

Etude D'impact Environnemental Et Social De La Production De Matériaux Réfractaires À Madagascar

[Environmental And Social Impact Study Of The Refractory Materials Production In Madagascar)]

Richard Michel RAZANAMAHAZO¹, Harimbinintsoa RAVAOMIALITIANA², Huchard Paul Berthin
RANDRIANIRAINY³, Jaconnet Oliva ANDRIANAIVORAVELONA⁴

^{1,2,3} Centre National de Recherche Industrielle et Technologique
Antananarivo, Madagascar

⁴ Ecole Supérieur Polytechnique, Université d'Antananarivo Madagascar

¹Email : michrazan@yahoo.fr

²Email : ravaomialitiana@gmail.com

³Email : huchardpaul@yahoo.fr

⁴Email : jaconnetoliva@gmail.com



Résumé – Actuellement, les besoins en produits réfractaires sont estimés à 150 tonnes par an à Madagascar. Un projet industriel de production de matériaux réfractaires à partir des argiles de Kaolin locales s'avère donc opportun. Mais ce processus de production est un gros consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre. L'objectif de la présente étude est de déterminer l'insertion du projet dans son environnement. Il correspond à l'évaluation des effets directs et indirects du projet et aussi à la vérification de la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement. La description technique du projet, le cadre d'analyse des impacts et le plan de gestion environnementale et sociale du projet sont les composantes importantes de l'étude. Les questions environnementales qui se posent dans cette branche d'activités rentrent principalement dans les catégories de la poussière et du bruit dus par l'utilisation du broyeur et de l'émission de la chaleur et de dioxyde de carbone du four à gaz à flamme renversée de 2m³. La présente étude est une procédure préventive et anticipative destinée à garantir que les intérêts de l'environnement sont pris en compte lors de l'élaboration du projet. Elle concerne aussi bien les effets bénéfiques que néfastes du projet.

Mots clés – argile, calcination, broyage, bruit, poussière, pollution, impact environnemental.

Abstract – Currently, the needs in refractory products are estimated at 150 tons per year in Madagascar. A feasibility study for a refractory materials production unit using local raw materials is timely. But this production process is a big energy consumer and greenhouse gas emitter. The objective of this study is to determine the integration of the project in its environment. It corresponds to the evaluation of the direct and indirect effects of the project and to the subsequent verification of the assumption of the prescriptions relating to the environmental protection. The technical description of the project, the impact analysis and the environmental and social management plan for the project are important components of the study. The environmental issues in the line of business mainly fall into the following categories: dust and noise caused by the operation of the crusher, heat and carbon dioxide emission from the 2m³ reverse flame gas furnace. This study is a preventive and anticipatory procedure designed to ensure that environmental interests are taken into account during project development. It covers both beneficial and adverse effects.

Keywords – kaolin, calcinations, crushing, noise, dust, pollution, environmental impact.

I. INTRODUCTION

D'après les enquêtes faites auprès des industriels locaux en 2019, à Madagascar, le besoin annuel en produits réfractaires est de l'ordre de 150 tonnes/an. Jusqu'à ce jour, les briques standards réfractaires sont importées. Etant donné l'importance des matériaux réfractaires, une unité industrielle de production de matériaux réfractaires s'avère importante. Mais ce processus de production est un gros consommateur d'énergie et émetteur de gaz à effet de serre.

Il a été recommandé de limiter la consommation d'énergie et augmenter le rendement énergétique. Il faut donc prendre des mesures, sans s'y limiter, pour : (i) assurer un isolement adéquat des surfaces pour limiter la dispersion de la chaleur ; (ii) maintenir le ratio Air/Combustible pour diminuer l'excès de CO₂ ; (iii) choisir un combustible, comme le gaz butane, dont la teneur en carbone est faible par rapport à sa valeur calorifique [1].

Autre que la pollution de l'atmosphère, le secteur des matériaux réfractaires entraîne d'autres importants impacts environnementaux. C'est ce qui justifie que, de plus en plus d'acteurs de la production de ces matériaux souhaitent désormais des critères environnementaux dans le processus. Boulejiouch JAËFAR et Ghourabi MOHAMED ont élaboré une « directive pour la préparation des termes de référence des études d'impact sur l'environnement des projets de création d'unités industrielles » [2]. Dans cet ouvrage, les auteurs ont présenté huit techniques et outils d'évaluation des impacts environnementaux. La méthode ad hoc est la plus ancienne et rudimentaire de tous ces outils. La « modélisation » est parmi les techniques les plus avancées.

Dans la présente étude, une matrice est conçue pour l'évaluation des impacts environnementaux qui découlent de l'interaction entre les activités du projet et les différentes composantes de l'environnement pendant toutes les phases du projet. Elle vise à déterminer l'insertion du projet dans son environnement en identifiant et en évaluant les effets directs et/ou indirects du projet, et vérifie la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement par le projet de production de matériaux réfractaires.

II. MATERIELS ET METHODES

Une des méthodes parmi les plus utilisées pour la réalisation de l'Etude d'Impact est la « méthode descriptive des impacts par la composante du milieu ». Comme Hamel (1986) [3] a désigné, la méthode consiste à dresser un « dossier d'impact » comprenant : (1) une description du projet ; (2) une description des modifications (ou changements) des composantes du milieu (physique et humain) induites par les actions qui y sont reliées ; (3) une évaluation de l'importance de ces modifications en termes d'impact.

