



ZiE
Fondation ZiE

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

**STRATEGIE D'OPTIMISATION DES EMISSIONS DE GAZ A
EFFET DE SERRE DE LA MINE D'OR DE TAPARKO AU
BURKINA FASO**



**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN ENVIRONNEMENT**

Présenté et soutenu publiquement le 13/07/2012 par

Massadé Hassane KASSA

Travaux dirigés par :

Victoire Sylvie NGANOAH

Ingénieur de Recherche

UTER ISM/TECHNOPOLE

Cheik Dramane SAVADOGO

Ingénieur ès Sciences Environnementales

Biochimiste- Microbiologiste-Toxicologue ;

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Corentin SOME**

Membres et correcteurs : **Marcelin KOUAKOU**
Victoire Sylvie NGANOAH

Promotion [2011/2012]

DEDICACES

Je dédie ce travail à ma mère et à mon père pour l'éducation qu'ils
m'ont transmis, pour les sacrifices consentis, pour leur soutien
inconditionnel,

A

Ma grande mère pour ses bénédictions

A

Mes oncles, tantes, cousins, cousines, pour leurs conseils

A

Mon frère et à ma sœur pour leur patience

A

La mémoire de Mme BITIBALY/KASSAH Madina

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à Monsieur Georges YAMEOGO pour m'avoir permis d'effectuer mon stage dans sa structure.

A

Monsieur Dramane Cheick SAVADOGO pour m'avoir suivi durant toute cette période, pour son apport technique et pour son sens de la rigueur.

A

Tout le personnel du BUNEE et du service environnement de la SOMITA pour leur franche collaboration et l'ambiance qui a prévalu durant ce stage.

A

Tous mes amis pour leur soutien, et qui sont ma seconde famille.

Mes remerciements s'étendent également aux étudiants de Master promotion 2010-2012, particulièrement à ceux de master environnement avec qui on a pu former une famille, à tout le corps enseignant de 2iE, particulièrement à Victoire Sylvie NGANOAH mon encadreur qui n'a ménagé aucun effort pour mon encadrement.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ADEME	: Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
BUNEE	: Bureau National des Evaluations Environnementales
C I C	: Carte d'Identité Carbone®
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
FE	: Facteur d'Emission
GES	: Gaz à Effet de Serre
GIEC	: Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
HFO	: Heavy Fuel Oil
Kg	: Kilogramme
L	: Litre
LFO	: Light Fuel Oil
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PRG	: Pouvoir de Réchauffement Global
SIGE	: Système d'Information et de Gestion de l'Energie
SOMITA	: Société des Mines de Taparko
TeqCO2	: Tonne équivalent de dioxyde de carbone

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Postes exclus	16
Tableau II : Facteurs d'émissions utilisés	17
Tableau III : Pouvoir de Réchauffement Global des différents gaz	18
Tableau IV : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des grands groupes	19
Tableau V : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des petits groupes	20
Tableau VI : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des engins lourds	21
Tableau VII : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des engins légers	21
Tableau VIII : Facteurs d'émissions utilisé pour le poste transport.....	25
Tableau IX: Résultat des émissions de GES liées au transport.....	25
Tableau X : Type de carburant et FE pour le poste énergie	26
Tableau XI : Résultats des émissions de GES pour le poste énergie	27
Tableau XII : Résultats des émissions de GES pour le poste des émissions fugitives	28
Tableau XIII : Emission de GES des différents postes	29

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation de la mine de Taparko	6
--	---

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : composante du site minier de Taparko	7
Figure 2 : Résumé des étapes de traitement de l'or.....	9
Figure 3 : Répartition des émissions de GES dans le monde (KWES, 2007).....	10
Figure 4 : Périmètre de l'étude	15
Figure 4 : Diagramme de répartition des émissions de GES du poste Transport.....	26
Figure 5 : Diagramme de répartition des émissions de GES du poste des émissions fugitives	29
Figure 6 : Diagramme de répartition des émissions des différents postes	30
Figure 7 : courbe de l'énergie en fonction des émissions de GES	33

Figure 8 : aperçu d'un SIGE 36
Figure 9 : Niveau d'implication des parties, a un SIGE à la SOMITA..... 38

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Groupe MAK 6 CM 32 C 3300 KVA..... 20
Photo 2 : Groupe CAT 3516 B 2500KVA 19
Photo 3: Engin lourd..... 21
Photo 4: Bus 20
Photo 5 : bouteille de gaz frigorigène..... 23
Photo 6 : climatiseur..... 22

RESUME

Les années 1970 ont marqué le début de la prise en compte des questions relatives aux changements climatiques dus notamment aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre. Ainsi plusieurs instruments et organisations sont mis en place en vue de stabiliser les émissions de GES. Le Burkina Faso est signataire de la Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique qui prévoit dans son article 4, la diffusion annuelle des rapports d'émissions de ses GES.

Le Bureau National des Evaluations Environnement est la structure du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) chargé de la coordination et de la mise en œuvre de la politique nationale en matière d'évaluation environnementale, du suivi et de la surveillance des Plans de Gestion Environnemental, n'intègre pas l'évaluation des émissions de GES. C'est dans ce contexte qu'il nous a été confié ce thème « stratégie d'optimisation des gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko au Burkina Faso » Il s'agit de quantifier les émissions de GES de la mine, en vue de leur optimisation.

La quantification des émissions des GES a été réalisée grâce à l'outil Carte d'Identité Carbone[®] de 2iE et l'utilisation des différents facteurs d'émission des différents hydrocarbures, des différents gaz considérés pour l'étude.

L'étude a révélé qu'au cours de l'année 2011, la Société des Mines de Taparko a émis selon le périmètre de l'étude, environ 51725 TeqCO₂ soit environ 20 TeqCO₂/kg d'or produite. Le poste énergie est celui qui émet le plus de GES soit 82% des émissions totales de la mine, suivi du poste du transport 16% et enfin les émissions fugitives 2 %.

La mine d'or de Taparko est énergivore car fonctionnant exclusivement avec l'énergie fossile, la problématique qui se pose quant à la réduction des émissions de GES de la SOMITA, c'est comment assurer l'efficacité énergétique sans impacter sur la production d'or ? Le Système d'Information et de Gestion de l'Energie est une opportunité qui permettra de réduire les émissions de GES de la mine d'au moins 5% soit environ 2563 TeqCO₂. La mise en place d'un SIGE à la SOMITA pour un meilleur rendement énergétique va passer par l'engagement de la direction, la mise en place d'une cellule de gestion de l'énergie et enfin l'implication de tout le personnel.

Mots clés : SOMITA, comptabilisation, Gaz à effet de serre, optimisation, SIGE

ABSTRACT

The 1970s marked the beginning of consideration of issues including climate change due to anthropogenic emissions of greenhouse gases. And several instruments and organizations are set up to stabilize GHG emissions. Burkina Faso is a signatory to the United Nations Framework Convention on Climate Change, which provides in Article 4, the annual release reporting its GHG emissions.

National Bureau of Environmental Assessments is the structure of the Ministry of the Environment and Sustainable Development (MESD) responsible for coordination and implementation of national policy on environmental assessment, monitoring and surveillance. Environmental Management Plans do not include GHG emissions. It is in this context that we were given the theme "optimization strategy in greenhouse gas emissions from the Taparko gold mine in Burkina Faso". This is to quantify GHG emissions from the mine, for optimization.

Quantification of GHG emissions has been achieved through the tool Carbon Identity Card® 2iE and use of different emission factors of different hydrocarbons, different gas considered for the study.

The study found that during the year 2011, the company mines Taparko issued according to the scope of the study, about 51,725 or about 20 TeqCO₂ TeqCO₂/kg of gold produced. The power station is one that emits the most greenhouse gases 82% of total emissions from the mine, followed by the extension of transport 16% and finally 2% fugitive emissions.

The gold mine is energy intensive because Taparko works exclusively with fossil fuels, the problem that arises in reducing GHG emissions of SOMITA is how to ensure energy efficiency without impacting the production of gold? The Information System and Energy Management is an opportunity that will reduce GHG emissions from the mine at least 5% or approximately 2563 TeqCO₂. The establishment of an EMIS to SOMITA for better fuel efficiency will go through management commitment, the establishment of a cell of energy management and finally the involvement of all staff.

Key words: SOMITA, Comptabilization , Green House GAZ, Optimization, ISEM

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	I
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES CARTES	IV
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES PHOTOS.....	V
RESUME.....	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CONTEXTE DE L'ETUDE.....	3
PROBLEMATIQUE	3
OBJECTIF GENERAL	4
OBJECTIFS SPECIFIQUES.....	4
RESULTATS ATTENDUS	4
CHAPITRE I : CONTEXTE GENERAL DE LA ZONE ETUDIEE	6
I.PRESENTATION DE LA MINE DE TARPARKO	6
I.1 Localisation du site	6
I.2 Composantes du site	6
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE.....	10
SERRE	10
CHAPITRE III : METHODOLOGIE D'ETUDE	14
III.1 Gaz à effet de serre pris en compte	14
III.2 Année de référence.....	14
III.3 Périmètre de l'étude	15
III.4 Comptabilisation des émissions	16
III.5 Postes.....	18
III.5.1 Energie	18
III.5.1.1 Facteurs d'émission pour le poste énergie	19
III.5.2 Transport	20
III.5.2.1 Facteurs d'émission pour le poste transport.....	21
III.5.3 Emissions fugitives	22

**Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko
au Burkina Faso**

III.5.3 Emissions fugitives	23
III.6 Incertitude.....	23
III.6 Outils utilisés.....	24
CHAPITRE V : RESULTATS ET ANALYSE	25
V.I RESULTATS	25
V.I.1 Transports.....	25
V.I. 2 ENERGIE.....	26
V.I.3 : Emissions fugitives	28
V.2 Analyse des résultats	30
CHAPITRE V : STRATEGIE D'OPTIMISATION DES EMISSIONS DE GES DE LA SOMITA.....	32
V.I CHOIX DE LA STRATEGIE.....	32
V.II GENERALITE SUR LE SIGE.....	33
V.II.2 Définition d'un SIGE.....	33
V.II.3 Les composantes d'un SIGE.....	33
V.II. Produits livrables d'un SIGE	34
V.III. Mise en place d'un SIGE à la SOMITA.....	37
V.III.1 Direction.....	37
V.III.2 Cellule de gestion de l'énergie	37
V.III.3 Personnel	37
CONCLUSION	39
Bibliographie.....	40
ANNEXE	42

INTRODUCTION GENERALE

Pour la première fois, sur proposition du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et de l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM), la première Conférence mondiale sur le climat de 1979 mettra en lumière les problèmes liés aux changements climatiques. Cette conférence permet de conclure que les émissions anthropiques de dioxyde de carbone pourraient avoir un effet à long terme sur le climat.

Les participants adoptèrent alors une déclaration commune qui montre que l'augmentation des concentrations de CO₂, principale cause du changement climatique, résulte de l'utilisation des combustibles fossiles, de la déforestation et des changements d'affectation des terres. Les participants demandent à tous les gouvernements du monde entier de « prévoir et prévenir les changements climatiques d'origine anthropique qui pourraient nuire au bien-être de l'humanité »¹.

La première conférence mondiale sur le climat a donc abouti à la création d'institutions comme le Programme Climatologique Mondial de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), le Programme Mondial de Recherche sur le Climat ainsi que le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) qui a reçu le prix Nobel de la paix en 2007.

Le Sommet de la Terre, à Rio en 1992, a marqué la prise de conscience internationale du risque de changement climatique. Les états les plus riches, pour lesquels une baisse de croissance ne semblait plus supportable et qui étaient en outre responsables des émissions les plus importantes, avaient pris l'engagement de stabiliser en 2000 leurs émissions au niveau de celles de 1990.

La convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), mise en place lors de ce sommet marque un début de questionnement sur l'application des mesures contraignantes, trois (03) principes sont retenus:

- principe de précaution ;
- principe de responsabilité ;
- principe du droit au développement.

¹ <http://www.actualites-news-environnement.com/21729-1979-2009-histoire-trente-ans-lutte-changements-climatiques.html>

Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko au Burkina Faso

Le protocole de Kyoto adopté en 1997 a vu la mise sur pied des mesures contraignantes pour les pays riches quant à la quantification et à la réduction de leurs émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), soit une réduction de 5,2% entre 2008 et 2012 par rapport au niveau de 1990.

Le Burkina Faso fait partie des 178 pays ayant ratifiés la Convention Cadre Nation Unies sur le Changement Climatique, pays en voie développement il n'est soumis à aucune contrainte de réduction de ses émissions de GES. Par contre, conformément à l'article 4 de la CCNUCC, il s'est engagé à la publication de ses notes de communications, qui renseigne sur ces émissions de GES, les secteurs d'activités qui contribuent le plus, et sur sa politique nationale de développement durable. De la note de communication de 2003 du Burkina Faso, il ressort que le secteur du transport émet plus de GES, suivi respectivement du secteur de l'industrie manufacturière, et de l'industrie énergétique.

CONTEXTE DE L'ETUDE

Le secteur minier au Burkina Faso est en pleine croissance. En 2008, le gouvernement prévoyait des revenus fiscaux annuels de plus de 100 milliards de francs CFA à partir de 2010 avec une extraction de 10 tonnes d'or par an, bien que l'industrie de l'or soit souvent présentée comme un "premier investissement étranger" ayant des retombées positives dans de nombreux pays en développement, il est clair que certaines de ses pratiques ont des conséquences négatives pour l'environnement.

Dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux du secteur minier, le Bureau National des Evaluations Environnementales (BUNEE) a voulu se pencher sur un aspect des impacts environnementaux liés à l'activité minière : l'émission des GES.

En effet la consommation d'énergie dans le secteur minier au Burkina Faso repose essentiellement sur les énergies fossiles, d'où une production importante de GES. Comment concilier la production minière et la préservation de la nature à travers la maîtrise des émissions de GES ? C'est à cette question que nous allons proposer des pistes de solutions.

PROBLEMATIQUE

Les émissions de GES qu'elles soient naturelles ou anthropiques ont un effet sur le climat. Le protocole de Kyoto issu du sommet de la terre de Rio de 1992 prévoit une réduction de GES de 5,2% entre 2008 et 2012 par rapport au niveau de 1990 pour les pays cités dans son annexe B.

