



**EVALUATION DES GAZ A EFFET DE SERRE DU PROJET
D'AMELIORATION DE LA ROCADE SUD-EST DU
BOULEVARD DES TANSOBA A OUAGADOUGOU**

**DE
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT**

**SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ENVIRONNEMENT ET DES AMENAGEMENTS
HYDRO-AGRICOLES**

**DIRECTEUR DE MEMOIRE : M. FACIA Giraude Filde ADEOSSI, RESPONSABLE RSE ET
SAUVEGARDE ENVIRONNEMENTAL 2iE**

MAITRE DE STAGE : M. Harouna SAWADOGO, RESPONSABLE QHSE PAYS SOGEA SATOM

Présenté et soutenu publiquement le 23 juillet 2021 par

HAMIDOU HAROUNA SALEY AIDA N° 20150120

Jury d'évaluation:

Président: DR S.K SOSSOU

Examineur : DR Boukary SAWADOGO

PROMOTION [2015/2016]

DEDICACE

Je dédié ce document à MON PERE et à MA MERE pour ces années de sacrifice. Ils m'ont apporté un grand soutien tout ou long de mon cursus universitaire et ont cru en moi.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord mes sincères remerciements à M. **ROBBIN TESTO-FFERY** pour m'avoir permis d'effectuer mon stage dans son entreprise et tous le personnel de SOGEA SATOM notamment ceux de l'agence pour leur accueil et leur gentillesse. Merci tout particulièrement à l'équipe dynamique de la Rocade Sud-Est pour l'accueil chaleureux au sein de ce projet.

Ce mémoire a vu le jour grâce à de nombreuses personnes qui m'ont apporté leur aide, notamment les examinateurs qui ont voulu accepter de juger ce travail, malgré leurs multiples occupations :

- L'encadreur pédagogique **M. Facia Giraude Filde ADEOSSI** qui s'est toujours montré très disponible tout au long de l'élaboration de ce mémoire ;
- Les encadreurs professionnels **M. Harouna SAWADOGO** et **Mme Elola MAMATA** pour leurs précieux conseils et aides lors des difficultés que nous avons vécues durant la réalisation du présent travail ;
- Les enseignants de 2IE qui sont intervenu dans ma formation et durant mon mémoire ;
- Enfin, je n'oublierai pas ma famille pour leurs soutiens tant physiques que matériels, et leurs encouragements, pour la réalisation de ce mémoire, comme en toute circonstance. Et à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire, Merci !

Aux amis, qui, de près ou de loin sont toujours d'un grand soutien. Merci à eux!

RESUME

Le changement climatique figure parmi les principaux problèmes auxquels doit faire face l'humanité. La modification de la composition de l'atmosphère par les émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines ainsi que des variations naturelles pouvant s'y superposer, nécessitent la mise en œuvre de mesures de réduction des émissions, d'atténuation des impacts et d'adaptation.

Cette étude a pour but d'appliquer la méthode bilan carbone de l'ADEME pour évaluer le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) attribuables au projet d'amélioration de la Rode Sud-Est réalisé par SOGEA SATOM Burkina. La quantification se fera en tenant compte des différentes sections à savoir : le génie-civil ; le terrassement ; la centrale à béton et à enrober ; la mécanique et la base technique. Après avoir identifié les différents postes d'émissions de GES de chaque section, les données d'activités ont été obtenue à travers des documents disponibles ; des entretiens ; des enquêtes sur la base technique et sur le chantier. Nous avons ensuite déterminé les facteurs d'émissions associés aux sources identifiées en se référant à la base carbone. Ainsi le bilan annuel de GES sur l'année 2019-2020 du projet est estimé à **22859,752 Teq de CO₂**. Il ressort que les trois (3) principales sections émettant sont : la centrale à enrober et à béton (44,084%) dues aux activités entrant dans la production du béton et de l'enrober ; les travaux du terrassement (27,118%) et le génie civil (16,575%) compte tenue de la consommation en hydrocarbure de leurs engins et du transport des matériaux. Au vu des résultats obtenus, des fiches pratiques ont été mis en place pour la réduction des émissions.

Mots clés :

-
1. **Gaz à effet de serre**
 2. **Bilan carbone**
 3. **Facteurs d'émissions**
 4. **Fiche de réduction**
 5. **SOGEA SATOM Burkina**

ABSTRACT

Climate change is one of the main challenges facing humanity. The modification of the composition of the atmosphere by greenhouse gas emissions generated by human activities as well as natural variations that may be superimposed on them, require the implementation of measures to reduce emissions and mitigate impacts and adaptation.

The purpose of this study is to apply the carbon balance method of ADEME to assess the balance of greenhouse gas (GHG) emissions attributable to the improvement project of the South-East bypass carried out by SOGEA SATOM Burkina. The quantification will be done taking into account the different sections namely: Civil Engineering; earthworks the concrete and mix plant; mechanics and technical basis. After identifying the different GHG emission positions in each section, activity data was obtained through available documents; interviews ; surveys on the technical basis and on the site. We then determined the emission factors associated with the identified sources by referring to the carbon base. Thus, the annual GHG assessment for the year 2019-2020 of the project is estimated at 22,648,252 Teq of CO₂. It appears that the three (3) main emitting sections are: the asphalt and concrete plant (44.50%) due to the activities involved in the production of concrete and asphalt; earthworks (26.67%) and civil engineering (17.43%) taking into account the hydrocarbon consumption of their machinery and the transport of materials. In view of the results obtained, practical sheets have been put in place to reduce emissions.

Keywords:

- 1. Greenhouse gases**
- 2. Carbon footprint**
- 3. Emission factors**
- 4. Reduction card**
- 5. SOGEA SATOM Burkina**

