dans le S7-200

Le fonctionnement de tous les automates SIMATIC est cyclique. La phase d'acquisition des entrées débute en lisant les états des entrées et en les transférant dans la mémoire image des entrées MIE. Le programme utilise cette mémoire image comme source d'approvisionnement pour son exécution. Les résultats des opérations sont stockés dans la mémoire image des sorties MIS pendant le traitement. Une fois le programme terminé, les états présents dans la MIS sont transférés aux sorties physiques (phase d'émission des sorties), et le processus reprend au début.

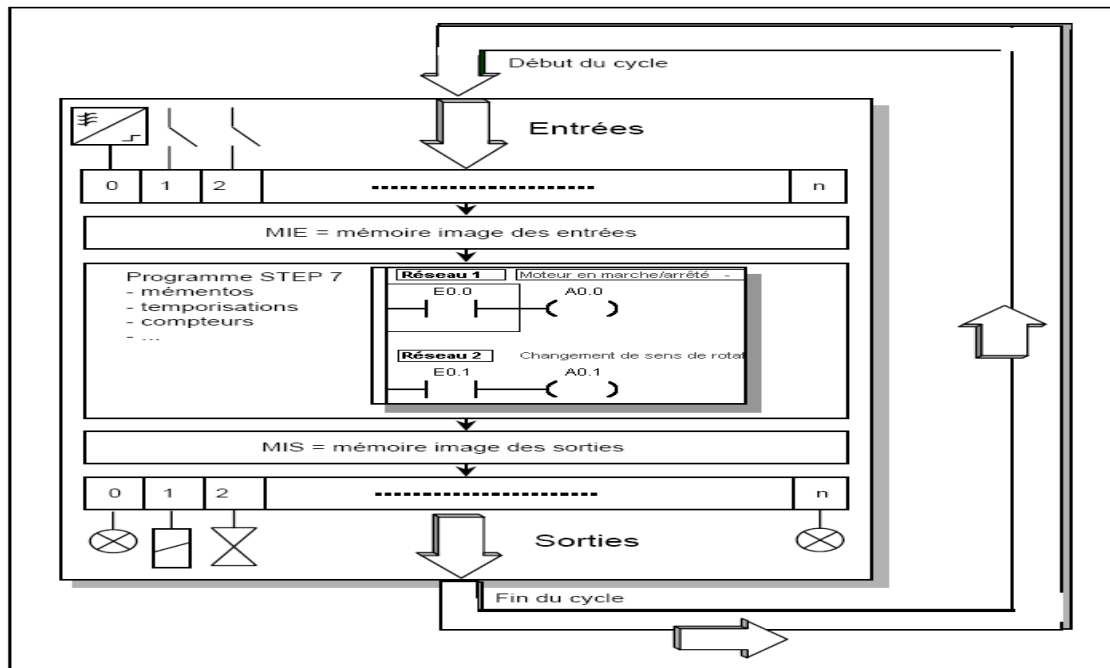


Figure 22 :Le fonctionnement de l'automates SIMATIC est cyclique

II.8 Présentation du logiciel de programmations STEP7

II.8.1 Définition du STEP 7

Il s'agit d'un logiciel essentiel pour programmer et configurer SIMATIC. Il est composé d'un ensemble d'applications qui nous permettent de réaliser facilement des tâches partielles telles que :

- La création et gestion de projet ;
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles.
- Le teste de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors des perturbations désinstallations.

Il y a également une large sélection de logiciels optionnels, disponibles dans les langages de programmation s7 GRAPH, SCL ou Hi Graph. Le SIMATIC Manager, également connu sous le nom de gestionnaire de projets SIMATIC, joue le rôle d'interface graphique pour toutes ces applications. Il est responsable de la mise en place.

Dans un projet, nous partageons toutes ces données et les paramètres nécessaires pour effectuer une tâche d'automatisation. Les informations sont organisées de manière thématique et présentées sous la forme d'objets.

II.8.2 Applications du logiciel de base STEP 7

Le logiciel step7 met à disposition les applications suivantes :

- Le gestionnaire de projet.
- La configuration du matériel.
- L'éditeur de mnémoniques
- L'éditeur de programmes CONT, LOG et LIST.
- La configuration de la communication NETP RO.
- Le diagnostic du matériel [14]

II.8.3 Les avantages de du logiciel de programmations STEP 7

Le logiciel de programmation SIMATIC Step 7 de Siemens offre de nombreux avantages pour les ingénieurs et les techniciens dans le domaine de l'automatisation industrielle. Voici les principaux avantages :

II.8.3.1 Compatibilité et Intégration

- **Large Gamme de Produits** : Step 7 est compatible avec une vaste gamme de produits Siemens, facilitant l'intégration avec différents composants matériels et logiciels.
- **Normes Industrielles** : Il supporte les langages de programmation conformes à la norme IEC 61131-3, ce qui assure une compatibilité et une standardisation élevées.

II.8.3.2 Facilité d'Utilisation

- **Interface Intuitive** : Une interface utilisateur conviviale permet aux utilisateurs de naviguer facilement dans le logiciel et de développer des programmes sans une courbe d'apprentissage trop raide.
- **Outils de Développement Puissants** : Des outils comme l'éditeur graphique et les éditeurs de texte structurés facilitent la création et la modification de programmes.

II.8.3.3 Fonctionnalités Avancées

- **Diagnostics et Dépannage** : Step 7 propose des outils de diagnostic intégrés qui permettent de surveiller le fonctionnement des systèmes en temps réel et de diagnostiquer les erreurs rapidement.
- **Simulation et Test** : Les fonctionnalités de simulation permettent de tester les programmes avant de les déployer, réduisant ainsi le risque de dysfonctionnements.

II.8.3.4 Flexibilité et Évolutivité

- **Modularité** : La structure modulaire du logiciel permet d'ajouter ou de retirer des composants en fonction des besoins du projet.
- **Évolutivité** : Il est adapté aussi bien aux petites installations qu'aux grandes usines, ce qui le rend idéal pour les projets de toutes tailles.

II.8.3.5 Sécurité

- **Contrôle des Accès** : Le logiciel offre des options pour gérer les droits d'accès et protéger les programmes contre les modifications non autorisées.
- **Sauvegarde et Restauration** : Des fonctionnalités robustes de sauvegarde et de restauration garantissent que les données et les programmes peuvent être récupérés en cas de problème.

II.8.3.6 Documentation et Gestion de Projet

- **Documentation Automatisée** : Step 7 génère automatiquement de la documentation pour les projets, facilitant ainsi la maintenance et la compréhension des systèmes.
- **Gestion des Versions** : Des outils de gestion des versions permettent de suivre les modifications et d'assurer une traçabilité complète des projets.

II.8.3.7 Support et Formation

- **Support Technique** : Siemens offre un support technique complet pour Step 7, incluant des mises à jour régulières et une assistance aux utilisateurs.
- **Ressources de Formation** : Une large gamme de ressources de formation, y compris des tutoriels, des manuels et des cours en ligne, est disponible pour aider les utilisateurs à maîtriser le logiciel.

II.8.3.8 Interopérabilité avec les Réseaux Industriels

- **Support des Protocoles** : Step 7 supporte divers protocoles de communication industrielle comme PROFIBUS et PROFINET, permettant une intégration facile avec les réseaux existants.
- **Communication entre Composants** : Il permet une communication fluide entre les différents composants du système d'automatisation, améliorant ainsi l'efficacité globale.

En résumé, Step 7 est un outil extrêmement puissant et flexible qui offre une multitude de fonctionnalités pour faciliter la programmation, la configuration, le diagnostic et la maintenance des systèmes d'automatisation industrielle. Ses avantages en termes de compatibilité, de facilité d'utilisation, de sécurité et de support en font un choix de premier ordre pour les ingénieurs et les techniciens dans ce domaine.

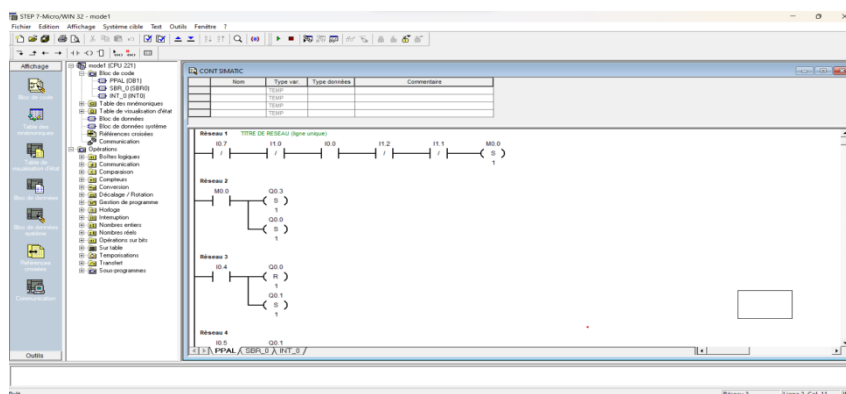


Figure 23 : logiciel de programmations STEP 7

II.9 Variation de vitesse de la machine asynchrone

On peut distinguer trois modes de variation de vitesse :

- Action sur le nombre de pair de pôle p.
- Action sur le glissement g.
- Action sur la fréquence du stator fs.

II.9.1 Action sur le nombre de pôles

Deux catégories de moteurs offrent la possibilité d'influencer le nombre de pôles :

Les moteurs à deux enroulements : Le stator est alimenté par plusieurs bobinages et le nombre de paires de pôles varie pour chaque bobinage. À chaque bobinage alimenté, une vitesse de synchronisme différente est obtenue, et à chaque glissement, une vitesse du rotor différente est obtenue.

Les moteurs qui utilisent des couplages de pôles (Dahlander). : Le stator est composé de 6 bobinages et en fonction de leur connexion, on obtient une paire de pôles p1 ou p2 par phase.