Les pays africains, ne sont pas concernés par cette mesure, compte tenu de leur faible émission de GES. Aujourd'hui ils connaissent une industrialisation donc nécessairement une augmentation de leur émission de GES. Il s'avère crucial pour ces pays de mettre en place une politique nationale en matière de maîtrise d'énergie, en vue d'une stabilisation et d'une réduction de leurs émissions.

Depuis 2002 le Burkina Faso est rentré dans le cercle des pays miniers avec l'entrée en exploitation de six (06) mines industrielles (Taparko, Youga, Mana, Kalsaka, Inata, Essakane). Le secteur minier constitue une source de diversification pour l'économie de beaucoup de pays, mais il faut noter que l'activité minière peut constituer un danger pour l'environnement avant, pendant et après l'exploitation de la mine. Il m'a été donc donné par le Bureau National de l'Evaluation Environnementale de traiter de la stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko au Burkina Faso.

OBJECTIF GENERAL

L'objectif général de l'étude est de quantifier les émissions de GES liées à l'activité de la mine d'or de Taparko en vue de proposer des solutions de réduction.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Pour atteindre cet objectif, il nous paraît important et nécessaire :

- d'hierarchiser le poids des émissions de GES en fonction des postes d'émissions ;
- de mettre en place une stratégie de réduction des GES.

RESULTATS ATTENDUS

Les objectifs spécifiques permettrons de :

- proposer un plan d'action de réduction des émissions de GES ;
- d'inclure un objectif de réduction dans un système de management environnementale.

BENEFICIAIRES DE L'ETUDE

Les bénéfices de la présente étude pourraient intéresser :

- le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable qui dans sa quête permanent de préservation de la nature pourra se faire une idée de la contribution en matière d'émission de GES de la mine de Taparko ;
- la SOMITA qui dans son engagement de préservation de l'environnement, pourra avoir une idée de ses émissions de GES et des mesures à mettre en place en vue d'une optimisation de celles-ci.

PARTIE I : ETUDE BILIOGRAPHIQUE

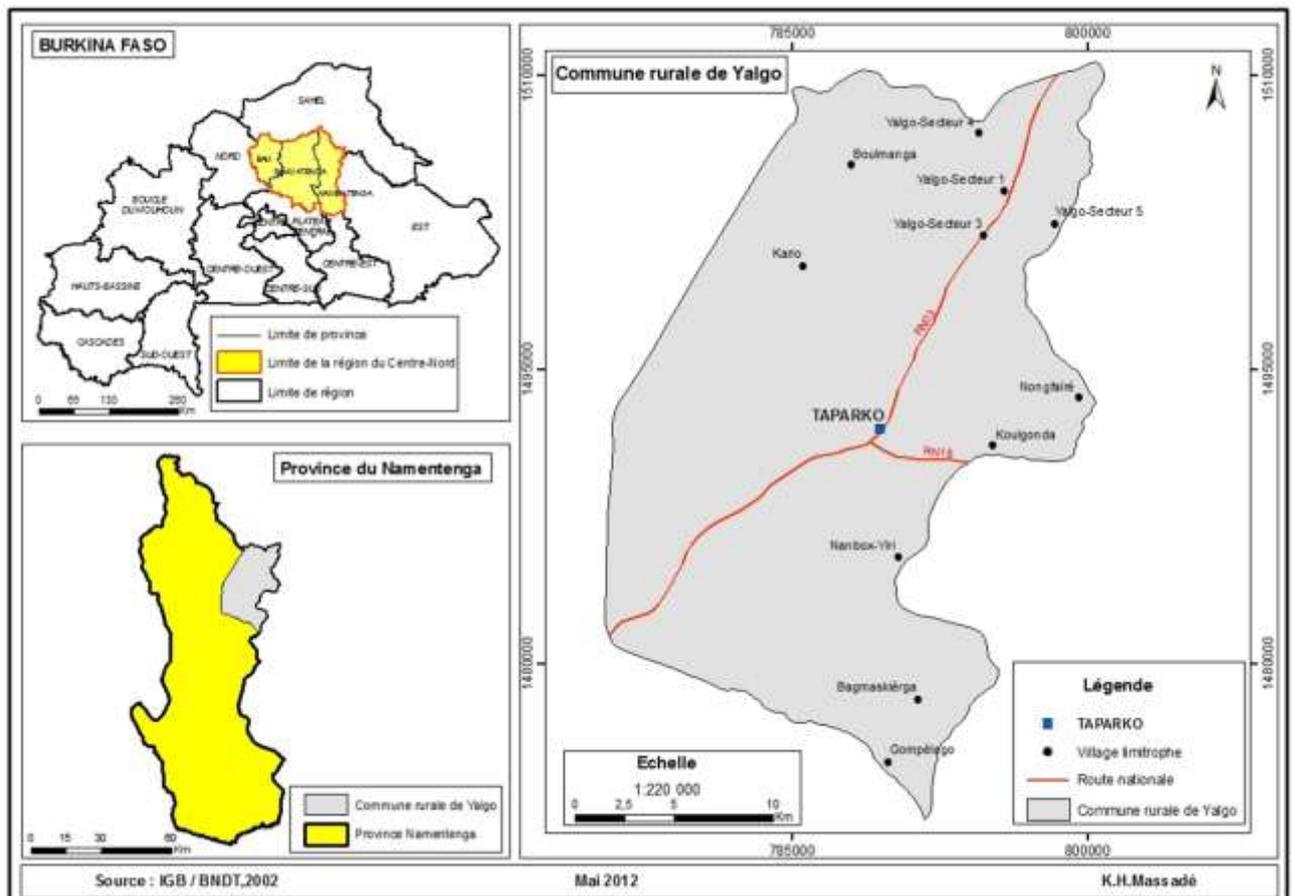
CHAPITRE I : CONTEXTE GENERAL DE LA ZONE ETUDIEE

I.PRESENTATION DE LA MINE DE TARPARKO

I.1 Localisation du site

La mine d'or de Taparko, est située dans le département de Yalgo, province du Namentenga, région du centre nord à quelques 200 km au nord de Ouagadougou. Avec une extension à Bouroum, située à 50 km au nord-est de Taparko. L'accès au site se fait par la RN 3(Route Nationale) entre Kaya et Dori et à partir du village de Taparko une piste en latérite carrossable sur environ 3 km permet de rejoindre le site de la mine. Le minerai est extrait de trois carrières à ciel ouvert (3/5,GT et 2N/2K) et traité à l'aide de la technologie CIL (carbone In Leach) à raison d'une moyenne de 1.000.000 de tonnes par an, soit une production totale d'environ 91 780 onces (2600 kilogrammes) d'or doré en moyenne par an pendant huit ans (Roche,2003) .

Carte 1 : Localisation de la mine de Taparko



I.2 Composantes du site

I.3 Méthode de traitement d'or

L'extraction de l'or est effectuée en plusieurs étapes, tout d'abord, le minerai est broyé puis lixivié dans une solution de cyanure. Le cyanure est ajouté dans le circuit de broyage afin de mettre en solution l'or qui pourrait avoir été plaqué dans le broyeur ou dans la tuyauterie du circuit de broyage. Des équipements de concentration gravimétrique sont souvent installés dans le circuit de broyage pour récupérer l'or libre suffisamment grossier. Une fois l'or mis en solution, la pulpe de lixiviation est alors traitée avec du charbon actif qui a la propriété d'adsorber l'or en solution. L'or en solution passe alors sur le charbon qui est séparé de la pulpe par tamisage. Le charbon est ensuite traité pour refaire passer l'or en solution, puis l'or de la solution est récupéré par un placage sur de la laine d'acier. Finalement, la laine d'acier est fondue avec des additifs pour produire la brique d'or impur. Ce chemin de traitement est appelé le Charbon En Pulpe (CEP). Lorsque le charbon est ajouté lors de la lixiviation, le procédé est appelé Charbon en Lixiviation (CIL) c'est ce dernier procédé qui est utilisé à Taparko.

Le traitement est réalisé dans l'usine selon les étapes suivantes :

1. concassage et broyage du minerai :
2. séparation gravimétrique et récupération des grosses particules d'or libre (taux de récupération estimé à 50 %);
3. Lixiviation par cyanuration des résidus et dissolution de l'or résiduel;
$$2\text{Au} + 4\text{CN}^- + 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Au}(\text{CN})_2^- + 2\text{OH}^-$$
4. Absorption au charbon activé en pulpe et récupération de l'or dans la solution de cyanure;
5. Désorption et extraction électrolytique du charbon en vue de récupérer l'or du charbon chargé;
6. Traitement en usine des boues de charbon en pulpe en utilisant le procédé d'oxydation (élimination du cyanure) SO_2 /air d'Inco et le procédé de précipitation des métaux lourds.

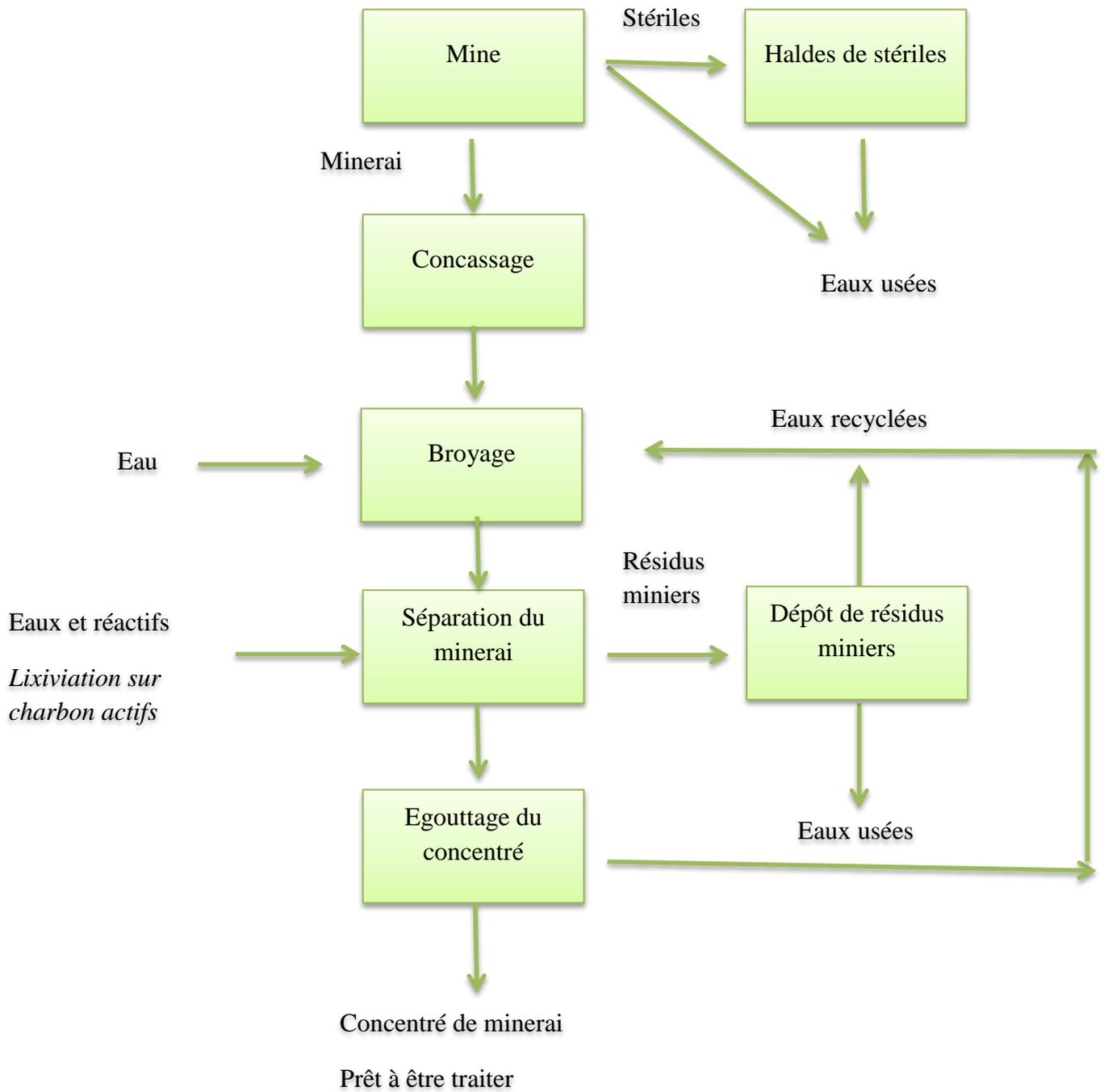


Figure 2 : Résumé des étapes de traitement de l'or

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

SERRE

Les années 1970 ont vu une croissance de l'industrialisation dans le monde notamment en Amérique et en Europe. Cette industrialisation s'est traduite par l'augmentation de la concentration des GES dans l'atmosphère entraînant ses lots d'effets, les changements climatiques. (GIEC, 2007).

Deux familles de gaz sont classées comme étant des gaz à effet de serre : Les GES naturels (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3) (voir annexe 1) et les GES industriels (HCFC-22, CFC, CF_4 , SF_6). Ils ont une puissance et une durée de vie différente. Les outils d'évaluations de GES prévoient un étalon commun : le carbone afin de mettre sur le même plan tous les GES (à l'exception de la vapeur d'eau, du CO_2 organique et de l'ozone) lors de la comptabilisation. Dans le présent rapport l'unité utilisée sera l'équivalent CO_2 ou $eqCO_2$.