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1: Représentation des branches d'activités SOGEA SATOM BURKINA | 16 |
| Figure 2: Plan de situation du projet de la Rcade Sud-Est (JICA,2019)..... | 17 |
| Figure 3: les conséquences du changement climatique..... | 19 |
| Figure 4:Emission annuelle des gaz à effet de serre par secteur | 19 |
| Figure 5: Schéma explicatif du phénomène naturel de l'effet de serre | 20 |
| Figure 6: Atténuation et adaption au changement climatique | 23 |
| Figure 7: Principales étapes de réalisation du bilan de Gaz à effet de serre (Bilan carbone,2018)33 | |
| Figure 8: Périmètre opérationnel..... | 36 |
| Figure 9:Groupe Electrogène (Hamidou,2020)..... | 39 |
| Figure 10:Motopompe (Hamidou,2020) | 39 |
| Figure 11:Climatiseurs (Hamidou,2020)..... | 41 |
| Figure 12:Moyen de déplacement et type de carburant utilisé pour le déplacement | 42 |
| Figure 13:Engins poids lourds Terrassement (Hamidou,2020) | 43 |
| Figure 14:Motopompe et Compresseur (Hamidou,2020) | 44 |
| Figure 15:Répartition des émissions de GES sur la base technique..... | 49 |
| Figure 16: Répartition des émissions GES pour la Mécanique..... | 50 |
| Figure 17:Répartition des émissions GES pour le Terrassement | 51 |
| Figure 18:Répartition des émissions GES pour le Génie-civil | 53 |
| Figure 19:Répartition des émissions GES Centrale à béton et centrale à émulsion..... | 54 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1:Potentiel de réchauffement planétaire des différents GES (GIEC, 2014)..... | 21 |
| Tableau 2: Comparaison des méthodes..... | 26 |
| Tableau 3:Organisation de la collecte de données..... | 29 |
| Tableau 4: Type de gaz frigorigène utilisée..... | 30 |
| Tableau 5:Postes signifiants associés aux émissions de Gaz à effet de serre du chantier de la RSE. | 37 |
| Tableau 6:Incertitude des données d'activités utilisées..... | 34 |
| Tableau 7:Facteurs d'émission utilisés..... | 38 |
| Tableau 8: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la base technique..... | 40 |
| Tableau 9: Facteurs d'émission utilisés pour les gaz frigorigènes..... | 41 |
| Tableau 10:Facteurs d'émission utilisés pour le déplacement domicile-travail..... | 42 |
| Tableau 11:FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la mécanique..... | 43 |
| Tableau 12: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES du terrassement..... | 44 |
| Tableau 13:FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES du génie civil..... | 45 |
| Tableau 14: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la centrale à béton et de la centrale à émulsion..... | 45 |
| Tableau 15: Quantité de Gaz utilisée pour les émissions fugitives..... | 47 |
| Tableau 16:Résultat des émissions de GES de la base technique..... | 48 |
| Tableau 17:Résultat des émissions de GES de la Mécanique..... | 49 |
| Tableau 18: Résultat des émissions de GES du terrassement..... | 51 |
| Tableau 19: Quantité de matériaux utilisés..... | 52 |
| Tableau 20:Résultat des émissions de GES du génie civil..... | 52 |
| Tableau 21: Résultat des émissions de GES de la centrale à béton et de la centrale à émulsion... | 54 |
| Tableau 22:Résultats des émissions GES par poste..... | 56 |

SIGLES ET ABREVIATIONS

| | |
|-----------------------|--|
| 2IE | : Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement |
| ADEME | : Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie |
| AIE | : L'Agence Internationale de l'Energie |
| CCNUCC | : Convention Cadre des Nation Unies sur les Changements Climatiques |
| CH₄ | : Méthane |
| CO₂ | : Dioxyde de carbone |
| DA | : Donnée d'activité |
| DCO | : Demande chimique en Oxygène |
| DNC | : Dai Nippon Construction |
| FE | : Facteurs d'Emission |
| GES | : Gaz à effet de serre |
| GC | : Génie-Civil |
| GIEC | : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat |
| HFC | : Hydrofluorocarbures |
| HFO | : Hydrofluoroléfines |
| HSE | : Hygiène Sécurité et Environnement |
| IDA | : Incertitude de la Donnée d'Activité |
| IFE | : Incertitude du Facteur d'Emission |
| OMM | : Organisation Météorologique Mondiale |
| PNUE | : le Programme des Nations Unies pour l'Environnement |

RSE : Rode Sud-Est

QSE : Qualité Sécurité et Environnement

Table des matières

| | |
|---|----|
| RESUME..... | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| LISTE DES FIGURES | 6 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 7 |
| SIGLES ET ABREVIATIONS | 8 |
| INTRODUCTION..... | 12 |
| CONTEXTE DE L’ETUDE..... | 13 |
| PROLEMATIQUE..... | 14 |
| OBJECTIF DE L’ETUDE | 14 |
| I. PRESENTATION DE LA STRUCUTRE D’ACCUEIL..... | 15 |
| II. PRESENTATION DU PROJET | 16 |
| CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE..... | 19 |
| I. Effet de serre et Gaz à effet de serre | 19 |
| II. Instruments juridique des Nations Unies sur le changement climatique | 23 |
| III. Cadre institutionnel et politique sur le changement climatique au Burkina Faso | 24 |
| IV. Outils de comptabilisation des GES | 25 |
| Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES | 27 |
| I. Matériels..... | 27 |
| II. Méthodes | 27 |
| 1. La recherche documentaire | 27 |
| 2. La collecte de données sur chantier et base technique..... | 27 |
| 3. Traitement des données..... | 31 |
| III. Démarche méthodologique pour la quantification des GES du chantier de la Rocade Sud-Est | 35 |

| | | |
|---|--|----|
| 1. | Sensibilisation | 35 |
| 2. | Périmètre de l'étude | 35 |
| 3. | Identification des postes d'émission du projet..... | 36 |
| Chapitre 4 : Résultats et discussions | | 38 |
| I. | Résultats | 38 |
| 1. | Base Technique | 39 |
| 2. | Mécanique | 42 |
| 3. | Terrassement | 43 |
| 4. | Génie civil | 44 |
| 5. | Centrale à béton et centrale à émulsion | 45 |
| II. | Interprétations des Résultats et Analyses | 47 |
| 1. | Emission de la base technique | 47 |
| 2. | Emission de la mécanique..... | 49 |
| 3. | Emission du terrassement | 50 |
| 4. | Emission du génie civil..... | 51 |
| 5. | Emission de Centrale à béton et centrale à émulsion..... | 53 |
| Chapitre 3 : Stratégie de réduction des GES | | 57 |
| I. | Choix de la stratégie | 57 |
| II. | Présentation de la stratégie | 57 |
| 1. | Principe | 57 |
| 2. | Analyse financière..... | 58 |
| Conclusion et Recommandation..... | | 65 |
| Bibliographie | | 66 |
| Annexe | | 68 |

INTRODUCTION

Les activités humaines surtout celles industrielles sont à l'origine de l'augmentation de l'effet de serre qui a pour conséquence une augmentation de la température à la surface du globe, synonyme d'importants changements climatiques. Les principales activités à savoir : le prélèvement des ressources, la fabrication de biens, le transport des biens et des personnes, l'agriculture et l'élevage, l'urbanisation, la production et consommation d'énergie sont cependant de manière directe ou indirecte à l'origine importante émission de gaz à effet de serre (GES), dites anthropiques qui modifient peu à peu la concentration de ces gaz dans l'atmosphère, accentuant ainsi l'effet de serre.

L'Afrique est un des continents les plus vulnérables face aux changements climatiques en raison d'une hausse drastique des températures et d'une capacité d'adaptation limitée. Le Burkina Faso fait partie des 178 pays ayant ratifiés la Convention Cadre Nation Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) (INDC, 2015). le Burkina Faso pays en voie développement il n'est soumis à aucune contrainte de réduction de ses émissions de GES. 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.

Le Burkina Faso est un pays enclavé située au cœur de l'Afrique de l'Ouest, avec une population de 20 487 979 habitants, et enregistrant un taux moyen de croissance annuelle de 4 % (INSD, 2019), Ouagadougou voit sa zone urbaine s'agrandir dans ce contexte de croissance démographique. Le projet de réhabilitation de la Rocade Sud-Est de Tansoba a vu le jour. Il est escompté que ce projet jouera aussi un rôle important dans l'intégration économique régionale (Afrique de l'ouest).

Dans le cadre du suivi environnemental du projet, les enjeux liés aux émissions des gaz à effet de serre doivent être évalués, d'où l'intérêt de notre étude qui dans un premier temps identifiera les postes d'émissions des différentes activités du projet et par la suite une quantification des émissions des gaz à effet de serre, et enfin nous proposerons des méthodes de réductions de ces émissions.