Les résultats sont présentés au moyen d'une grille d'évaluation de l'importance des impacts par composante et sont accompagnés des explications. Cette évaluation utilise une codification (Forte – Moyenne – Faible). Trois variables principales sont habituellement prises en compte : l'intensité, l'étendue et la durée de l'impact.

2.1. Description du projet

2.1.1. Matériels et équipements : les principaux matériels de production sont :

- Broyeur à marteaux avec moteur électrique

Le schéma du broyeur est montré dans la figure 1.

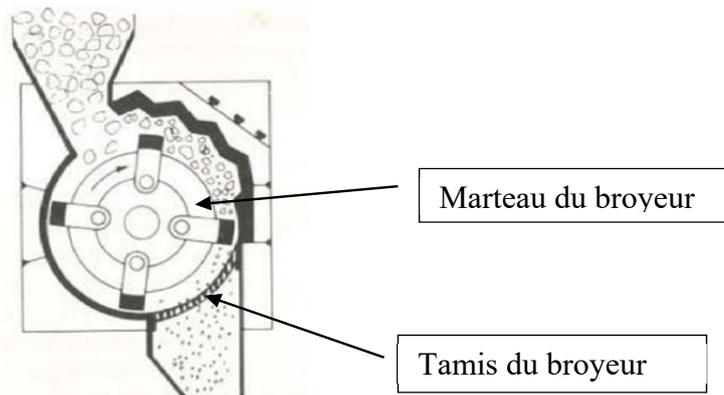


Figure 1 : Broyeur à marteaux

Source : C.N.R.I.T

- Four à gaz

Il est muni de brûleurs placés sur les côtés droit et gauche du four. Chaque brûleur est muni de bague coulissante pour régler l'air primaire. Le four est muni d'une cheminée pour régler l'atmosphère dans le four. Le schéma du four est montré dans la figure 2.

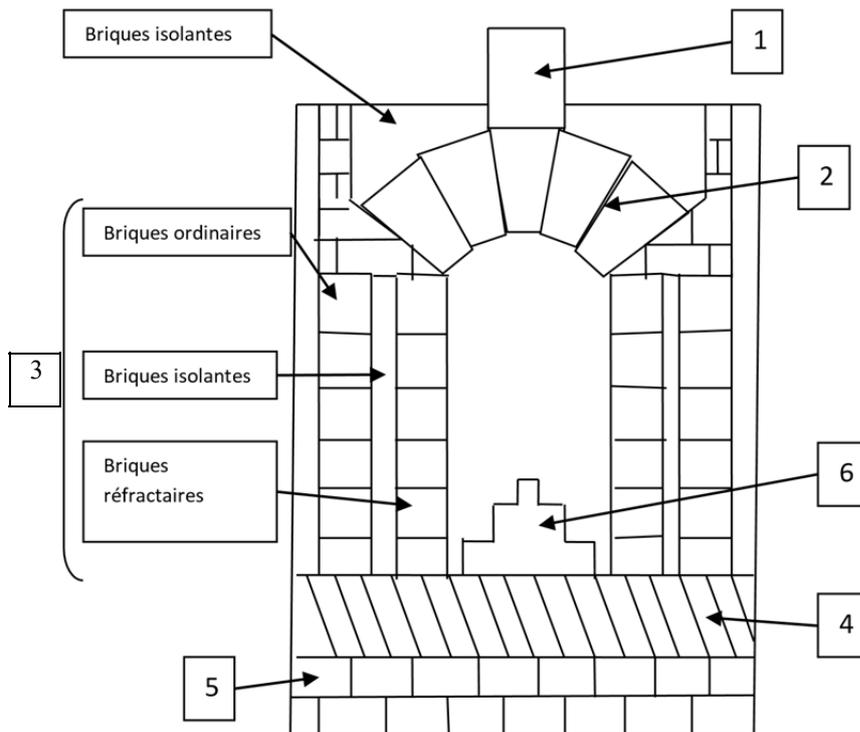


Figure 2 : Four à gaz à flamme renversée

Source : CNRIT

Dans cette figure ci – dessous, la notation est comme suit : (1) réfractaires avec un couvercle réfractaire réglable à la partie supérieure ; (2) Voûte en briques réfractaires ; (3) Parois ; (4) Sole en briques réfractaires ; (5) Embasement en béton et briques ordinaires ; (6) Evacuation des gaz et fumée.

L'alimentation en gaz butane est assurée par une citerne à gaz placée à 100 mètres du four.

2.1.2. Méthode de production

On utilise l'argile siliceuse d'Anjiro comme matière première. La localité d'Anjiro, gare du chemin de fer Antananarivo - Toamasina se trouve à 80 Km à l'EST de la capitale.

La valeur moyenne de la composition chimique des est consignée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique des argiles des environs d'Anjiro

Eléments chimique	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Perte au feu
%	43,7	37,8	3,3	1,0	14,2

Source : Laboratoire National des Mines

La figure 3 montre le schéma de production.