Les pays africains font partie de ceux qui polluent le moins mais restent les plus vulnérables aux effets du changement climatique (Sciama, 2005),

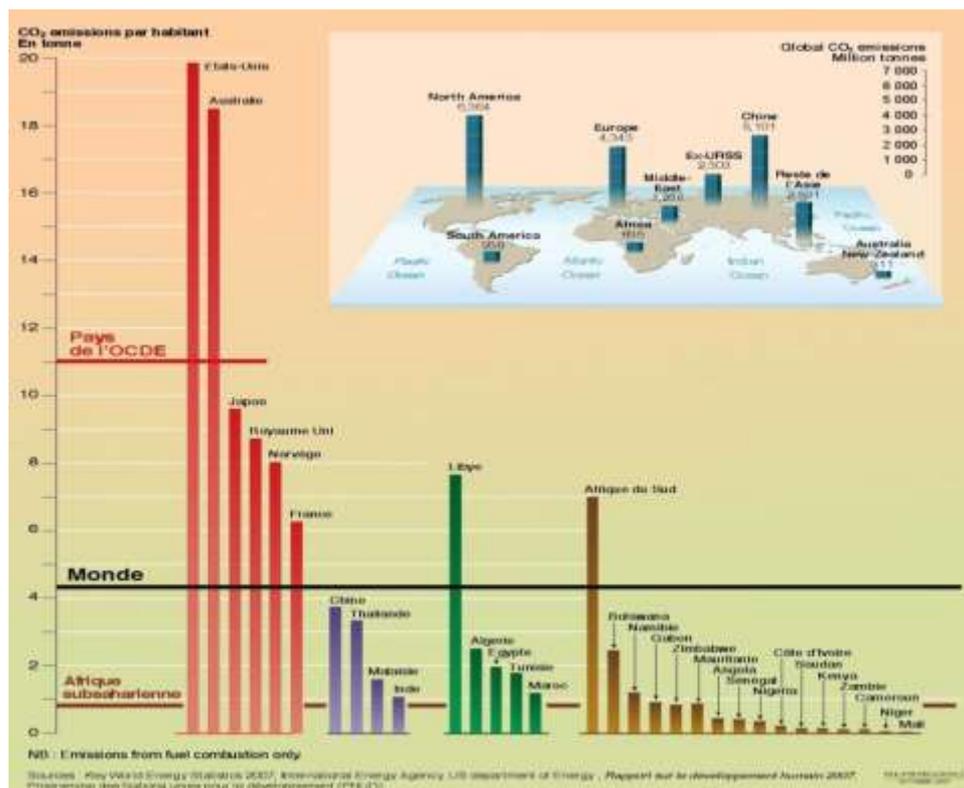


Figure 3 : Répartition des émissions de GES dans le monde (KWES, 2007)³

³ Key World energy statistics, International Energy Agency US Department of energy; Report sur le développement humain 2007.

Le Burkina Faso connaît depuis 2002 un essor minier avec l'entrée en phase d'exploitation de plus de six mines industrielles et plus de six autres en phase d'installation⁴. Les industries minières font partie des plus grands pollueurs si leurs activités n'est pas encadrées. Au Burkina ces mines font l'objet de suivi et surveillance par le BUNEE, ce suivi ne prend pas en compte les émissions de GES.

La comptabilisation des GES est très souvent réalisée par des consultants pour les entreprises, les rapports produits sont pour la plus part confidentiels et la divulgation des résultats auprès d'organismes est du ressort de l'entreprise, entraînant ainsi la non disponibilité des rapports. Malgré le fait que les pays africains ne sont soumis à aucunes mesures contraignant en matière de réduction des émissions de GES, les entreprises africaines commencent peu à peu à se préoccuper de leurs impacts sur l'environnement et sur le climat.

Au Burkina Faso la filière karité à travers la société Burkarina a fait l'objet d'une évaluation de ses émissions de gaz à effet de serre, où il s'agissait d'analyser en détail les résultats des émissions en amont et en aval, de proposer des pistes d'action, des stratégies pour réduire les émissions, et de présenter les opportunités de recourir à la finance carbone (Gueye, 2011).

Plusieurs outils permettent la comptabilisation des émissions de GES (gaz à effet de serre), l'ADEME (Agence de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie) propose une méthode à travers son outil bilan carbone® qui est une marque déposée. L'esprit général de la méthode est de prendre en compte tous les flux physiques qui concernent une activité (flux de personnes, d'objets, d'énergie) et de leur faire correspondre les émissions de gaz à effet de serre qu'ils engendrent. Cela étant, la plupart du temps, les émissions de gaz à effet de serre ne se mesurent pas. Ce qui se mesure, c'est la concentration en gaz à effet de serre dans l'air, mais ce n'est qu'exceptionnellement que les émissions font l'objet d'une mesure directe (ADEME, 2006).

Outre le bilan carbone®, on a l'ISO14064, outil pour évaluer et promouvoir la réduction des gaz à effet de serre et les échanges de droit d'émission. L'ISO a entamé ses travaux sur l'ISO 14064 en 2002 pour élaborer des protocoles de validation et de vérification universellement reconnus. En l'absence de tels protocoles, les gouvernements, les industries et les programmes volontaires adoptent en effet des approches différentes pour rendre compte des émissions et des suppressions de GES, au niveau de l'entreprise ou de projets individualisés. Selon Chan Kook Weng, animateur du groupe de travail de l'ISO qui a élaboré la norme,

⁴ <http://www.lefaso.net/spip.php?article47529&rubrique3> (18/04/2012)

«L'ISO entend mettre à disposition un ensemble d'exigences ou de spécifications vérifiables et non ambiguës, pour aider les entreprises, les organisations et les promoteurs de projets de réduction des émissions de GES. L'ISO 14064 apportera clarté et cohérence dans la communication entre les déclarants d'émissions de GES et les parties prenantes concernées.»

L'initiative GHG Protocol qui signifie protocole des gaz à effet de serre en français, est la méthode la plus reconnue internationalement pour la comptabilité carbone. Initié en 1998 par le World Resource Institute (WRI) et le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), il a été développé en partenariat avec des entreprises, des ONG et des gouvernements. Il met à disposition un ensemble de ressources, outils et données pour le calcul d'empreinte carbone. Elle comporte plusieurs modules à utiliser selon le type d'empreinte carbone comptabilisé (organisation, projets, produits).

Les méthodes de comptabilisation des gaz à effet de serre fait l'objet de vive critique, on leur reproche une faute de logique majeur car les rejets de CO₂ de l'ensemble des activités humaines seraient la somme des bilans CO₂ des différentes composantes. Or ceci est faux, parce que la nature recycle constamment le CO₂, et en particulier la très faible partie résultant des activités humaines (Beauzamy, 2011). Le principe même du Bilan Carbone (comptabilisation des GES) est donc critiquable : il n'existe aucune présomption de réchauffement, et les arguments liant le carbone et le réchauffement ne sont qu'une suite d'erreurs méthodologiques (Beauzamy, 2011).

La comptabilisation des émissions de GES doit aboutir à l'adoption de stratégie et d'engagements par les entreprises, institutions pour la réduction ou l'optimisation des émissions de GES. D'où la présente étude sur les émissions de GES de la mine d'or de Taparko.

PARTIE II : MATERIEL ET METHODE

CHAPITRE III : METHODOLOGIE D'ETUDE

III.1 Gaz à effet de serre pris en compte

Les gaz comptabilisés pour la présente étude font partie de ceux énumérés par le protocole de Kyoto en son annexe A (voir annexe 2), à savoir le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO₂), Oxyde nitreux (N₂O), Hydrofluorocarbone (HFC), Hydrocarbures perfluorés (PFC), Hexafluorure de soufre (SF₆). Les émissions de ces différents gaz seront comptabilisées et ramenées en équivalent CO₂ en utilisant leur Pouvoir de Réchauffement Globale (PRG) qui est l'étalon qui permet de savoir de combien on augmente l'effet de serre lorsque l'on émet un kilogramme du gaz considéré.

III.2 Année de référence

Les données collectées relèvent des activités de janvier 2011 à décembre 2011 de l'exploitation de la mine. Cette étude a été menée en trois phases :

- **Phase préparatoire** : c'est la phase de la recherche bibliographique et des échanges avec la Direction du BUNEE, le service environnement de la SOMITA et l'encadreur en vue de concevoir les outils et les conditions de collecte de données nécessaires à l'estimation des émissions de GES.
- **Phase de collecte des données** : Il s'agit de collecter les données les plus précises possibles en fonction des activités de la filière. En accord avec le service environnement de la SOMITA, une fiche d'enquête (voir annexe 7) a été établie. Elle a été transmise au gestionnaire des stocks d'hydrocarbure et du responsable du parc automobile et nous a permis de collecter les données nécessaire pour ce mémoire. (voir annexe 4)
- **Phase de traitement, exploitation des données et rédaction** : Il s'agit ici d'appliquer un facteur d'émission à partir de données dites d'activité pour déterminer les émissions de GES de la SOMITA poste par poste. L'outil utilisé à cet effet est la Carte d'Identité Carbone® outil d'évaluation des émissions de GES conçu par 2iE en 2009. Les facteurs d'émission sont ceux de l'outil CIC et de Canada. Environnement Canada et Canada Grennhouse Gas Division (2007).

III.3 Périmètre de l'étude

La présente étude ne prendra en compte que les émissions directes liées aux activités de la mine, c'est-à-dire les émissions directes produites par les sources fixes et mobiles nécessaires au fonctionnement de la mine. Il s'agit des émissions de GES qui prennent directement place au sein du site de la SOMITA à Taparko et qui sont d'une certaine manière, de sa responsabilité juridique ou territoriale directe.

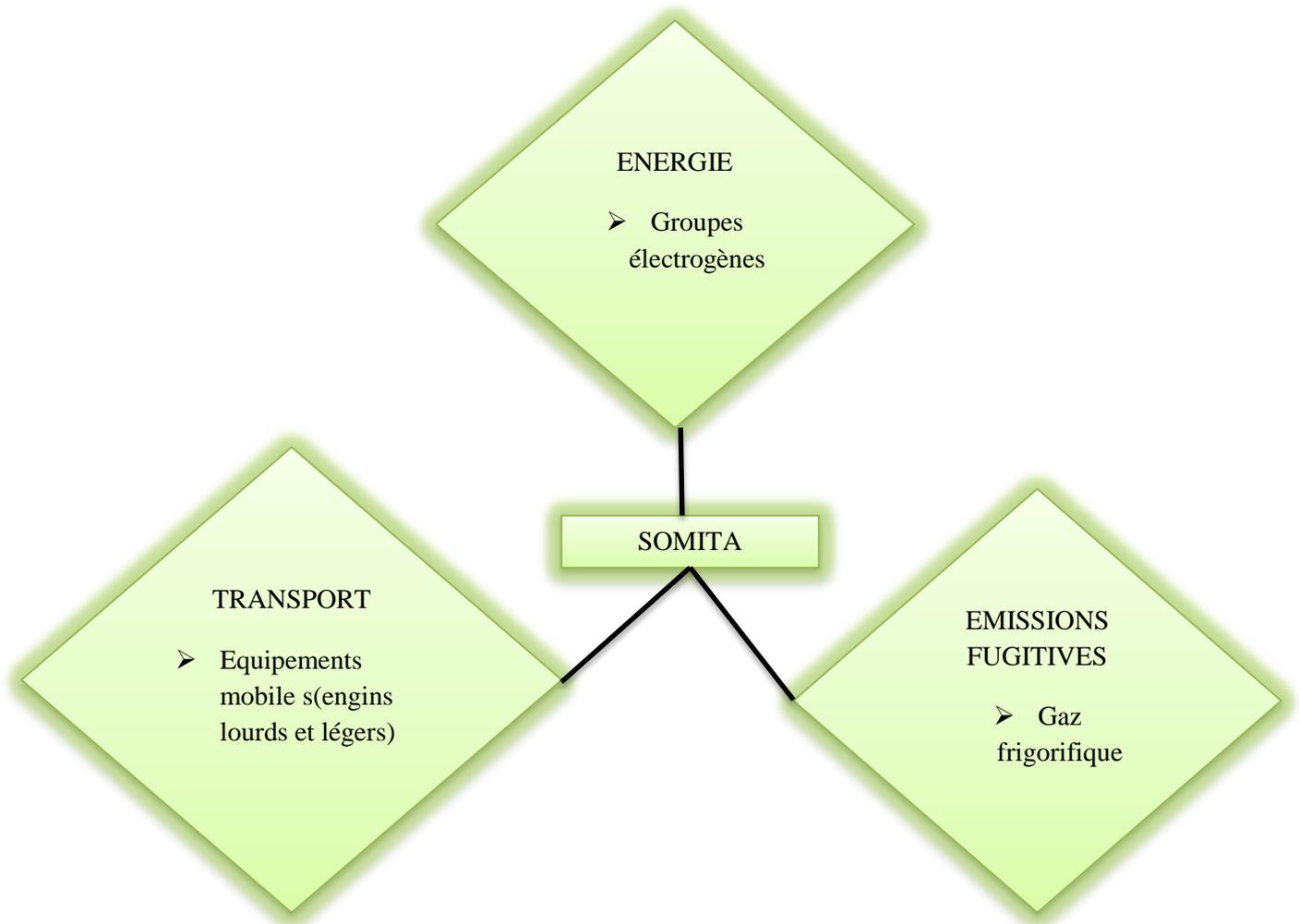


Figure 4 : Périmètre de l'étude

Pour des raisons évoquées dans le tableau ci-dessous les émissions de certains postes n'ont pas pu être comptabilisées :

Tableau I : Postes exclus

POSTES EXCLUS	MOTIFS
Transport : les émissions générées par les prestataires de la mine.	Manque de données relatives aux volumes et au type d'hydrocarbure consommé par ces derniers.
Fret : le fret représente le transport de marchandises pour la SOMITA.	Ne font pas parti du périmètre d'étude, relevant des émissions qui prennent indirectement place à l'extérieur de l'usine, mais qui sont la contrepartie de processus nécessaires à l'existence de l'activité de la mine.
Déchets : relatifs à l'incinération, aux traitements des eaux usées, à l'enfouissement des déchets solides.	Les quantités de déchets incinérés, et enfouies ne sont pas connues, ainsi que le volume d'eau traité.
Immobilisations : Cette catégorie regroupe tout ce qui fait l'objet d'un amortissement comptable.	Compte tenu du temps reparti, il était impossible, de tenir compte de ce poste.

III.4 Comptabilisation des émissions

Le calcul des émissions de GES sera basé sur la conversion des données d'activités vérifiables en émissions de GES (émissions en teqCO_2), en utilisant les Facteurs d'émissions (FE) et le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG).