CONTEXTE DE L'ETUDE

Le continent africain contribue à l'une des plus grandes incertitudes du bilan global de dioxyde de carbone (CO₂), car très peu de mesures à long terme sont effectuées dans cette région. La contribution de l'Afrique au cycle mondial du carbone se caractérise par ses faibles émissions de combustibles fossiles, une population en croissance rapide, et un risque de dégradation et de déforestation pour les vastes écosystèmes de zones arides et de savane (SHANAHAN, 2014).

Face aux enjeux du changement climatique, nécessitant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'une part et l'adaptation de l'entreprise (SOGEA SATOM) d'autre part, Conformément à la politique QSE (Qualité Sécurité et Environnement), le respect de l'environnement reste un objectif permanent de SOGEA SATOM Burkina. Ainsi depuis 2008, l'entreprise a adopté une politique et une charte environnementale, pour répondre d'avantage aux exigences de ces normes internationales et pour une amélioration continue des performances environnementales.

Les activités menées par SOGEA SATOM Burkina sont essentiellement sur l'utilisation d'énergie, des engins et des matériels émettant une importante quantité de gaz à effet de serre. Toutefois en ce qui concerne ce projet pour la réalisation des travaux de l'aménagement de la Rcade, il (le projet) influencera le milieu biophysique lors des différentes phases du projet (la phase de travaux de préparation, de pose de canalisation etc.). En vue de répondre aux exigences du Programme des Actions Environnementales Annuel (PAEA 2020), nous déterminerons les quantités de gaz à effet de serre émises par les activités de SOGEA SATOM sur ce projet.

PROLEMATIQUE

Les émissions de gaz à effet de serre ont un effet sur le climat qu'elles soient naturelles ou anthropiques. La majorité des gaz à effet de serre proviennent à la fois des processus naturels et des activités anthropiques. Selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), les émissions provenant des activités anthropiques perturbent les processus naturels qui se produisent dans l'atmosphère et sont fort probablement la cause principale du réchauffement observé qui se produit depuis le milieu du XX^e siècle. À l'échelle mondiale, près de 80 % des émissions de GES de sources anthropiques proviennent de la combustion de combustibles fossiles et des procédés industriels. Parmi les activités particulières, l'on retrouve : la conduite de véhicules, la production d'électricité, le chauffage et la climatisation des bâtiments, l'utilisation d'appareils électroménagers et d'équipements, la production et le transport de biens et la prestation de services et de transport pour les collectivités.

Les pays africains, depuis un certain temps connaissent une forte industrialisation (avec augmentation du PIB de 4%) donc nécessairement une augmentation des quantités de GES émis (GIEC, 2007),

SOGEA SATOM (filiale de Vinci construction) installé dans plusieurs pays africains notamment au Burkina Faso, évolue dans le domaine du BTP et à cet effet, utilise plusieurs matériels et équipements émettant des gaz à effet de serre. Le parc matériel de SOGEA SATOM Burkina est composé de plus de 600 matériels roulant et non roulant (Engins, centrale à béton, centrale à émulsion, matériel de soudure, motopompe, groupes électrogènes etc.), l'utilisation de ce parc matériel contribue d'une manière ou d'une autre à la hausse de quantité de GES produite sur le territoire burkinabé.

Il est donc important de quantifier les GES émis par SOGEA SATOM Burkina et par la suite mettre en place un plan d'action dans le but de réduire ses émissions.

OBJECTIF DE L'ETUDE

La présente étude a pour objectif d'évaluer les émissions de gaz à effets de serre de SOGEA SATOM pour les travaux du projet d'amélioration de la Rocade Sud-Est du boulevard de Tansoba à Ouagadougou.

De façon spécifique, il s'agira de :

- **Objectif spécifique 1** : identifier les postes d'émissions de gaz à effet de serre sur le projet de la Rocade Sud-Est ;
- **Objectif spécifique 2** : quantifier les émissions de gaz à effet de serre résultant des activités et du parc matériel du projet de la Rocade Sud-Est ;
- **Objectif spécifique 3** : mettre en place des mesures de réductions des gaz à effet de serre pouvant induire une réduction des charges de fonctionnement et susciter l'innovation.

I. PRESENTATION DE LA STRUCUTRE D'ACCUEIL

SOGEA-SATOM est l'une des filiales de VINCI Construction, pôle stratégique du groupe VINCI, le leader mondial de concession et de construction. Présent sur le continent Africain depuis près de 80 ans, l'aventure africaine de SOGEA-SATOM commence dès 1930 au Maroc, puis se poursuit en plein cœur du continent Africain en 1948 avec une implantation au Gabon, puis au Niger et au Tchad en 1951. Présent au Burkina Faso depuis cinquante (50) ans, SOGEA-SATOM confirme sa place de leader parmi les entreprises du BTP en Afrique. Elle est présente dans 26 pays du continent Africain. Ses activités embrassent des domaines divers du BTP et sont estimées en pourcentage voir figure 1 ci-dessous.

Dans le souci d'améliorer les conditions de travail du personnel et de maîtriser les risques liés à ses activités, SOGEA-SATOM a mis en place un système de management avec pour objectifs : zéro accident, zéro pollution et zéro plainte sur l'ensemble des chantiers. Ces objectifs sont définis dans le référentiel prévention sécurité annuel et est communiqué aux clients et parties intéressées.