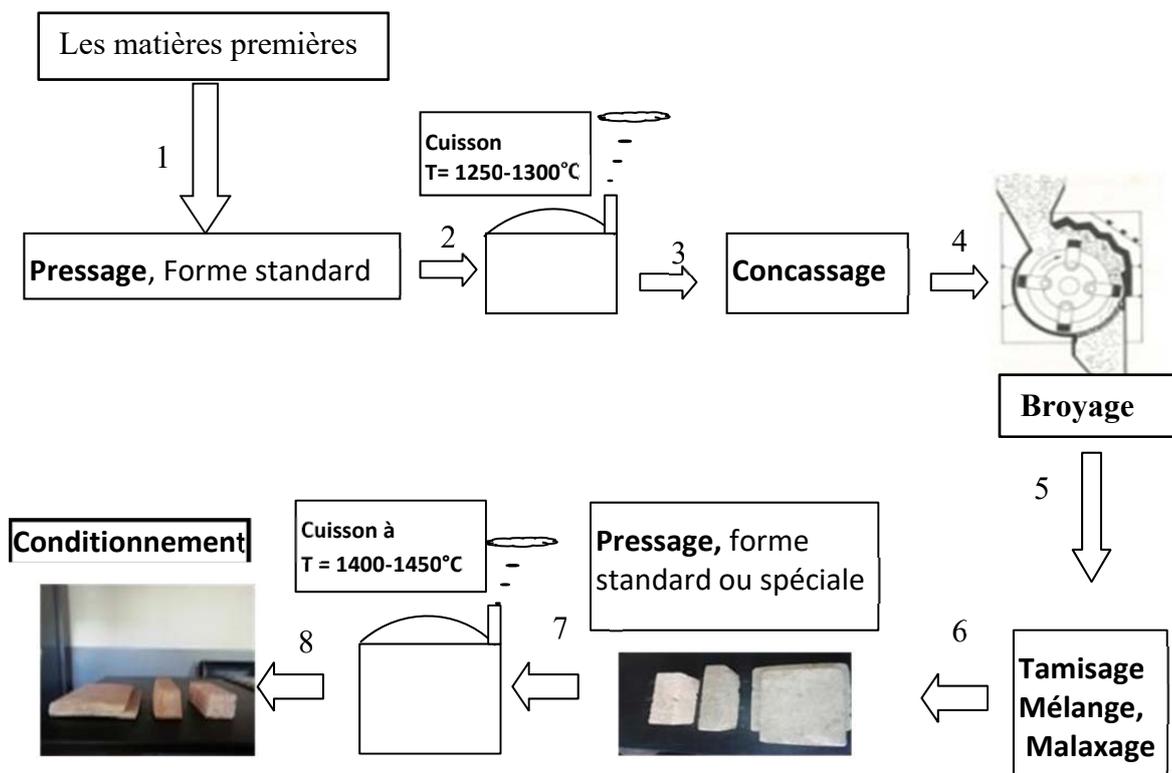


Figure 3 : Schéma de production de matériaux réfractaires (Source : CNRIT)

2.2. Description détaillée des différentes phases du projet

2.2.1. Phase préparatoire

Cette phase est marquée par :

- (1) L'acquisition des autorisations administratives relatives au projet ;
- (2) Le recrutement et la formation des travailleurs ;
- (3) L'acheminement des matériels, équipements et matériaux de construction.

2.2.2. Phase d'aménagement et de construction de l'usine de production

L'élaboration du plan général de l'usine repose sur quelques principes fondamentaux :

- (1) L'atelier où l'on fait la préparation des matières premières doit être placé non loin du centre de ravitaillement pour que les matières premières ne se déplacent pas trop dans l'usine.
- (2) La place de l'atelier de cuisson doit être sous le vent pour faciliter le tirage de sa cheminée
- (3) A l'intérieur de l'usine, la communication technologique entre les ateliers s'effectue à l'aide d'un chariot.

2.2.3. Phase d'exploitation et de production

2.2.3.1. Besoin en eau du projet

Pour assurer la pérennité des ressources en eau et en tenant compte de la disponibilité en eau dans la zone du projet, le projet prévoit d'utiliser deux types de ressource en eau : (i) eau de source pendant la période crue (Novembre - Avril) et (ii) eau souterraine pendant la période d'étiage (Mai - Octobre). Selon un essai de pompage effectué, un débit moyen de 5m³/ h à 10m de profondeur peut être obtenu. L'eau est stockée dans un bassin de 120 m³. En outre le besoin en eau domestique avoisine les 2m³/ j. l'eau est stockée dans une citerne de 2m³.

2.2.3.2. Besoin en énergie du projet

L'énergie est fournie par deux (02) groupes électrogènes. Le tableau 2 résume les caractéristiques et le mode d'utilisation des groupes électrogènes.

Tableau 2 : Caractéristiques et mode d'utilisation des groupes électrogènes

Composante du projet	Puissance	Nombre	Utilisation
Usine	Diesel 40-50 KVA	02	Alterné jour/nuit

Source : CNRIT

2.2.3.3. Besoin en énergie thermique du projet

Les énergies thermiques sont utilisées dans l'atelier de cuisson. Supposons que toute la combustion du gaz est complète suivant la réaction de combustion :



Et que tout le carbone du gaz à la sortie de la cheminée se présente sous forme de dioxyde de carbone. Cette quantité de carbone est : $111.260 \times 48/58 = 92.077,24$ Kg C.