-Les facteurs d'émission permettent la conversion des données activités en GES

$$\mathbf{GES = Données\ activités \times Facteur\ d'\acute{e}mission \quad (En\ TeqCO_2)}$$

Tableau II : Facteurs d'émission utilisés

Produit à l'origine de l'émission de GES	Equipements	Facteurs d'émission (g/l de fuel)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Emissions directes				
HFO	centrale électrique	3080,00	0,28	0,08
	Groupe électrogène MAK 6 CM 32 C	3080,00	0,28	0,08
Gasoil	Groupe électrogène CAT 3516 B	3080,00	0,13	0,13
Gasoil	véhicules légers	2360,00	0,13	0,25
	engins lourds	2360,00	0,13	0,25
EMISSIONS FUGITIVES		(tCO₂/kg)		
R134A	Machines frigorifiques	1,30	-	-
R404A		3,3	-	-
R407C		1,60	-	-
R22		1,70	-	-
R410A		1,60	-	-

Les différents gaz n'ont pas le même impact sur l'environnement, pour les ramener à la même grandeur, on utilise un étalon : le PRG. La multiplication des facteurs d'émission par le PRG du gaz concerné va permettre d'avoir le facteur d'émission de ce gaz en équivalent CO₂ par donnée d'activité. La somme des FE des différents gaz émis va permettre d'avoir le facteur FE de l'élément du poste considéré.

$$FE = \sum [FE \text{ gaz} \times PRG \text{ gaz}]$$

Tableau III : Pouvoir de Réchauffement Global des différents gaz

Gaz à effet de serre		PRG ₁₀₀	Durée de vie dans l'atmosphère (ans)
Dioxyde de carbone	CO ₂	1	100
Méthane	CH ₄	25	12+ OU -3
protoxyde d'azote	N ₂ O	298	120
Hexafluorure de soufre	SF ₆	22 200	3 200
Hydrofluorocarbures (HCF)			
HFC-23	CHF ₃	12 000	264
Perfluorocarbures (PFC)			
Perfluorométhane	CF ₄	7 390	50 000

(GIEC, 2007)

III.5 Postes

Les postes permettent d'identifier et d'étudier séparément les activités émettrices de gaz à effet de serre. Les postes suivants ont été considérés pour la présente étude :

III.5.1 Energie

Ce poste concerne les émissions directes des sources fixes de combustion, notamment les groupes électrogènes pour la fourniture d'énergie et de l'électricité à tout le site minier ; il s'agit de deux grands groupes du type MAK 6 CM 32 C 3300 KVA et de deux petits groupes du type CAT 3516 B 2500 KVA.

Photo 1 : Groupe MAK 6 CM 32 C 3300 KVA Photo 2 : Groupe CAT 3516 B 2500KVA



Les données à collecter pour ce poste concernent les types d'hydrocarbures utilisés et les quantités mensuelles consommées par chaque groupe électrogène.

III.5.1.1 Facteurs d'émission pour le poste énergie

❖ FE grands groupes

Les grands groupes fonctionnent avec du HFO, les gaz émis sont le CO₂, le CH₄, N₂O, les différents FE et PRG de ces gaz sont repartis dans le tableau suivant :

Tableau IV : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des grands groupes

GAZ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
FE	3030	0.28	0.08
PRG	1	25	298

En appliquant la formule $FE = \sum [FE\ gaz \times PRG\ gaz]$ on obtient :

$$FE = FE\ CO_2 \times PRG\ CO_2 + FE\ CH_4 \times PRG\ CH_4 + FE\ N_2O \times PRG\ NO_2$$

$$FE_{\text{grands groupes}} = 3030 \times 1 + 0.28 \times 25 + 0.08 \times 298$$

$$FE_{\text{grands groupes}} = 3060,84\ gCO_2/l$$

❖ FE petites groupes

Les petits groupes fonctionnent avec du gasoil, les gaz émis sont le CO₂, le CH₄, N₂O les différents FE et PRG de ces gaz sont repartis dans le tableau suivant :

Tableau V : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des petits groupes

GAZ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
FE	2360	0.13	0.25
PRG	1	25	298

En appliquant la formule $FE = \sum [FE\ gaz \times PRG\ gaz]$ on obtient :

$$FE = FE\ CO_2 \times PRG\ CO_2 + FE\ CH_4 \times PRG\ CH_4 + FE\ N_2O \times PRG\ NO_2$$

$$FE_{\text{petits groupes}} = 2360 \times 1 + 0.13 \times 25 + 0.08 \times 298 = 2437,75 \text{ (gCO}_2\text{/l)}$$

$$FE_{\text{petits groupes}} = \mathbf{2437,75 \text{ gCO}_2\text{/l}}$$

III.5.2 Transport

Le poste du transport prend en compte les émissions de GES liées à la combustion d'hydrocarbure des équipements roulants, il s'agira de :

- pickup pour les activités de supervisions ;
- bus pour le transport des employés entre le site d'hébergement et l'usine ;
- dumper pour le transport des stériles à l'usine ;
- bulldozer pour les activités d'excavation.

Photo 3: Engin lourd



Photo 4: Bus



Comme précédemment il s'agit de connaître le type de carburant et les quantités mensuelles, consommées par chaque type d'équipements mobiles, ensuite on rapporte cette quantité au nombre total de chaque type d'équipement pour avoir la consommation du poste.

Pour cela les véhicules ont été regroupés en deux types les engins lourds et les engins légers. (Voir annexe 9)

$$\diamond \quad Emission\ type\ de\ vehicule = consommation\ vehicule \times FE_{type\ de\ vehicule}$$

$$Emission\ totale = \sum [emission\ type\ de\ vehicule]$$

III.5.2.1 Facteurs d'émission pour le poste transport

Tous les véhicules de la SOMITA fonctionnent avec du gasoil.

❖ FE engins lourds

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄, N₂O, les différents FE et PRG de ces gaz sont repartis dans le tableau suivant :

Tableau VI : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des engins lourds

GAZ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
FE	2360	0.13	0.25
PRG	1	25	298

En appliquant la formule $FE = \sum [FE \text{ gaz} \times PRG \text{ gaz}]$ on obtient :

$$FE = FE_{CO_2} \times PRG_{CO_2} + FE_{CH_4} \times PRG_{CH_4} + FE_{N_2O} \times PRG_{N_2O}$$

$$FE_{\text{engins lourds}} = 2360 \times 1 + 0.13 \times 25 + 0.25 \times 298 = 2437.75$$

$$FE_{\text{engins lourds}} = 2437.75 \text{ gCO}_2/\text{l}$$

❖ FE engins légers

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄, N₂O les différents FE et PRG de ces gaz sont repartis dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII : FE et PRG utilisé pour le calcul des émissions de GES des engins légers

GAZ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
FE	2360	0.13	0.25
PRG	1	25	298

En appliquant la formule $FE = \sum [FE \text{ gaz} \times PRG \text{ gaz}]$ on obtient :

$$FE = FE_{CO_2} \times PRG_{CO_2} + FE_{CH_4} \times PRG_{CH_4} + FE_{NO_2} \times PRG_{N_2O}$$

$$FE_{\text{engins légers}} = 2360 \times 1 + 0.13 \times 25 + 0.25 \times 298 = 2437.75$$

$$FE_{\text{petits légers}} = 2437.75 \text{ gCO}_2/\text{l}$$

III.5.3 Emissions fugitives

Ce poste concerne les émissions de GES dues au gaz frigorigènes utilisés pour les machines frigorifiques. Pour le calcul des émissions de GES la masse et le type de gaz frigorigère sont pris en compte. En utilisant les facteurs d'émission de ces gaz rapportés à la masse on pourra comptabiliser l'émission de GES :

❖ **Emission type gaz** = $FE_{type\ de\ gaz} \times masse\ gaz$

❖ **Emission fugitives** = $\sum \text{émissions type gaz}$

Photo 5 : Bouteille de gaz frigorigère



Photo 6 : Climatiseur



Tableau VIII : FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES des engins légers

GAZ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
FE	2360	0.13	0.25
PRG	1	25	298

En appliquant la formule $FE = \sum [FE\ gaz \times PRG\ gaz]$ on obtient :

$$FE = FE\ CO_2 \times PRG\ CO_2 + FE\ CH_4 \times PRG\ CH_4 + FE\ NO_2 \times PRG\ N_2O$$

$$FE_{engins\ légers} = 2360 \times 1 + 0.13 \times 25 + 0.25 \times 298 = 2437.75$$

$$FE_{petits\ légers} = 2437.75\ gCO_2/l$$

II.5.3 Emissions fugitives

Ce poste concerne les émissions de GES dues au gaz frigorigènes utilisés pour les machines frigorifiques. Pour le calcul des émissions de GES la masse et le type de gaz frigorigère sont pris en compte. En utilisant les facteurs d'émission de ces gaz rapportés à la masse on pourra comptabiliser l'émission de GES :

$$\diamond \text{ Emission type gaz} = FE_{\text{type de gaz}} \times \text{masse gaz}$$

$$\diamond \text{ Emission fugitives} = \sum \text{émissions type gaz}$$

Photo 5 : Bouteille de gaz frigorigère



Photo 6 : Climatiseur



III.6 Incertitude

Comme toute approche « physique », l'évaluation des émissions de GES fournit des valeurs qui, par la force des choses, sont d'une précision qui n'est pas parfaite. L'un des principes de base de la méthode est que l'incertitude attachée aux résultats doit toujours être affichée de manière explicite avec ces derniers, afin que l'on sache quel degré de confiance il peut placer dans les résultats obtenus (bilan carbone®, 2009). Selon le GIEC, les fourchettes d'erreurs sont classées comme suit :

- 1) probabilité supérieure à 99% ; pratiquement certain.
- 2) probabilité supérieure à 95% ; Extrêmement probable.
- 3) probabilité supérieure à 90% ; très probable.
- 4) probabilité supérieure à 66% ; probable.
- 5) probabilité supérieure à 50% ; plus probable qu'improbable.
- 6) probabilité de 33 % à 50% ; à peu près aussi probable qu'improbable.
- 7) probabilité inférieure à 33 % ; improbable.
- 8) probabilité inférieure à 10% ; très improbable.
- 9) probabilité inférieure à 5 % ; extrêmement improbable.
- 10) probabilité inférieure à 1% ; exceptionnellement improbable

Compte tenu du fait que l'ensemble de nos données sont quantitatives, précises, établies à partir d'un registre, relevant d'un avis autorisé (gestionnaire des stocks d'hydrocarbure), donc extrêmement probables, on appliquera une probabilité de 95% soit une incertitude de 5%.

III.6 Outils utilisés

Nous avons utilisé la **Carte d'Identité Carbone**® qui s'inspire du tableur Bilan Carbone® développé par l'ADEME en France dans sa méthodologie et sa simplicité d'utilisation. Toutefois, le progiciel CIC a été entièrement adapté au contexte Burkinabé, remplaçant chaque fois que possible les facteurs d'émissions par défaut et les valeurs européennes par des données recueillies et /ou calculées en fonction du contexte local. La CIC est un outil d'évaluation de l'impact carbone qui calcule les émissions générées par divers postes émetteurs, comme la consommation d'électricité et d'eau, le transport de marchandise, le transport de personnes, le volume de déchets générés, etc...A chacun de ces postes est attribué un facteur d'émission à savoir un coefficient multiplicateur qui permet d'estimer la quantité d'émission de GES émise du fait d'une activité en Tonnes équivalent Carbone (TeqCO₂). La CIC est une marque déposée depuis avril 2012.

CHAPITRE V : RESULTATS ET ANALYSE

V.I RESULTATS

V.I.1 Transports

Les engins lourds et les engins légers utilisent tous du gasoil pour leur fonctionnement, la consommation annuelle en hydrocarbure des engins lourds est estimée à environ 3 346 932 litres de gasoil et celle des engins légers à environ 118 848 litres de gasoil (voir annexe 9). En appliquant formule suivante :

GES = Données activités x Facteur d'émission , on obtient :

GES Engins lourds= 3346932 l × 2315,8625 = 7751,034309 TeqCO₂

GES Engins légers=118848 l × 2315,8625 = 275,2356264 TeqCO₂

Soit une émission totale de 8026,26935 TeqCO₂ pour le poste transport

Tableau IX : Facteurs d'émissions utilisé pour le poste transport

Equipements	Types carburant	FE CO ₂ (g/l)	FE CH ₄ (g/l)	FE N ₂ O (g/l)	FE (g/l)	Incertitude
Engins lourds	Gasoil	2360	0,13	0,25	2437,75	5%
Engins légers	Gasoil	2360	0,13	0,25	2437,75	5%

Tableau X : Résultat des émissions de GES liées au transport

Equipements	Consommation (l)	FE (g/l)	Source	Résultat (TeCO ₂)
Engins lourds	3 346 932	2315,8625	CIC	7751,034309
Engins légers	118 848	2315,8625	CIC	275,2356264
Total				8026,2699

Les engins lourds destinés pour les gros œuvres ont émis au cours de l'année de 2011 environ 7751 TeqCO₂, soit 97% des émissions du poste, les engins légers utilisés en grandes parti pour les activités de supervision quant à eux ont émis environ 275 TeqCO₂ soit 3% des émissions du poste. Les émissions du poste transport sont évaluées à environ 8026 TeqCO₂.