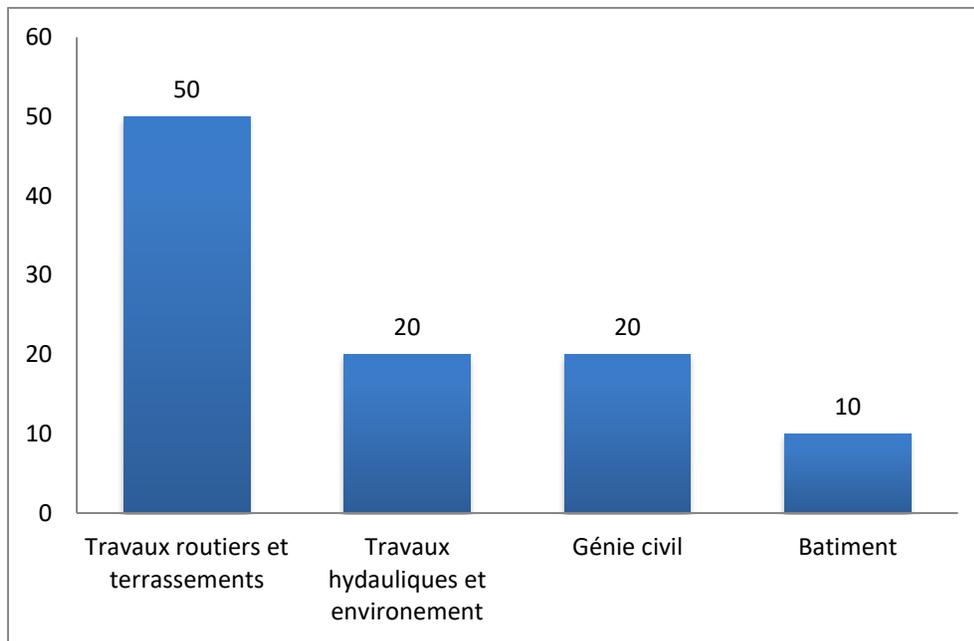


Figure 1: Représentation des branches d'activités SOGEA SATOM Burkina

II. PRESENTATION DU PROJET

Pays enclavé de l’Afrique de l’Ouest, le Burkina Faso est un carrefour logistique desservant les pays enclavés tels que le Niger et le Mali et les pays côtiers tels que la Côte d’Ivoire, le Togo le Ghana et le Bénin. Ainsi l’aménagement de corridors internationaux reliant le Burkina Faso aux pays possédant une façade maritime représente l’un des facteurs prioritaires de développement pour le Burkina Faso et la région voisine. Cette infrastructure de la rocade Sud-Est du Boulevard de Tansoba, comprend un port sec (Ouaga inter) qui représente le point de départ de corridors vers le port de Lomé au Togo, le port de Tema au Ghana, le port d’Abidjan en Côte d’Ivoire, pour les pays ayant une façade maritime, et vers le Niger et le Mali, pour les pays enclavés. D’après le résultat de l’étude de recensement de la circulation de 2016, le débit routier de la rocade en question était de 16 000 véhicules/jour (71 000 véhicules/jour avec les motocycles), et il est estimé que ce chiffre augmentera à l’avenir. (JICA, 2017) .

Ainsi, Le projet d’amélioration de la Rocade Sud-Est du Boulevard de Tansoba à Ouagadougou consiste en la réhabilitation de la branche Sud-Est du Boulevard de Tansoba. Longue de six kilomètres neuf cents (6,900 km), cette portion de route principale doit desservir au passage les usagers qui se composent de piétons, charrettes, cyclistes et motocyclistes, véhicules légers et de

véhicules poids lourds en transit ou à destination de Ouaga-inter. Il concerne un seul tronçon de route qui traverse trois (03) arrondissements (n°5, n°10 et n°11) de la Commune de Ouagadougou.



Figure 2: Plan de situation du projet de la Rocade Sud-Est (JICA,2019)

Le projet de la Rocade prévoit des activités de construction, extraction de terre, transport des matériaux, gestion des déchets etc. qui produiront des émissions de gaz à effet serre dans l’atmosphère. Le projet est donc susceptible d’impacts sur le changement climatique.

L’étendue des travaux à réaliser comporte :

- les travaux préparatoires ;
- les travaux de terrassement ;
- les travaux de structure de la route ;
- les travaux d’assainissement ;

- les travaux de protection de la structure de la chaussée ;
- les travaux auxiliaires des installations routières.

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Selon le groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat, l'homme est 95% responsable des causes du réchauffement planétaire actuel. Le Rapport de synthèse du GIEC constate en outre que plus les activités humaines perturbent le climat (voir la figure 3 ci-dessous), plus les risques de conséquences graves, généralisées et irréversibles pour l'être humain et les écosystèmes, ainsi que d'altérations de longue durée de tous les éléments du système climatique sont élevés (GIEC, 2014).



Figure 3: les conséquences du changement climatique

Figure 4: Emission annuelle des gaz à effet de serre par secteur

I. Effet de serre et Gaz à effet de serre

L'effet de serre est un phénomène d'échauffement de la surface de la terre et des couches basses de l'atmosphère, dû au fait que certains gaz de l'atmosphère absorbent et renvoient une partie du rayonnement infrarouge émis par la terre, cette dernière compensant le rayonnement solaire qu'elle

absorbe elle-même. L'effet de serre maintient naturellement la température moyenne à la surface de la terre autour de 15°C au lieu de - 18°C.

L'effet de serre est donc un phénomène naturel expliqué par le schéma 5 ci-dessous.

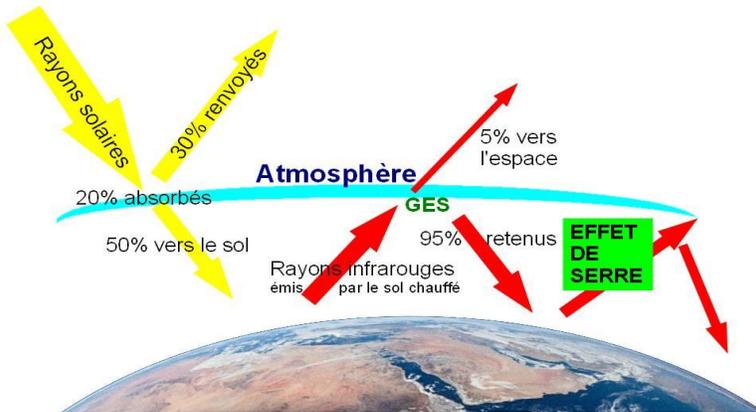


Figure 5: Schéma explicatif du phénomène naturel de l'effet de serre

La découverte de l'effet de serre ne date pas d'aujourd'hui. Joseph Fourier a découvert ce phénomène en 1824, John Tyndall l'a analysé en 1858 et Svante Arrhenius l'a mesuré en 1896. Depuis lors, les scientifiques recueillent de plus en plus d'éléments qui prouvent que non seulement la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a augmenté, mais aussi que cela aggrave le risque d'une évolution dangereuse du climat. Ils estiment qu'il existe aujourd'hui plus de quarante-deux (42) gaz responsable des effets de serres (PICARDIE, 2015).

Les gaz à effet de serre (GES) sont des constituants gazeux de l'atmosphère naturel ou anthropogène, qui absorbe et émet le rayonnement d'une longueur d'onde spécifique du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages.

Les principaux gaz à effet de serre pris en compte sont généralement au nombre de six (6) pour le bilan réglementaire à savoir :

- **Le dioxyde de carbone (CO₂)** : principalement issu de la combustion de dérivés d'hydrocarbures et de la déforestation, le CO₂ est responsable de 69% de l'effet de serre induit par l'activité humaine.
- **Le méthane (CH₄)** : issu de la décomposition de matière organique sans apport d'oxygène (29% issus du dégazage des hydrocarbures, 29% des ruminants, 18% des rizières ...), il est responsable de 18% de l'effet de serre induit par l'activité humaine
- **L'oxyde nitreux (N₂O)** : il résulte de l'oxydation dans l'air de composés azotés et ses émissions sont dues pour 2/3 à l'usage de fumier et d'engrais. Il est également utilisé comme gaz propulseur dans les aérosols. Il est responsable de 5% de l'effet de serre induit par l'activité humaine.
- **Les hydrofluorocarbones (HFC), Les hydrocarbures perfluorés (PFC) et L'hexafluorure de soufre (CF₆)** : sont des gaz de synthèse qui n'existent pas à l'état naturel. Ils sont utilisés pour leur grande stabilité dans des usages aussi divers que le transfert de chaleur (climatisation), la production de composants électronique. Ils sont relâchés en très faibles quantités dans l'atmosphère mais leur stabilité leur confère une (très) grande durée de vie avant d'être décomposés. C'est pourquoi ils agissent jusqu'à 20 000 fois plus que le CO₂ pour une même masse relâchée.