On peut noter que la combustion de 1 tonne de Carbone correspond à l'émission de 1 tonne équivalent de CO₂ car il y a 1 atome de Carbone dans une molécule de CO₂. La consommation en gaz butane, pour la production annuelle de 150 tonnes de matériaux réfractaires est estimée à 92 tonnes par an.

2.2.3.4. Besoin en hydrocarbure du projet

L'hydrocarbure est un produit dangereux. Elle est placée dans un lieu loin des ateliers de l'usine (au moins à 100 m). Il sert surtout à approvisionner les groupes électrogènes employés pour l'usine. Son approvisionnement est bien planifié pour éviter la rupture.

2.2.4. Phase de fermeture

La première étape de la phase de fermeture est le démantèlement. Les opérations à entreprendre lors d'étape sont caractérisées par la destruction du four de cuisson, la désinstallation des machines, notamment, le broyeur à marteaux et les presses à brique. La seconde étape est la restauration du lieu de travail. Elle consiste surtout à nettoyer le site de travail afin qu'il soit exempt de déchets de matériaux réfractaires.

2.3. Identification des impacts appréhendés

Une matrice est construite à partir des éléments environnementaux identifiés lors de la phase de description du milieu récepteur et des activités du projet.

2.3.1. Evaluation des impacts potentiels du projet

Les tableaux 3 et 4 donnent respectivement les critères d'évaluation et la classification de l'importance des impacts potentiels du projet.

Tableau 3 : Critères d'identification et d'évaluation des impacts potentiels du projet

Critères	Valeur	Note attribuée	Description
Intensité, I	Forte	3	L'impact met en cause l'intégrité de l'élément de l'environnement considéré et en modifie complètement sa dynamique ;
	Moyenne	2	L'impact modifie l'élément sans pour autant en modifier les fonctions ;
	Faible	1	L'impact se résume en une modification superficielle de l'élément sans en altérer la dynamique ni sa qualité.
Etendue, E	Régionale	3	L'impact est ressenti par une part importante de la population ou des récepteurs d'impact en général ;
	Zonale	2	L'impact est ressenti par les récepteurs situés à l'intérieur de la zone d'étude ;
	Locale	1	L'impact n'est ressenti que par une portion limitée des récepteurs (exemple : hameau).
Durée, D	Permanent	3	L'effet est ressenti sur une longue durée c'est-à-dire de façon continue ou intermittente mais régulière pendant toute la vie des infrastructures ;
	Temporaire	2	L'effet ne dure que le temps d'une phase de projet
	Occasionnel	1	L'effet ne touche qu'un ou des éléments de l'environnement que pendant une courte durée.

Tableau 4: Classification de l'importance des impacts

Importance de l'impact	Valeur de la combinaison
Impact d'importance mineure	3-4
Impact d'importance moyenne	5-6
Impact d'importance majeure	7-8-9

2.4. Analyse des Impacts du projet

2.4.1 Les impacts avec leur évaluation pendant la phase préparatoire et construction

La détermination et l'évaluation des impacts potentiels pendant la phase préparatoire et construction sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Détermination, évaluation des impacts durant la phase préparatoire et construction

ELEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT TOUCHES	ACTIVITES : SOURCE D'IMPACT	IMPACT POTENTIEL DU PROJET	Intensité	Portée	Durée	Importance des impacts
Air et atmosphère	Construction de voie de desserte et de l'usine	Pollution atmosphérique par le gaz d'échappement des engins avec envol de poussière	2	2	2	Négatif Moyen 6
Sécurité de la population locale.	Acheminement des matériels et équipements	Eventuel accident de circulation dans la zone de projet.	2	2	2	Négatif Moyen 6
Sécurité des employés	Installation des infrastructures et équipements	Eventuelle blessure due par la non-maîtrise de la technique d'installation d'équipements	2	2	1	Négatif Moyen 6
Santé des employés	Aménagement du site de l'usine	Eventuelle maladie respiratoire due par les poussières	1	1	3	Négatif Moyen 5
Economie	Recrutement du personnel.	Eventuelle maladie respiratoire due par les poussières Création d'emplois.	3	2	3	Positif Majeur 8

2.4.2. Les impacts avec leur évaluation pendant la phase de production

Le tableau 6 montre l'importance des impacts pendant la phase de production.

Tableau 6 : Détermination et évaluation des impacts pendant la phase de production

Eléments de l'environnement touchés	Activités : source d'impact	Impact potentiel du projet	Intensité	Portée	Durée	Importance des impacts
Santé des employés	Broyage et concassage de matériels	Maladie respiratoire générée par les poussières	3	1	3	Négatif Majeur 7
	Opération dans le four	Risque d'une maladie des nerfs due par la longue exposition à la chaleur	3	1	3	Négatif moyen 7
	Broyage et concassage	Pollution de l'air par émanation de poussière	3	1	2	Négatif moyen 6

Air et atmosphère	Opération dans les fours	Réchauffement du milieu de travail	2	1	3	Négatif moyen 6
Economie	Activité de l'usine.	Taxes et impôts pour la commune	2	2	3	Positif majeur 7