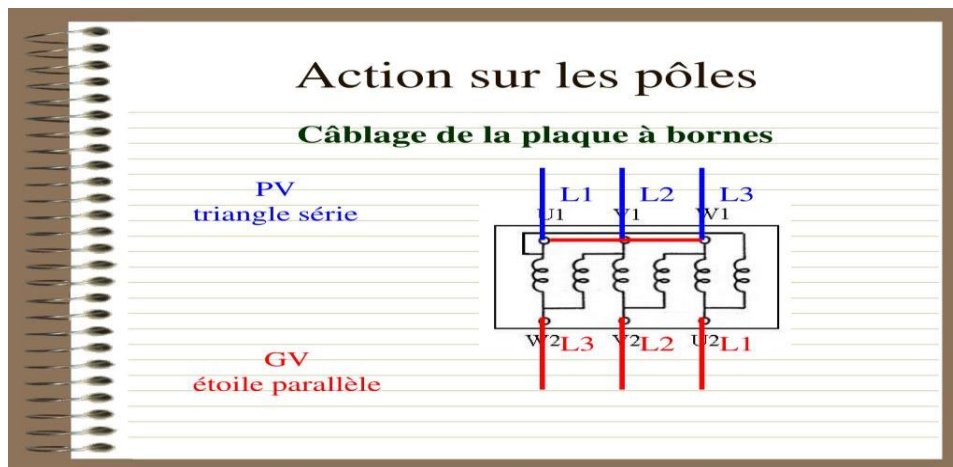


Figure 24 : Variation de vitesse par action sur le nombre de pole

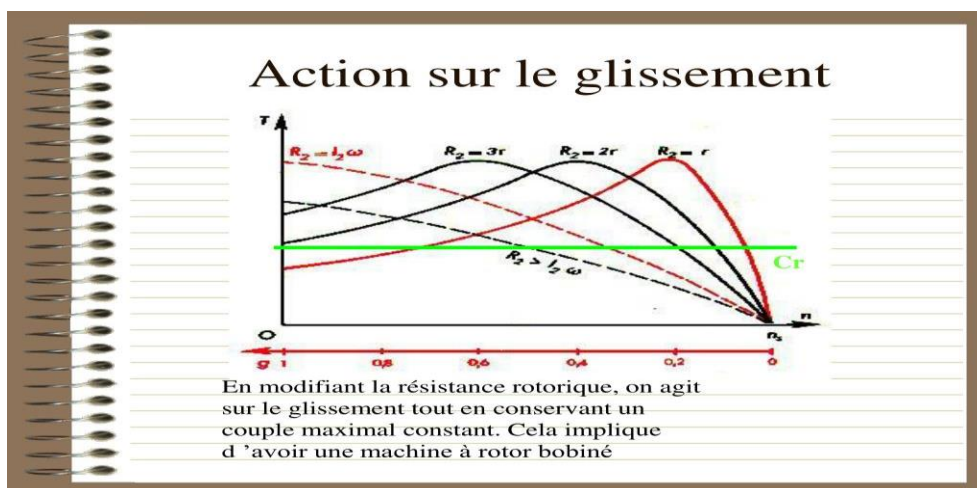
II.9.2 Action sur le glissement :

Deux méthodes sont disponibles :

La version initiale emploie un moteur à rotor bobiné. En ajoutant des résistances en série.

En utilisant des enroulements rotoriques, le mouvement peut varier. Ce procédé provoque des pertes significatives par effet joule sur le rotor, ce qui entraîne un rendement loin d'être optimal.

La deuxième approche implique de récupérer l'énergie perdue dans la première approche afin de la renvoyer au réseau. La cascade hypo-synchrone est utilisée dans ce système pour relier deux réseaux de fréquence différents (le rotor et le stator).



En modifiant la résistance rotorique, on agit sur le glissement tout en conservant un couple maximal constant. Cela implique d'avoir une machine à rotor bobiné

Figure 25 :Action sur le glissement

II.9.3 Action sur la fréquence :

Ce schéma illustre que cette méthode implique l'insertion d'un convertisseur de fréquence entre le réseau et le stator du moteur. Cette option est aujourd'hui la plus courante. Son réglage de la vitesse du moteur asynchrone triphasé à cage est extrêmement flexible.

Afin de maintenir les caractéristiques du moteur (couple maximal disponible en permanence, peu importe la vitesse), nous constaterons plus loin qu'une commande en « U/f » est requise.

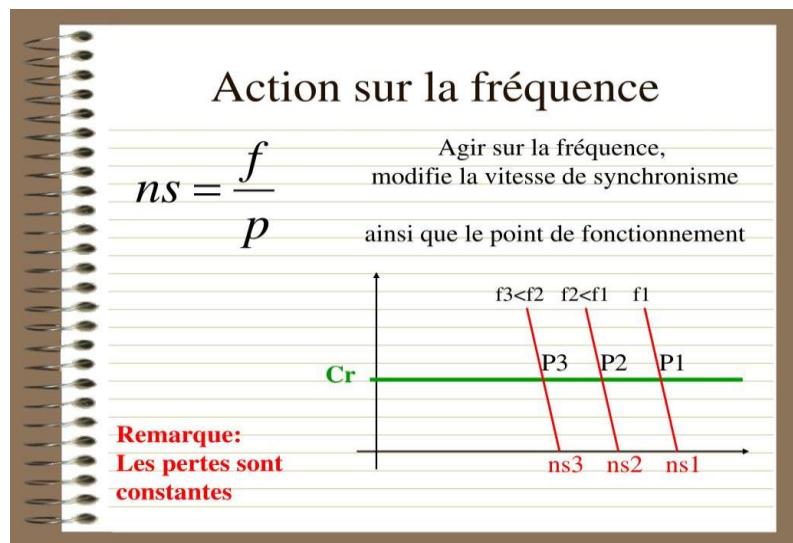


Figure 26 : Action sur la fréquence

II.10 Variateurs de vitesse du moteur asynchrone

Un variateur de vitesse permet de fournir une tension alternative de valeur efficace et de fréquence variables à partir d'un réseau alternatif.

La méthode de variation de la fréquence des grandeurs est utilisée par le variateur de vitesse. Le stator électrique (de la tension d'alimentation). Afin de modifier cette fréquence, on utilise la méthode de modulation par largeur d'impulsion. Bien que le moteur ne soit plus alimenté par une tension sinusoïdale, le stator, qui est constitué d'enroulements (inductances et résistances), filtre les fréquences élevées du signal.

Redresseur : Permet de convertir la tension alternative du réseau en une tension continue.

Filtre : Permet de réduire l'ondulation de la tension redressée.

Onduleur : Permet d'élaborer, à partir de la tension continue, une tension alternative de fréquence variable.

II.11 Le rapport de puissance

Le rapport de puissance est une mesure qui compare la puissance fournie à une charge par un dispositif électrique ou électronique à la puissance consommée par ce dispositif pour fournir cette puissance. Il est souvent exprimé sous forme de pourcentage ou de décibel (dB).

En électrotechnique, le rapport de puissance utilisé pour évaluer l'efficacité d'un système électrique, comme dans le cas des transformateurs où l'on compare la puissance de sortie à la puissance

d'entrée. Un rapport de puissance de 100 % indiquerait une efficacité parfaite, ce qui signifie que toute la puissance fournie est également transférée à la charge sans aucune perte.

En électronique, notamment dans les amplificateurs, le rapport de puissance peut également être important pour évaluer l'efficacité de l'amplification du signal. Un bon amplificateur convertira la puissance d'entrée en puissance de sortie de manière efficace, minimisant les pertes.

En résumé, le rapport de puissance est une mesure importante pour évaluer l'efficacité et les performances des dispositifs électriques et électroniques.

Le rapport de puissance peut être exprimé de différentes manières selon le contexte :

II.11.1 En électricité et en électronique

En électricité, le rapport de puissance est souvent utilisé pour évaluer l'efficacité des systèmes de transmission d'énergie, tels que les transformateurs. Il est calculé en comparant la puissance de sortie à la puissance d'entrée.

En électronique, le rapport de puissance peut être utilisé pour évaluer l'efficacité des amplificateurs, des circuits de commutation, etc.

II.11.2 En télécommunications

Dans les systèmes de télécommunications, le rapport de puissance peut être utilisé pour mesurer la qualité du signal transmis par rapport au bruit ambiant ou à d'autres signaux indésirables.

II.11.3 En mécanique

Dans le domaine de la mécanique, le rapport de puissance peut être utilisé pour évaluer l'efficacité des systèmes de transmission de puissance, tels que les engrenages, les transmissions de véhicules, etc.

II.11.4 En thermodynamique

En thermodynamique, le rapport de puissance peut être utilisé pour évaluer l'efficacité des machines thermiques telles que les moteurs à combustion interne ou les turbines.

Le rapport de puissance est essentiellement utilisé pour évaluer l'efficacité des différents composants électriques et systèmes. Voici quelques contextes où il est couramment utilisé :

II.11.4.1 Transformateurs

Dans un transformateur, le rapport de puissance est le rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée. Un transformateur idéal aurait un rapport de puissance de 100 %, ce qui signifie que toute la puissance fournie à l'entrée est également transférée à la sortie sans aucune perte.

II.11.4.2 Circuits d'alimentation

Dans les circuits d'alimentation, le rapport de puissance est utilisé pour évaluer l'efficacité de la conversion d'énergie électrique. Il peut être calculé en comparant la puissance délivrée à la charge à la puissance consommée par le circuit.

II.11.4.3 Amplificateurs

En électronique, les amplificateurs sont évalués en fonction de leur rapport de puissance, qui mesure la puissance de sortie par rapport à la puissance d'entrée. Un amplificateur efficace convertira la plus grande partie possible de la puissance d'entrée en puissance de sortie sans introduire de distorsion significative.

II.11.4.4 Circuits de commutation

Dans les circuits de commutation tels que les onduleurs, le rapport de puissance peut être utilisé pour évaluer l'efficacité de la conversion entre les différents types de courant électrique, comme entre le courant continu et le courant alternatif.

En général, un rapport de puissance élevé indique une meilleure efficacité ou une meilleure performance du système ou du dispositif en question, tandis qu'un rapport de puissance plus faible peut indiquer des pertes d'énergie ou une moins bonne performance.

Pré-actionnaire

Le Contacteur M7 220-230

Le contacteur M7 220-230 est un composant électrique utilisé dans diverses applications industrielles pour assurer la connexion et la transmission de signaux ou de puissance entre différents appareils. Il est conçu pour offrir une fiabilité et une durabilité exceptionnelles dans des environnements exigeants.

Caractéristiques Techniques

Le contacteur M7 est compatible avec des tensions de 220 et 230 volts, fonctionnant à une fréquence de 50/60 Hz.[15]

Les avantages de contacteur M7

Puissance de fonctionnement : Il peut gérer des courants de 20 A et des tensions de 220 V, ce qui en fait un choix approprié pour des applications industrielles.

Type de contact : Il est conçu pour fonctionner en mode normalement fermé, ce qui signifie qu'il est en position fermée lorsqu'il n'y a pas de courant appliqué.

Matériaux et dimensions : Le contacteur est fabriqué en plastique et mesure 9,2 x 5 x 11,2 cm.

Type de connecteur : Il utilise des connecteurs à vis, ce qui facilite la connexion et la déconnexion.

Service client : Schneider Electric est connu pour son service client de qualité, ce qui garantit une assistance efficace en cas de problèmes.

Contrôle industriel : Le contacteur est conçu pour des applications industrielles, ce qui signifie qu'il est résistant aux conditions de travail difficiles et peut être utilisé dans des environnements de production.

Protection des moteurs : Il est conçu pour protéger les moteurs contre les surcharges et les surtensions, ce qui garantit une sécurité accrue.

Compatibilité avec des réseaux : Il peut fonctionner avec des réseaux de 50/60 Hz, ce qui en fait un choix approprié pour des applications dans des régions avec des fréquences différentes



Figure 27 : Contacteur AC Contacteur 65 A

Chapitre III : Réalisation et résultat

Ce chapitre est consacré à la présentation des techniques et procédés utilisés lors de la réalisation de notre prototype de brique et la bétonnière intelligente, ainsi que des résultats obtenus. Nous allons détailler les différentes étapes de fabrication, les composants utilisés, et les tests effectués sur les briques produites.

III.1 Les étapes de la réalisation



Figure 28 : Les étapes de la réalisation

III.1.1 Le pistolet de mousse

Le générateur de mousse est essentiel dans la fabrication du béton mousse car il est responsable de la création de la mousse qui est ensuite mélangée avec du ciment, de l'eau et de sable pour former le béton léger. Voici comment fonctionne :

1. Injection de l'agent moussant : Un agent moussant, souvent un tensioactif ou un surfactant, est injecté dans le générateur de mousse.
2. Introduction de l'air : De l'air comprimé est injecté dans le générateur pour créer des bulles d'air dans le mélange de l'agent moussant.
3. Formation de la mousse : Le mélange d'agent moussant et d'air produit une mousse légère et stable.
4. Mélange avec les autres composants du béton : La mousse ainsi formée est mélangée avec le ciment, l'eau et les autres ingrédients du béton léger pour former un mélange homogène.
5. Moulage et durcissement : Le mélange est ensuite coulé dans des moules et laissé sécher ou durcir selon le processus spécifique du béton utilisé.

Le générateur de mousse joue donc un rôle crucial dans la fabrication du béton mousse en produisant une mousse de qualité constante qui garantit les propriétés désirées du matériau final.



Figure 29 : Le pistolet de mousse

III.1.1.2 Les composants et Caractéristique

Compresseur

Bouteille de pression

Flexibles et tuyaux

Les vannes

III.1.2 Les types de l'agent mousseux

Dans notre expérience on a utilisé plusieurs produits pour produire une très bonne mousse. Lequel : Isis, venus 3en1, fairy et l'Agent mousseux.

Pour les trois premiers produits, « fairy » donne une bonne résultat, mais nous avons remarqué l'absence de résistance à l'humidité. Par contre l'agent mousseux donne un résultat excellent soit thermique soit phonique et contre l'humidité.

III.1.3 La bétonnière

III.1.3.1 Le cylindre

Le cylindre est de 90 cm de longueur et 60 cm de diamètre en acier inoxydable qui comporte un volume de 508680 cm³ pour le prototype.



Figure 30: le prototype

III.1.3.2 L'installation de l'arbre de mélange

A l'intérieur de la bétonnière au centre il y a un arbre de mélange de 25 mm du diamètre traversé horizontalement et parcourt tout la longueur de notre bétonnière, voir la figure 19.



Figure 31 : les paliers de malaxage

Cet arbre est constitué par des paliers pour faire malaxer les différents types de béton avec une vitesse de (300 Tr/min) pour les bétons normaux et une 2eme vitesse du (150 Tr/min) pour le béton mousse et il est entraîné par un moteur électrique a courant continue (voir la figure 19).

Les roulements :**Spécifications pour un roulement 6205 :**

Diamètre intérieur (DI) : 25 mm

Diamètre extérieur (DE) : 52 mm

Largeur : 15 mm

Type : Radial à une rangée

Capacité de charge Dépend du modèle exact, mais typiquement autour de 14 kN pour les charges radiales et 7,8 kN pour les charges axiales et Vitesse limite Environ 15 000 tr/min en fonction de la lubrification et des conditions de fonctionnement.

Les Avantages

Large gamme d'applications

Longue durée de vie

Faible friction

Facilité d'installation et de maintenance

Économiques

Facilement disponibles



Figure 32 Roulements à billes avec DI 25 mm

III.1.4 le moteur a courant continue

Les moteurs électriques à courant continu sont des appareils qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Voici les principaux aspects de leur mécanisme de fonctionnement :

Le moteur en courant continu est constitué d'un stator (partie fixe) qui génère un champ magnétique et d'un rotor (partie mobile) alimenté en courant continu.

Quand le courant traverse le rotor, la loi de Lorentz induit une force électromagnétique qui fait tourner le rotor.

Au fur et à mesure de sa rotation, le collecteur et les balais permettent de changer le courant dans le rotor, ce qui maintient le couple moteur dans la même direction.

Les moteurs à courant continu ont la possibilité d'être utilisés soit comme moteur (alimentation électrique) soit comme générateur (entraînement mécanique), ce qui en fait des machines réversibles.

Il existe plusieurs catégories de moteurs à courant continu en fonction de la connexion entre le stator et le rotor (excitation indépendante, parallèle, série, composée).

Les moteurs à courant continu offrent le bénéfice d'un coût bas et d'une vitesse réglable, mais sont sujets à l'usure des balais et du collecteur.

Pour récapituler, le moteur à courant continu est une machine électrique à la fois simple et polyvalente, couramment employée dans de multiples domaines industriels et domestiques.

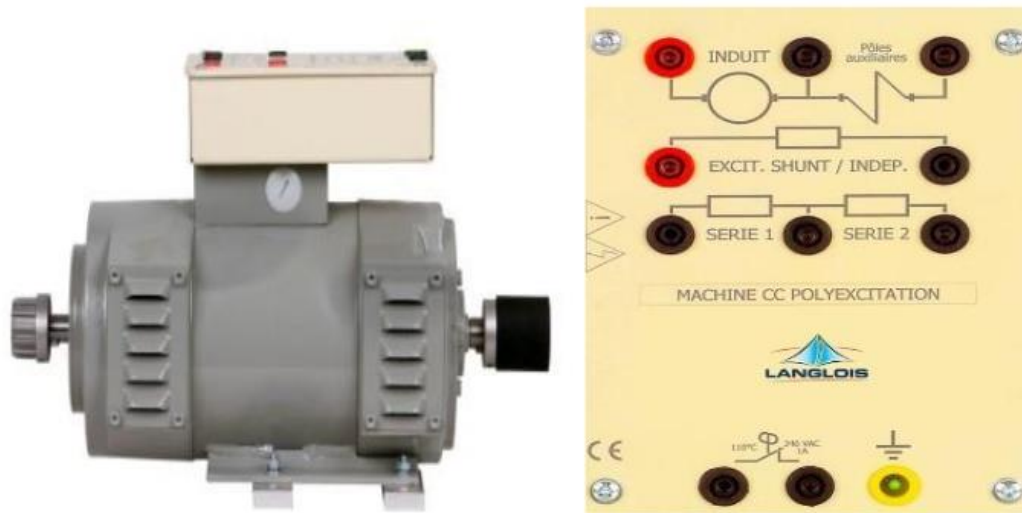


Figure 33: Moteur a courant continue

Caractéristique :

Tension inducteur / induit : 220 /220V

Démarrage : direct

Puissance nominale : 1,5 KW

Vitesse : 1500 tr/min

III.2 Le type de transmission

III.2.1 Poulie et courroie



Figure 34 : Le type de transmission

La transmission par poulie et courroie est un mécanisme couramment utilisé pour transférer le mouvement rotatif et la puissance d'un arbre moteur à un ou plusieurs arbres entraînés

1. Courroies trapézoïdales (ou en V) :
 - Usage : Automobiles, machines-outils.
 - Avantages : Bonne adhérence, moins de glissement.
 - Inconvénients : Plus coûteuses que les courroies plates.

III.2.2 Principe de Fonctionnement

Le système de transmission par poulie et courroie se compose principalement de deux poulies et d'une courroie. La poulie motrice est fixée à l'arbre moteur, tandis que la poulie réceptrice est fixée à l'arbre entraîné. Lorsque l'arbre moteur tourne, il entraîne la poulie motrice, qui à son tour entraîne la courroie. La courroie transmet alors le mouvement et la puissance à la poulie réceptrice, faisant tourner l'arbre entraîné.

III.2.3 Avantages et Inconvénients des Systèmes de Transmission par Poulie et Courroie

III.2.3.1 Avantages

- Faciles à concevoir et à mettre en œuvre.
- Peuvent être installées et maintenues sans équipements spécialisés.
- Permettent de transmettre la puissance entre des arbres à des distances variables et dans des orientations différentes.
- Absorbent les chocs et les vibrations, protégeant ainsi les composants du système.
- Relativement économiques comparées à d'autres systèmes de transmission, comme les engrenages.

III.2.3.2 Inconvénients

- Les courroies s'usent et doivent être remplacées régulièrement.
- La tension des courroies doit être correctement ajustée pour éviter le glissement.
- Peut entraîner une perte d'efficacité dans la transmission de puissance.
- Peut nécessiter l'ajout de dispositifs de tension pour maintenir la performance.
- Moins efficaces pour des transmissions de très haute puissance ou de très haute précision comparée aux engrenages ou aux systèmes à chaîne.

III.3 Le système d'automatisation de la machine

III.3.1 Le système Arduino

Arduino est un système open-source de prototypage électronique qui repose sur un microcontrôleur. Voici les caractéristiques principales du système Arduino :

Les cartes Arduino sont élaborées à partir d'un microcontrôleur Atmel AVR (tels que l'ATmega328 ou l'ATmega2560) et sont équipées de composants supplémentaires pour simplifier la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits.