Il faut noter que ces différents gaz ne contribuent pas tous à la même hauteur à l'effet de serre. En effet, certains ont un pouvoir de réchauffement plus important que d'autres ou une durée de vie plus longue.

La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce au Pouvoir de Réchauffement Global (PRG). Le PRG d'un gaz se définit comme la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le sol, cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO₂. Cet indicateur vise alors à regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de toutes les substances contribuant à l'accroissement de l'effet de serre. Il est exprimé en « **équivalent CO₂** ».

Les PRG des différents gaz retenus sont présentés dans le tableau ci-dessous, Ils ont été calculés une première fois en 1995, puis mis à jour plusieurs fois par le GIEC.

Tableau 1:Potentiel de réchauffement planétaire des différents GES (GIEC, 2014)

| Gaz à effet de serre | Formule | Contribution au réchauffement climatique (%) | PRG100 par rapport au CO ₂ |
|-------------------------|------------------|--|---------------------------------------|
| Dioxyde de Carbone | CO ₂ | 69 | 1 |
| Méthane | CH ₄ | 18 | 30 |
| Oxyde nitreux | N ₂ O | 5 | 265 |
| Hydrofluorocarbures | HFC | - | 138 à 12 400 |
| Perfluorocarbures | PFC | | 6 630 à 12 200 |
| Hexafluorures de soufre | SF ₆ | | 23 500 |

Les gaz comptabilisés pour la présente étude font partie de ceux énumérés dans le 5^{ème} rapport du GIEC, à savoir : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), et l'oxyde nitreux (N₂O)

- **Bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES)**

Le Bilan d'émission est l'évaluation du volume total de GES émis dans l'atmosphère sur une année par les activités de la personne morale sur le territoire national, et exprimé en équivalent tonnes de dioxyde de carbone.

- **Adaptation des gaz à effet de serre**

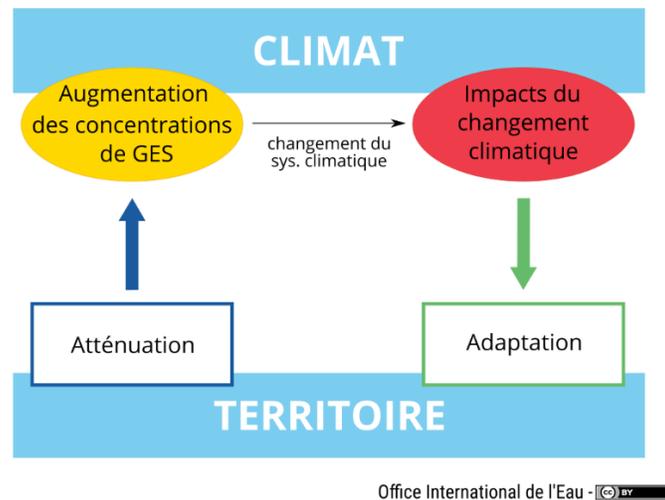
L'adaptation est la démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en réduire ou à en éviter les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques.

- **Atténuation des gaz à effet de serre**

L'atténuation est la démarche consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre générées directement (scope1) et indirectement (Scope2 et Scope 3) par les activités d'une entreprise sur son périmètre opérationnel. Elle permet aussi de renforcer l'absorption de ces gaz afin de limiter le changement climatique à venir.

Ces stratégies sont complémentaires et permettent toutes deux de réduire et de gérer les risques liés aux incidences du changement climatique voir figure N°6. Cependant, elles peuvent aussi apporter des réponses stratégiques au changement climatique consiste notamment à étudier les risques afférents au climat ainsi que les risques et les avantages connexes des mesures d'adaptation et d'atténuation.

Atténuation et adaptation au changement climatique : deux approches complémentaires



Office International de l'Eau - 

Figure 6: Atténuation et adaptation au changement climatique

II. Instruments juridique des Nations Unies sur le changement climatique

- **Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques**

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) a été signée lors du Sommet de la Terre de Rio en 1992 (United Nations Framework Convention on Climate Change). Cette convention menant à des rencontres impliquant le partage d'informations entre les États afin de présenter les efforts et les progrès réalisés dans la lutte face aux changements climatiques. Autrement dit elle est un outil coopératif entre les États pour mener une lutte conjointe afin de mettre en place un cadre global qui vise à faire face aux fléau du changement climatique. Le principal objectif de cette Convention est de stabiliser les émissions de GES anthropiques à un niveau qui empêche toute modification du climat pouvant bouleverser les écosystèmes (Chazournes, 2009).

- **Le bilan du Protocole de Kyoto et l'Accord de Paris**

Le Protocole de Kyoto signée en 1997 lors de la 3ème conférence annuelle de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques (CCNUCC), est entré en vigueur en 2005. Il s'agit du premier dispositif international de régulation des émissions de gaz à effet de serre. Ce protocole vise à atteindre des objectifs de réduction propres à chaque Etat. Contrairement à la Convention, le

Protocole contraint légalement les signataires à atteindre des cibles de réduction ou de limitation d'émissions de GES (climatique, 2014).

Les Nations unies affichent un bilan qui va bien au-delà des objectifs fixés. L'organisation assure que les émissions de gaz à effet de serre des pays signataires ont reculé de 24 % entre 1990 et 2012. Néanmoins, notons que ce bilan du protocole de Kyoto ne porte que sur les pays signataires, excluant donc deux des plus grands pollueurs du globe : les États-Unis et le Canada. Les résultats des efforts de toute une partie du monde sont donc fortement freinés à l'échelle de la planète (SHANAHAN, 2014).

Arrivé à échéance en 2012, le protocole de Kyoto a été reconduit jusqu'en 2020 lors du sommet de Doha en décembre 2012. Afin de poursuivre le processus de protection climatique international après 2020, un nouvel accord sur le climat s'avérait nécessaire. Dès lors, l'Accord de Paris a été adopté lors de la COP qui s'est tenue à Paris en 2015 et formulait pour la première fois un objectif concret pour limiter le réchauffement planétaire à moins de 2 °C par rapport au niveau de l'ère préindustrielle de 1750. Pour ce faire, les États fixent eux-mêmes leurs objectifs de réduction. Un examen et un renforcement des efforts de protection du climat doivent avoir lieu tous les cinq ans. En octobre 2016, l'Accord de Paris est entré en vigueur après la ratification par au moins 55 parties responsables d'au moins 55% des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

III. Cadre institutionnel et politique sur le changement climatique au Burkina Faso

Le Burkina Faso a ratifié la Convention Cadre sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et le protocole de Kyoto respectivement en septembre 1993 et mars 2005 (INDC, 2015). A ce jour, il a élaboré et adopté plusieurs documents de politiques et de stratégies relatifs aux changements climatiques, en réponse à certaines dispositions de ces conventions. On peut, entre autres, citer :

- la Stratégie Nationale de mise en œuvre de la Convention sur les Changements Climatiques adoptée en novembre 2001 ;
- le Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) en 2007 ; l'Elaboration d'un cadre NAMA (2008) ;
- le Plan National d'Adaptation (PNA, 2014).