2.4.3. Les impacts avec leur évaluation pendant la phase de fermeture

La détermination et l'évaluation des impacts potentiels pendant la phase de fermeture sont résumées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Détermination et évaluation des impacts pendant la phase de fermeture

Eléments de l'environnement touchés	Activités : source d'impact	Impact potentiel du projet	Intensité	Portée	Durée	Importance des impacts
Sécurité des Employés.	Démantèlement, désinstallation et acheminement des matériels.	Eventuelles blessures.	2	1	1	Négatif moyen 3

III. RESULTATS

3.1. Résultats sur l'identification des activités sources de bruits

3.1.1. Pendant la phase de construction du projet

Les activités sources de pollution sonore sont :

- (1) Les travaux d'aménagement des différentes aires tels qu'aires de réception des matières premières, aire de stockage des produits réfractaires ;
- (2) L'acheminement des matériels et équipements ;
- (3) Les travaux de construction de l'usine.

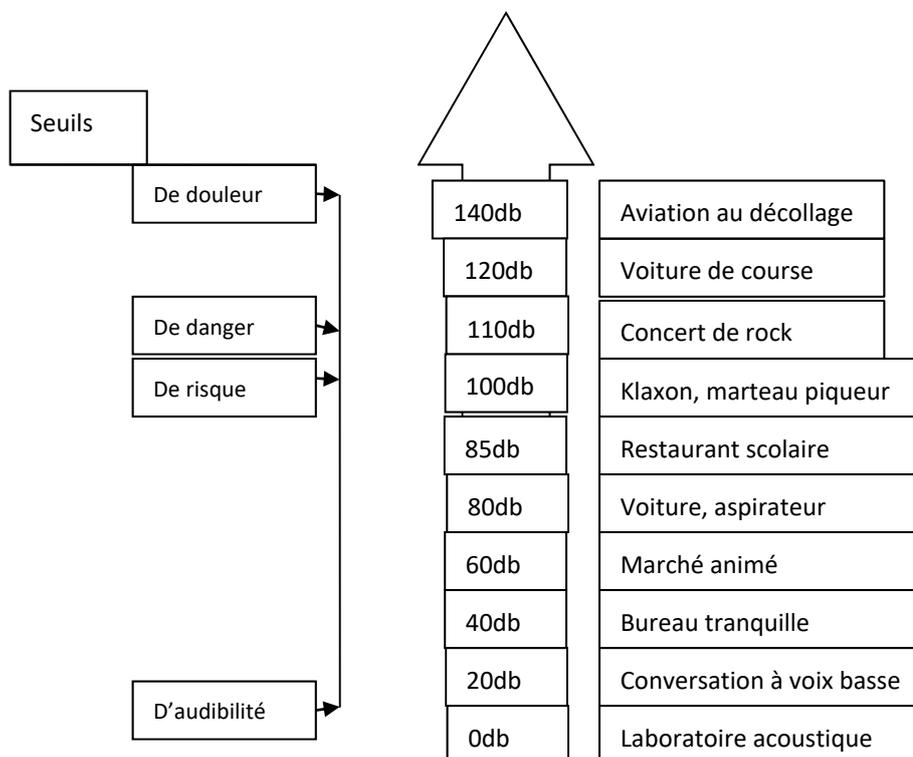
3.1.2. Pendant la phase d'exploitation

Les activités sources de pollution sonore sont :

- (1) L'acheminement des Matières Premières et du gaz butane vers l'usine ainsi que la sortie des produits de l'usine ;
- (2) Le broyage ;
- (3) La cuisson

3.1.3. Simulation de l'environnement sonore

L'échelle d'intensité de bruit est montrée dans la figure 4.



Source : Décibel Consultants Inc. [4]

Figure 4 : Echelle du bruit et Seuil d'intensité

3.1.4. Puissance sonore des équipements

Le tableau 8 résume la puissance sonore associée à chacun des équipements.

Tableau 8 : Niveau sonore selon les activités du projet et équipements employés

Activités du projet	Equipements utilisés	Emission sonore, db(A)
Phase de construction		
Aménagement des aires de réception des matières premières, de stockage des produits réfractaires ;	Bulldozer ;	110
Construction de l'usine ;	Camion benne	100
Acheminement des matériels et équipements	Camions transporteurs de conteneur	100
Phase d'exploitation		
Acheminement des matières premières et du gaz butane ainsi que la sortie des produits de l'usine ;	Camion transporteur et camion-citerne	100
Alimentation électrique ;	Groupe électrogène	100
Broyage des matières ;	Broyeur à marteau	118

Source : Décibel Consultants Inc. [4]

En tenant compte de la dispersion géométrique d'une onde sphérique, cette valeur diminue de 6 db(A) quand la distance double entre la source et le récepteur, ce qui la réduit à 52 db(A) au niveau d'un village se trouvant à 410 mètres. Le temps de fonctionnement de ces équipements doit être au plus tard jusqu'à 16 heures de l'après-midi.

3.2 Air et atmosphère

3.2.1 Inventaire et qualification des émissions en termes de qualité de l'air

Selon l'étude technologique des matériaux réfractaires menée au département Métallurgie et Géologie appliquée du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (C.N.R.I.T) dans un four à gaz de 1 m³, la confection de 320 briques de 2,9 Kg nécessite à peu près 400 Kg de gaz butane. D'où la production annuelle de 150 tonnes de matériaux réfractaires demande 64654 Kg de gaz butane C₄H₁₀. Ce qui équivaut à 53507 Kg de carbone.

3.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre par la combustion du gaz butane

La quantité de gaz dioxyde de carbone dégagé est donc :

$$53507 \times 44/12 = 196.192 \text{ Kg ou } 0,196 \text{ Gg CO}_2.$$

3.3 Proposition de mesures environnementales et sociales

3.3.1 Pendant la phase de préparation et de construction

Les mesures pendant la phase de préparation et construction sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Mesures environnementales et social pour la phase de préparation et construction

Eléments touchés	Impacts potentiels	Propositions de mesures environnementales
MILIEU PHYSIQUE		
- Air et atmosphère	- Pollution atmosphérique par les véhicules et engins et l'envol de poussière	- Limiter la vitesse des véhicules et engins - Utiliser un système d'arrosage pour atténuer l'envol de poussière au niveau de la zone de travail d'aménagement.
MILIEU HUMAIN		
Sécurité des employés	Eventuelles maladies respiratoires générées par la poussière lors de l'aménagement	Mettre à la disposition des employés des EPI surtout des masques de protection respiratoire durant les heures de travail.
	Eventuelle Blessure corporelle à la suite de la non-maîtrise de la technique d'installation des équipements.	- Octroyer aux employés des informations concernant les travaux d'aménagement ainsi que la manipulation des équipements - Respecter les instructions prescrites par le constructeur lors de l'installation des matériels et équipements de l'usine.
Sécurité de la population locale	Eventuel accident de circulation dans la zone de projet causé par l'augmentation de flux de camion et engin	- Communiquer à la population et aux autorités le programme d'intervention (lieu, période) Pendant les travaux - Mettre en place et respecter des limitations de vitesse surtout lors du passage du village - Mettre en place des panneaux de

		signalisation.
Social	Réduction du nombre des chômeurs.	Appliquer la politique de recrutement de la société.

3.3.2 Pendant la phase d'exploitation

Les mesures pour la phase d'exploitation sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Mesures environnementales pour la phase d'exploitation

Eléments de l'environnement touchés	Impacts potentiels	Propositions de mesures environnementales
MILIEU PHYSIQUE		
Voie de desserte		
-Air et atmosphère	- Pollution de l'air durant l'approvisionnement en matières première de l'usine.	- Limiter la vitesse de circulation - Adopter l'arrosage des voies en cas d'augmentation des poussières pour atténuer l'envol de poussière.
	- Pollution due par le dégagement de gaz à effet de serre.	- Améliorer la technique de calcination (combustion du gaz, diminuer les pertes par les parois)
	- Tapage causé par les bruits des concasseurs et broyeurs.	- Implanter l'usine au moins à 400 mètres du village le plus proche.
Hangar de stockage du gaz butane		
Usine	- Risque d'explosion des 4 tonnes de gaz.	- Placer le hangar à 100 m des fours. - C'est une zone interdite de fumer.
MILIEU HUMAIN		
Santé des employés	Eventuelle maladie respiratoire liée aux envols de poussière.	Mettre à disposition des employés des masques de protection respiratoire durant les heures de travail.
	Trouble auditif pour les personnes travaillant avec les broyeurs.	- Mettre à disposition des employés des EPI complets et adéquats à leur lieu de travail. - Réaliser des contrôles et suivi médical systématique des employés.
Hygiène et environnement	Insalubrité des lieux de travail	Sensibiliser les employés sur l'utilisation du WC et toilette de l'usine et des bacs à ordures.

Economie	-Perception de taxes et impôts pour la commune.	- Mettre en œuvre un accompagnement technique dans le cadre du développement de la commune concernée par le projet.
	-Création d'emplois directs dans la commune.	- Respecter les engagements inscrits dans les PV de consultation publique.

3.3.3 Pendant la phase de fermeture

Les mesures pour la phase de fermeture sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Mesures environnementales et sociales pour la phase de fermeture

Eléments touchés	Impacts potentiels	Propositions de mesures environnementales
MILIEU HUMAIN		
Sécurité des employés	- Eventuelles blessures lors du démantèlement des matériels du projet	- Mettre à la disposition des employés des EPI adéquats pendant les heures de travail
Social	- Atteinte psychologique suite à la perte d'emploi	- Sensibiliser les employés et leur apporter un soutien moral pour promouvoir leur créativité et leur autonomie

3.4 Identification des dangers et risques avec mesure de couverture

L'analyse des dangers et risques surtout pendant la phase de production est donnée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Synthétique des dangers et risques

Dangers	Risques	Mesures d'évitement ou atténuation	Maîtrise opérationnelle
Outillage manuel	Coupure et blessure due aux manipulations d'outils tranchant.	- Port d'EPI (gangs, casque, bottes de chantier) - Formation du personnel pour qu'il puisse se familiariser avec les outillages	Utiliser les trousse de premiers soins pour stopper le saignement.
Machinerie dans l'usine	Pannes diverses : Arrêt de travail.	- Installation des panneaux de signalisation en cas d'entretien ou de réparation. - Vérification systématique de l'état des machines. - Installation d'extincteurs adéquats - Respect de la procédure de la mise en marche et de l'arrêt du four de cuisson.	- Arrêter immédiatement la machine. - Avertir le responsable hiérarchique pour contacter l'équipe de maintenance. - Procéder à la réparation.
Produits chimiques.	Incendie.	Mise en place des panneaux d'interdiction de fumer sur le site.	- Avertir les collègues sur l'incendie. - Essayer de maîtriser le feu. - Evacuer la zone si le feu s'amplifie et appeler l'équipe

			d'intervention anti-incendie.
Gaz butane.	Explosion	Installation du hangar de stockage de gaz à 100m des fours.	Prendre ou contracter une assurance
Produits réfractaires chauds.	Brûlure.	- Mise à la disposition du personnel des trousse de premiers soins. - Utilisation des équipements de protection individuelle pour les travaux à chaud.	- Oter les objets pouvant contaminer la brûlure. - Isoler la brûlure des sources de contamination (éviter d'appliquer des pommades sans prescription du médecin)
Fumée et gaz.	Asphyxie	- Bien aérer l'usine. - Installer une cheminée adéquate à l'élimination de fumée.	. - Consulter le médecin et suivre le traitement. - Aérer la zone sinon évacuer aussitôt que possible.
Poussières	Maladie respiratoire et oculaire.	- Port de masque et de lunettes. - Limitation de la durée d'exposition aux poussières. - Suivi périodique de la santé des travailleurs exposés aux poussières.	- Consulter le médecin et suivre le traitement octroyé - Aviser le responsable hiérarchique.

Une fois le projet commencé, la gestion environnementale du projet est fort utile.

3.5 Plan de gestion environnementale et sociale du projet

Généralement, le plan de gestion environnementale et sociale du projet réunit le programme de surveillance et le programme de suivi. Mais pour tous les problèmes du projet, nous avons simplifié ce plan de gestion en un simple programme de suivi.

3.5.1 Programme de suivi environnemental et social du projet

Le programme de suivi environnemental et social du projet est donné dans le tableau 13.

Tableau 13 : Programme de suivi environnemental et social du projet

Indicateur	Moyen de mesure	Lieu de mesure	Fréquence de mesure	Calendrier
- Qualité de l'air. - Santé des travailleurs - Niveau du bruit ambiant - Fréquence d'accidents dans l'usine	Observation. Contrôle médical. Constatation. Comptage.	- Zone d'activité du projet. - Au niveau de la zone du projet. - En interne du projet. - Au sein de l'usine	Mensuelle. Annuelle. Semestrielle. Trimestrielle.	Durant toutes les phases du projet

IV. DISCUSSION

4.1. Discussion relative aux émissions de dioxyde de carbone

Madagascar n'a pas de critères de la qualité de l'air ambiant. Mais vu l'envergure restreinte du projet, l'utilisation du présent four à gaz émanatrice de gaz à effet de serre est largement limitée par rapport aux gaz de tous les fours dans toutes les industries locales. Si l'on se réfère aux données de l'Etude d'Impact Environnemental du projet AMBATOVOY- SHERRIT en 2004, les 0,196Gg CO₂ (§ III.2.2) ne constituent que 0,11.10⁻³ % des émissions nationales [5]. Mais pour le personnel travaillant avec le four, une forte concentration de ce gaz dans un espace confiné peut être toxique. Un excès de CO₂ de l'air réduit l'espace disponible pour l'oxygène et crée un risque d'asphyxie. A titre de référence, l'organisme responsable de la santé et de la sécurité au travail aux Etats-Unis, l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) a défini la limite d'exposition admissible (LEA) du CO₂ à 5.000 ppm sur une période de 8 heures et à 30.000 ppm sur une période de 10 minutes [6].

4.2. Discussion relative à la présente Etude d'Impact Environnemental et Social

La « méthode descriptive des impacts par la composante du milieu » consiste à dresser « un dossier d'Impact » comprenant une description des modifications ou changements des composantes du milieu induites par les actions qui y sont reliées, et une évaluation de l'importance de ces modifications en termes d'impact [7]. Les résultats sont présentés au moyen d'une grille d'évaluation de l'importance des impacts par composante du milieu et sont accompagnés de leur description respective. Cette évaluation utilise une codification (Mineure – Moyenne – Majeure). Les trois variables prises en compte dans la présente étude sont l'intensité, l'étendue et la durée de l'impact.

Une lacune de cette approche réside sur l'attribution d'une valeur (valeur de combinaison sur l'importance de l'impact) aux modifications des composantes de l'environnement découlant d'une action donnée, sans se référer de façon explicite à des problèmes spécifiques formulés en termes d'enjeux [8]. Précisons qu'il ne peut y avoir « modification » que s'il y a un standard convenu ou « référence de base ». Cette référence est apparue dans la description de la situation initiale du site sur le plan écologique et socio-économique avant l'implantation du projet [9].

L'analyse des impacts du projet montre qu'une même modification d'une composante de l'environnement (employé par exemple) qui découle d'une activité (par exemple : broyage et opération dans le four) n'a pas la même importance selon l'enjeu au regard de laquelle elle est analysée. Pendant la phase de production, si l'enjeu est l'environnement ou « air et atmosphère du milieu de travail », elle est égale à « négatif moyen 6 » (tableau 6). Mais pendant la même phase de production, si l'enjeu est social c'est-à-dire la « santé des employés », elle est égale à « négatif moyen 7 » (tableau 6). Il s'agit ici d'« impact » qui renvoie à leur signification au regard d'enjeux et non d'une « modification des composantes de l'environnement » c'est-à-dire conséquences directes des activités. Et il faut se référer de façon explicite à des problématiques spécifiques formulées en termes d'enjeux pour pouvoir apprécier l'importance des impacts sur les éléments de l'environnement touchés.

La modification de la même composante pourrait être analysée aussi au regard de l'enjeu économique car l'étude concerne aussi bien les effets bénéfiques que néfastes du projet. Comme le démontre Gagnon, la confusion entre la notion de « modification des composantes de l'environnement » et la notion d'« impact » diminue aussi la capacité des dispositifs d'E.I.E.S à produire une information pertinente aux fins d'identification et d'analyse des enjeux du projet ».

Mais la méthode utilisée présente aussi des avantages. La façon de présenter les résultats sur les impacts par composante du milieu est utile à des fins gestionnaires. Une fois les impacts du projet sur l'environnement identifiés et évalués, on peut mettre en œuvre les mesures environnementales (tableau 9, 10 et 11). C'est la base fondamentale sur laquelle se construiront tous les processus de surveillance et de suivi associés.

Mais dans la présente étude, le plan de gestion environnemental du projet a été retenu dans le souci de proposer un cheminement méthodique simplifié. En général, ce plan vise principalement à vérifier que les mesures d'atténuation des impacts négatifs prévues correspondent bien aux attentes préconisées en matière de minimisation des impacts prédits. Il assure ainsi un meilleur équilibre entre les composantes économiques, sociales et environnementales du projet. Quant au programme de surveillance, il consiste à s'assurer que le promoteur respecte ses engagements et ses obligations de prise en compte de l'environnement et d'application des mesures d'atténuation des impacts négatifs requises pendant toute la durée du projet.

V. CONCLUSION

Pour la réalisation de la présente étude, nous avons fait une analyse des nuisances. Pour le cas du bruit, il s'agit de montrer que le niveau sonore des bruits du broyeur susceptible d'être perçus par les riverains reste acceptable et conforme aux limites réglementaires. Pour la protection de l'atmosphère contre les gaz à effet de serre, le choix technique de four à gaz montre la volonté de l'entrepreneur de réduire à la source l'impact environnemental du projet.

L'entrepreneur, l'administration ainsi que le public n'ont pas nécessairement les mêmes objectifs [10]. Parmi ceux – ci, l'Etude d'Impact est un outil d'aide à la réflexion pour l'entrepreneur à prendre conscience des conséquences de son projet. Pour l'administration, l'Etude d'Impact est un outil d'aide à la décision. Elle permet de prévoir, évaluer et maîtriser les éventuels impacts directs et indirects c'est – à – dire les conséquences du projet. Ces informations sont nécessaires à la prise de décision de l'administration d'autoriser ou non le projet. Pour le public, c'est un outil d'aide à l'information. Elle permet d'informer le public de manière claire et exhaustive sur les conséquences prévisibles du projet et sur les moyens prévus pour en limiter, compenser, voir supprimer ses éventuelles conséquences sur l'environnement et la santé publique.

RÉFÉRENCES

- [1] Caboret, D., Januszkiewicz, T. Question d'efficacité ressources dans la sidérurgie européenne, 2015. Etude financée par la commission européenne sous le numéro de convention VS/2013/0498.
- [2] JAËFAR, B., MOHAMED, G., Directive pour la préparation des termes de référence des Etudes d'Impact sur l'Environnement. Cas : Projets de création d'unités industrielles, Octobre 2015.
- [3] Hamel, P.J., 1986, Forces et Faiblesses des méthodes d'évaluation des impacts environnementaux, Québec : Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), 93 p.
- [4] Etude d'Impact Environnemental et Social du Projet d'Exploitation de Nickel et de Cobalt dans la commune rurale de Fiadanana par « Madagascar Nickel Field », Octobre 2019.
- [5] Ambatovy – Rapport de développement durable, 2017
- [6] <https://whatsyourimpact.org/greenhousegases/carbon dioxide emissions>.
- [7] Côté, G., Waaubet, J.P., Marechal, B., 2017, L'évaluation d'impact environnemental et Social en péril <https://doi.org/104000/vertigo.18813>.
- [8] Gagnon, C., 2002, Modélisation des incidences sociales : évaluation environnementale et développement régional viable, rapport de recherche, Chicoutimi, en ligne. <https://www.wugac.quebec.ca/msiaa>.
- [9] Rossouw, N. et Malan, S., 2007, The importance of theory in shaping social impact monitoring: lessons from the river dam, South Africa, Impact Assessment and Project Appraisal, Vol.25, n°4, pp 291 – 299. DOI: 10.3152 / 146155107 x246305.
- [10] Damart, S., 2003, Une étude de la contribution des outils d'aide à la décision aux démarches de concertation. Le cas des décisions publiques de transport.