L'environnement de développement (IDE) utilisé par le système Arduino est gratuit et open-source, ce qui facilite la programmation des cartes Arduino en utilisant un langage de programmation similaire à C/C++.

Arduino dispose d'une communauté étendue d'utilisateurs et de développeurs qui échangent des projets, des bibliothèques et du soutien en ligne. Cela en fait une plateforme extrêmement facile à utiliser, même pour les novices en électronique et programmation.

Grâce à son adaptabilité, le système Arduino peut être employé dans divers secteurs tels que la robotique, la domotique, l'automatisation, l'art numérique, et bien d'autres encore.

De nombreuses cartes Arduino de tailles et de capacités variées sont disponibles, ainsi qu'une large sélection de modules d'extension ("Shields") qui permettent d'ajouter de nouvelles fonctionnalités.

En bref, le matériel open-source et son environnement de développement convivial offrent une plateforme accessible et souple pour mener à bien rapidement des projets électroniques et informatiques.

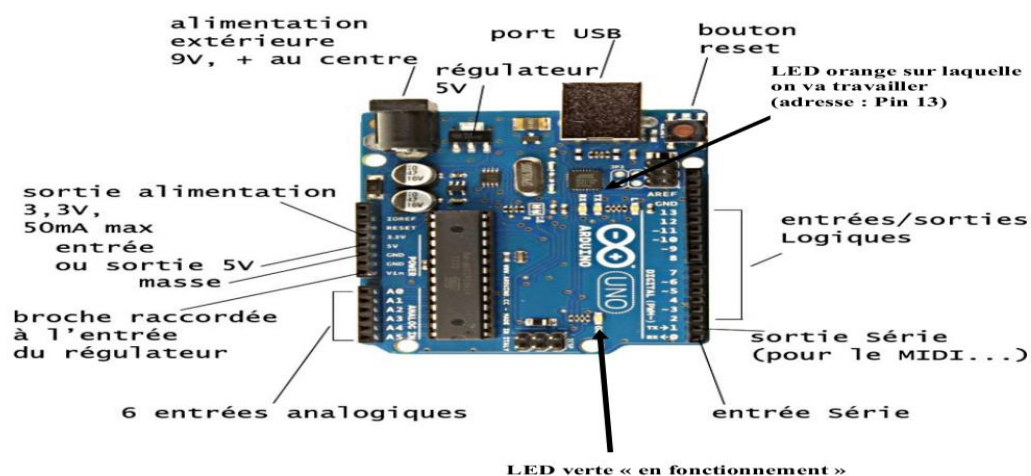


Figure 35: Arduino uno

III.4 Les capteurs

III.4.1 Capteur xcluma Soil Moisture Meter Soil (capteur d'humidité)

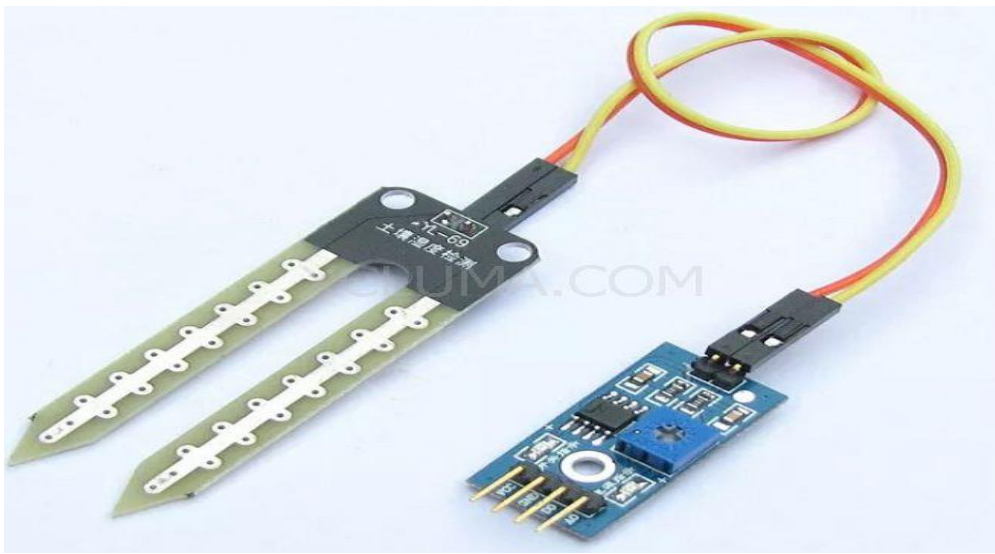


Figure 36:xcluma Soil Moisture Meter Soil

Le capteur d'humidité du sol Xcluma est conçu pour détecter le niveau d'humidité dans le sol et fournir des données précises pour l'irrigation automatique. Il se compose principalement de deux parties : les sondes (électrodes) qui sont insérées dans le sol, et le module électronique qui traite les informations recueillies par les sondes.

Caractéristiques Techniques

1. Type de capteur : Capteur d'humidité capacitif.
2. Tension d'alimentation : Typiquement 3.3V à 5V.
3. Sortie de signal : Analogique (une valeur de tension proportionnelle à l'humidité du sol) et parfois numérique (selon les versions avec un comparateur intégré).
4. Matériau des sondes : Souvent en matériau anticorrosion pour une durabilité accrue.
5. Dimensions : Varient selon les modèles, mais généralement compactes pour une insertion facile dans le sol.

III.5 Arduino module relais DC 5v data sheet

Un module relais est un composant électromécanique qui permet de contrôler un circuit électrique de haute puissance avec un signal électrique de basse puissance. Le module relais agit comme un interrupteur qui peut être activé ou désactivé par l'Arduino.

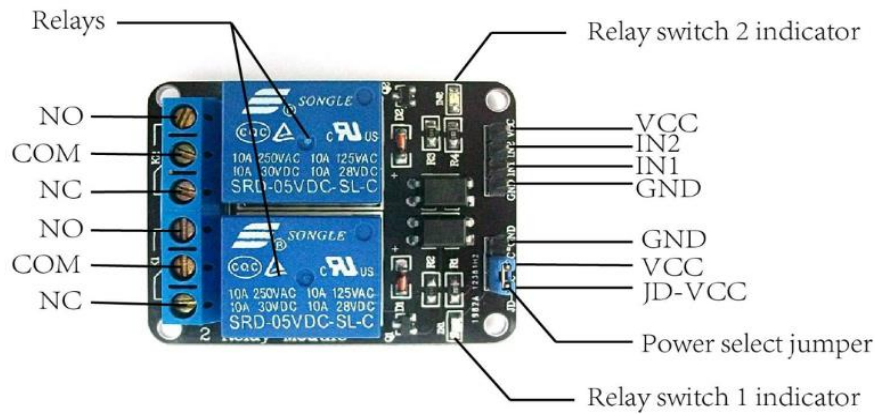


Figure 37: Arduino module relais DC 5v data sheet

III.5.1 Caractéristiques Techniques

1. Tension de commande : 5V (courant de commande typique pour les microcontrôleurs comme Arduino).
2. Courant de commande : Environ 20 mA (varie en fonction du relais).
3. Capacité de commutation : Généralement 10A à 250V AC ou 30V DC.
4. Isolation galvanique : La bobine du relais est isolée du circuit de commutation, offrant une protection contre les surtensions.
5. Broches : VCC, GND, IN (ou signal), et les bornes du relais (NO, NC, COM).

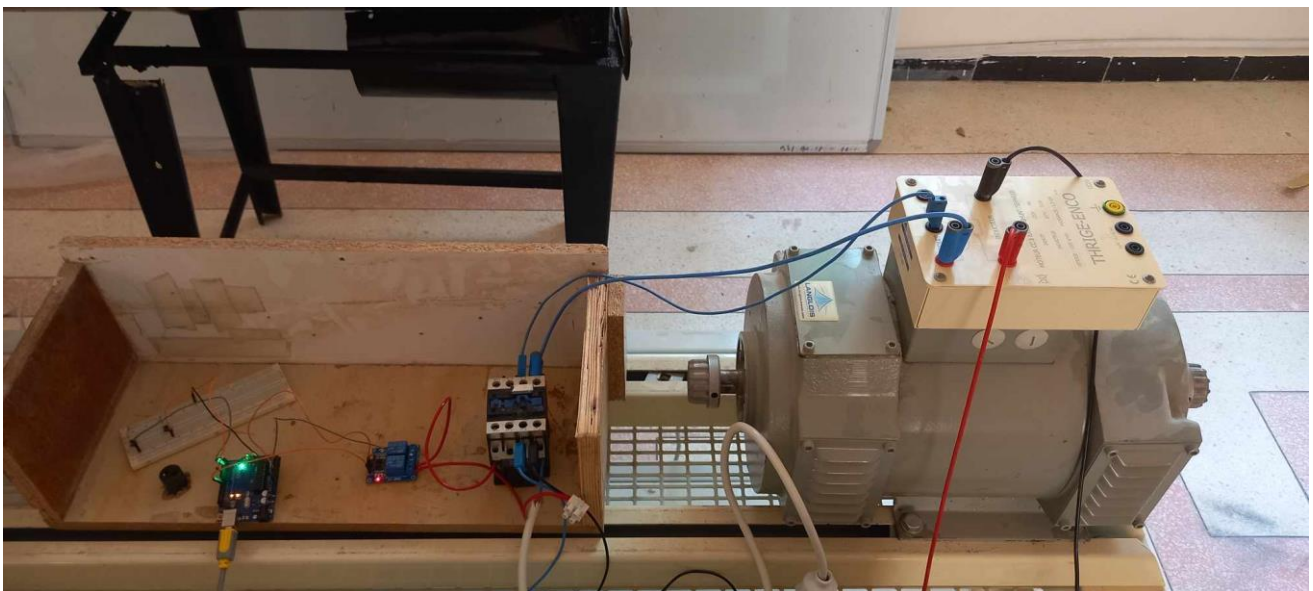


Figure 38 : Le système d'automatisation de la machine

III.6 La réalisation de la brique

Pour la réalisation de notre brique il nécessite plusieurs étapes précises pour garantir la qualité et la solidité du notre produit fini. Voici les étapes détaillées qu'on a suivies pour fabriquer notre brique avec un moule de 60 x 30 x 20 cm :

III.6.1 Préparation des matériaux et outils

- **Matériaux :**
 - Ciment
 - Sable carrière
 - Eau
 - Agent moussant
- **Outils :**
 - Mélangeur à béton
 - Balance pour peser les matériaux
 - Moule en bois de 60 x 30 x 20 cm
 - Système de génération de mousse (compresseur et pistolet de mousse)

III.6.2 Préparation de la mousse



Figure 39 : Préparation de la mousse

III.6.3 Préparation du mélange de béton



Figure 41 : Préparation du mélange de béton



Figure 40 : Incorporation de la mousse



Figure 40 : Le moule



Figure 41 : Coulage du mélange dans le moule



Figure 42 : Séchage et durcissement

Après 24 heures, on démoule délicatement la brique. (Voir figure31)



Figure 43: La brique

Après le démoulage on laisse la brique sèche à l'air libre pendant au moins 7 jours pour permettre le durcissement complet.



Figure 44: La brique après séchage

III.6.4 Les tests réalisés sur la brique

III.6.4.1 La conductivité thermique

La conductivité thermique, souvent notée λ , mesure la capacité d'un matériau à conduire la chaleur. Elle est exprimée en watts par mètre-kelvin (W/m·K). Plus cette valeur est faible, meilleur est le pouvoir isolant du matériau. La conductivité thermique est généralement mesurée à l'aide d'un fluxmètre ou d'une plaque chaude.

Le tableau suivant montre les résultats du test effectué sur nos échantillons et ceux des autres types de briques.

| Matériau | Description | Conductivité Thermique (W/(m·K)) |
|-----------------------------|--|----------------------------------|
| Brique Pleine | Dense, robuste, capacité portante | 0,60 - 1,00 |
| Brique Alvoolée | Alvéoles/perforations, meilleure isolation | 0,30 - 0,40 |
| Brique Creuse | Cavités plus grandes, excellente isolation | 0,20 - 0,30 |
| Bloc de Béton Mousse | Léger, structure poreuse, très bonne isolation | 0,10 - 0,20 |

On remarque que nos échantillons présentent une nette performance en comparaison aux autres types de briques.

III.6.4.1.1 Résistance thermique (R)

La résistance thermique, notée R, exprime l'opposition d'un matériau au passage de la chaleur. Elle est calculée avec la formule :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

où e est l'épaisseur du matériau en mètres (m) et λ est la conductivité thermique en W/m·K. La résistance thermique est exprimée en m²K/W.



Figure 45 : Un test sur la conductivité thermique sur l'un des éprouvettes

III.6.4.2 La résistance mécanique

Pour le test de résistance mécanique, nous avons effectué uniquement des tests sur la compression, car notre brique n'est pas destinée à être utilisée comme mur porteur mais plutôt comme mure de façade ou de cloison intérieure.



Figure 46: Un test sur la résistance mécanique sur l'un des éprouvettes

Ci dessous un tableau qui regroupe la résistance en compression des différents briques utilisés dans la construction :

| Type de Matériau | Résistance à la Compression (MPa) | Densité (kg/m ³) | Applications Principales |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|
| Brique Pleine | 10-50 | 1800-2000 | Murs porteurs, fondations, murs extérieurs |
| Brique Alvéolée | 5-20 | 800-1200 | Murs non porteurs, cloisons intérieures |
| Brique Creuse | 2-15 | 600-800 | Murs non porteurs, cloisons intérieures |
| Notre brique | 1-10 | 400-600 | Isolation, murs non porteurs, cloisons légères |

Comme attendu notre brique ne peut être employée comme mur porteur. Cependant, sa résistance à la compression est dans la même gamme que celle de la brique creuse avec un avantage d'être plus légère.

III.6.4.3 La résistance phonique

Le tableau suivant donne la qualité du béton en fonction de la vitesse de la propagation des ondes ultrasoniques :

| Qualité | Vitesse de propagation (m/s) |
|---------------|------------------------------|
| Excellente | Supérieur à 4200 |
| Bonne | 3700-4200 |
| Douteuse | 3200-3700 |
| Mauvaise | 2500-3200 |
| Très mauvaise | Inférieur à 2500 |



Figure 47 : Un test sur la résistance phonique sur l'un des éprouvettes

III.7 Conclusion

Les étapes de fabrication du béton mousse et la conception de notre malaxeur intelligent ont été décrites en détail. Les tests révèlent que nos briques offrent de bonnes performances en matière d'isolation thermique et phonique, ainsi qu'une résistance mécanique suffisante pour des murs non porteurs. Dans le futur, notre objectif est d'améliorer la productivité et de garantir la durabilité de nos briques.

Conclusion général

L'utilisation de blocs de béton à microcellules d'air pour l'isolation thermique et phonique dans la construction civile présente une solution écologique et efficace. Ces blocs préfabriqués offrent une alternative légère, facile à manipuler et à découper, tout en fournissant d'excellentes propriétés isolantes. Ils contribuent ainsi à réduire les coûts énergétiques et l'empreinte environnementale associés à une mauvaise isolation.

Par ailleurs, l'introduction de la "Smart-bétonnière" représente une avancée significative dans le domaine du mélange du béton. Cette technologie permet de calculer automatiquement les quantités de composants à mélanger en fonction des paramètres sélectionnés, assurant ainsi une homogénéité optimale du produit final. De plus, elle prend en compte des facteurs tels que le type de béton, la quantité désirée, l'humidité des matériaux et les conditions climatiques, ce qui améliore la précision du processus de mélange.

En résumé, ce mémoire a exploré différents aspects de l'isolation dans la construction civile, en mettant en avant des solutions innovantes et écologiques. De la sélection des matériaux isolants aux processus de mélange du béton, chaque étape a été abordée avec l'objectif de fournir des solutions efficaces et durables pour répondre aux défis actuels en matière d'isolation et de construction.

Bibliographie

- [1] <https://www.leroymerlin.fr/produits/materiaux/parpaing-brique/brique/brique-de-construction/brique-pleine/>
- [2] <data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD/2wCEAAkGBxITEhUSExIVFRUXFRoYGBgWFhgWGBsVGBcWFxcVGBcaHikgGRolGxcXITihJSkrLi4uFx8zODMsNygtLisBCgoKDg0OGhAQGy0mICUtMDUtLS0tLS0tLS0tNy01LS0tLSstLS0tLS0tNS0tLS0tKy0tLS0tLS0tLS0tLS0tLf/AABEIAOEAA4QMBIgACEQEDEQ>
- [3] <data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD/2wCEAAkGBxASEhUSERAS EBUXGBYYEhUVFRUVGBgYFxcXFhoXFRgYHSggGRolGxcYITEiJkrLi4uGiAzOTMsNygtLisBCgoKDg0OGxAQGy8IICvNS0rLy0tLTU3My0tLS0tLS81Ly0tLzUvLS0tLS0tLS0tLS0vLS0tLS0tLS0tLS0tLf/AABEIAK8BIQMBIgACEQEDEQ>
- [4] <https://conseils-thermiques.org/contenu/laine-de-verre.php>
- [5] <https://conseils-thermiques.org/contenu/laine-de-verre.php>
- [6]. <https://www.leroidelabricole.fr/wp-content/uploads/2018/01/mousse-polyurethane-expansive.jpg>
- [7] https://medias.groupe-samse.fr/Photo/600x600/Photo_1076836.gif
- [8]. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSrJnlWnE1r5j-q2lyH-4lb6_qSZZ6paHhdHA&s
- [9]. https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.actimur.fr%2Finjection-barriere-etancheite-actimur%3Ffbclid%3DIwZXh0bgNhZW0CMtAAAR3_5rN-k-90_eT9vmIdyOisFvA3OOY5iuDTNjaD3vugkCxcNyJ_nKL9F60_aem_AdN4bPal3F__6vY7c6JdWGMbfgGkPo6pg6u-hd8kyKG8eYFXLkigRSLW83vIrQiQR7DXMzhpL9gWtToFxV5sHjdf&h=AT1De4z-2IqAz91UHHQ9hDqoNaaACLnh_cu15q8F9mOJ7ZsQO5L56ccaVqyKGHmkG6fzI2fJIwy6QeAudDydRai7b8uj0nBgu2KA1icqzAxltQDrT-S2HV-eAP4SC-XViGzZN4Hssec19M0
- [10]. https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.humidite-expert.fr%2Ftraitement-humidite%2Fetancheite-mur-exterieur%3Ffbclid%3DIwZXh0bgNhZW0CMtAAAR0otz-SeC29ISgViEBJ12o7jYqKP2PdmBHKkMs6HbBDrA8HP_2lwH555Bk_aem_AdN2WaPKnRA8R-bW5Mcw_oEHuQpCeQE0J_42BrxL6N0EjwNYD59IIUzwoUor1HpFVKia-m_CUNT8WO0TbZ6VeNnG&h=AT0oHCibCe313VYfnZr7GKm8P6YLNCgjjI8cuH_mqVcGwnyYrcmUw35TzIrcFCkfFSyNkmzs4U1AQthISmP03la8PvNqkU7Ke21yhwffNQT12M-ng13ledMxdZ0bn7f_XRWxfw
- [11]. <https://www.leroymerlin.fr/produits/materiaux/parpaing-brique/brique/brique-de-construction/brique-pleine/>

- [12].<https://www.equans-digital.com/automatisme-industrielle-lessentiel-savoir#:~:text=Par%20d%C3%A9finition%2C%20l'automatisme%20industriel,avec%20pratiquement%20aucune%20intervention%20humaine>.
- [13].https://univbejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/3627/1/Etude%20de%20la%20commande%20par%20un%20automate%20programmable%20industriel%20d%E2%80%99un%20compacteur%20turbolaire%20Bianco%20au%20.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR2iRzpCU3RMJm84RBf3NaSbk7tGogD4rHdMJsmLDm2UpJrce22CXxqq4Q_aem_ASqu4AzCFJ0wcNoKfs2inuiuyD2Lw-68fuf0Dz0CvQQL78COVysZSjBel5eGggtOEb3INrjMhlcD8UJLGqq4U603
- [14] <https://www.electropoint.ch/web/content/158892>
- [15] "Insulation Handbook" par Richard T. Bynum et Daniel L. Rubino
- [16] "Foamed Concrete" par A. M. Neville et J. J. Brooks
- [17] "Lightweight Aggregate Concrete" par Satish Chandra et Leif Berntsson
- [18] "Lightweight Aggregate Concrete" par Satish Chandra et Leif Berntsson
- [19] "Performance evaluation of foam concrete" par G. H. T. Tay et al. (Cement and Concrete Research)
- [20] "A review on foam concrete" par Saravana R. et P. G. Ganesan (Construction and Building Materials)
- [22] "A review on foam concrete" par P. S. Sree Raj et al. (International Journal of Engineering Research & Technology)
- [23] "Foamed Concrete" par A. M. Neville et J. J. Brooks
- [24] "Structural Lightweight Aggregate Concrete" par Satish Chandra et Leif Berntsson
- [25]<https://www.em-distribution.fr/307-moteur-electrique-bi-vitesse-dahlander-750-1500trmin-8-4p>
- [26] https://www.researchgate.net/figure/Moteur-asynchrone-triphas_fig1_323526480
- [27]<https://www.em-distribution.fr/moteur-electrique-bi-vitesse-dahlander-1500-3000trmin-4-2p/3720-moteur-bi-vitesse-almo-b3-055-22kw-1500-3000trmin-ha-90-400v-alu.html>

- **Fiche technique du projet**

| | |
|-----------------------------|---|
| Prénom et nom : | LECHLACHE Fatima Zohra MEDJAHED Djamel Kheireddine MAMMAR Mohamed Amine HAMMOUTI Sidi Mohamed REBHI Mohamed Ali |
| Intitulé | FLOATINGBRICKS |
| Numéro de téléphone | 05 40 05 70 89 |
| Votre adresse email | floatingbricks@gmail.com |
| Ville ou commune d'activité | ORAN |

- **Nature du projet : Vente de marchandises**

- **L'étude économique**

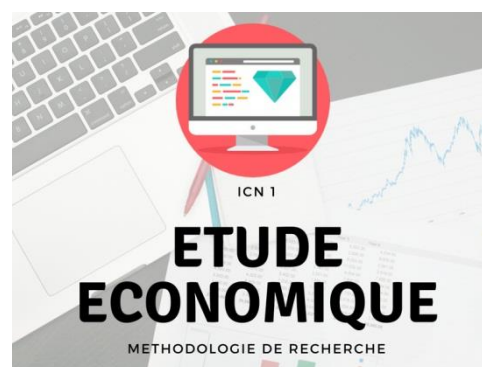
L'étude économique du béton mousse est basée sur plusieurs aspects clés qui influencent son coût et son efficacité :

Le béton mousse pèse entre 10% et 87% de moins que le béton conventionnel, ce qui signifie une économie importante sur les coûts de fondations et de structure.

Le béton mousse est plus léger et plus facile à transporter, ce qui réduit les coûts.

Le béton mousse est un matériau économique grâce à son faible poids réduisant les coûts de structure, ses bonnes propriétés isolantes générant des économies d'énergie, et sa mise en œuvre rapide. Son utilisation permet donc des économies substantielles sur le coût global des bâtiments.

L'un des aspects importants lors du mélange du béton est la mesure précise des composants et une pesée exacte de la quantité d'eau ajoutée. Cependant, les éléments constituant le mélange peuvent être saturés d'eau, ce qui rend l'estimation de l'eau à ajouter particulièrement difficile. De plus, le temps et la vitesse de malaxage sont des paramètres cruciaux pour la qualité du mélange final. La solution est



"Smart-bétonnière" qui calcule automatiquement les quantités à mélanger en fonction du type de béton sélectionné, de la quantité désirée, de l'humidité des constituants et des conditions climatiques. Le choix du malaxage assure une meilleure homogénéité du produit final.

- **Les concurrents**
 - **Les concurrents directs**

Il n'y a pas de concurrent direct au niveau national.

- **Les concurrents indirects**

L'entreprise SIPOREX est spécialisée dans le béton mousse et propose des solutions pour l'aménagement intérieur, avec une production 100% française conformément à la norme environnementale ISO 14001. Elle est connue pour ses solutions adaptées à tous les projets d'aménagement intérieur et pour avoir démocratisé et mis en lumière les solutions de construction en béton mousse.

Prix du béton cellulaire par mètre carré dépend également de facteurs comme l'épaisseur des blocs et les coûts de main-d'œuvre. En moyenne, cela peut varier entre 20 et 50 euros par mètre carré avec le calcul de la taxe sur la valeur ajoutée, on retrouve (TVA 19%):

$$20+(20*19\%) = 23,8 \text{ euros } 3000 \text{ da}$$

$$50+(50*19\%) = 59,5 \text{ euros } 7500 \text{ da}$$

- **La Problématique**

L'un des aspects importants dans la construction des en génie civile est de garantir une isolation thermique et phonique du bâti. L'une des problématiques à l'isolation est l'aspect écologique ou pas **de l'isolant. En effet, le choix du type de matériau isolant peut avoir des répercussions négatives ou positives** sur l'environnement. En plus Une mauvaise isolation peut entraîner des surconsommations de chauffage ou de climatisation, augmentant ainsi les coûts financiers et l'empreinte environnementale.

1. Value proposition

Le béton mousse, également appelé isolant en mousse minérale, est un matériau unique qui combine les propriétés du béton et de la mousse. Sa porosité élevée en fait un excellent matériau d'isolation thermique et acoustique.

Sa composition le rend liquide, léger, facile à manipuler et peut être utilisé dans diverses applications telles que l'isolation des toits plats, le surfacage léger, le remblai technique, etc.

En raison de sa faible conductivité thermique, de sa légèreté et de ses propriétés isolantes, le béton mousse est un matériau isolant très efficace et constitue le matériau de choix pour l'isolation des bâtiments.

Le béton mousse est un isolant thermique qui élimine la consommation de refroidisseurs et de chauffages, ce qui permet d'économiser l'énergie consommée par ces derniers et de l'exporter vers les pays voisins (dans le besoin).

La fissuration des éléments en béton peut être considérablement réduite grâce au béton mousse, qui offre des possibilités d'application intéressantes.

L'utilisation de mousse peut réduire la taille des billes de plusieurs manières. Auparavant, il était fabriqué à partir de trois matières premières simples : le ciment, le sable, l'eau et la mousse. Cela signifie que très peu de produits chimiques sont nécessaires dans le processus de fabrication, ce qui peut réduire les coûts de production et l'impact environnemental associé à l'utilisation de produits chimiques. De plus, béton mousse a une bonne durabilité, ce qui signifie qu'il peut être utilisé pendant longtemps sans réparations fréquentes, ce qui minimise également les coûts d'entretien et les outils nécessaires aux réparations.

Le prix de double paroi en brique

| | |
|--|--------------------------|
| Double paroi en brique creusé ép=30cm sans isolation | 1200 DA |
| Enduit en brique ép=15cm | 1400 DA |
| Enduit en ciment intérieur et extérieur | Entre 400-600 et 1000 DA |

Le prix de béton mousse

| | |
|---|---------|
| Béton mousse ép=30cm | 1300 DA |
| Enduit en béton mousse | 0 DA |
| Enduit en ciment intérieur et extérieur | 0 DA |

2. CUSTOMER SEGMENTS

Béton Mousse est un produit très utilisé par de nombreuses entités, les entrepreneurs, les entreprises de construction, les propriétaires immobiliers et les promoteurs étant parmi les principaux utilisateurs. La mousse polyvalente Piton est largement utilisée dans la construction de diverses structures, allant des bâtiments et installations aux propriétés résidentielles et commerciales.

La mousse Béton trouve son application dans le développement d'infrastructures essentielles comme les routes, les ponts et les trottoirs par les gouvernements et les municipalités. De même, les usines et installations industrielles utilisent Béton Mousse dans la construction de leurs équipements et structures.

Béton Moss est largement utilisé par les agriculteurs et les propriétaires agricoles pour la construction de bâtiments agricoles et d'installations rurales. Ce matériau de construction polyvalent est couramment utilisé par diverses organisations du secteur du bâtiment et de la construction.

3. CUSTOMER RELATIONSHIPS

L'établissement et le maintien de liens avec les clients sont cruciaux pour notre entreprise, car ils englobent les techniques, tactiques et procédures utilisées pour entretenir nos relations avec les clients. Nos relations solides avec nos clients ont le pouvoir d'améliorer la satisfaction et la fidélité des clients et en fin de compte, de stimuler les ventes. Ces relations sont entretenues par diverses interactions, notamment la découverte de la marque, les transactions d'achat, les demandes de renseignements du service client, les avis en ligne et les recommandations de bouche à oreille. La relation client, également appelée gestion de la relation client (CRM), s'efforce de renforcer la fidélité et la satisfaction des clients en comprenant leurs désirs, leurs principes et leurs motivations. Cela implique de fournir un service client exceptionnel, de fournir une assistance, de mettre en œuvre des programmes de fidélité, de gérer les données clients et de créer des expériences personnalisées basées sur des informations précieuses sur les clients.

Établir des liens solides avec les clients implique de prendre des mesures proactives, de garantir des interactions agréables et de proposer des suggestions personnalisées. En cultivant des relations clients positives, Notre entreprise peut donner la priorité à la fidélité réduire les délais de mise sur le marché et profiter d'une croissance à long terme.

4.CHANNELS

4.1 Mécanismes et moyens de faire connaître notre produit

Pour commercialiser efficacement nos produits à vendre, nous pouvons utiliser plusieurs stratégies basées sur les résultats de recherche disponibles :

Plateformes en ligne : nous envisageons de vendre nos produits sur des plateformes en ligne, qui constituent un vaste marché avec des millions d'acheteurs et de vendeurs actifs.

Nous travaillons en collaboration avec des influenceurs des médias sociaux pour promouvoir et faire connaître nos produits.

Exposition et participation à des événements : Lors d'expositions et d'événements pertinents, nous exposons nos produits et engageons des échanges directs avec des clients potentiels.

Nous proposons des échantillons de produits gratuits ou des périodes d'essai pour nos produits afin de susciter l'intérêt et de créer un climat de confiance avec nos clients.

En incorporant ces stratégies, nous serons en mesure d'attirer nos clients cibles de manière persuasive et percutante, tout en faisant la promotion de notre produit en utilisant des influenceurs.

Les panneaux d'affichage offrent la possibilité de dialoguer avec le public, de faire la promotion de produits, d'atteindre le public visé, d'accroître la visibilité de la marque et, finalement, d'accroître les ventes. Les panneaux d'affichage jouent un rôle essentiel en tant que support visuel pour communiquer de manière efficace des messages à un large public, ce qui favorise la reconnaissance de la marque et l'influence sur les conducteurs.

4.2 Canaux de distribution privilégiés par les clients

Les différentes méthodes de distribution de nos produits sont les suivantes :

- La vente directe consiste à vendre directement notre produit au consommateur final, sans passer par un intermédiaire.
- Les intermédiaires et les distributeurs sont des entreprises qui achètent des produits auprès de notre entreprise et les vendent ensuite aux consommateurs.
- Nous avons recours à différents canaux de distribution, tels que des grossistes et des détaillants.
- Nous sommes des partenaires de distribution ou des revendeurs à valeur ajoutée, ce qui signifie que nous vendons à d'autres entreprises plutôt qu'à nos propres clients.
- De la vente directe et de la dépendance envers des intermédiaires tels que les grossistes et les détaillants, à l'exclusivité, à la double distribution et aux partenaires de distribution, nous avons différents canaux de distribution.

5. Key Partner

5.1 Partenaires clés qui peuvent nous aider

Les principaux partenaires qui peuvent nous aider pour le transport, la distribution, la logistique et le contrôle de nos produits sont :

| Entreprise | Fonction | wilaya |
|----------------------------|---|----------------|
| CEVITAL-MTP | Location de matériel de travaux publics. | Alger |
| SARL SOMETRAL | Société de transit et de transport de marchandise | Alger |
| QUICK LIVRAISON | Transport de marchandises et de logistique | Alger |
| MARS LOGISTIQUE | Transport des marchandises et la logistique | Alger, Oran |
| GROUPE CHAKOUR | spécialisée dans le secteur de transport et la logistique | Mostaganem |
| CIMENTERIE DE BENI-SAF | Filiale du Groupe Industriel des Ciments d'Algérie | Ain Temouchent |
| LAB-ANALYSES & INGENEERING | Laboratoire dans les domaines multidisciplinaires à savoir | Tlemcen |
| EPE SERSID SPA | Entreprise d'engineering et de Réalisations Sidérurgiques | Oran |
| AGRO-HYD GROUP | Laboratoire d'Analyse de la Qualité (Eaux, Sols et Matériaux de construction, Travaux d'expertises et d'Études Géotechniques des Sols | Oran |

5.2 Principaux fournisseurs

La plupart de nos fournisseurs sont les sociétés de sable, les sociétés de ciment (comme Jika chamelle ou autres) et les sociétés d'adjuvants de mousse, qui sont considérés comme les plus importants et les plus essentiels.

Parmi les fournisseurs des matières premières (ciment) on propose :

| ENTREPRISE | Fonction | WILAYA |
|--------------------|---|--|
| GROUPE GICA | Le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie | COSTANTINE, SETIF, MSILA, TEBESSA, BATNA, OUM ELBOUAGHI, BOUIRA BLIDA, CHLEF, MASCARA, AIN TEMOUCHENT, BECHAR, SAIDA |
| LAFARGE ALGERIE | Le Groupe Industriel des Ciments | MSILA, BLIDA, MASCARA, BISKRA BOUIRA |

Parmi les fournisseurs des matières premières (sable) on propose :

| ENTREPRISE | Fonction | WILAYA |
|--|---|----------------------------------|
| CBTP SARL | Béton prêt à l'emploi, Sable, Gravier & laboratoire béton | BOUIRA |
| SARL BMC | MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION Production de Granulats et de Sable Lavé | MSILA |
| GRANU EST, CENTRE, OUEST | Exploitation des Carrières | COSTANTINE, BLIDA, MASCARA |
| SOCIETE D'EXPLOITATION DES CARRIERES HASNAOUI | Exploitation des Carrières | SADI BELABBES |

| | | |
|---|----------------------------|---------|
| ENTREPRISES NATIONALE DES GRANULATS | Exploitation des Carrières | TLEMCEM |
|---|----------------------------|---------|

6.Key activité

De plus, les organismes et les individus responsables de la promotion et de la publicité (influenceurs).

Le processus de fabrication :

6.1 Matières premières

Test des matières premières, telles que le sable, l'adjuvant de mousse et le ciment, pour évaluer leur utilisation ou leur perméabilité.



Figure 48: Ciment Noir

-Placer les éléments dans la bétonnière afin de réaliser le produit final. Prévoir qu'il sèche.

- Apporter le produit fini au laboratoire d'essai pour le tester.

- Entrer dans les entrepôts en tant que produit pouvant être vendu

- L'étape finale du processus de vente consiste à distribuer et vendre le produit fini au client, ou plutôt au bénéficiaire final.



Figure 49: l'



Figure 50: sable de carrière

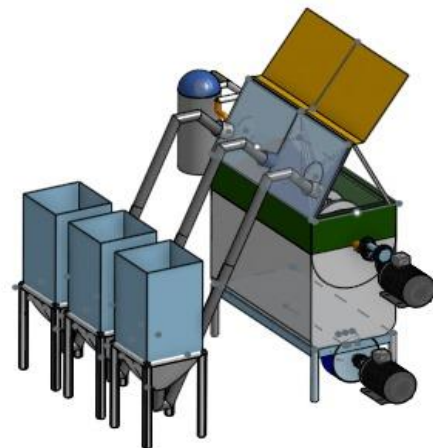


Figure 51 : bétonnière

6.2 Les différents types de produit fournis

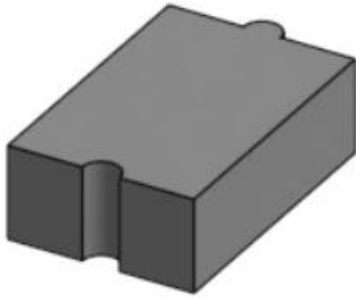


Figure 53 : Brique (60*40*20cm)

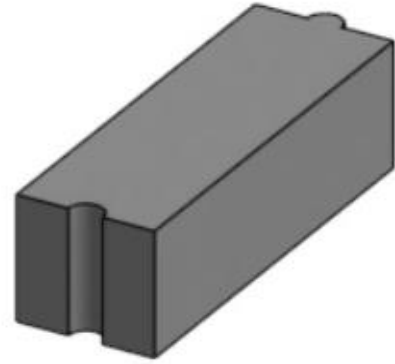


Figure 52 : Brique (60*20*20cm)

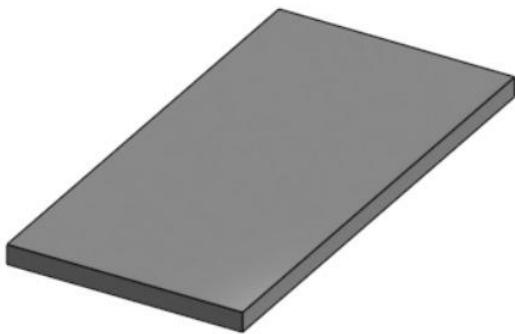


Figure 54 : Plaque séparation (192*50*5cm)

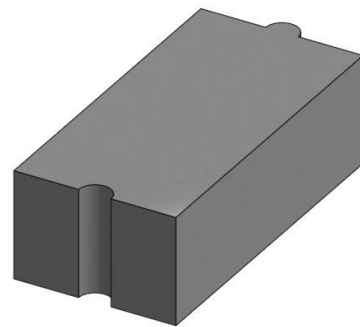


Figure 55 : Brique (60*30*20cm)

6.3 Emballage de produit

Les blocs de béton mousse sont souvent emballés sur des palettes en bois pour faciliter le transport et le stockage. Des ficelles en plastique sont utilisées pour maintenir les blocs ensemble sur la palette et les protéger des dommages.

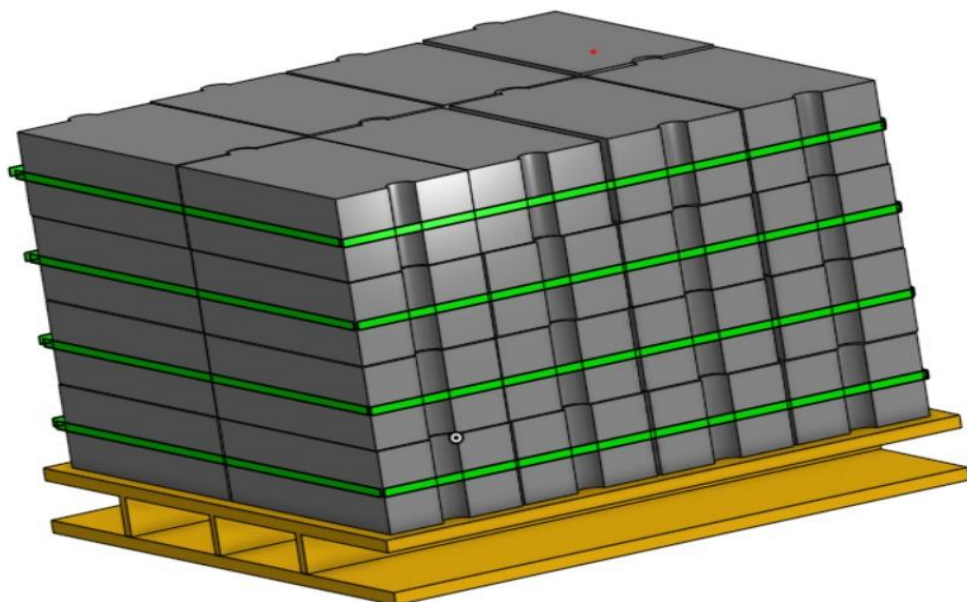


Figure 56 : Emballage de produit

6.4 TRANSPORT

Les camions de livraison de béton mousse sont des outils indispensables pour transporter et mettre en œuvre ce type de béton léger et isolant sur les chantiers. Il est transporté sur les chantiers et les magasins de vente.

7.Key ressources

7.1 Les ressources matérielles

Ce sont les matériaux concrets que nous employons pour produire un produit fini, comme nous l'avons déjà mentionné : sable, ciment, mousse auxiliaire et machines.

| Ressources | Source | Les fournisseurs |
|----------------|--------|--------------------------------|
| Sable | Locale | Entreprise de sable |
| Ciment | Locale | Entreprise de ciment |
| Agent moussant | Locale | Entreprise de l'agent moussant |
| Les machines | Locale | Notre entreprise |

7.2 Les ressources humaines

Les effectifs sont composés d'employés et d'ingénieurs spécialisés

| Les travailleurs | Rôle |
|------------------|--|
| 1 | Responsable de stock Responsable de comptabilité Responsable de la distribution et de la commercialisation de la marchandise |
| 3 | technicien spécialisé dans la maintenance et le suivi |

| | |
|---|---|
| 1 | Fournit de la matière première pour nous. Le met les matières premières sur le bétonnier |
| 3 | Responsable des appareils de surveillance |
| 1 | Responsable des appareils mécaniques |

7.3 Ressources financiers

Le financement du projet Sera obtenu après d'investisseurs tels que: Algérien startup fund :

| Ressources | Besoins |
|--------------------|---|
| Electricité | - Alimentation des machines et des équipements - Eclairage intérieur et extérieur |
| EAU | - Refroidissement des machines -Nettoyage – Alimentation en eau potable (installations sanitaires) |
| Gaz | - Alimentation en énergie pour certains équipements industriels - Chauffage intérieur des bureaux |
| Location de locaux | -La location d'un local offre un espace dédié spécifiquement à notre projet. Cela permet de regrouper les ressources, le personnel et les équipements nécessaires au projet au même endroit |

8.STRUCTURE COST

8.1 STRUCTURE COST

| | |
|-----------------------|------------|
| Frais d'établissement | 30 million |
|-----------------------|------------|

| | |
|---|--------------------|
| Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz) | 6 million |
| Logiciels, formations | 50 million |
| Dépôt marque, brevet, modèle | /// |
| Droits d'entrée | 40 millions |
| Achat fonds de commerce ou parts | |
| Droit au bail | 46million |
| Caution ou dépôt de garantie | 5 million |
| Frais de dossier | 5 à 10 million |
| Frais de notaire ou d'Avocat | 5 à 10 million |
| Enseigne et éléments de communication | 10 million |
| Travaux et aménagements | 15 million |
| Matériel | 300 millions |
| Matériel de bureau | 10 millions |
| Stock de matières et produits | 30 millions |
| TOTAL | 452 à 462 millions |

8.2 Frais fixes pour le projet

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Assurances | 30 million |
| Téléphone, internet | 2 million par ans |
| Autres abonnements | /// |
| Carburant, transports | 7 million |

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| Frais de déplacement et Hébergement | 10 million |
| Mutuelle | /// |
| Eau, électricité, gaz | 40 million |
| Entretien matériel et vêtements | 15 million |
| Nettoyage des locaux | 10 million |
| TOTAL | 114 million |

8.3 Salaires employés et dirigeant

| | |
|------------------------------|---|
| Salaires employés | A partir de 2 million par mois Dirigeant |
| Rémunération nette dirigeant | A partir de 3 million par mois Dirigeant |

9. Revenues Stream

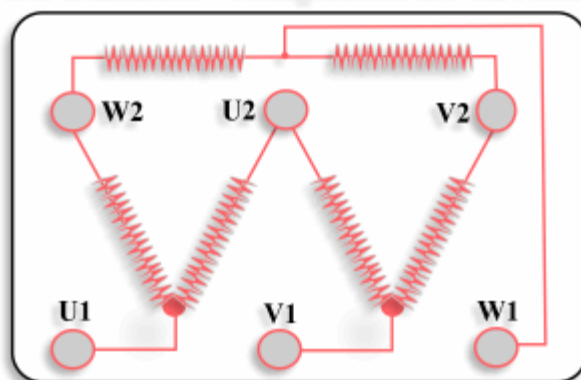
9.1 Revenus total

| | |
|--|-------------------|
| /// | la valeur |
| unités de production MOIS | 90000 pièces |
| Prix de vente | 130 DA |
| Revenu total = unités produites, nombre de ventes, prix | 111700000 million |

9.2 Revenus et bénéfice générale du projet :

| /// | La valeur en DA (par 1 ans) |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Structure Costs | 452 à 462 million |
| Frais fixes pour le projet | 114 million |
| Fraie de travailleur et Dirigeant | 320 million |
| Revenus de la machine | 1080 000 pièces |

Moteur Dalhander : configuration des enroulements



©ABC CLIM

Schéma puissance

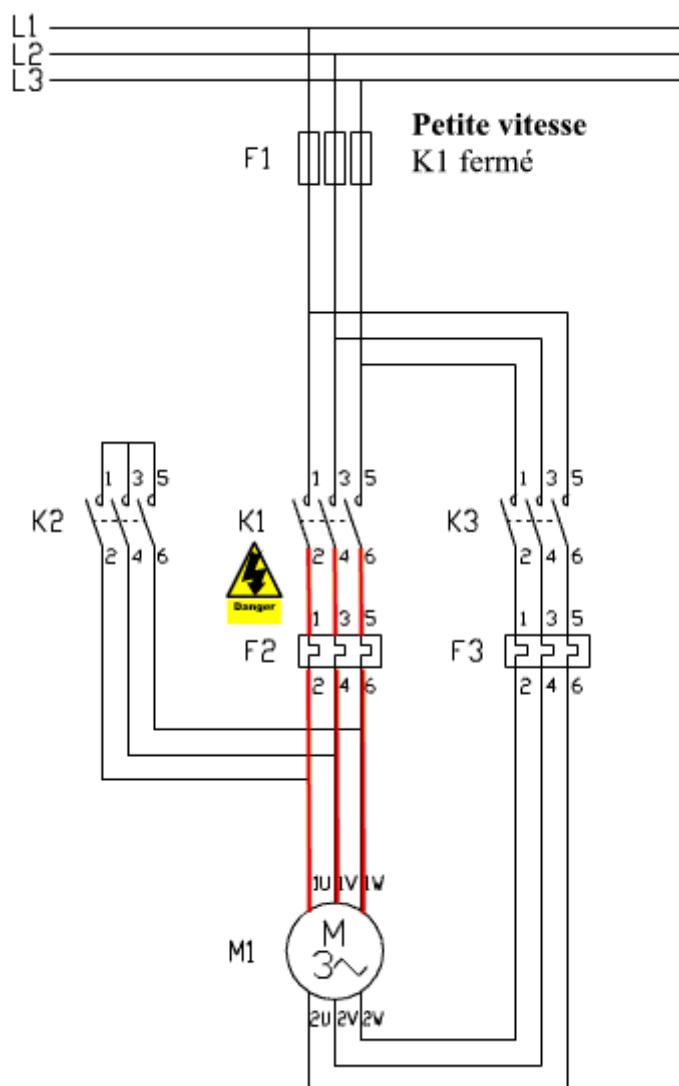
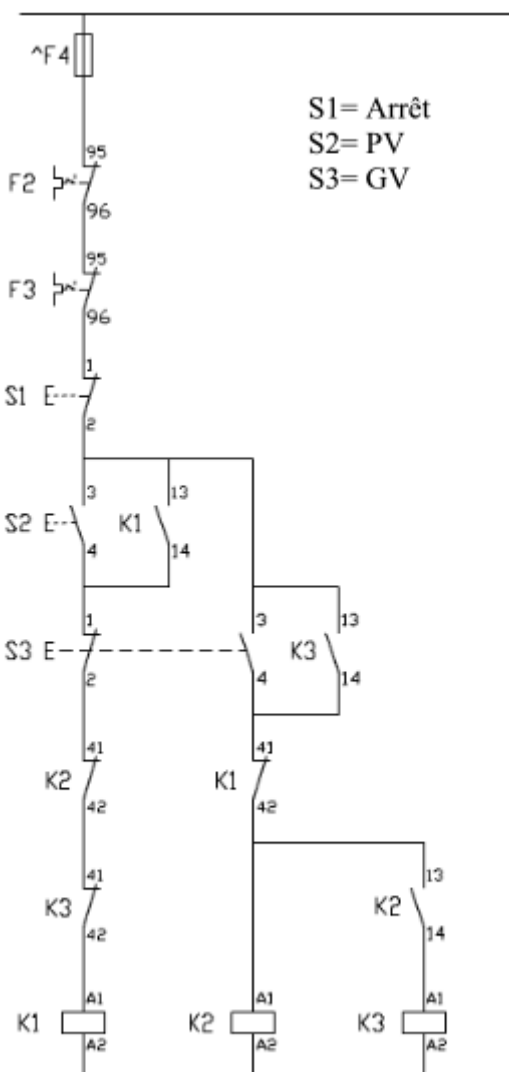


Schéma commande



KM1 : contacteur 1er vitesse

KM2 : contacteur 2em vitesse

F2 : relais thermique vitesse1

F3 : relais thermique vitesse2

S1 : arr\^et urgence

S2 : poussoir vitesse1(PV)

S3 : poussoir vitesse 2(GV)

```
const int button1Pin = 2;
const int button2Pin = 5;
const int relayPin = 4;
const int motorSpeedPin = 9; // PWM pin to control motor speed

void setup() {
  pinMode(button1Pin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(button2Pin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(motorSpeedPin, OUTPUT);

  digitalWrite(relayPin, LOW); // Ensure relay is off
  analogWrite(motorSpeedPin, 0); // Ensure motor is off

  Serial.begin(9600); // Initialize serial communication for debugging
}

void loop() {
  // Check if the first button is pressed
  if (digitalRead(button1Pin) == LOW) {
    Serial.println("Button 1 pressed - Motor starting at full speed");

    // Start motor at full speed
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    analogWrite(motorSpeedPin, 255); // Full speed
    delay(10000); // 10 seconds delay

    // Ensure the relay and motor are off after 10 seconds
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    analogWrite(motorSpeedPin, 0);

    Serial.println("Motor stopped after 10 seconds");

    delay(1000); // Additional delay to ensure no button bouncing issues
```

```
}

// Check if the second button is pressed
if (digitalRead(button2Pin) == LOW) {
  Serial.println("Button 2 pressed - Motor starting at full speed");

  // Start motor at full speed
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  analogWrite(motorSpeedPin, 255); // Full speed
  delay(5000); // 5 seconds delay

  // Reduce motor speed to 50%
  analogWrite(motorSpeedPin, 128); // 50% speed
  delay(5000); // 5 seconds delay

  // Ensure the relay and motor are off after the sequence
  digitalWrite(relayPin, LOW);
  analogWrite(motorSpeedPin, 0);

  Serial.println("Motor reduced speed and stopped after 30 seconds");

  delay(1000); // Additional delay to ensure no button bouncing issues
}
}
```