Pour la prise en charge et le suivi des questions relatives aux changements climatiques, on retient la création du Secrétariat Permanent du Conseil National pour la Gestion de l'Environnement (SP/CONAGESE) au sein du Ministère en charge de l'environnement, qui deviendra SP/CONEDD (Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable) avec des missions élargies.

En 1995, le Burkina Faso a mis en place le Comité Interministériel pour la Mise en œuvre des Actions de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CIMAC). Ce comité a été pleinement impliqué dans l'élaboration de la Communication Nationale Initiale sur les changements climatiques. Aussi, Le Burkina Faso a déposé auprès du bureau des affaires juridiques des Nations Unies, sa de ratification de l'Accord de Paris sur les changements climatiques, adopté le 12 décembre 2015. Cet accord qui ambitionne de contenir le réchauffement climatique sous le seuil de 2°C par rapport au niveau préindustriel, est entré en vigueur depuis le 04 novembre 2016, le Burkina Faso est le 108e pays à avoir réaffirmé ainsi son engagement.

IV. Outils de comptabilisation des GES

Il existe une série de méthodes permettant l'évaluation pratique des émissions de GES à savoir :

- le référentiel de l'ISO 14064-1 : qui spécifie les principes et les exigences, au niveau des organismes, pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et leur suppression. Elle comprend des exigences pour la conception, la mise au point, la gestion, la rédaction de rapports et la vérification de l'inventaire des GES d'un organisme.
- l'ISO TR 14069 fournit quant à lui des directives d'applications de l'ISO 14069-1 aux inventaires des gaz à effet de serre, au niveau des organisations, pour la quantification et la déclaration des émissions directes, des émissions indirectes liées à l'énergie et des autres émissions indirectes.
- le document de travail proposé par l'ADEME « Lignes directrices pour le développement d'un guide sectoriel bilan d'émission de gaz à effet de serre – avril 2014.
- le Bilan Carbone, développé en 2004 pour l'ADEME puis pris en charge par l'Association Bilan Carbone (ABC) en 2011, est une méthode permettant d'évaluer l'empreinte carbone d'une organisation.

- la méthode Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard est un outil de comptabilisation carbone destiné aux entreprises. Développé dès 1998, il est élaboré par le WRI (World Resources Institute) et le WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). Il décrit les principes et préconisations pour la quantification des émissions de GES des activités d'une entreprise. C'est le référentiel le plus utilisé à l'échelle mondiale donnant des lignes directrices d'une comptabilité carbone harmonisée à l'échelle internationale.

Pour la suite de notre étude nous utiliserons la méthode Bilan Carbone proposée par l'ADEME. Cette méthode permettra de réduire raisonnablement l'incertitude et donneront lieu à des résultats exacts, cohérents et reproductibles.

Tableau 2: Comparaison des méthodes

| Méthode | ISO 14064-1 | Bilan Carbone | GHG Protocol |
|-----------------|---|---|--|
| Origine et Date | Norme internationale ISO (2018) | France Association Bilan Carbone (2004) | USA-développée par le WBCSD et WRI (1998) |
| Spécificités | Principes généraux s'appliquant à l'ensemble des méthodes | Couvre l'ensemble des scopes Méthodes disponibles pour les entreprise, les établissement publics, les collectivités et les territoires | Couvre l'ensemble des scopes Depuis 2014, méthode disponible pour les territoires |
| GES considérés | Ceux de Kyoto :CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFC, PFC | Ceux de Kyoto :CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFC, PFC | Ceux de Kyoto : CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFC, PFC Tous les autres GES: CFC, H ₂ O |

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

I. Matériels

Pour notre étude, Nous avons utilisé les matériels suivants :

- google scholar pour la recherche bibliographique ;
- le logiciel sphinx pour l'élaboration et le traitement des données des fiches d'enquête pour les émissions liées au poste de déplacement domicile-travail.
- le logiciel matis pour l'inventaire du parc matériel et le suivi des quantités de carburant consommées.

II. Méthodes

L'approche méthodologique que nous avons adoptée pour la quantification des GES s'articule autour de 4 axes à savoir :

- la recherche documentaire ;
- la collecte de données sur le chantier et sur la base technique ;
- le traitement des données ;
- l'analyse de données en vue de concevoir les propositions stratégiques et techniques.

1. La recherche documentaire

Pour la recherche documentaire nous avons consulté des documents de SOGEA SATOM (PGES, le référentiel environnement 2020, l'étude d'impact environnemental du projet, les rapports mensuel HSE, etc.), des articles, des mémoires et des thèses, accessibles à la bibliothèque de 2IE, ainsi que les documents de mêmes natures disponibles sur des sites Web dédiés à l'éducation.

Les informations recherchées portent principalement sur les travaux antérieurs réalisés à SOGEA SATOM et sur le thème de quantification des Gaz à effet de serre, dans un contexte similaire, ou traitant du sujet.

2. La collecte de données sur chantier et base technique

La collecte de données s'est faite en s'appuyant sur le système d'information et un état des lieux sur le chantier et sur la base technique a été effectué pour avoir des informations nécessaires en

utilisant les fiches et les bordereaux de suivi disponibles. Les informations portent relativement sur :

- le parc matériel de la Rocade Sud-Est (engins, groupes électrogènes, motopompes etc.) ;
- la quantité d'énergie consommée au niveau de la base technique ;
- l'inventaire des machines frigorifiques (climatiseurs);
- la gestion des déchets solides et liquides ;
- le déplacement domicile travail des collaborateurs ;
- le transport des matériaux utilisés.

Les questions sont adressées à toutes les parties prenantes pouvant nous donner des informations permettant de comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre sur le projet de la Rocade Sud-Est. Ces données ont été complétées à travers des enquêtes et des entretiens sur un échantillon (50 collaborateurs) pour les informations nécessaires non documentées. ce qui a ainsi permis de construire un protocole de quantification des émissions de GES dans le temps.

Le tableau N°2 ci-dessous présente l'organisation de la collecte de données.

Tableau 3:Organisation de la collecte de données

| Ressources du chantier | Données à collecter | Outil utilisé | Service ressource |
|-------------------------------------|---|--|--|
| Engins | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre total de véhicule poids lourd et poids léger ▪ Consommation spécifique de chaque engin ▪ Types de carburant utilisé | Logiciel Matis Fiche de suivi | Mécanique Service généraux |
| Matériels | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de matériel existant ; ▪ Consommation spécifique de chaque matériel | Logiciel Matis Fiche de suivi | Centrale à béton Centrale à émulsion Service généraux Mécanique |
| Matériaux | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Type et quantités de matériaux utilisées ▪ Moyen de transport des matériaux ▪ Distance de la provenance des matériaux | Fiche de suivi Entretien | Génie Civil Terrassement Centrale à béton Centrale à émulsion les sous-traitants |
| Machines frigorifiques | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Type et nombre total de machines frigorifiques ▪ Nombres totale de climatiseurs ▪ Types de gaz utilisés pour l'entretien des climatiseurs | Enquête (Inventaire) | Centrale à béton Centrale à émulsion Services généraux Mécanique |
| Energie consommée | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantité d'énergie consommée | Bordereaux de suivi | Service généraux |
| Déchets générés | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Types de déchet généré ▪ Quantité de déchet généré en fonction du type généré ▪ Technique de traitement pour chaque type de déchet | Bordereaux de suivi Enquête et Evaluation | Service QHSE |
| Déplacement Domicile-travail | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mode de déplacement ▪ Distance parcourue ▪ Consommation spécifique de chaque engin ▪ Types de carburant utilisé | Logiciel sphinx Entretien | Echantillonnage sur des collaborateurs |

Pour les engins de SOGEA SATOM, nous nous sommes référés au service de la mécanique, qui dispose d'un logiciel appelé Matis. Avec l'aide du gestionnaire de la mécanique, nous avons sélectionné puis filtré le parc matériel spécifique au chantier de la RSE et leurs consommations en carburant ;

Un inventaire (voir tableau N°3) a permis d'identifier les gaz frigorigènes utilisés pour les émissions fugitives.

Tableau 4: Type de gaz frigorigène utilisée

| Equipement | Type de gaz utilisé |
|------------------------|----------------------------|
| Climatiseur des engins | R410A |
| Réfrigérateurs | R22 |
| Climatiseurs | R22, R407C, R410A |

Nous avons obtenu le type et la quantité des matériaux utilisés à partir des fiches de suivi disponibles au niveau du génie civil et du terrassement. Il faut noter que pour le transport des matériaux, SOGEA SATOM soustraite avec des entreprises. De ce fait un entretien avec les sous-traitants et le responsable de la mécanique a été organisé.

Pour la quantité des déchets produits sur le chantier, Nous avons utilisé les bordereaux de suivi des déchets Banals et boues de vidange disponibles au niveau du responsable HSE du chantier.

Pour la quantité de DCO rejeté dans les boues de vidange nous nous somme référé au résultat des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des boues de vidange de Ouagadougou (SYLLA, 2019).

La quantité d'énergie consommée par le projet a été obtenue grâce aux différentes factures de SONABEL disponibles au niveau des services généraux du chantier.

Nous avons utilisé le logiciel sphinx pour élaborer des fiches d'enquête afin de déterminer les données d'activités (kilométrage parcouru ; moyen de déplacement et type de carburant utilisé) pour les émissions liées au déplacement Domicile-travail.

3. Traitement des données

Pour la quantification des gaz à effet de serre, nous avons utilisés la méthode de l'évaluation de l'ADEME et le Guide méthodologique Bilan Carbone. La base de données de l'ADEME contient un ensemble de données appelées facteurs d'émissions ou données sources spécifiques aux données d'activités pour réaliser des bilans d'émissions de gaz à effet de serre.

a. Présentation de la Méthode Bilan Carbone

La méthode bilan carbone permet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre (GES) engendrées par l'ensemble des processus qui sont nécessaires à l'existence d'une activité ou d'une organisation humaine (ABC, 2017).

Le Bilan Carbone est un outil de type tableur Excel développé par l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), périodiquement actualisé depuis 2004. Il évalue les émissions directes et indirectes de GES liées à un site, une entreprise, une collectivité ou un territoire durant généralement une année. Il est compatible avec la norme ISO 14064 relative à l'évaluation des émissions de GES. Pour réaliser le bilan d'émission proprement dit, à l'instar des autres méthodes, sa série de tableurs Excel permettant de calculer les émissions des entreprises et collectivités pour différents postes (JANEL, 2012).

L'unité de mesure scientifique des gaz à effet de serre est le gramme équivalent carbone (on note g eq.C). On rencontre aussi parfois l'équivalent CO₂ (on note g eq.CO₂).

La conversion se fait de cette manière :

$$\mathbf{1\ g\ eq.\ CO_2 = 12/44\ g\ eq.\ C}$$

Avec 44g/mol la masse molaire du dioxyde de carbone (CO₂) et 12g/mol celle du carbone (c)

Dans la suite de notre étude, nous utiliserons le tonne équivalent CO₂ (Teq CO₂) dans nos différents calculs.

b. Principe Bilan Carbone

La base de données de l'ADEME contient un ensemble de données (facteurs d'émissions) pour réaliser des bilans d'émissions de gaz à effet de serre. Les émissions émises lors d'une activité sont classées selon des catégories prédéfinies appelées « postes ». Ce classement permet d'identifier les postes d'émissions où la contrainte carbone est la plus forte. C'est sur ces postes que doivent porter les stratégies énergétiques et environnementales de l'entité réalisant son bilan pour réduire ses émissions.

Généralement, les émissions de GES ne sont pas mesurées à l'aide d'outils physiques, mais estimées à l'aide de données statistiques. La formule suivante permet de quantifier les gaz à effet de serre :

$$\text{Bilan Gaz à Effet de Serre} = \sum A_i \cdot FE_i$$

Avec :

A_i : représente les données d'activité

FE_i : les facteurs d'émission exprimant l'intensité des émissions de GES.

La multiplication de cette quantité par le PRG du gaz étudié permet de quantifier l'impact climatique dont l'unité est la tonne équivalent dioxyde de carbone notée tCO₂e.

$$\text{Emission en tCO}_2\text{e} = \sum (\text{émission gaz} * \text{PRG gaz})$$

Avec

PRG : Le pouvoir de réchauffement global.

c. Les étapes de réalisation d'un bilan Carbone

L'élaboration du bilan carbone se fait en plusieurs étapes. Selon la méthode de l'ADEME, le bilan d'émission carbone se déroule en six (6) grandes étapes (voir la figure N°6) aussi importantes les unes que les autres (Mer, 2016).

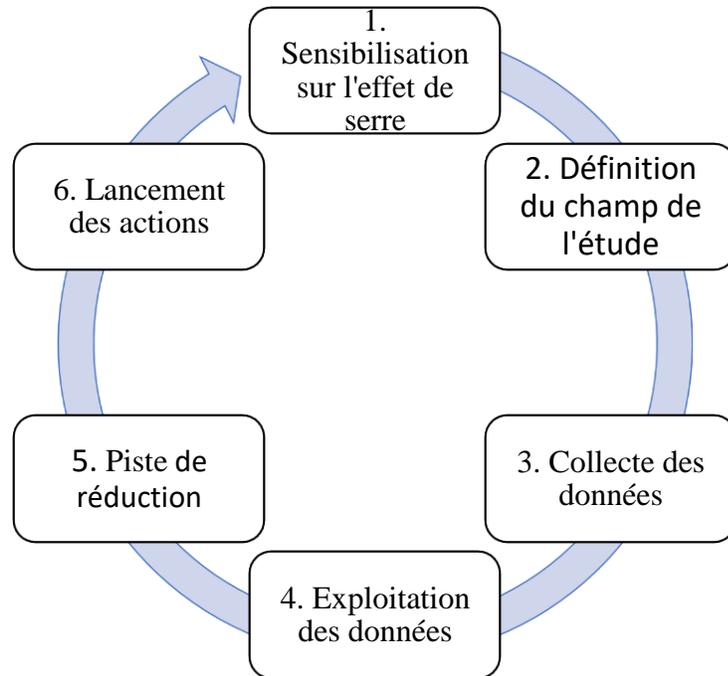


Figure 7: Principales étapes de réalisation du bilan de Gaz à effet de serre (Bilan carbone,2018)

d. Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émission (FE) utilisés pour la comptabilisation des émissions de Gaz à effet de serre sont issus de mesures et de calculs faisant appel à des valeurs moyennes et estimées. Ils ont vocation à être améliorés et actualisés. En ce qui concerne les émissions, les principaux facteurs d'émission utilisés sont issus de la base de données référencées à savoir la Base Carbone de l'ADEME, du GHG PROTOCOL.

e. Incertitude

Basées sur des données de qualité très hétérogènes (données d'activité et facteurs d'émission), les estimations d'émission de GES sont souvent imprécises. Il est donc important de chercher à déterminer le niveau d'incertitude et d'en tenir compte lors de l'interprétation des résultats afin de ne pas dépasser le niveau de significativité des chiffres obtenus (ADEME, 2014).

Cette approche est conforme aux recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion de l'incertitude. Selon les tableurs Bilan Carbone, les fourchettes d'erreurs sont classées comme suit:

- 0% à 5% pour une donnée issue d'une mesure directe (factures ou compteurs) ;
- 15% pour une donnée fiable non mesurée ;
- 30% pour une donnée recalculée (extrapolation) ;
- 50% pour une donnée approximative (donnée statistique) ;
- 80% pour une donnée connue en ordre de grandeur.

Le tableau N°5 ci-dessous présente les incertitudes spécifiques aux données d'activité utilisées

Tableau 5: Incertitude des données d'activités utilisées

| Eléments | Incertitudes DA |
|--------------------------------|------------------------|
| Produits pétroliers et gaziers | 5 % |
| Gasoil et Essence | 10% |
| Gaz frigorigène | 10% |
| Électricité | 10% |
| Boues de vidange | 50% |
| Déchets banals | 15% |
| Donnée statistique | 50% |

L'incertitude combinée par catégorie est déterminée sur la base de la formule suivante :

$$IC = \sqrt{IDA^2 + IFE^2}$$

Avec :

IC : Incertitude combinée

IDA : incertitude de la donnée d'activité

IFE : incertitude du facteur d'émission

III. Démarche méthodologique pour la quantification des GES du chantier de la Rocade Sud-Est

1. Sensibilisation

Il a été question de s'entretenir avec le personnel du chantier de la Rocade Sud-Est et tous les collaborateurs. Pour cela, lors des quarts (¼) d'heure HSE le thème : « **Emissions de gaz effet de serre** » a été abordé par les différents responsables d'activité à savoir : la mécanique, la centrale à béton, la centrale à émulsion, les ressources humaines, les sous-traitants et les équipes de terrassement et de Génie Civil (Voir Annexe N°3).

La sensibilisation a porté sur :

- l'impact de l'effet de serre sur notre environnement et sur notre santé ;
- l'importance de quantifier les GES émis par le projet ;
- l'implication personnelle pour l'évaluation des GES, la mise en place et l'application des plans d'action.

L'évaluation des GES nécessite la participation effective de tout le personnel surtout dans la phase de collecte des données d'où l'importance de cette première étape.

2. Périmètre de l'étude

La présente étude prend en compte que les émissions de GES liées aux activités du chantier, c'est-à-dire les émissions directes produits par les sources fixes et mobiles de combustion et les émissions des procédés mais aussi les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité, au transport des matériaux, à la génération des déchets et au déplacement domicile-travail du personnel.

a. Périmètre organisationnel

La zone du projet détermine notre périmètre organisationnel, c'est-à-dire qu'il s'étend d'Arrondissement n° 5 (secteurs 21, 22, 23 et 24) Arrondissement n° 10 (secteurs 42,43 et 44) et Arrondissement n° 11 (Secteurs 46 et 51) de Ouagadougou - Burkina Faso.

b. Périmètre opérationnel

Cette figure N°7 ci-dessous illustre le périmètre opérationnel qui est fonction des activités menées par le projet de la Rcade Sud-Est.

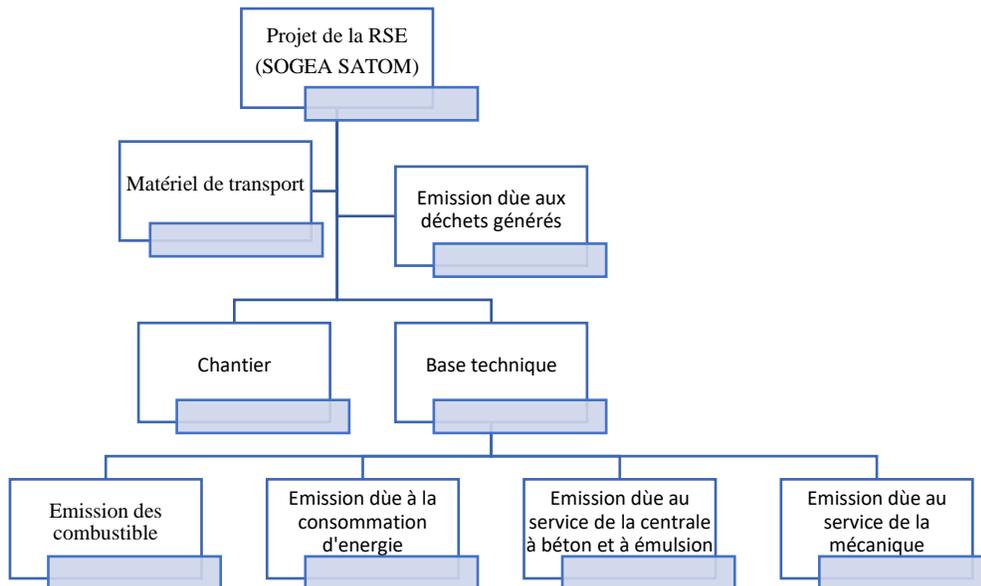


Figure 8: Périmètre opérationnel

c. Périmètre temporel

Nous quantifierons l'émission des gaz à effet de serre du chantier de la RSE sur une année.

L'année de référence est l'année 2019, date du début du projet.

3. Identification des postes d'émission du projet

La norme ISO 14064-1, distingue trois (3) catégories (scopes) d'émissions. Les sources d'émission sont réparties sur le profil GES proposé. La version actuelle (ISO 14064-1 :2006 accompagnée par l'ISO 14069 :2013) établit 23 postes d'émission (carbon, 2017). Les différentes catégories sont présentées ci-dessous :

- **Scope 1 Les émissions directes** : les émissions directes, produites par les sources, fixes et mobiles, nécessaires aux activités.

- **Scope 2 Les émissions indirectes** : les émissions indirectes associées à la consommation d'électricité, de chaleur ou de vapeur nécessaires aux activités.
- **Scope 3 Les émissions induites** : une troisième catégorie d'émissions est distinguée, à savoir les autres émissions indirectement produites par les activités.

Tableau 6:Postes significatifs associés aux émissions de Gaz à effet de serre du chantier de la RSE.

| Catégorie | Postes significatif pris en compte | Eléments |
|------------------|--|--|
| Scope 1 | Émissions directes des sources fixes de combustion | Groupes électrogènes ; compresseurs et les motopompes |
| | Émissions directes des sources mobiles de combustion | Véhicule Poids lourds et Poids légers. |
| | Émissions directes fugitives | Gaz frigorigène, climatiseurs |
| | