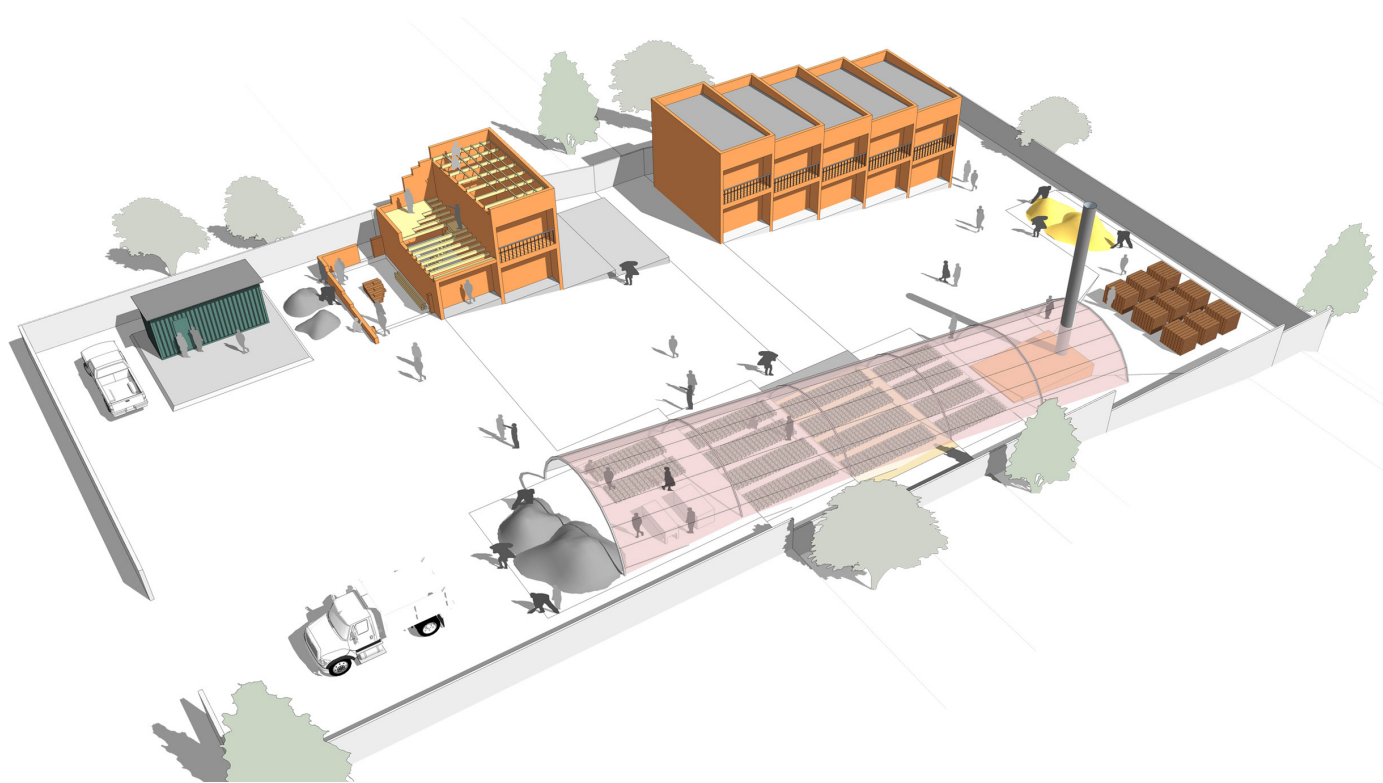


MANUELLE DE PRODUCTION DE BRIQUES EN ARGILE A FAIBLE TENEUR DE CARBONE



September 2022



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Direction du développement
et de la coopération DDC

skat Swiss Resource Centre and
Consultancies for Development

PROECCO PROmotion de l' Empleo favorable au
Climat par la COnstruction durable

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION ET CONTEXTE

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Préface | p 4 |
| 2 | Auteur | p 5 |
| 3 | Objectifs | p 6 |
| 4 | Diagramme de production de briques modernes à faible teneur en carbone | p 7 |

COMPOSITION DE L'EQUIPE DE PRODUCTION

| | | |
|---|---------------------------------------|------|
| 5 | Composition de l'équipe de production | p 11 |
|---|---------------------------------------|------|

MATIERE PREMIERE

| | | |
|----|---|------|
| 6 | Prospection de carrière et analyse d'argile | p 13 |
| 7 | Extraction de l'argile dans la carrière | p 16 |
| 8 | Transfert de l'argile extraite vers l'unité de production | p 17 |
| 9 | Stockage de l'argile à l'unité de production | p 18 |
| 10 | Rehabilitation de la carrière | p 19 |

REALISATION DU PRODUIT

| | | |
|----|--------------------------------|------|
| 11 | Enregistrement de production | p 20 |
| 12 | Préparation de l'argile | p 21 |
| 13 | Façonnage/moulage/extrusion | p 22 |
| 14 | Découpe de la colonne d'argile | p 23 |

SECHAGE DES PRODUITS VERT

| | | |
|----|---|------|
| 15 | Séchage naturel | p 24 |
| 16 | Séchage primaire naturel | p 25 |
| 17 | Séchage secondaire naturel | p 26 |
| 18 | Triage et enregistrement des produits verts | p 27 |

CUISSON

| | | |
|----|--|------|
| 19 | Boîte à outils de cuisson du four | p 28 |
| 20 | Chargement du four | p 29 |
| 21 | Combustible de four | p 30 |
| 22 | Programme de cuisson du four et contrôle de la température | p 31 |

| | | |
|----|---------------------------------------|------|
| 23 | Déchargement du four | p 33 |
| 24 | Triage et stockage des produits finis | p 34 |

MAINTENANCE

| | | |
|----|---------------------------|------|
| 25 | Maintenance du four | p 36 |
| 26 | Maintenance de la machine | p 37 |
| 27 | Work safety issues | p 38 |

ASSURANCE QUALITÉ ET CONTRÔLE QUALITÉ

| | | |
|----|--|------|
| 28 | Planification de qualité | p 39 |
| 29 | Assurance et suivi de la qualité des processus | p 40 |

ANNEXE

| | | |
|----|---|------|
| 30 | Contrôle de la qualité des sols et des produits finis | p 43 |
| 31 | Maintenance | p 48 |
| 32 | Formulaires | p 50 |

1 Preface

Le concept d'une méthode de fabrication mobile appelée production in situ a été développé et testé par le programme PROECCO en 2018. L'approvisionnement en briques modernes doit relever deux défis principaux sur le marché, à savoir la pénurie de briques et la disponibilité limitée des portefeuilles d'investissement. Ce modèle d'auto-approvisionnement de production in situ est adopté par les investisseurs qui cherchent à fournir des matériaux de construction produits localement pour les installations résidentielles, commerciales et éducatives.

Ce type d'unité de production in situ, par rapport aux autres unités d'approvisionnement de production, nécessite un investissement minimum pour la mise en place des infrastructures (four à briques, hangars de séchage et machines d'extrusion) nécessaires à la fabrication de produits de qualité. De plus, la majorité de l'unité de production peut être transportée, adaptée et réutilisée dans un certain nombre d'endroits différents, minimisant davantage l'impact de l'investissement initial et fournissant éventuellement aux marchés locaux les matériaux de construction plus durable et abordable.

2 Auteur

PROECCO (Promotion de l'emploi et des revenus non agricole dans la région des Grands Lacs par la production de matériaux de construction sensibles au climat) est un projet de la Coopération suisse exécuté par Skat Consulting Ltd au Rwanda, Burundi et en RDC dans la province du Sud Kivu. Elle soutient la création d'emplois dans les briqueteries artisanales et semi-industrielles améliorées. Les personnes ciblées par le projet sont les jeunes travailleurs et les entrepreneurs innovants prêts à être les pionniers d'une production moderne des briques, de tuiles et des hourdis écologique, ainsi que d'autres acteurs de la chaîne d'approvisionnement qui aident à rendre les murs de briques modernes et la construction abordable.

La production moderne de briques d'argile existe à partir de méthodes de production modernes hautement sophistiquées / entièrement automatisées à une variété de procédés de production mécanisés avec des méthodes simples à forte intensité de main-d'œuvre. Les méthodes de production à forte intensité de main-d'œuvre sont les plus adaptées aux petites et moyennes entreprises qui nécessitent de faibles investissements.

3 Objectifs

L'objectif principal de ce guide est de permettre aux décideurs, inspecteurs, concepteurs de briqueteries, investisseurs et aux responsables de la production d'avoir une compréhension claire des exigences relatives à l'installation et à la mise en service des briqueteries in situ à faible teneur en carbone et de briqueteries artisanales de petite taille construites pour livrer des briques à un projet de construction spécifique ou pour employer en permanence un groupe de personnes dans une coopérative ou une association.

Dans ce guide, nous ne nous arrêterons que sur un four souterrain comme moyen de cuisson de produits argileux avec installation de production sur site de construction. C'est un type de four intermittent, avec une production annuelle moyenne variant de 400,000 à 500,000 briques par an . En outre, nous allons décrire l'ensemble du processus de production de briques à faible teneur en carbone qui se déroule dans un chantier de briques avec un four souterrain comme technologie de cuisson.

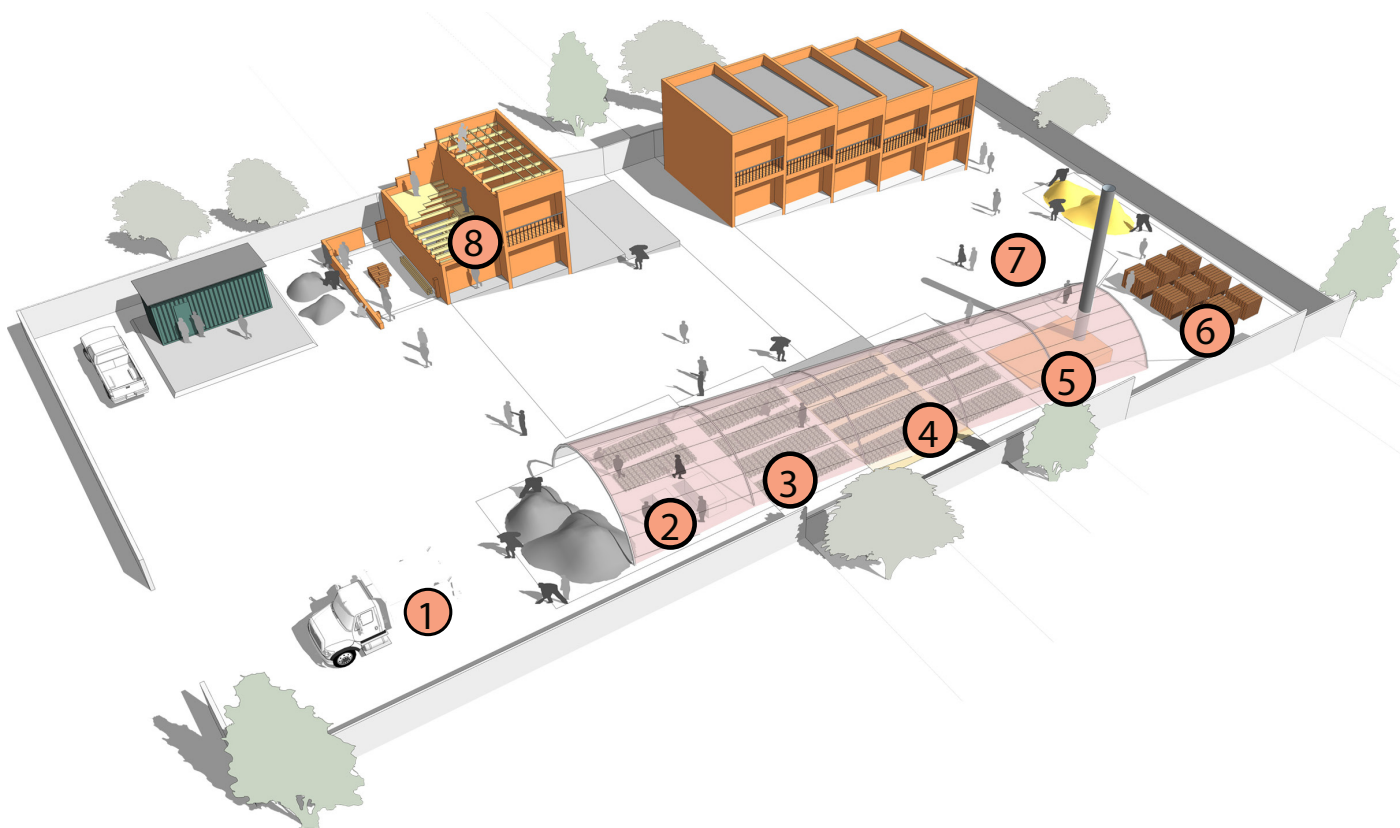
4 Diagramme de production de briques modernes à faible teneur en carbone



Production insitu avec un four à chambre

Configuration d'un site de production avec un four à chambres

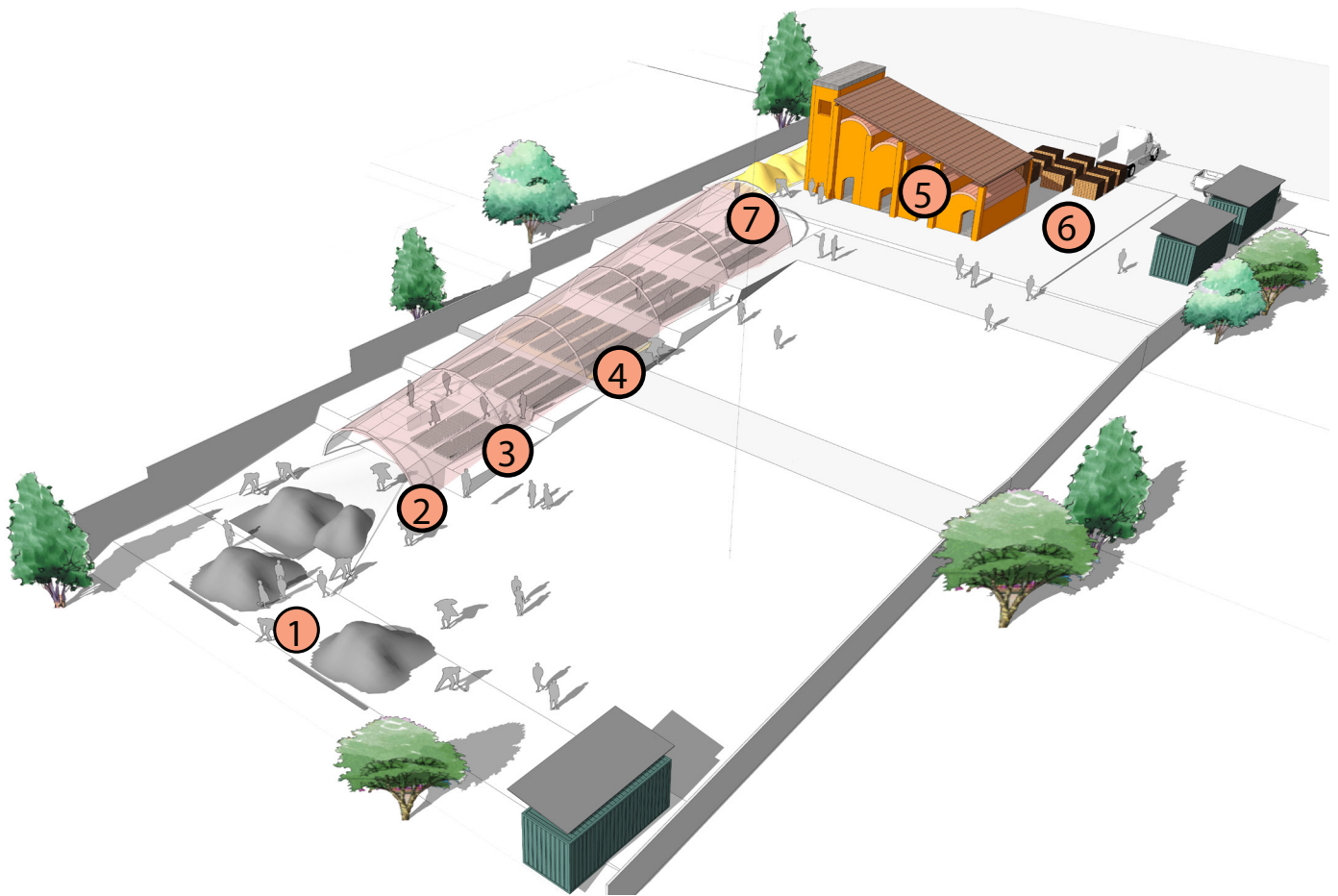
- La ligne de production manuelle de briques à faible teneur en carbone et modernes est installée sur un site désigné par l'entrepreneur/promoteur immobilier ou investisseur, et permet que l'approvisionnement en matières premières, la production de briques et parfois le processus de construction de bâtiment se font simultanément.
- L'installation de production de briques d'argile à faible teneur en carbone nécessite une superficie minimale de 600 m², largement occupée par l'espace de séchage des briques.
- Dans le cas d'une production in situ à faible teneur en carbone, pour brûler les briques, un four souterrain est utilisé. Une fois la production de briques terminée, la zone du four devient la fosse septique souterraine.
- Dans le cas d'une production in situ de briques à faible teneur en carbone, après la cuisson, les briques sont directement utilisées pour la construction des nouvelles installations sans encourir de coûts de transport supplémentaires et réduire au minimum les dommages causés aux briques, les émissions de carbone et le gaspillage.



Aménagement d'un site de production insitu de briques modernes à faible teneur en carbone

CONFIGURATION/DISPOSITION DE SITE DE PRODUCTION

1. Zone de stockage et vieillissement de l'argile extraite
2. Zone de production/ façonnage de briques
3. Zone de séchage primaire des briques
4. Zone de séchage Secondaire des briques après 3-5 jours selon les conditions climatiques
5. Four de cuisson
6. Zone de Stockage des briques cuites
7. Zone de stockage de sciure et de kaolin
8. Chantier de construction

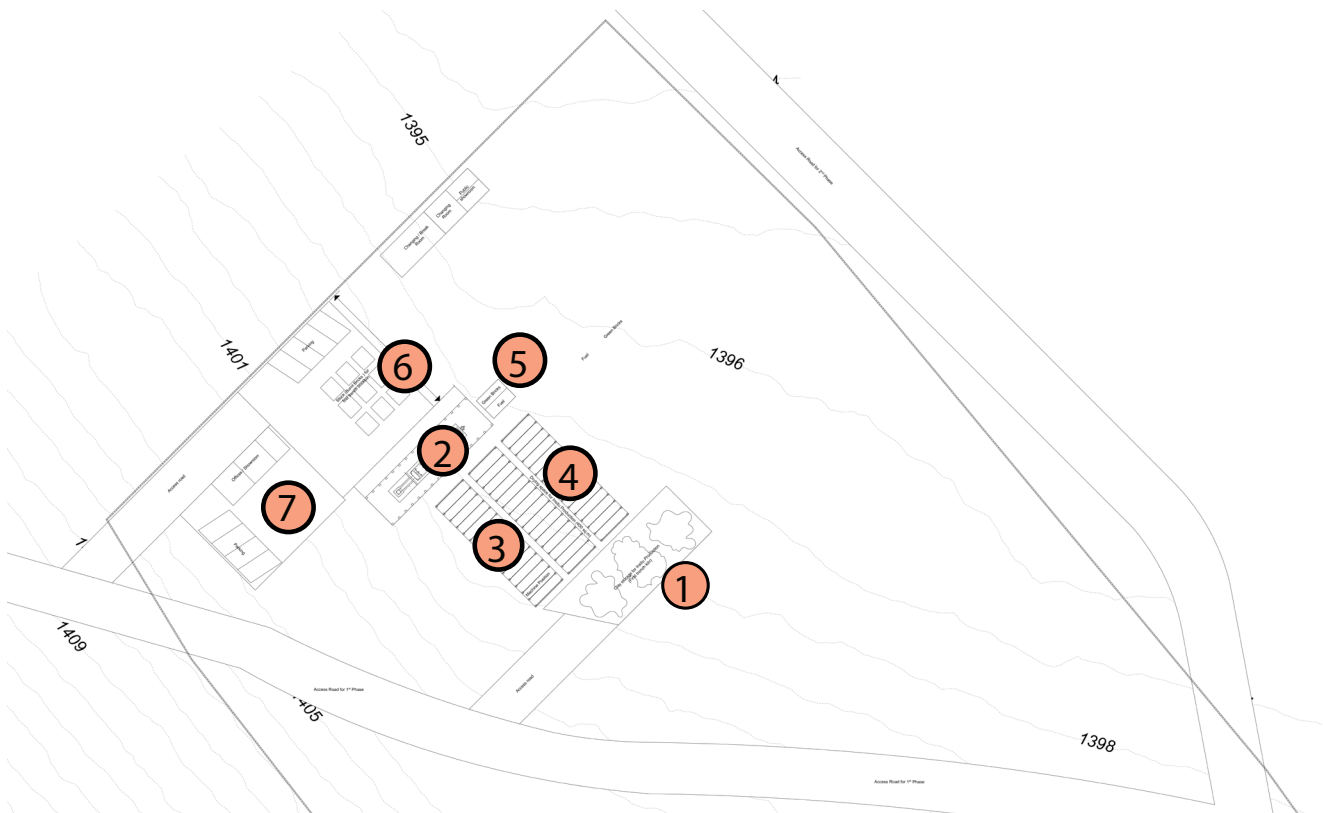


Configuration d'un site de production avec un four à chambres

CONFIGURATION/DISPOSITION DE SITE DE PRODUCTION

1. Zone de stockage et vieillissement de l'argile extraite
2. Zone de production/ façonnage de briques
3. Zone de séchage primaire des briques
4. Zone de séchage Secondaire des briques apres 3-5 jours selon les conditions climatiques
5. Four de cuisson
6. Zone de Stockage des briques cuites
7. Zone de stockage de sciure et de kaolin

INTRODUCTION ET CONTEXTE



Aménagement d'un site de production insitu de briques modernes à faible teneur en carbone

CONFIGURATION/DISPOSITION DE SITE DE PRODUCTION

1. Zone de stockage et vieillissement de l'argile extraite
2. Zone de production/ façonnage de briques
3. Zone de séchage primaire des briques
4. Zone de séchage Secondaire des briques apres 3-5 jours selon les conditions climatiques
5. Four de cuisson
6. Zone de Stockage des briques cuites
7. Zone de stockage de sciure et de kaolin

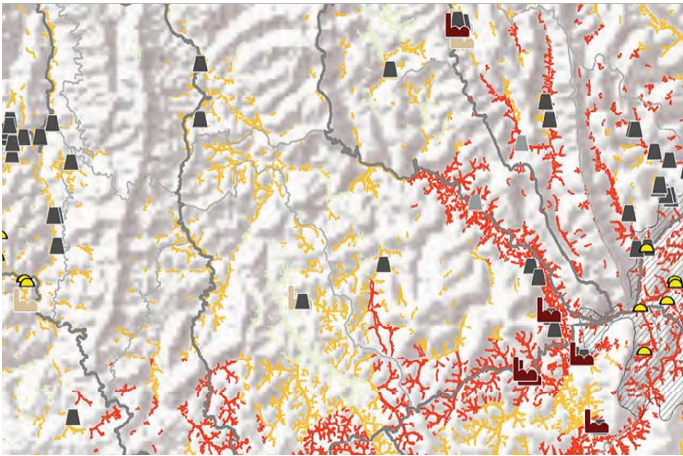
5 Composition de l'équipe de production

| Catégorie d'emploi | Niveau de supervision | Main-d'œuvre qualifiée connexe | Responsabilités/ Rôle |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------|---|
| Techniciens | Machiniste | Opérateur d'extrudeuse par machine | <ul style="list-style-type: none"> • Configurez les machines pour démarrer un cycle de production • Fournir des matières premières pour lancer l'activité de production. • Résoudre les problèmes qui peuvent avoir un impact sur la quantité/qualité pendant le travail. • Effectuer les travaux de maintenance routinière. • Maintenir un journal d'activité de production. • Communiquer avec les membres de l'équipe et les équipes de soutien pour assurer la production continue de produits de haute qualité avec un minimum de temps de gaspillage de matériel. • Assurer la présence d'un environnement de travail propre et sécuritaire conformément aux normes de santé et de sécurité. • Être axé sur la performance et responsable. • Doit être pratique, avoir un esprit d'équipe et être engagé |
| | Chef cuiseur | 4-6 Aides cuiseurs | <ul style="list-style-type: none"> • Surveillez le processus de séchage et assurer que seules des briques bien séchées sont chargées dans le four • Mettre en œuvre des améliorations continue sur l'efficacité, la cohérence et la productivité des processus de séchage et de cuisson au four. • Gérer et réconcilier le combustible utilisé pour la cuisson du four, s'assurer que le combustible du four reçu est du niveau de qualité souhaité si non le rejeter. • Coordonner le lancement de la cuisson du four, le processus de cuisson, le refroidissement et le déchargement. • Doit être pratique, avoir un esprit d'équipe et engagé. |

COMPOSITION DE L'EQUIPE DE PRODUCTION

| Catégorie d'emploi | Niveau de supervision | Main-d'œuvre qualifiée connexe | Responsabilités / Rôle |
|------------------------------|------------------------------------|---|--|
| Gestion | Chef d'équipe mobile, Contremaître | 2-3 opérateurs par machine | <ul style="list-style-type: none"> Assurer la livraison en temps voulu d'une argile de bonne qualité sur le site. Tenir à jour les journaux d'activité de production Assurer le bon état des machines S'assurer de la disponibilité d'opérateurs de machines compétents et d'un chef cuiseur. Surveiller le processus de séchage et s'assurer que le protocole de séchage est strictement respecté. Veillez à ce que les pertes de séchage soient réduites au minimum (< 5 %). Respecter le calendrier de production du four sur un rythme quotidien, hebdomadaire, mensuelle et annuelle. Vous vous efforcez d'améliorer en permanence l'efficacité, la cohérence et la productivité des processus de séchage et de cuisson. Gérer et réconcilier le combustible utilisé pour la cuisson, s'assurer que le combustible reçu est du niveau de qualité souhaité si non le rejeter. S'assurer que seuls des produits de qualité sortent du four vers le site de construction. Coordonner les activités de maintenance pour les machines et le four. Assurer l'optimisation des infrastructures et des ressources humaines existantes. |
| Autre Main-d'œuvre qualifiée | | Equipe de séchage des briques : 2 travailleurs permanents (de préférence des femmes) | <ul style="list-style-type: none"> Manipulez les briques correctement. Assurer la présence d'une surface de séchage propre et nivelée. Etre capable de trier les produits de bonne et de mauvaise qualité au stade du séchage. Tenir les registres de séchage. |

6 Prospection et analyse de carrières



Carte des zones à potentiel argileux au Rwanda

Une fois le site approprié sélectionné selon les critères indiqués par le géologue, une série de tests sera effectuée par le laboratoire des matières premières et des tests de produits finis, afin de s'assurer que le site sera économiquement viable. La qualité et la quantité d'argile seront évaluées de manière à ce qu'il y ait peu de risques de déchets. La qualité de l'argile est exprimée en termes de [pourcentage (%)] d'argile, de limon et de sable, et en quantité d'argile [volume (m^3)].



Echantillonnage du sol



Etiquetage des échantillons



Analyse de tamis

Echantillonnage du sol:

Observation de l'évolution des couches de sol, du type de sol, des infrastructures de base à proximité, du paysage, collecte de coordonnées sur le terrain. L'équipe procède ensuite à la collecte d'échantillons qui seront apportés au laboratoire. Les échantillons de sol sont collectés dans des bassins en fonction de leurs couches et de leur profondeur. Chaque échantillon est étiqueté (nom du site et profondeur)

Test de tamis:

Observation de l'évolution des couches de sol, du type de sol, des infrastructures de base à proximité, du paysage, collecte de coordonnées sur le terrain. L'équipe procède ensuite à la collecte d'échantillons qui seront apportés au laboratoire. Les échantillons de sol sont collectés dans des bassines en fonction de leurs couches et de leur profondeur. Chaque échantillon est étiqueté (nom du site et profondeur).



Teste de sedimentometrie

Teste de sedimentometrie:

Une partie de l'échantillon de sol (spécimen 1) est utilisée pour l'analyse sédimentométrique du sol ou l'essai hydrométrique qui est nécessaire pour déterminer la distribution des particules les plus fines du contenu du sol. Ce processus est également connu sous le nom de test de la bouteille, qui détermine la proportion de particules d'argile et de sable dans le sol.



Extrusion de mini-briques



Test de rétrait



Test de cuisson



Différents types de briquettes après l'essai de cuisson

Test de retrait:

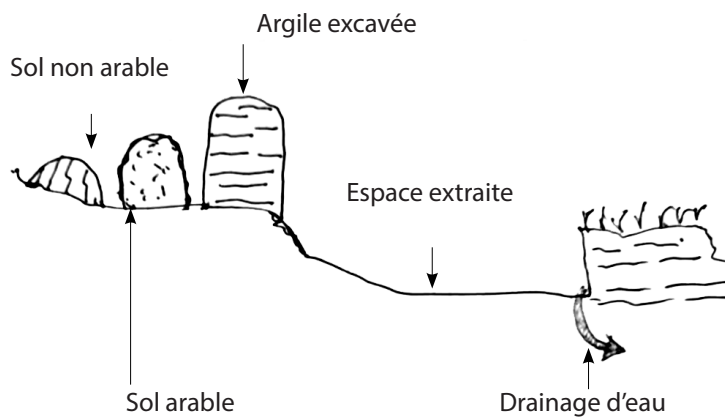
L'autre partie de l'échantillon de sol (spécimen 2) est moulée à l'aide d'une mini extrudeuse pour fabriquer une briquette qui sera utilisée pour le test de retrait de l'argile. La briquette est mesurée, puis séchée et mesurée à nouveau avec précision.

Enfin, après avoir été cuite dans le four, la briquette est à nouveau mesurée. Le test de rétrécissement donne une idée de la réduction des dimensions de la brique pendant le séchage et la cuisson et permet de connaître les dimensions du moule à fabriquer.

Test de cuisson:

L'essai de cuisson donne une idée de la couleur de la brique, du taux de rétrait de l'argile et permet de déterminer la meilleure température de cuisson dans le four.

7 Extraction de l'argile dans la carrière



Processus d'extraction d'argile



excavation d'argile à la carrière.

L'extraction se fait de préférence dans la partie la plus basse de la carrière, en veillant à évacuer l'eau de la fosse et à mélanger l'argile la plus pure avec les sections sableuses.

Les activités d'extraction doivent être réalisées pendant la saison sèche et les équipements utilisés sont des pelles mécanique (en cas d'excavation motorisée) et des bêches, des essieux et autres (en cas d'excavation manuelle).

La première étape consiste à débarrasser le sol de la couche supérieure et à charger l'argile extraite dans les camions à benne basculante, ou les brouettes.

Les ouvriers déplacent ensuite l'argile et la déposent dans une zone ouverte créée dans la carrière pour le stockage temporaire et le processus d'altération.

8 Transférer l'argile extraite vers l'unité productif



Activités de chargement d'argile

L'argile est chargée et transportée jusqu'au site de production. Chaque chargement est consigné sur le formulaire de chargement de l'argile qui indique le nombre de voyages et le moment où ils ont lieu. Le chauffeur doit signer pour chaque chargement transporté vers le site in-situ.

Si la carrière d'argile est proche du site de production, le transport de l'argile peut être effectué manuellement dans des sacs ou des seaux métalliques.



Transport d'argile

9 Stockage d'argile à l'unité de production



Enlever le matériel étranger tel que les racines



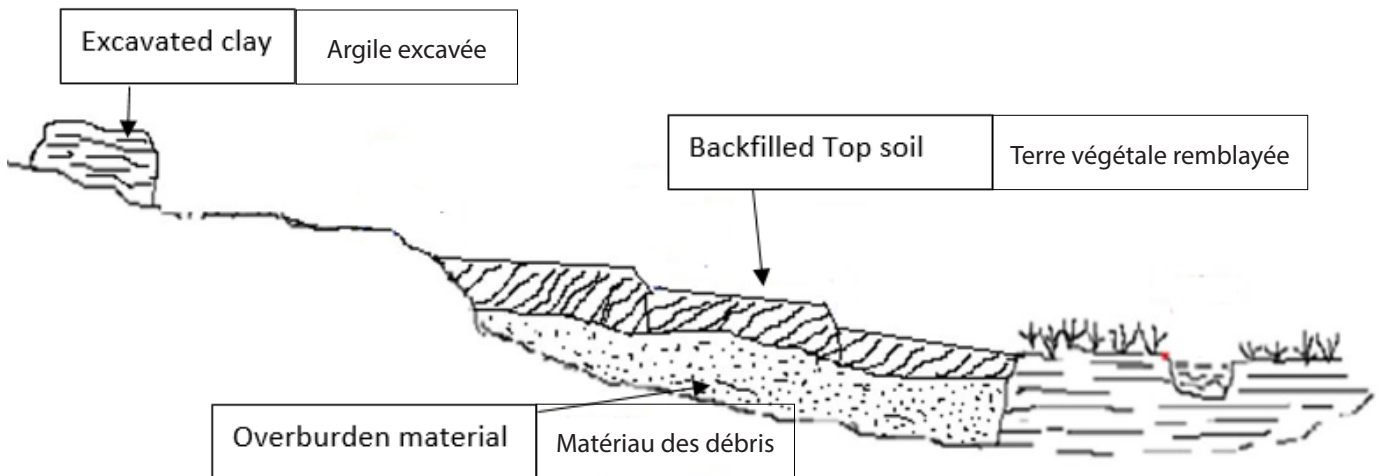
Stockage d'argile

Le choix du type de stockage de l'argile dépend largement de la capacité de production de l'usine. Toutefois, les méthodes de stockage les plus courantes sont énumérées ci-dessous :

- Stockage à l'air libre
- Hangars de stockage
- Alimentateurs à grand volume
- Silos d'émiettement, de vieillissement et d'acidification

Silos de matières sèches Dans le cas de la production in situ, à l'arrivée de l'argile sur le site, ses détails (quantité d'argile/kaolin) sont enregistrés dans un formulaire de réception d'argile/kaolin. L'argile/kaolin est stocké séparément dans la banque d'argile. La nouvelle argile est placée dans la pile de stockage loin de l'ancienne argile afin d'éviter l'utilisation d'argile fraîche et de tenir compte du temps d'altération. Le principe du premier entré, premier sorti (FIFO) est utilisé. L'argile doit être stockée de manière à permettre une longue période d'altération. Une période de 3 mois ou plus est considérée comme adéquate pour l'altération. Les matériaux étrangers tels que les pierres et les racines doivent être enlevés.

10 Réhabilitation de la carrière



Processus de réhabilitation de la carrière



La carrière réhabilité en usage dans la culture du riz

Le code de pratique des mines et des carrières (RS 566:2011) stipule que tous les sites excavés à des fins d'exploitation minière doivent être réhabilités une fois les activités minières terminées. Même s'il n'est pas facile de rétablir l'état antérieur, l'objectif de la réhabilitation des carrières d'argile est de convertir les paysages post-extraction d'argile en zones attractives en fonction des conditions écologiques modifiées.

La réhabilitation de la carrière est nécessaire pour permettre l'utilisation future des zones extraites en accord avec les autorités du district et les communautés locales et en conformité avec le plan local d'utilisation des terres.

Le processus de réhabilitation se déroule en deux étapes: la remise en état et la remise en culture.



enregistrement des productions



Relevement de température de cuisson

Au début de chaque mois, le développeur/ingénieur de chantier transmet au responsable de production/des opérations sur place une liste des produits demandés en fonction des exigences du contrat ou d'état de besoin prédefini .

Le formulaire de commande de produits doit être utilisé pour les nouveaux produits à l'essai. La procédure "Conception et développement de produits" doit être suivie.

Un programme de production hebdomadaire est rédigé sur la base de ce qui précède et est ensuite transmis aux opérateurs des machines de production pour exécution. Une copie du programme de production doit être remise au développeur/ingénieur du site.

L'enregistrement de la production est une exigence afin de surveiller la productivité et de prendre des mesures opportunes.

Les données enregistrées sont la base de toute recommandation d'amélioration de productivité, de qualité, du coût et de maintenance.

Ci-dessous la liste des enregistrements qui doivent être faits :

1. Production de briques vertes par chaque machine
2. Main d'œuvre impliquée par production quotidiennement
3. Progres de séchage quotidiennement
4. Données de chargement du four
5. Données de cuisson (consommation de combustible, enregistrement de température, nombre d'ouvriers, etc.
6. Données de déchargement (classement des briques).

12 Préparation d'argile



Préparation/ bryage manuel de l'argile



Broyage d'argile à l'aide d'un broyeur diesel motorisé de 30 CV



Préparation manuelle finale avant l'extrusion



Broyage de l'argile à l'aide d'un broyeur électrique à double tambour

Selon le programme de produit en besoin, on détermine les taux de mélange de l'argile et du kaolin (si un mélange est nécessaire) et on évalue le retrait. De même, une première cuisson d'essai est utile pour s'assurer que l'argile donnera des produits solides. Avec l'aide du laboratoire PROECCO, le chef d'équipe mobile peut déterminer le rapport argile-kaolin au cas où un mélange serait nécessaire.

Le mélange se fait manuellement, selon les rapports suggérés et en portions acceptables pour le passage dans la machine à mélanger/broyer, ou pour le broyage manuel par la main-d'œuvre. La teneur en humidité est ajustée dans les mélangeurs (mélangeurs primaires et mélangeurs d'extrusion) pour donner une lecture de pression d'environ 18-21 bars pour l'extrusion de sol mou sur le plastomètre (au cas où il est disponible).

13 Façonnage/moulage/extrusion



Démonstration de l'alimentation de la boîte d'argile d'une extrudeuse manuelle



2 à 3 équipes d'opérateurs d'extrudeuses dans un site de production insitu

En fonction du produit prévu, le bon moule doit être monté sur le canon/bouche de l'extrudeuse.

En cas d'extrusion manuelle, l'argile bien préparé est compacté dans la boîte, puis la boîte est fermée et verrouillée.

La maximisation du processus d'extrusion doit être envisagée en s'assurant que l'espace de séchage est disponible au bon moment pour recevoir les produits fraîchement extrudés.

Les paramètres de fonctionnement des moules (dimensions, poids, équerrage, etc.) doivent être inspectés et testés par le chef de l'équipe mobile une fois par jour.

Il faut insister sur les bonnes pratiques de manutention à ce stade pour éviter les bosses, les rayures et les déformations. La disposition ordonnée des produits dans les séchoirs doit être assurée en tenant compte de l'efficacité du séchage.

14 Découpage de la colonne d'argile



Découpage de la colonne après l'extrusion



Découpage de la colonne et manipulation directe depuis la table de découpe.

Lorsque la colonne d'argile extrudée sort de la bouche de la machine, elle est découpée en briques de dimensions fixes par un fil à haute résistance, fixé à un cadre pivotant. Les dimensions de la coupe sont réglées mécaniquement. Les dimensions et les angles de coupe du fil doivent être réglés pour donner les tailles et les formes plastiques attendues, en se référant à la liste des dimensions fournie par le laboratoire.

15 Séchage naturel



Séchage du produit vert (première étape à gauche et deuxième étape à droite)

Les briques d'argile extrudées sont disposées en piles sur l'aire de séchage. Au cours de cette phase, l'argile doit perdre toute sa teneur en humidité par évaporation dans l'air. Dans la plupart des cas, la brique d'argile fraîchement extrudée aura une teneur en humidité de 19 à 22 %. Après ce processus, la teneur en humidité est ramenée à 2 %, avant que le produit puisse être chargé dans le four pour la cuisson. Le temps intermédiaire est le temps de séchage.

Les briques en terre cuite risquent de se fissurer ou de se déformer si elles sont séchées trop rapidement. Le processus d'évaporation entraîne des différences de concentration d'humidité dans la brique et, comme l'argile se rétracte à des degrés divers lorsque l'eau s'évapore, des tensions apparaissent dans le produit vert.

L'ampleur et les effets de ces contraintes sur le produit vert dépendent de la forme et des propriétés plastiques de l'argile, ainsi que de la forme géométrique du produit et des conditions de fonctionnement pendant le processus de séchage. Le produit fraîchement façonné peut subir des contraintes pendant le façonnage, en plus de celles qui se produisent pendant le séchage ultérieur, ce qui augmente le risque d'endommagement.

Le produit fraîchement moulé peut acquérir des contraintes pendant le façonnage en plus de celles qui se produisent pendant le séchage ultérieur, ce qui augmente le risque d'échec du séchage.

16 Séchage naturel primaire



Séchage primaire vertical



Séchage primaire horizontal

Les briques sortant directement de l'extrudeuse sont transférées dans un séchoir et empilées pendant une période de 3 à 5 jours en fonction des conditions météorologiques. Les briques sont empilées par rangées en cas de séchage horizontal, sinon, elles sont posées sur des planches de bois dans des étagères après avoir été coupées, selon les capacités de l'installation de production.

17 Séchage naturel secondaire



Empilage circulaire pendant le séchage secondaire



Empilage rectangulaire pendant le séchage secondaire

Les briques de la phase de séchage primaire sont maintenant empilées en 6 à 10 couches de haut. Les briques sont maintenant plus résistantes et peuvent supporter la charge de plus de briques empilées les unes sur les autres. Cette opération peut être effectuée dans des formes rectangulaires ou circulaires. Cette opération permet aux briques d'être exposées à la circulation de l'air, ce qui facilite l'évaporation de l'humidité et accélère le processus de séchage.

18 Le tri et l'enregistrement des produits verts



Pertes de séchage



Le comptage, le tri et l'enregistrement

Le formulaire de chargement du four est rempli avec les quantités enregistrées de produits chargés ainsi qu'avec les non-conformités, qui à ce stade sont appelées des pertes de séchage. Ces dernières sont comptées et renvoyées au silo d'argile pour être recyclées.

19 Boîte à outils pour la cuisson du four

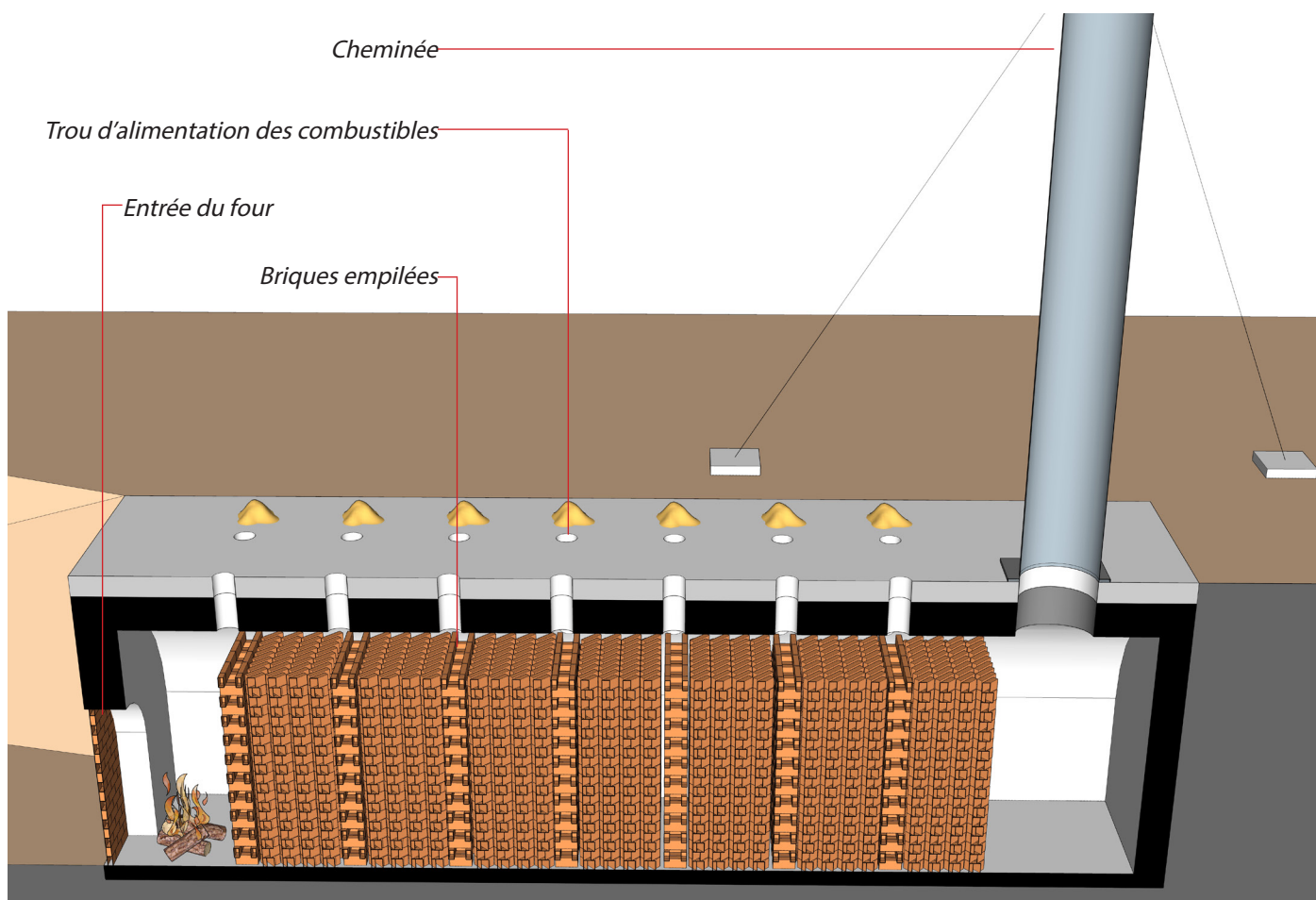


Diagramme du four de cuisson

BOÎTE À OUTILS POUR LA CUISSON DU FOUR

- Thermomètre pistolet
- Humidimètre
- Thermocouples
- Kit des premiers secours



20 Empilage / Chargement du four



Chargement du modèle en arêtes de poisson

Les briques sont chargées manuellement dans le four en empilement, en laissant de très petits espaces (de la largeur d'un doigt) entre chaque produit pour permettre à la chaleur de circuler uniformément dans la chambre de cuisson. Les briques placées face à face auront une couleur plus uniforme que celles qui sont placées en croix ou face à dos.

Remarque : la capacité de chaque four est indiquée dans l'instruction de travail de chargement.

21 Combustible du four



Stock de combustible sur le site

Le contremaître TMT informe le directeur des opérations de production de l'achat de stocks de combustibles en établissant une demande d'achat. A la réception, le combustible est inspecté par une équipe de deux personnes (le contremaître TMT et son supérieur). Celles-ci s'assureront que la qualité et la quantité de combustible sont respectées.

Le contremaître TMT doit constamment surveiller le niveau des stocks de combustible, et lorsque le stock diminue, un rapport doit être établi et une nouvelle demande d'achat doit être remise.

Le directeur des opérations de production doit alors suivre la procédure pour acquérir davantage de stock.

22 Programme de cuisson du four et contrôle de la température



Alimentation par le haut du combustible du four



Alimentation par le haut du combustible du four

Dans le cas d'un four intermittent, la cuisson se fait en cycle de 24-30 heures (froid - chaud - froid) avec une alimentation continue, après un préchauffage de 6-10 heures. Afin d'obtenir la qualité de produit requise, les briques séchées sont cuites en trois étapes :

- Préchauffage
- Cuisson
- Refroidissement

Les conditions de chaleur dans chaque zone du four sont soigneusement contrôlées et le four fonctionne en continu une fois que le feu est lancé.

Le processus de cuisson peut être divisé en cinq étapes générales :

- Séchage final (évaporation de l'eau libre) ; 100 à 200 °C
- Déshydratation ; 200 à 600 °C
- Oxydation : 600 à 920 °C
- Maturation ; 900 °C à 950 °C
- Refroidissement graduel

La clé du processus de cuisson est de contrôler la température dans le four afin de se conformer au programme de cuisson. Des relevés de température sont effectués chaque heures dans les zones du four dont la cuisson s'effectue.

CUISSON

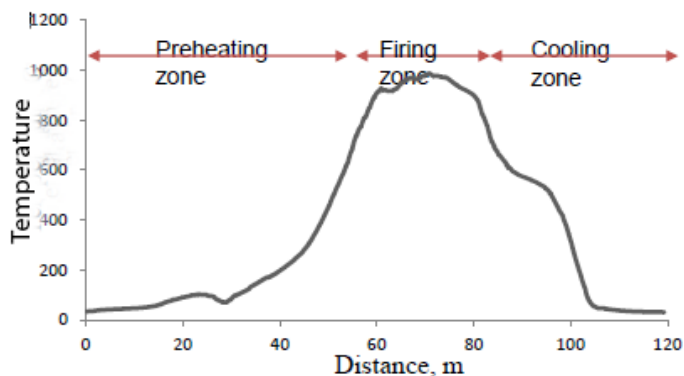


Diagramme de cuisson du four



Relevement de température de cuisson

| color | approximate temperature °C |
|---------------|-------------------------------|
| faint red | 500 |
| blood red | 580 |
| dark cherry | 635 |
| medium cherry | 0690 |
| cherry | 0745 |
| bright cherry | 0790 |
| salmon | 0845 |
| dark orange | 0890 |
| orange | 0940 |
| lemon | 1000 |
| light yellow | 1080 |
| white | 1205 |

Game de couleur de cuisson du four



Contrôle de la température de cuisson à l'aide d'un Thermomètre pistolet

Le contrôle de la température pendant la cuisson est une condition indispensable pour obtenir des produits de bonne qualité. Ce contrôle s'effectue à l'aide d'un thermomètre ou d'un pistolet thermique numérique et/ou manuel, de thermocouples de cuisson et d'un afficheur numérique. Il est recommandé d'enregistrer les variations de température chaque heure, ce qui permet de surveiller correctement tout défaut lié à l'instabilité de la température de cuisson.

23 Déchargement (Défournement) du four



PRODUITS DE QUALITÉ STANDARD

Les produits cuits sont déchargés dans l'ordre suivant : premier entré - premier sorti (four tunnel) et en sens inverse pour le four intermittent. Les briques déchargées qui présentent toutes les caractéristiques physiques d'un produit de qualité sont placées dans une zone sûre et sont classées dans la catégorie Standard.

Déchargement du four

24 Triage/stockage de produits finis



Briques cuites cassées

Briques cuites cassées:

Elles sont empilées hors de la zone de chargement pour faciliter leur transport vers la zone de broyage. Ces sont ces casses qui sont transformées en chamotte, puis recyclées pour être utilisées dans la fabrication d'autres produits tels que le ciment réfractaire et les matériaux réfractaires. Les déchets excédentaires sont entassés dans la décharge où ils attendent d'être réutilisés, comme sous-couche pour les routes de carrière.



Produits à commercialiser

Produits commerciale:

Bien que ces produits aient des défauts et puissent présenter des signes de déformation, de cassure, etc., ils sont encore utiles dans certains aspects de la construction. Ces produits sont disposés dans la cour dans la zone réservée aux produits de qualité commerciale, pour éviter d'être mélangés avec les produits de qualité Standard.



Briques surcuites empilées à l'extérieur du four

Produits surcuits:

Il s'agit de produits qui ont été exposés à des températures très élevées pendant la cuisson et qui ont pris une couleur très foncée et ont rétréci de façon extraordinaire. Ces produits sont stockés dans la cour dans la section clairement délimitée "Produits surcuits" pour éviter qu'ils ne soient mélangés avec des produits de qualité standard et commerciale.



Déchargement des briques du four

Produits souscuits:

Ce sont des produits qui ont été exposés à de basses températures pendant la cuisson. Comme ces produits ne sont pas bien cuits, ils sont repris pour être recuits. Ces produits sont renvoyés dans la zone de chargement du four et sont stockés dans la section clairement délimitée "Produits sous-cuits" pour éviter d'être confondus avec d'autres produits de qualité.

Les quantités de produits sont enregistrées dans les différentes qualités énumérées ci-dessus dans le registre de déchargement des fours.

25 Maintenance du four



Le four avant sa maintenance



Le four après sa maintenance

Après avoir déchargé le four, l'équipe de cuisson doit le nettoyer de tous les débris de produits endommagés avant d'être inspecté par le chef cuisinier. L'inspection du four consiste à vérifier et à réparer les fissures qui ont pu apparaître pendant le cycle de cuisson. Les réparations sont effectuées à l'aide des matériaux résistant au feu comme la chamotte ou le kaolin.

26 Maintenance des machines



Inspection de l'état de machine



Montage d'un roulement du broyeur

La maintenance est un travail effectué pour préserver un actif (une machine, etc.), afin de permettre son utilisation et son fonctionnement continu au-delà d'un niveau de performance minimum acceptable, tout au long de sa conception ou de sa vie opérationnelle, sans renouvellement imprévu ou activités de réparation majeures.

Elle contribue à maintenir et à accroître l'efficacité opérationnelle des installations de briqueterie.

Ces activités de maintenance peuvent être effectuées avant la panne (maintenance préventive) ou après la panne (maintenance curative).



Les travailleurs en équipements de protection individuelle et d'eau propre sur le site

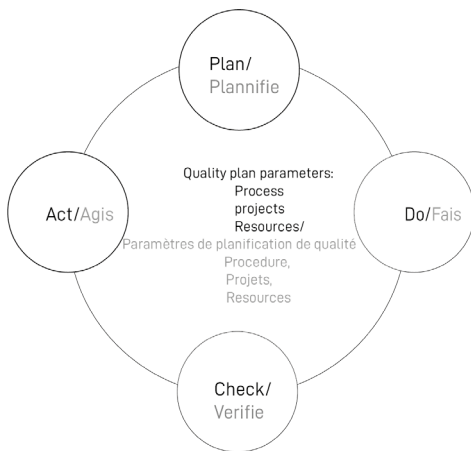


Opération effectuée dans des hangars pour se protéger des intempéries

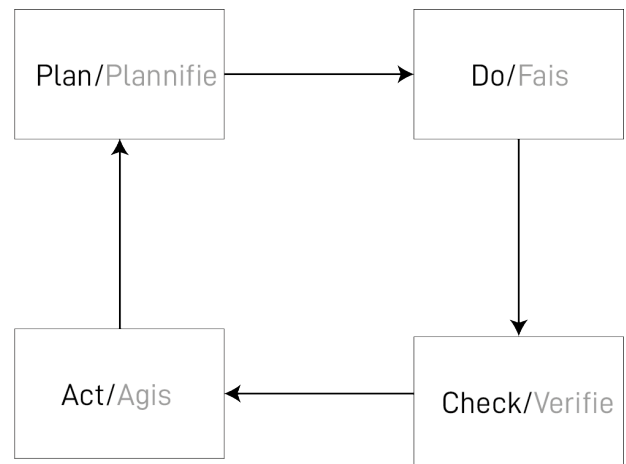
Conformément à l'arrêté ministériel numéro 2 du 17/05/2012, déterminant les conditions de santé et de sécurité au travail au Rwanda, les mesures suivantes constituent les exigences minimales pour assurer la sécurité et le bien-être du personnel au travail :

1. Heures de service raisonnables (shift de 8 heures).
2. Mise à disposition d'eau potable.
3. Installations des facilités alimentaires sur le / pas loin du lieu de travail ou pas loin
4. Un système d'assurance de santé (Mutuelle de santé)
5. Présence de boîte de secours sur le lieu de travail
6. Utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI)

28 Programme de qualité



Paramètres de planification de qualité



Cycle de planification de qualité

Au cours de chaque cycle de production, des activités de contrôle de la qualité doivent être effectuées.

Ces activités sont effectuées selon un calendrier préétabli. La planification de la qualité et la gestion de la qualité sont les processus fondamentaux mis en place pour superviser toutes les activités et tâches nécessaires pour maintenir un niveau d'excellence souhaité, dans le but de livrer un produit de qualité conforme aux exigences du client et à la demande du marché.

Le processus complet de contrôle de la qualité consiste en :

Planifier: l'étape où les processus de contrôle de la qualité sont planifiés.

Faire: utiliser un paramètre défini pour développer la qualité

Verifier: l'étape où l'on vérifie si les paramètres de qualité sont respectés

Agir: prendre des mesures correctives si nécessaire et répéter le travail.

Caractéristiques du contrôle de la qualité : Processus adopté pour livrer un produit de qualité aux clients au meilleur coût. L'objectif est d'apprendre des autres organisations afin d'améliorer la qualité au fil du temps.

29 Assurance et suivi de la qualité des processus

Le sol approprié pour la production de briques perforées doit répondre à l'exigence d'un mélange adéquat de ses composants qui sont l'argile, le limon et le sable. Outre la proportion du mélange de terre argileuse, la production de briques nécessite de prendre en considération les paramètres suivants:

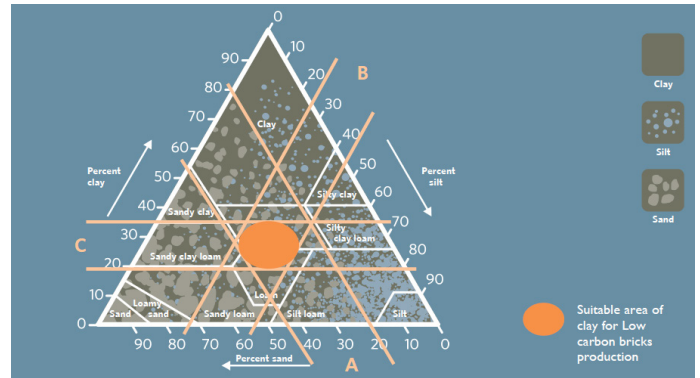
1. Mélange de matière première

Retrait à sec: 4-5 %.

Retrait total: 6-7 %.

Teneur en sable: 20%-35%

| | Elements | granulométrie | valeur recommandée |
|----|----------|-----------------|--------------------|
| 1. | Sable | 2mm-0.063mm | 20-45% |
| 2. | Limon | 0.063mm-0.002mm | 25-45% |
| 3. | Argile | <0.002mm | 20-35% |



Répartition idéale de la granulométrie pour les briques à faible teneur en carbone

Sol approprié pour les briques

2. Stock d'argile à la briqueterie

Teneur en humidité (banque d'argile) : 12% - 18%

Teneur en humidité dans les silos (banque de kaolin): 4% - 8%.

Écart entre les rouleaux (taille des particules broyées des rouleaux à grande vitesse) : < 1 mm



Arrosage du silo en argile

3. Extrusion

Teneur en humidité de la colonne à la sortie de l'extrudeuse: 20% - 21%. Ce qui permet une manipulation correcte directement depuis la table de coupe.



humidité régulée dans la colonne d'argile pendant l'extrusion pour une manipulation correcte



humidité régulée dans la colonne d'argile pendant l'extrusion pour une manipulation correcte

4. Séchage

La teneur en eau du produit séché doit être $< 2\%$



Briques en cours de séchage



Briques prêtes pour la cuisson avec une teneur en humidité $< 2\%$

5. Cuisson

Le programme de cuisson doit suivre les normes préétablies. La teneur en eau des combustibles du four ne doit pas dépasser 8% .



Stock des combustibles

6. Triage

Les produits cuits sont triés comme défini par le Rwanda Bureau of Standards (RBS), RS359:2009.

Les produits insuffisamment cuits sont ceux qui n'ont pas atteint leur pleine maturité au cours de la cuisson. Ces produits seront renvoyés au four pour une nouvelle cuisson.

Casse : Les produits qui sont totalement cassés en plus d'une pièce sont classés comme cassés. Ces produits sont conservés séparément et vendus au client par poids.



riage des briques vertes



Triage des briques après la cuisson



Triage des briques après la cuisson

30 Contrôle de la qualité des sols et des produits finis

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|---|--|-----------------------|
| 1 | Supervision des activités d'exploitation de carrières | Inspection de routine des carrières d'argile et de kaolin Identifier les zones dans les carrières respectives pour extraire l'argile et le kaolin. | Personne désignée par la briqueterie. | Une fois le moi |
| 2 | Suivi des tests de routine des matières premières | Contrôles de routine de l'argile et du kaolin reçus à la Briqueterie : <ul style="list-style-type: none"> • L.O.I. • Granulométrie • Rétrécissement de l'argile • Teneur en sable du kaolin | Echantillon d'argile et de kaolin à envoyer à SKAT-BMC | Une fois le trimestre |

Activités de contrôle de la qualité : Carrière

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|---|---------------------------------------|--|
| 1 | Surveillance du mélange d'argile L'argile est mélangée au kaolin dans un rapport prédéterminé. | Contrôle de routinière de l'argile et du kaolin Mélange | Personne désignée par la briqueterie. | Initialement, une fois par jour. Plus tard, lorsque la briqueterie aura pris confiance dans son système, les tests pourront être réduits à une fois par semaine. |

Activités de contrôle de la qualité : Mélange d'argile

ANNEXE

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|--|---------------------------------------|---|
| 1 | Surveillance du fonctionnement du broyeur à rouleaux. | <ul style="list-style-type: none"> Vérifiez la chute du mélange d'argile sur les cuves du rouleau. Si la chute n'est pas répartie sur toute la surface du rouleau, assurez-vous qu'elle se fasse sur toute la surface en développant un gabarit approprié. Vérifiez l'écart entre les deux rouleaux, qui devrait idéalement être inférieur à 1,00 mm. | Personne désignée par la briqueterie. | Initialement, tous les jours. Une fois que les systèmes sont en place, ce contrôle peut être effectué une fois par semaine. |

Quality Control Activities: Roller mill

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|--|--|---------------------------------------|---|
| 1 | Contrôle de la teneur en eau du mélange d'argile à la sortie de l'extrudeuse | <ul style="list-style-type: none"> Le taux d'humidité doit être compris entre 18 et 21%. Dans un premier temps, le test devra être effectué dans un séchoir de laboratoire et à l'aide de balances. Plus tard, une fois la confiance acquise, le test pourra être effectué par la méthode du "toucher". | Personne désignée par la briqueterie. | Pendant l'extrusion, les opérations doivent être effectuées une fois par heure. |

Activités de contrôle de la qualité : Teneur en eau dans l'extrudeuse

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|---|---------------------------------------|--|
| 1 | Contrôler la colonne de mélange d'argile existant à l'embouchure de l'extrudeuse. | <ul style="list-style-type: none"> La colonne de mélange d'argile sortant de la bouche de l'extrudeuse doit être conforme à l'essai de régulation de la sortie, c'est-à-dire que la colonne doit être uniforme sur la face de la bouche de la moule. Les noyaux de la moule ne sont pas hors leur position. | Personne désignée par la briqueterie. | Pendant les opérations d'extrusion, à enregistrer une fois par heure |

Contrôle de qualité: Bouche d'extrudeuse

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|--|---------------------------------------|--|
| 1 | Surveillance des briques/blocs verts extrudés prêts à être séchés dans la station de séchage. | <p>Les briques vertes fraîchement extrudées sont disposées sur le plancher de séchage selon les paramètres établis, afin de permettre à l'air ambiant de faciliter un séchage rapide.</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la qualité du séchage Vérifiez les problèmes/déformations de séchage tels que les déformations et les fissures. Changez le style d'empilage lorsque les briques soient séché Avant d'être envoyées au four, les briques doivent avoir une teneur en humidité de <2%. | Personne désignée par la briqueterie. | Pendant les opérations de séchage, à vérifier à chaque poste |

Activités de contrôle de qualité: Séchage

ANNEXE

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|--|---------------------------------------|--|
| 1 | Contrôle du combustible pour la cuisson du four | <ul style="list-style-type: none">• Contrôle de la qualité du combustible pour la cuisson du four• Contrôle du taux d'humidité• Contrôle de la granulométrie du combustible. | Personne désignée par la briqueterie. | <ul style="list-style-type: none">• Pendant les opérations de cuisson du four, à vérifier à chaque poste.• La granulométrie doit être vérifiée à chaque réception de combustible. |

Activités de contrôle de qualité: Combustible pour le four

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1 | Contrôle de la cuisson du four | <ul style="list-style-type: none">• Contrôle de la qualité des produits envoyés au four pour la cuisson, aucun produit fissuré, cassé ou déformé n'entre dans le four.• L'empilement des produits dans la chambre du four est conforme aux normes d'empilement.• Les lectures du pyromètre sont recommandées.• Les positions des clapets sont maintenues selon les normes établies. | Personne désignée par la briqueterie. | Pendant les opérations de cuisson au four, à contrôler chaque heure. |

Activités de contrôle de qualité : Four

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|---|---------------------------------------|--|
| 1 | Contrôle de la qualité des produits cuits à la sortie du four | Contrôle de la qualité des produits à la sortie du four: <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des dimensions à la sortie du four • Contrôle du poids à la sortie du four • Contrôle de l'équerrage • Contrôle de la qualité de la surface • Contrôle de la déformation • Contrôle des produits insuffisamment cuits • Contrôle des produits trop cuits • Contrôle de l'absorption d'eau • Vérification de la résistance | Personne désignée par la briqueterie. | Les produits cuits sortant de la chambre du four doivent être vérifiés pour les rangées inférieure, centrale et supérieure pour les paramètres mentionnés dans la section "processus". |

Activités de contrôle de qualité : Produits cuits

| S.No | Activité | Processus | Personne responsable | Fréquence |
|------|---|---|---------------------------------------|--|
| 1 | Contrôle de la qualité des produits cuits conservés dans le stock de produits finis | Contrôle de la qualité des produits à la sortie du four : <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que chaque type de produit est maintenu ensemble • Pour un même type de produit, les types de première et deuxième qualité doivent être empilés différemment. | Personne désignée par la briqueterie. | La qualité des produits cuits dans le stock doit être analysée et une inspection doit être effectuée à chaque entrée de marchandises fraîches dans le stock. |

Activités de contrôle de qualité : Produits cuits dans le stock

31 Maintenance

| Qui | Comment | Ou | Quand | PROCEDURE |
|---|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|
| Opérateur de machine formé sous la supervision d'un contremaître/ directeur de production | Suivre la procédure | Sur le site de l'opération | Avant opérationnalisation du broyeur | Réparer les pièces de rechange (engrenages, roulements, boulons et écrous) et outils (clés, pompe à graisse, etc.) |
| | | | Quotidien apres l'operation | Essuyez la machine a l'aide d'un chiffon doux |
| | | | | A l'aide d'une bache en plastique, recouvrez la cuve pour garde l' humidité et faciliter la prochaine operation. |
| | | | | Dans le livres d'enregistrement enregistrer les pannes et les activités de maintenance effectuées |
| | | | Hebdomadaire | Effectuer un entretien generale de la machine nettoyage, mise a niveau, lubrification des elements biles (engrenages, roulement, etc) |
| Après 100 hrs d'operation | Changer l'huile du moteur | | | |

Instruction d'entretien du broyeur

| Qui | Comment | Ou | Quand | PROCEDURE |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--|
| Opérateur de machine | Suivez le procédure | Au site d'opération | Journalierement apres operation | Essuyez la machine à l'aide d'un chiffon doux |
| | | | | Couvrir le moule avec une bâche en plastique pour garder l'humidité et faciliter l'opération suivante |
| | | | | Dans le livre d'enregistrement;enregistrer les pannes et les activités de maintenance effectuées |
| | | | Hebdomadaire | À l'aide d'un gratteur, enlever l'argile dans la boîte à argile et dans le porteur de moule |
| | | | | Entretien général de la machine (nettoyage, mise à niveau, lubrification des éléments mobiles (roulements, etc)) |

Instructions d'entretien d'une extrudeuse manuelle

| LISTE DE CONTROLE DE MAINTANANCE D'UN BROUYEUR D'ARGILE ENTRAINE PAR UN MOTEUR DIESEL | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--|--------------|------------------|---------------------------------------|--|
| Date: | Partie de la machine | Etat actuel | Mesure prise | Agents impliqués | Planification de la proche inspection | |
| 1. | Système de transmission des efforts | Moteur (température pendant son opération, Son, Roulements, Etat de serrage des boulons et écrous) | | | | |
| | | Courroies en V, Poulies et système d'accouplement | | | | |
| | | Niveau d'huile | | | | |
| | | Qualité d'huile/ Viscosité | | | | |
| | | Disponibilité des consommables (Huile, roulements, Courroies en V, Mazout, graisse, etc) | | | | |
| 2. | Les tambours | Distance entre deux tambours | | | | |
| | | Etat de roulement | | | | |
| | | Centricité des axes | | | | |
| 3. | Système d'accouplement | Etat du ventilateur et ses aubes | | | | |
| | | Etat du caoutchouc d'absorption des chocs | | | | |
| | | Coupling status on engine side and crusher side/ Etat d'accouplement entre le moteur et le broyeur | | | | |
| | | Etat de roulement | | | | |
| 4. | Système de refroidissement | Connexion entre le tank et le moteur et remplissage d'eau dans le tank | | | | |

Liste de contrôle pour le concasseur motorisé

| SUIVI DE LA PRODUCTION DES BRIQUES MODERNES/...../20..... | | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1.ARGILE | | | | | | | |
| Activites | Date/Periode | homme | femme | equipements utilisés | | | |
| extraction d'argile | | | | | | | |
| transportation d'argile | | | | | | | |
| 2.PREPARATION D'ARGILE | | | | | | | |
| | periode/date | | | homme | femme | | |
| 2.1.preparation d'argile manuelle |/...../202..... | | | | | | |
| 2.2.preparation d'argile mechanisée |/...../202..... | | | | | | |
| code de la machine | durée d'operation/jour | argile broyée (en nombre des briques) | qté de mazout consommé (l) | type de panne | changeme nt d'huile du moteur | changement d'huile des engrainage | |
| RCM..... | | | l | | ✓ | ✓ | |
| 3.FACONNAGE ET SECHAGE PRIMAIRE | | | | | | | |
| code de la machine | MEE..... | MEE..... | MEE..... | | | | |
| dimensions de la brique verte Lxlxh(cm) | | | | | | | |
| poids de la brique verte(kg) | | | | | | | |
| Qtté des briques faconnées | | | | | | | |
| Ouvriers |homme etfemme | |homme etfemme | |homme etfemme | | |
| remplacement des smoothner | ✓ | | | | | | |
| remplacement des fils de coupe | ✓ | | | | | | |
| adjustage des dimensions du moule | ✓ | | | | | | |
| type de panne | | | | | | | |
| reparation de la piece | ✓ | | | | | | |
| remplacement de la piece | ✓ | | | | | | |
| 4.SECHAGE SECONDAIRE | | | | | | | |
| total bricks dried= bricks | durée de sechage | | resultats (qté des briques) | ouvriers | | | |
| | du(date) | au(date) | | homme | femme | | |
| sechage primaire | | | briques | | | | |
| Sechage secondaire | | | briques | | | | |
| N.B: | 1. Pour pouvoir reussir le suivi de la production journaliere dès le faconnage jusqu'à la cuisson, il est necessaire de mettre un label sur chaque production 2.Veuillez suivre les instructions en annexe pour une bonne operationalisation des machines | | | | | | |
| COMMENTAIRES | | | | | | | |
| NOMS & SIGNATURE DU CHEF DE PRODUCTION/D' EQUIPE: | | | | | | | |

Surveillance de la production de briques modernes

FORMULAIRE POUR LE SUIVIE DE CUISSON 202...

| Briques enfournées | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| suivie de montée de température | | | | | | | | | | | | |
| | chambre/ zone1 | chambre/ zone2 | chambre/ zone3 | chambre/ zone4 | chambre/ zone5 | chambre/ zone6 | chambre/ zone7 | chambre/ zone8 | chambre/ zone9 | chambre/ zone10 | chambre/ zone11 | chambre/ zone12 |
| Qté des briques enfournées dimensions de la briques (L*H)(cm) | | | | | | | | | | | | |
| date de cuisson | | | | | | | | | | | | |
|/.....h..... | | | | | | | | | | | | |
|/.....h..... | | | | | | | | | | | | |
|/.....h..... | | | | | | | | | | | | |
|/.....h..... | | | | | | | | | | | | |
| combustibles utilisés | sciures(sacs) | | | parche de café(sacs) | | | bois de chauffage(stère) | | | maize cobs(bags) | | |
| ouvriers | homme | | | femme | | | | | | | | |
| briques bien cuites | | | | | | | | | | | | |
| briques non cuites | | | | | | | | | | | | |
| briques surcuites | | | | | | | | | | | | |
| dimensions de la brique (cm) | | | | | | | | | | | | |

N.B:veuillez mettre les commentaires en bas de la page
NOMS & SIGNATURE DU CHEF DE PRODUCTION/D'EQUIPE:

www.madeingreatlakes.com

Skat Swiss Resource Centre
and Consultancies for Development
PROECCO Promoting Employment through
Climate Responsive Construction

Skat Consulting Ltd. (Head Office)
Vadianstrasse 42 CH-9000 St.Gallen Switzerland
phone: +41 (0)71 228 54 54
web: <http://www.skat.ch>