Figure 4 : Diagramme de répartition des émissions de GES du poste Transport

V.I. 2 ENERGIE

Ce poste est constitué de deux grands groupes électrogènes du type MAK 6 CM 32 C 3300 KVA et de deux petits groupes du type CAT 3516 B 2500 KV (voir annexe 9), ces groupes fonctionnent en s'alternant. Les résultats concernant les facteurs d'émission et le types d'hydrocarbures utilisés par les groupes sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XI : Type de carburant et FE pour le poste énergie

Equipements	Types carburants	FE CO ₂ (g/l)	FE CH ₄ (g/l)	FE N ₂ O (g/l)	FE (g/l)	Incertitude
Grands groupes	HFO	3030	0,28	0,08	3060,84	5%
Petits groupes	Gasoil	2360	0,13	0,25	2437,75	5%

**Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko
au Burkina Faso**

La consommation en HFO pour les grands groupes a été évaluée à 14 400 000 litres, les petits groupes fonctionnant au gasoil ont consommé 240 000 litres (voir annexe 4). En appliquant la formule : **GES = Données activités x Facteur d'émission** on obtient :

GES petits groupes : $240000 \times 2315.8625 = 555,807 \text{ TeqCO}_2$

GES grands groupes : $14400000 \times 2907.798 = 41872,2912 \text{ TeqCO}_2$

Soit une émission totale de 42428,0982 TeqCO₂

Les différents résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous:

Tableau XII : Résultats des émissions de GES pour le poste énergie

Equipements	Consommation (l)	FE (g/l)	Sources	Résultats(TeqCO ₂)
Grands groupes	14 400 000	2907,798	CEC &CGGD ⁵	41872,2912
Petits groupes	240 000	2315,8625	CIC	555,807
Total				42 428,0982

Les émissions dues aux grands groupes sont estimées à environ 41872 TeqCO₂, soit 99% des émissions du poste, la part des émissions des petits groupes est négligeable pour le poste soit 1% des émissions pour environ une 555 TeqCO₂ émis. Les émissions de GES pour le poste énergie est d'environ de 42428 TeqCO₂.

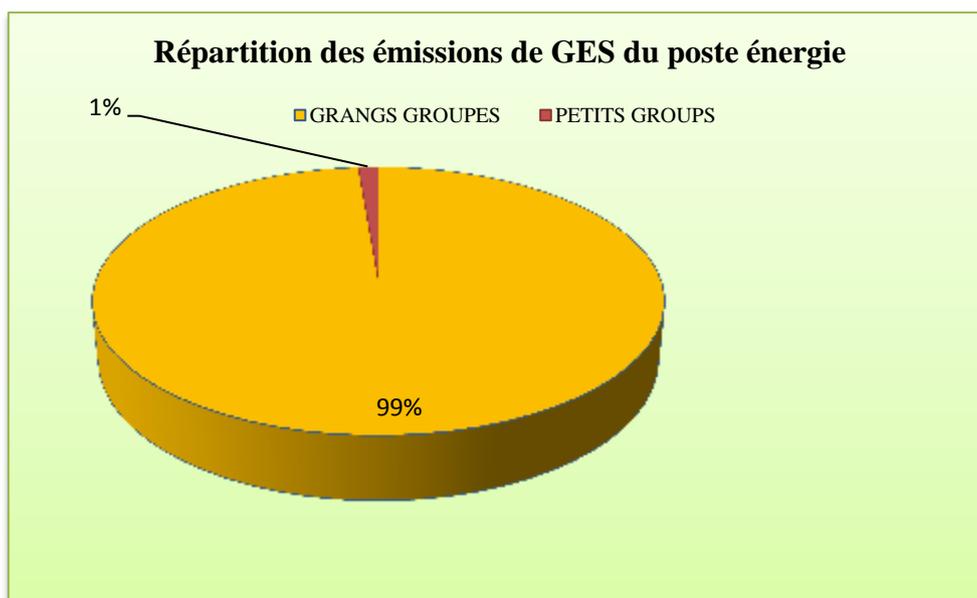


Figure 5 : Diagramme de répartition des émissions de GES pour le poste énergie

⁵ Canada. Environnement Canada et Canada Greenhouse gaz Division

V.I.3 : Emissions fugitives

Ce poste regroupe les gaz frigorigènes destinés aux appareils frigorifiques et sont consignés dans le tableau ci-dessous.

NOMS DES EQUIPEMENTS	GAZ
Climatiseur de tous les équipements roulants	R134
Réfrigérateurs	R12
Congélateurs	
Climatiseurs	R22, R404, R407, R410

Les quantités de gaz utilisées à la SOMITA sont réparties dans le tableau suivant. Ici il n'y pas d'émission de gaz autre que le CO₂, les FE permettent d'avoir directement les émissions de GES en TeqCO₂ : La quantité de gaz consommée par type gaz sont de 162 kg pour les types R22, R404, R407, R410 et de 4 kg pour le R134a. En intégrant ces données dans le logiciel Carte d'Identité Carbone ®, on obtient les résultats consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XIII : Résultats des émissions de GES pour le poste des émissions fugitives

Gaz	Quantité (kg)	FE (TeqCO₂/kg)	Sources	Résultats (TeqCO₂)
R134A	162	1,70133333	CIC	6,80533332
R22	4	1,30166667	CIC	210.8700054
R404	162	3,3	CEC&CGGD	534,6
R407	162	1,6	CEC &CGGD	259,2
R410	162	1,6	CEC &CGGD	259,2
Total				1270,67533872

Les émissions de GES des émissions fugitives sont de :

R134A environ 6 TeqCO₂ soit 1% des émissions

R404 environ 534 TeqCO₂ soit 42% des émissions

R407 environ 259 TeqCO₂ soit 20% des émissions

R 410 environ 259 TeqCO₂ soit 20% des émissions

R22 environ 210 TeqCO₂ soit 17 % des émissions

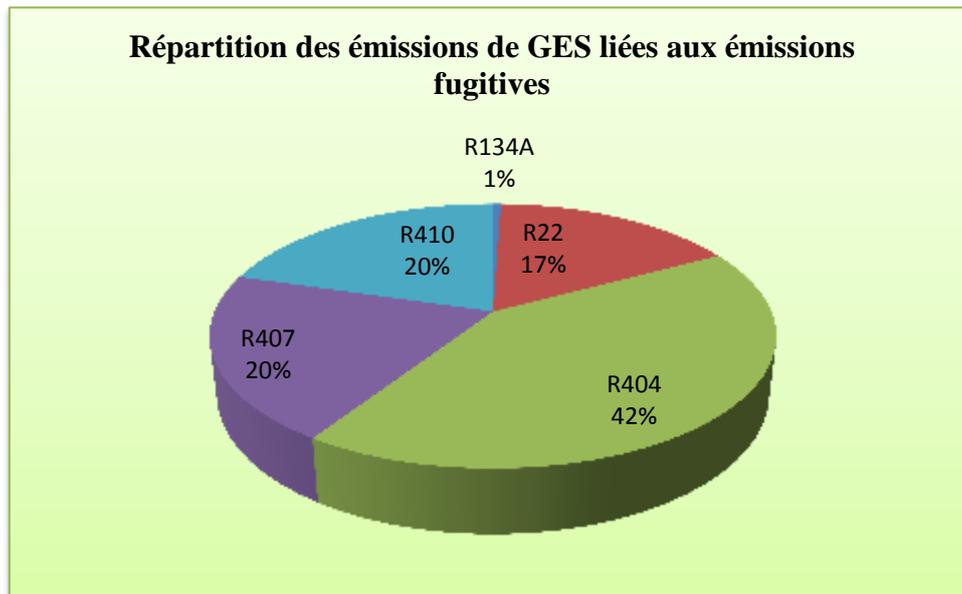


Figure 5 : Diagramme de répartition des émissions de GES du poste des émissions fugitives

En récapitulatif, les émissions des GES liées aux activités de la mine sont d'environ 51725 TeqCO₂, le poste énergie a émis 42428 TeqCO₂ soit 82 % des émissions totales de la mine, suivi du poste transport qui a émis 8026 TeqCO₂ soit 16% des émissions et enfin les émissions fugitives responsable d'environ 1270 TeqCO₂ soit 2% des émissions de la mine. La mine ayant une production annuelle de 2600 kg d'or doré, la quantité de GES émise pour la production d'un kilogramme d'or s'élève à 19,91 TeqCO₂ soit 19,91 TeqCO₂/kg d'or produite.

Tableau XIV : Emission de GES des différents postes

Postes	Emissions en Teqco2
Transport	8026,269935
Energie	42428,0982
Emission fugitives	1270,6753
Total	51725,0435

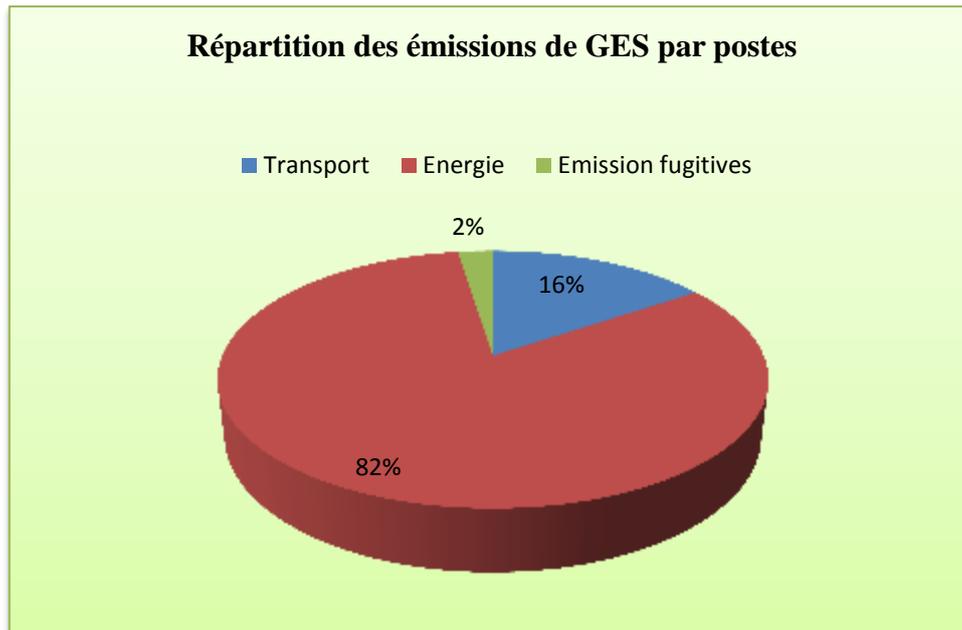


Figure 6 : Diagramme de répartition des émissions des différents postes

V.2 Analyse des résultats

Les émissions totales de GES des trois postes pris en compte dans notre étude sont estimées à environ 51725 TeqCO₂ avec une marge d'erreur relativement faible 5%. Les postes qui impactent le plus sur l'environnement dans l'activité de la mine d'or de Taparko par ordre d'importance sont :

- ❖ Le poste « énergie » qui représente 42 428 TeqCO₂ soit 82% des émissions totales. 97% de ces émissions sont imputables à la consommation du HFO utilisé dans les grands groupes électrogènes. Ces groupes assurent la totalité du fonctionnement de l'usine et de la production d'électricité sur le site. Les procédés utilisés dans le processus d'extraction de l'or sont très énergétivores.
- ❖ Le poste « transport » avec des émissions totales 8 026 TeqCO₂ soit 15% des émissions totales. La mine tourne à plein temps, ainsi 97% des émissions de CO₂ du transport sont liées aux engins lourds qui assurent les activités d'excavation, de chargement et du transport du minerai vers l'usine de traitement ; ainsi qu'aux véhicules assurant le déplacement des employés entre le camp d'hébergement et l'usine. 3% seulement des émissions du poste sont dues aux véhicules légers qui assurent la supervision des activités.

**Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko
au Burkina Faso**

Les émissions de GES des postes « énergie » et « transport » sont étroitement liées à la consommation des énergies fossiles (HFO, gasoil), c'est ce qui explique le pourcentage élevé des émissions. En outre, la qualité du carburant utilisé au Burkina Faso est de qualité relativement mauvaise comparée à celui utilisé en Europe ou aux USA.

Pays / continent	Parts par millions de sulfure toléré
USA	10
Europe	50
Burkina Faso	10 000

- ❖ Les émissions « fugitives » sont peu significatives. Elles représentent 1 270 TeqCO₂ soit 3% des émissions totales. Le R22 est interdit au sein de l'union européenne, remplacé par les R134, R134a, R410, R407 plus respectueux de l'environnement. Ces gaz sont des hydrochlorofluocarbures, caractérisés par leur fort PRG autour de 12 000. Leur faible quantité consommée dans la mine reflète le fait qu'ils viennent en troisième position.

CHAPITRE V : STRATEGIE D'OPTIMISATION DES EMISSIONS DE GES DE LA SOMITA

V.I CHOIX DE LA STRATEGIE

La problématique majeure qui se pose à la SOMITA en matière de réduction de gaz à effet de serre est celle d'assurer l'efficacité énergétique sans impacter sur la production d'or et partant sur les bénéfices de la société. Les émissions de GES pour le périmètre considéré sont étroitement liées à la consommation d'hydrocarbure (figure 7). Plusieurs questions se posent à cet effet : faut-il réduire la fourniture énergétique pour réduire les émissions de GES ? Ou faut-il une meilleure gestion de cette énergie pour une bonne relation entre la livraison d'énergie et la production d'or ? La mise en place d'un Système d'Information et de Gestion de l'Energie (SIGE) pourrait être une solution pour la réduction des GES.

Equipements	Volume (l)	Type de carburant	Energie GJ	Emissions TeqCO ₂
Engins légers	118848	Gasoil	3,07259566	275,2356264
Petit groupe	240000	Gasoil	6,20475698	555,807
Engins lourds	3346932	Gasoil	86,5287487	7751,034309
Grand groupe	14400000	HFO	345,075485	41872,2912

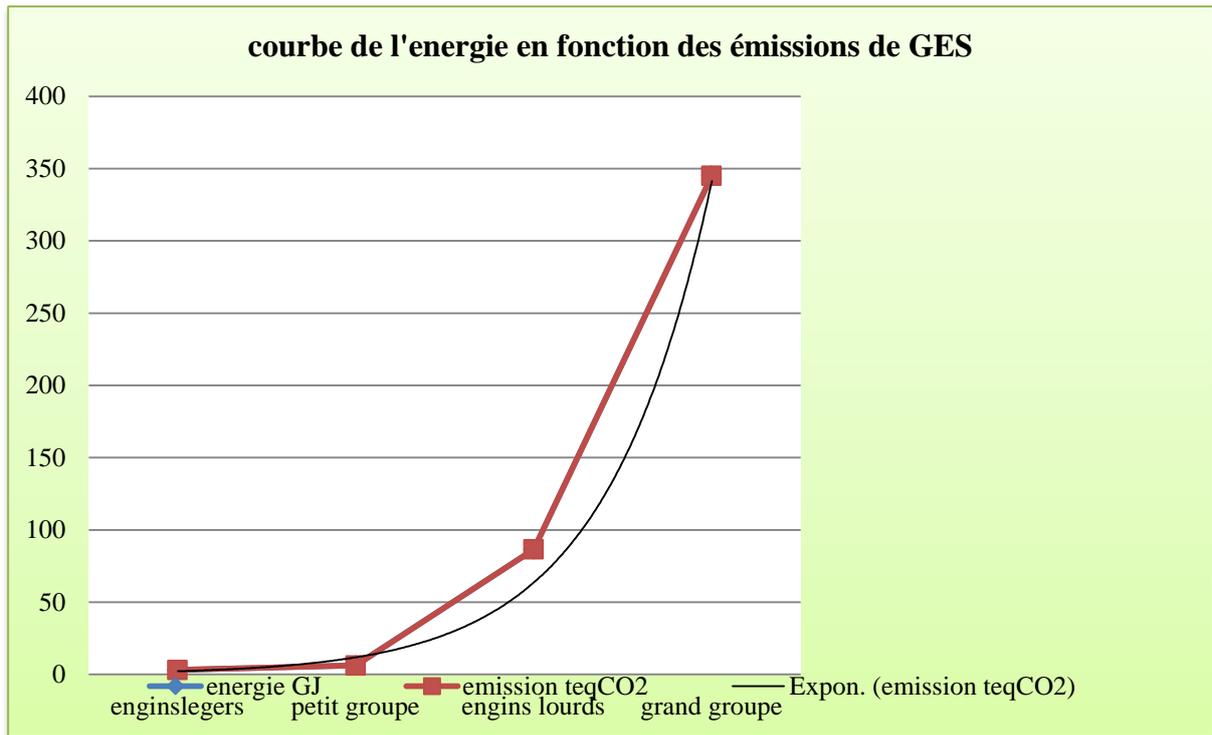


Figure 7 : courbe de l'énergie en fonction des émissions de GES

V.II GENERALITE SUR LE SIGE

V.II.2 Définition d'un SIGE

Un Système d'Information de Gestion Energétique (SIGE) est un élément important d'un programme complet de gestion de l'énergie. Il fournit aux personnes et aux services clés des renseignements pertinents qui leur permettent d'améliorer le rendement énergétique (Hooke et al, 2004.)

V.II.3 Les composantes d'un SIGE

Les capteurs et les instruments du système comprennent les compteurs d'énergie (électricité, gaz, mazout, vapeur) et autres compteurs directement associés à la consommation d'énergie (flux thermique, circulation d'air de refroidissement et d'air comprimé), à la température, à la pression, au débit et à la composition, ainsi que d'autres dispositifs servant à mesurer des facteurs qui influent sur la consommation. Ces capteurs et autres instruments sont généralement reliés à un système de surveillance – qui doit toujours être le système général de commande et de surveillance des procédés. Dans les installations de grande taille, il peut s'agir d'un Système de Commande Réparti (SCR) ou encore d'un Système d'Acquisition et

de Contrôle des Données (SCADA) ou un Contrôleur Programmable (CP). En entreprise, on utilise des systèmes de gestion des immeubles semblables aux systèmes SCADA/CLP. La collecte des données doit être automatisée. On a généralement recours à un outil de collecte et d'archivage des données pour le stockage des données chronologiques. La collecte manuelle des données est maintenant considérée comme dépassée

V.II. Produits livrables d'un SIGE

Le premier objectif d'un SIGE est de soutenir le programme de gestion énergétique de l'entreprise. En voici les livrables :

- Détection rapide d'un mauvais rendement :
Un des rôles importants du SIGE c'est déterminer rapidement et efficacement les situations qui nuisent au rendement pour pouvoir y remédier en apportant les solutions adéquates.
- Soutien au processus décisionnel :
Il suffit bien souvent d'avertir le personnel et les cadres opérationnels d'un mauvais rendement pour qu'un problème soit résolu. Ces employés ont parfois suffisamment d'expérience pour comprendre les raisons de la hausse de la consommation d'énergie et prendre les mesures qui s'imposent. Par contre, il se peut qu'ils n'aient pas l'expérience ou le temps nécessaire pour effectuer une analyse.
Si la prise de décisions est difficile lorsque surviennent les problèmes, il faut envisager d'incorporer au SIGE des systèmes de soutien au processus décisionnel. Ces systèmes, qui fournissent des renseignements complémentaires, peuvent se présenter sous plusieurs formes, des manuels aux tableaux en passant par les systèmes informatisés évolués.
- Système efficace de rapports sur le rendement
En plus de signaler les problèmes au personnel opérationnel, le SIGE devrait également établir des rapports à l'intention de la direction, des cadres, des ingénieurs et d'autres membres clés du personnel, afin de s'assurer que les ressources, le niveau d'engagement et le savoir-faire appropriés sont mis au service de l'efficacité énergétique. Faire en sorte que les personnes responsables du rendement prennent des mesures efficaces est une dimension clé du processus de gestion.
- Vérification des activités antérieures
En plus de fournir de l'information continue sur le rendement énergétique actuel des

procédés et du matériel, le SIGE peut servir à analyser des rendements antérieurs. Il faut alors y associer une base de données portant sur la consommation d'énergie antérieure et les facteurs déterminants. Grâce aux techniques modernes d'analyse de données, elles permettent :

- d'effectuer une vérification des activités antérieures (compréhension de ce qui s'est produit);
- d'expliquer les écarts du rendement énergétique (causes des fluctuations de la consommation);
- de vérifier la consommation et les coûts de l'énergie (coût des opérations).

Grâce à cette analyse, les ingénieurs et les gestionnaires apprennent à mieux connaître ce qu'est l'efficacité énergétique et à prendre de meilleures décisions

➤ Détermination et justification des projets énergétiques

Un SIGE peut servir de premier outil pour déterminer et justifier les projets visant l'efficacité énergétique. On peut décider d'améliorations à apporter aux opérations et déterminer les réglages en se fondant sur des données d'exploitation historiques analysées au moyen de méthodes avancées

➤ Preuves de réussite

Le SIGE doit clairement montrer si les mesures prises pour réduire la consommation et les coûts d'énergie ont été efficaces (ou non). On peut ainsi démontrer le bien-fondé d'un investissement continu dans les systèmes, confirmer les décisions ayant conduit à des économies d'énergie, prouver que les améliorations sont réelles et satisfaire aux besoins de déclarations réglementaires ou volontaires.

➤ Soutien à la budgétisation énergétique et à la comptabilité de gestion

Les renseignements provenant d'un SIGE servent lors de l'établissement du budget. Les relations historiques entre la production et la consommation énergétique, de pair avec les estimations de la production, servent à prévoir la consommation future d'énergie.

Le SIGE répartit également la consommation et les coûts énergétiques par produit, procédé ou service pour :

- améliorer la comptabilité de gestion;
- déterminer le coût énergétique réel, comme celui de la fabrication de certains produits;
- comprendre l'incidence des volumes de production sur le coût de l'énergie par tonne

de produit.

- Données sur l'énergie à d'autres systèmes

Le SIGE peut également fournir des données et des modèles concernant l'énergie à d'autres systèmes comme ceux de la planification de la production et d'ordonnancement, de l'étude de la consommation d'énergie, de la planification des ressources, d'information de gestion, de gestion intégrée et de rapports sur l'environnement. (Hooke et *al*, 2004.)

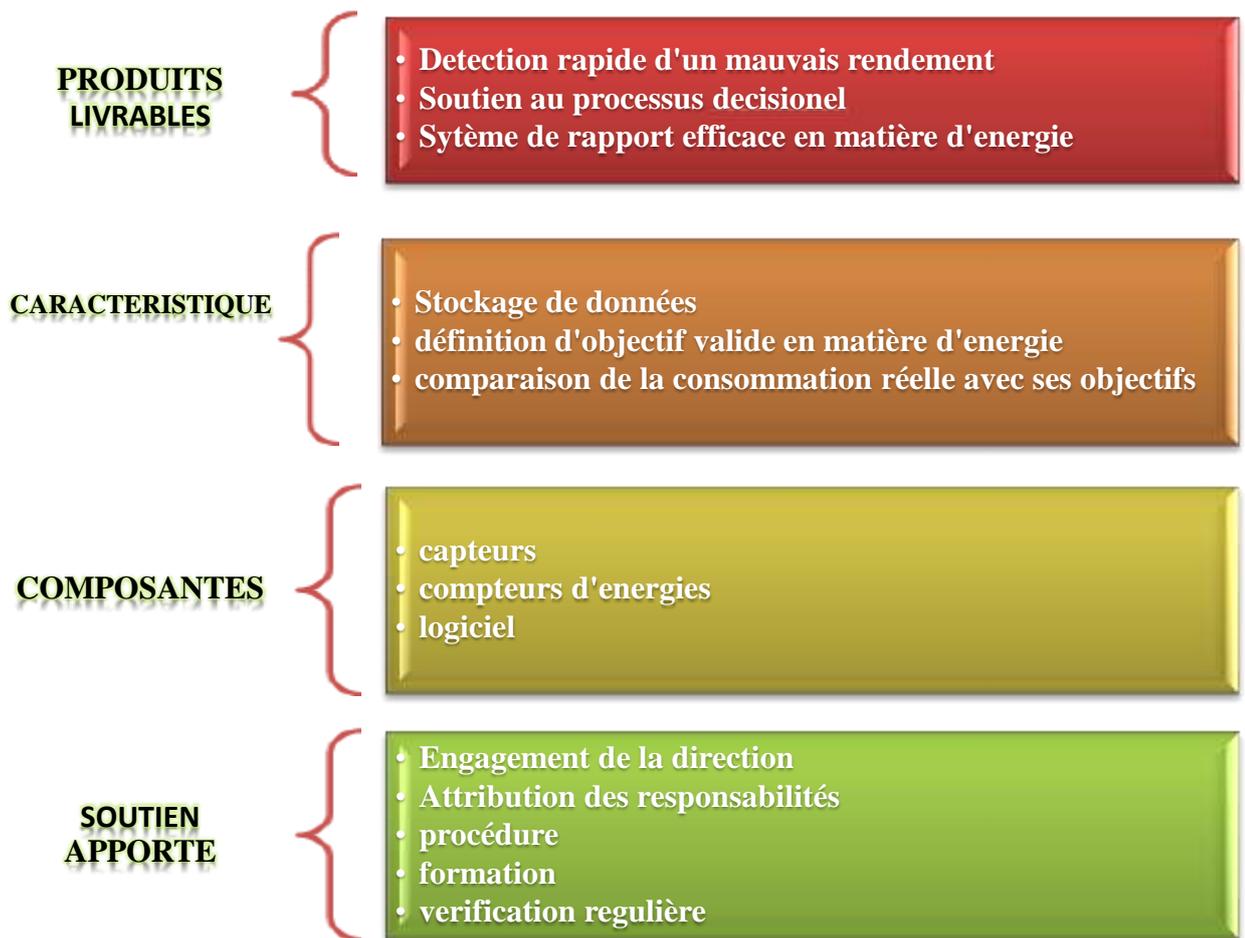


Figure 8 : aperçu d'un SIGE

V.III. Mise en place d'un SIGE à la SOMITA

La mise en place d'un Système d'Information et de Gestion de l'Energie à SOMITA va passer par trois niveaux d'implications à savoir, la direction, la cellule de gestion de l'énergie, et le personnel :

V.III.1 Direction

La direction devra s'impliquer à travers la fixation d'objectifs en matière de gestion d'énergie et de réduction des émissions de GES, sans ces objectifs le SIGE n'aura pas de sens. La mise en place d'une cellule de gestion de l'énergie, et la fourniture de ressources nécessaires au bon fonctionnement de SIGE.

V.III.2 Cellule de gestion de l'énergie

Elle sera chargée de la collecte de données à travers les compteurs et les capteurs d'énergie (électricité, gaz, vapeurs, hydrocarbure). Le stockage et l'analyse de ces données permettront de prévoir, de remédier à toutes consommations inutiles d'énergie, à toute perte d'énergie à travers la comparaison des données récentes avec les données antérieures. La fourniture d'un système de rapport qui va être d'un soutien au processus décisionnel pour la direction, la sensibilisation et la diffusion d'information à l'endroit de tout le personnel.

V.III.3 Personnel

Le personnel est un maillon essentiel d'un système de gestion de l'énergie, car chacun à son niveau peut détecter un mauvais fonctionnement, la signalisation rapide permet la mise en œuvre rapide des solutions évitant ainsi les pertes d'énergies, tout ceci à condition que le personnel soit sensibilisé sur le bien-fondé d'un SIGE, la formation de ces derniers sera nécessaire si jamais de nouveaux procédés sont adoptés.

La mise en place d'un SIGE dans une entreprise permet la réduction de la consommation d'énergie d'au moins 5%, entraînant ainsi une réduction des émissions de GES de 5 % (Hooke et al, 2004.). A la SOMITA il permettra d'atteindre une réduction 2563.5 TeqCO₂ hors mis les processus naturels de séquestration du carbone au niveau du site.

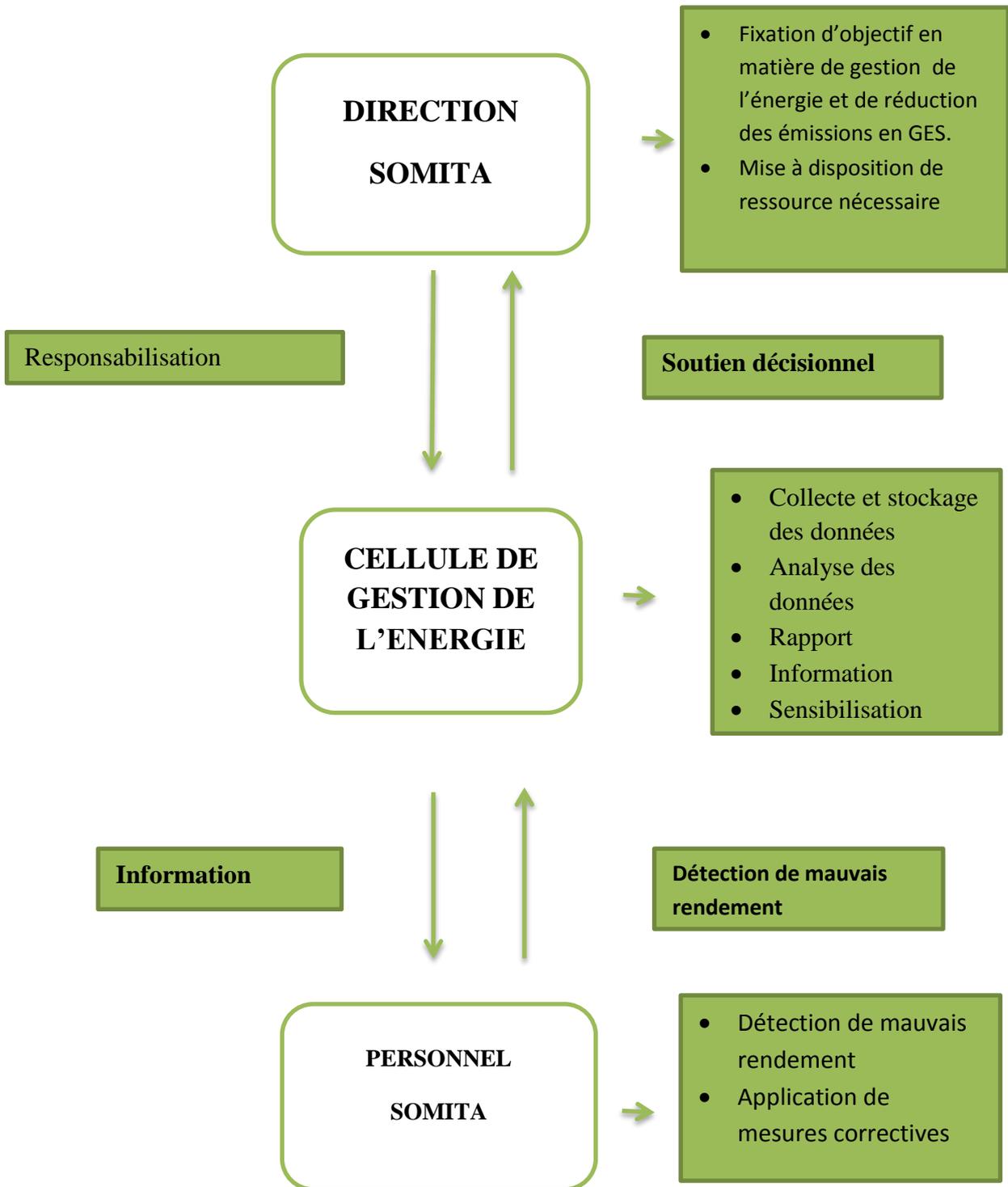


Figure 9 : Niveau d'implication des parties, a un SIGE à la SOMITA

CONCLUSION

La comptabilisation des émissions de GES d'une entreprise doit être systématique, pour voir l'impact de ses activités sur l'environnement. Cette comptabilisation doit être suivie de mesures de réduction des émissions. Quoique les pays africains ne soient pas soumis à une contrainte de réduction des émissions de GES, ils sont tout de même les plus vulnérables aux effets du changement climatique. Il serait judicieux d'adopter des politiques nationales énergétiques, en vue d'une stabilisation des émissions de GES.

La comptabilisation des émissions de GES de la SOMITA a concerné le secteur énergétique notamment les émissions dues à la centrale électrique, au transport et à l'utilisation de divers gaz frigorigènes sur le site d'exploitation de la mine de Taparko. Il ressort de cette évaluation que :

- les émissions de GES du poste énergie représentent 82% des émissions de la mine, due essentiellement à la consommation d'hydrocarbure, par les groupes électrogènes ;
- suivi par le poste transport où les émissions de GES représentent 15% liées à l'activité d'excavation, de transport du minerai et le transport des employés sur le site ;
- enfin les émissions fugitives dues aux gaz frigorigènes sont négligeables car ne représentant que 3% des émissions de la mines, même si leur PRG de ces gaz est très élevé.

La réduction des émissions de GES à la SOMITA sans impacter sur la production d'or passe nécessairement par la mise en place d'un Système d'Information et de Gestion de l'Energie, ainsi l'objectif de réduction proposé dans le SIGE, 5% des émissions de GES pourra être atteint, soit environ 2589 TeqCO₂.

Bibliographie

- ADEME (2010) Bilan carbone® « entreprises » et « collectivités »-guide méthodologique version 6-objectifs et principes de comptabilisation.
- Ahmed Y. ABDULLAH, (2010). Carte d'Identité de Carbone. Guide: méthodologie et utilisation. 38pp
- Beauzamy. B, (2005) Bilan carbone : erreurs méthodologique fondamentale, société de calcul mathématique SA document de travail version 1.34 page-
- Canada. Environment Canada, & Canada. Greenhouse Gas Division. (2007). National inventory report 1990-2005 : greenhouse gas sources and sinks in Canada. Ottawa: Environnement Canada.643 pages
- Gouvernement du Burkina Faso, (2001) Communication nationale de l'inventaire des GES dans le cadre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques,
- Gueye.B, (2011) Evaluation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de la filière karité de l'entreprise Burkarina SARL au Burkina Faso, mémoire de master spécialisé, Institut Internationale de l'Eau et de l'Environnement (2iE) ,100 pages
- Hooke, J.H. et *al.*(2004). Systèmes d'information sur la gestion de l'énergie : pour une meilleure efficacité énergétique : guide à l'usage des gestionnaires, des ingénieurs et du personnel opérationnel. Ottawa: Publié par l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada].114 pages
- Pachauri. R.K et *al.*, (2008) Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Evolution du climat-GIEC, Changement climatique rapport de synthèse 2007 GIEC, Genève (suisse) ,114 pages.
- ROCHE, rapport (2003) Projet d'exploitation aurifère Taparko/Bouroum, Etude de faisabilité environnementale,
- R.T. Watson et *al.*, (2002) Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Evolution du climat-GIEC. Bilan (2001) des changements climatiques : Rapport de synthèse GIEC, Genève (Suisse), 184 pages.
- Sciama.Y, (2005) changement climatique et agriculture *in* Le changement climatique une nouvelle ère sur la terre. Larousse.P56-59

Références réglementaires

- Organisations des Nations Unies. Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Convention Climat, mars 1994
- Organisations des Nations Unies. Protocole de Kyoto (PK), février 2005

ANNEXE

Annexe 1 : GLOSSAIRE	43
Annexe 2 : Annexe A Protocole de Kyoto	46
Annexe 3. Annexe B Protocole de Kyoto	48
Annexe 4 : Flotte équipement de la mine de Taparko.....	50
Annexe 5 : Présentation de la structure d'accueil (BUNEE)	52
Annexe 6 : Termes de références de sujet de mémoire de fin de formation M2	55
Annexe7 : Extrait des fiches d'enquête.....	56
Annexe 8 : Interface CIC	58
Annexe 9 : Panorama photographique de quelques équipements de la SOMITA	59
Annexe 10 : Regroupement des équipements mobiles.....	61
Annexe 11: facteurs de conversion	62
Annexe 12 : Personnes ressource.....	67

Annexe 1 : GLOSSAIRE

Effet de serre : L'effet de serre est un phénomène naturel et vital, sans lequel la température moyenne à la surface de la terre serait d'environ -18°C au lieu d'environ $+15^{\circ}\text{C}$. Les rayonnements solaires traversent l'atmosphère ; une partie est réfractée mais la majorité est absorbée par la surface terrestre. Cette énergie est restituée par le sol sous forme de rayons infrarouges, dont une partie est absorbée et réémise par les gaz à effet de serre, réchauffant ainsi la surface de la planète (itinéraire n°24).

Gaz à effet de serre : un "gaz à effet de serre" est tout simplement un gaz présent dans l'atmosphère terrestre et qui intercepte les infrarouges émis par la surface terrestre participant ainsi à effet de serre (GES). L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est à l'origine du réchauffement climatique.

Equivalent carbone ou CO_2 : De nombreux gaz peuvent augmenter l'effet de serre, et ont une puissance et une durée de vie différente ; l'équivalent carbone est donc l'étalon qui vise à mettre sur le même plan tous les gaz à effet de serre à l'exception de la vapeur d'eau, du CO_2 organique et de l'ozone.

Pouvoir Réchauffement Global (PRG) : Afin de pouvoir faire des comparaisons (ce qui est essentiel pour pouvoir faire des plans d'action, car tant que l'on ne sait pas si il est préférable d'éviter l'émission de 1 kg de CO_2 ou de 1 kg de méthane, il est difficile d'établir des priorités, et donc de choisir), il est possible de calculer, pour chacun des gaz à effet de serre, un "pouvoir de réchauffement global" (en abrégé PRG, et en abrégé en anglais GWP, pour Global Warming Potential), qui permet de savoir de combien on augmente l'effet de serre lorsque l'on émet un kg du gaz considéré.

Facteurs d'émission : Les chiffres qui permettent de convertir les données observables dans l'entité en émissions de gaz à effet de serre, exprimées en équivalent carbone.

Marché obligatoire et volontaire de carbone : Le premier marché est utilisé par les entreprises et les gouvernements qui, conformément à la loi, doivent respecter des quotas d'émission de GES. Il est réglementé par des systèmes obligatoires nationaux, régionaux ou internationaux de réduction des émissions. Le second marché permet d'échanger des crédits carbones volontairement

Dioxyde de carbone (CO₂)

Le CO₂ est un gaz incombustible, incolore, inodore et présent à l'état naturel qui est formé durant la respiration, la combustion, la décomposition de substances organiques et la réaction entre des acides et des carbonates. Il est présent dans l'atmosphère terrestre à de faibles concentrations et agit en tant que gaz à effet de serre

Méthane (CH₄)

Le CH₄ est un gaz incolore, inodore et inflammable se présentant sous la forme du plus simple hydrocarbure. Le CH₄ est présent dans l'atmosphère terrestre à de faibles concentrations et il agit en tant que gaz à effet de serre. Le CH₄, habituellement sous forme de gaz naturel, est utilisé comme matière première agricole dans l'industrie chimique (p. ex., production d'hydrogène et de méthanol) et comme carburant à différentes fins (p. ex., chauffages des maisons et utilisation des véhicules). Le CH₄ est produit à l'état naturel durant la décomposition des végétaux et de la matière organique en l'absence d'oxygène, et il est libéré par les terres humides (incluant les rizières) ainsi que par le processus digestif de certains insectes et ruminants comme les termites, les moutons et les bovins. Le CH₄ est également libéré à partir de procédés industriels, de l'extraction de combustibles fossiles, des mines de charbon, de la combustion incomplète de combustibles fossiles et de la décomposition des déchets dans les sites d'enfouissement.

Hydrofluorocarbures (HFC)

Les HFC forment une classe de composés chimiques d'origine humaine qui contiennent seulement du fluor, du carbone et de l'hydrogène, et ces composés sont de puissants gaz à effet de serre. Puisque les HFC n'appauvrissent pas la couche d'ozone, ils sont souvent utilisés pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) telles que les chlorofluorocarbones (CFC), les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) et les halons dans diverses applications comme la réfrigération, l'extinction des incendies, la fabrication de semi-conducteurs et le gonflement de la mousse.

Hexafluorure de soufre (SF₆)

Le SF₆ est un gaz synthétique incolore, inodore et non toxique (sauf s'il est exposé à des températures extrêmes), et il agit en tant que gaz à effet de serre en raison de sa très grande capacité de rétention de la chaleur. Le SF₆ est principalement utilisé au sein de l'industrie de l'électricité en tant que gaz isolant pour les équipements à haute tension. Il est aussi utilisé comme gaz de couverture dans l'industrie du magnésium pour prévenir l'oxydation

(combustion) du magnésium en fusion. En plus petites quantités, le SF₆ est utilisé dans l'industrie des produits électroniques pour la fabrication de semi-conducteurs, et il peut aussi être utilisé comme gaz traceur au cours d'études sur la dispersion des gaz dans des installations industrielles et des laboratoires.

Oxyde de diazote (N₂O)

Le N₂O est un gaz incolore, ininflammable et plus lourd que l'air qui dégage une odeur sucrée. Utilisé en tant que produit anesthésique en dentisterie et en chirurgie et en tant qu'agent propulseur dans les aérosols, le N₂O est le plus souvent produit en chauffant le nitrate d'ammonium (NH₄NO₃). Il est également libéré naturellement par les océans, par des bactéries présentes dans le sol et par des déchets d'origine animale. Les autres sources d'émission de N₂O comprennent la production industrielle de nylon et d'acide nitrique, la combustion de combustibles fossiles et de biomasse, les pratiques de travail du sol et l'utilisation d'engrais commerciaux et organiques.

Perfluorocarbones (PFC)

Les PFC forment une classe de substances chimiques d'origine humaine composés uniquement de carbone et de fluor. Ces puissants gaz à effet de serre ont été introduits en vue de remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone, telles que chlorofluorocarbones (CFC) qui entrent dans la fabrication des semi-conducteurs. Les PFC sont aussi utilisés comme solvants au sein de l'industrie des produits électroniques et comme frigorigène dans certains systèmes de réfrigération spécialisés. En plus d'être libérés durant leur consommation, ils sont émis en tant que sous-produit durant la production d'aluminium.

Annexe 2 : Annexe A Protocole de Kyoto

Gaz à effet de serre

Dioxyde de carbone (CO₂)

Méthane (CH₄)

Oxyde nitreux (N₂O)

Hydrofluorocarbone (HFC)

Hydrocarbures perfluorés (PFC)

Hexafluorure de soufre (SF₆)

Secteurs/catégories de sources

Énergie

Combustion de combustibles

 Secteur de l'énergie

 Industries manufacturières et construction

 Transport

 Autres secteurs

 Autres

Émissions fugitives imputables aux combustibles

 Combustibles solides

 Pétrole et gaz naturel

 Autres

Procédés industriels

Produits minéraux

Industrie chimique

Production de métal

Autre production

Production d'hydrocarbures halogénés et d'hexafluorure de soufre

Consommation d'hydrocarbures halogénés et d'hexafluorure de soufre

Autres

Utilisation de solvants et d'autres produits

Agriculture

Fermentation entérique

Gestion du fumier

Riziculture

Sols agricoles

Brûlage dirigé de la savane

Incinération sur place de déchets agricoles

Autres

Déchets

Mise en décharge de déchets solides

Traitement des eaux usées

Incinération des déchets

Autres

Annexe 3. Annexe B Protocole de Kyoto

**Partie engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions
(en pourcentage des émissions de l'année ou de la période de référence)**

Allemagne	92
Australie	108
Autriche	92
Belgique	92
Bulgarie**	92
Canada	94
Communauté européenne	92
Croatie*	95
Danemark	92
Espagne	92
Estonie*	92
États-Unis d'Amérique	93
Fédération de Russie*	100
Finlande	92
France	92
Grèce	92
Hongrie*	94
Irlande	92
Islande	110
Italie	92
Japon	94
Lettonie*	92
Liechtenstein	92
Lituanie*	92
Luxembourg	92
Monaco	92
Norvège	101
Nouvelle-Zélande	100
Pays-Bas	92

Pologne* 94

Portugal 92

République tchèque* 92

Roumanie* 92

Royaume-Uni de Grande-Bretagne

et d'Irlande du Nord 92

Slovaquie* 92

Slovénie* 92

Suède 92

Suisse 92

Ukraine* 100

* Pays en transition vers une économie de marché.

Annexe 4 : Flotte équipement de la mine de Taparko

Flotte équipement SOMITA				
No équipement	Type	Carburant	conso/mois(l)	conso/an(l)
4601	Boomtruck	Gasoil	808	9696
5003	FUEL TRUCK	Gasoil	269283	3231396
6012	AMBULANCE	Gasoil	0	0
6202	PICK-UP 1Ton	Gasoil	564	6768
6102	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	146	1752
6204	PICK-UP 1Ton	Gasoil	503	6036
6205	PICK-UP 1Ton	Gasoil	921	11052
6106	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	500	6000
6001	BUS	Gasoil	408	4896
6108	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	355	4260
6101	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	540	6480
6206	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	67	804
6207	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	70	840
6208	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	185	2220
6209	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	121	1452
6210	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	201	2412
6211	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	129	1548
6212	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	290	3480
6213	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	151	1812
6214	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	140	1680
6215	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	118	1416
6216	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	191	2292
6217	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2	Gasoil	136	1632
6114	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	1203	14436
6115	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	129	1548
6116	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	824	9888
6117	TRUCK 4WD HARD TOP	Gasoil	188	2256
6110	LAND CRUISER	Gasoil	1004	12048
6218	MITSUBISHI PICK-UP L.200 4*4	Gasoil	0	0
6219	MITSUBISHI PICK-UP L.200 4*4	Gasoil	370	4440
6220	MITSUBISHI PICK-UP L.200	Gasoil	508	6096

**Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko
au Burkina Faso**

	4*4			
6221	4*4	MITSUBISHI PICK-UP L.200		
			Gasoil	350
				4200
3201		GRADER	Gasoil	0
				0
4904		CAMION TRACTEUR	Gasoil	300
				3600
6002		BUS BLUE BIRD	Gasoil	994
				11928
6003		BUS BLUE BIRD	Gasoil	2452
				29424
6004		BUS BLUE BIRD	Gasoil	305
				3660
6005		BUS BLUE BIRD	Gasoil	1761
				21132
6006		BUS BLUE BIRD	Gasoil	1269
				15228
6007		BUS BLUE BIRD	Gasoil	0
				0
5004		TRUCK FREIGHTLINER	Gasoil	451
				5412
5005		TRUCK FREIGHTLINER	Gasoil	880
				10560

TOTAL	288815	3465780
--------------	---------------	----------------

Flotte source d'énergie			
Equipements	Types de carburant	Consommation/mois (litres)	Consommation/an (litres)
Groupe CAT 3516 B 2500KVA	Gasoil	10 000	120 000
Groupe CAT 3516 B 2500KVA	Gasoil	10 000	120 000
Groupe MAK 6 CM 32 C 3300 KVA	HFO	20 000	240 000
Groupe MAK 6 CM 32 C 3300 KVA	HFO	20 000	240 000

Emissions fugitives		
Types de gaz	Consommation/mois (kg)	Consommation/mois (kg)
R134A	1*	4
R12	13.5	162
R22	13.5	162
R404	13.5	162
R407	13.5	162
R410	13.5	162
1* = 1kg tous les trois mois		

Annexe 5 : Présentation de la structure d'accueil (BUNEE)

1. Dispositions générales

Le Bureau National des Evaluations Environnementales et de Gestion des Déchets Spéciaux (BUNED) est une structure technique du ministère, il est né de l'application des articles 24 et 49 du décret n°2008-822/PRES/PM /MECV du 22 décembre 2008 portant organisation du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie ;.

2. Missions et attributions

Le BUNED a pour mission la coordination de la mise en œuvre et du suivi de la politique nationale en matière d'évaluation environnementale, d'inspection environnementale et de la gestion des déchets spéciaux. A ce titre il est chargé entre autres :

- ✓ de la mise en œuvre des stratégies nationales en matière d'évaluation environnementale et inspection environnementale ;
- ✓ de la promotion de la pratique des évaluations environnementales en collaboration avec les autres Structures du ministère ;
- ✓ du suivi et de la surveillance environnemental des projets et programmes ayant fait l'objet d'évaluation environnementale ;
- ✓ L'organisation et la conduite des inspections environnementales sur tout le territoire national ;
- ✓ de la définition des procédures d'inspection environnementale ;
- ✓ de l'élaboration et de la mise en œuvre du plan national de gestion des déchets spéciaux.

3. Organisation et fonctionnement du BUNED

Le Bureau National des évaluations Environnementales et de Gestion des Déchets Spéciaux est placé sous l'autorité d'un Directeur Général(DG) nommé par décret pris en conseil des ministres. Il relève du Secrétariat Général. Le DG a sous son autorité l'ensemble du personnel du BUNED dont il propose les affectations et les mutations et qu'il évalue dans les conditions règlementaires. Le DG assure l'animation, l'orientation, la coordination, le contrôle et l'évaluation des directions techniques.

Le BUNED comprend :

- un Secrétariat ;

- un Service Administratif et Financier (SAF) ;
- un Service des Archives et de la Documentation (SAD) ;
- une Direction des Evaluations Environnementales (D.Ev.E) ;
- une Direction des Inspections et des Audits Environnementaux (DIAE) ;
- une Direction de la Gestion des Déchets Spéciaux (DGesDS).

3.1. Direction des Evaluations Environnementales(D.Ev.E)

Cette direction est chargée entre autres de:

- la promotion de la pratique des évaluations environnementales en collaboration avec les autres structures du ministère ;
- l'élaboration et de la mise en œuvre de guides dans le domaine de l'évaluation environnementale notamment en matière d'étude ou de notice d'impact, d'audit environnemental et d'évaluations environnementales stratégiques ;
- la réalisation d'évaluation environnementale ;
- l'élaboration et/ou de la validation des termes de références des évaluations environnementales ;
- etc.

Cette direction se compose de deux(02) autres services que sont le service des études environnementales(SEE) et le service de suivi de la mise en œuvre des Plans de Gestion Environnementale et Sociale(PGES).

3.2. Direction des Inspections et des Audits Environnementaux(DIAE)

La DIAE est assignée le rôle suivant :

- l'élaboration, la diffusion et la mise en œuvre de guides dans le domaine des audits environnementaux ;
- l'organisation des opérations d'inspection environnementale sur tout le territoire national ;
- de la réalisation d'audit et de bilan dans le domaine environnemental ;
- du contrôle du respect de la réglementation dans le domaine des audits et des inspections environnementaux ;
- etc.

La direction des inspections et des audits environnementaux comprend à l'image des deux précédentes, deux services à savoir celui chargé des opérations d'inspections environnementales(SOIE) et celui des audits environnementaux(SAE).

C'est au niveau de ce dernier que nous avons effectué notre stage, il est chargé de :

- la promotion de la pratique des audits et des bilans dans le domaine environnemental ;
- la réalisation d'audit et de bilan dans le domaine environnemental ;
- l'appui conseil aux promoteurs souhaitant aller à la certification environnementale ;
- le suivi des recommandations contenues dans les rapports des audits environnementaux ; etc.

Annexe 6 : Termes de références de sujet de mémoire de fin de formation M2

Thème : Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre d'une mine d'or du Burkina

Structure d'accueil : Bureau National des Evaluations Environnementales (BUNEE)

Localisation : Ouagadougou

Durée : 3 mois au moins

Période : dès février 2012

Conditions : stage non rémunéré

Contexte /problématique:

Dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux liés à l'activité minière le Bureau National des Evaluations Environnementales (BUNEE) a voulu se pencher sur un aspect des impacts environnementaux liés à l'activité minière, l'émission des gaz à effet de serre.

En effet le secteur minier au Burkina Faso est en pleine croissance. En 2008, le gouvernement prévoyait des revenus fiscaux annuels de plus de 100 milliards de francs CFA à partir de 2010 avec une extraction de 10 tonnes d'or par an. Bien que l'industrie de l'or soit souvent présentée comme un "premier investissement étranger" ayant des retombées positives dans de nombreux pays en développement, il est clair que certaines de ces pratiques ont des retombées négatives pour l'environnement.

En effet la consommation d'énergie dans le secteur minier au Burkina repose essentiellement sur les énergies fossiles, d'où une production importante de gaz à effet de serre. Comment concilier la production minière et la préservation de la nature à travers la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre ? D'où la présente étude qui vise comme :

Objectif global :

L'objectif global de l'étude est de quantifier l'émission de GES de la mine, en vue d'une optimisation de ces émissions liées aux activités de la mine.

Objectifs spécifiques

- D'hiérarchiser le poids de ces émissions en fonction des postes d'émissions
- Mettre en place une stratégie de réduction des gaz à effet de serre

Résultats attendus :

- Lancer un plan d'action de réduction des gaz à effet de serre.
- Inclure un objectif de réduction dans un système de management environnementale.

Annexe7 : Extrait des fiches d'enquête

FICHE D'ENQUÊTE	
Nom	
Premons	
Fonction	
Année de reference	2011

POSTE ENERGIE					
equipements	nombres	type de carburant	conso* journalière	conso mensuelle	conso annuelle

POSTE ENERGIE					
equipements	nombres	type de carburant	conso* journalière	conso mensuelle	conso annuelle

Equipement: groupe electrogène
type de carburant:HFO,LFO*****
consommation en(l/jour; l/mois;l/an)

POSTE TRANSPORT

Equipements	nombre	type de carburant	conso jour	conso mensuelle	conso annuelle
pick up					
bus					
dumper					
camions					

type de carburant: essence,gazoil,hfo,lfo,,,,,,,,,,,,,

nombre: nombre en activité

EMISSION FUGITIVE

Bouteille	poids	nombres utilisé jour	mois	année
R134A				
R404A				
R407C				
R22				
R410A				

les fugitives cocernents les gaz frigorigiques

poids en Kg

Annexe 9 : Panorama photographique de quelques équipements de la SOMITA
Groupe MAK 6 CM 32 C 3300 KVA



K.H.M

Groupe CAT 3516 B 2500KVA



K.H.M

MITSUBISHI PICK-UP L.200 4*4



Bouteille de gaz frigorifique



Annexe 10 : Regroupement des équipements mobiles

Type d'engins	Consommation gasoil (litres)	Composition	
		nombre	Model
Engin légers	118848 l	(03)	PICK-UP 1Ton
		(08)	TRUCK 4WD HARD TOP
		(12)	TOYOTA HILUX PICK UP 4*2
		(01)	LAND CRUISER
		(04)	MITSUBISHI PICK-UP L.200 4*4
Engin lourds	3346932 l	(01)	Boomtruck
		(01)	FUEL TRUCK
		(01)	BUS
		(01)	CAMION TRACTEUR
		(06)	BUS BLUE BIRD
		(02)	TRUCK FREIGHTLINER

**Stratégie d'optimisation des émissions de gaz à effet de serre de la mine d'or de Taparko
au Burkina Faso**

Annexe 11: facteurs de conversion

Energy		
Measurement	equivalent	Units
1 gigajoule (GJ)	947817,00	BTU
1 GJ***	0,947817	Mmbtu
1 GJ**	277,8	kWh (kilowatt hour)
1 megawatt hour = 1 MWhr (calculated based on the above)	3,6	GJ
1 million Btu/hr****	292,9	kWh
1 kWh electricity = 3.6 MJ = 0.0036 GJ		
1 m3 heavy fuel oil	41,73	GJ
1 m3 light fuel oil	38,68	GJ
1 m3 light crude oil	38,51	GJ
1 m3 heavy crude oil	40,9	GJ
1 m3 diesel	38,68	GJ
1 m3 motor gasoline	34,66	GJ
1 m3 aviation gasoline	33,62	GJ
1 m3 aviation turbo	35,93	GJ
1 m3 propane	25,53	GJ
1 m3 butane	28,62	GJ
1 m3 natural gas	0,03723	GJ
1 m3 naphtha***	35,17	GJ
1 tonne coal (anthracite)***	27,7	GJ
1 tonne Canadian bituminous coal****		
NF, PEI. and NS	28,96	GJ
NB	26,8	GJ
QC.	28,9	GJ
MB	26,02	GJ
ON, SK, AB	25,43	GJ
BC	26,02	GJ
Yukon, N.W.T.	25,43	GJ
1 tonne imported bituminous coal***	29,82	GJ
1 tonne coal coke***	28,83	GJ
1 tonne wood***	18	GJ

Annexe 12 : Personnes ressource

➤ **BUNEE**

Monsieur Cheik Dramane SAVADOGO

Ingénieur ès Sciences Environnementales

Biochimiste- Microbiologiste-Toxicologue ;

Formateur Ecole Nationale des Eaux et Forêt (ENEF)

Tel: 226 70581645

➤ **2iE**

Madame Victoire Sylvie NGANOAH

Ingénieur de Recherche

UTER ISM/TECHNOPOLE

Tel : (226) 70057282

➤ **SOMITA**

Monsieur BAMBIO

Service Environnement

Tel : (226)70531793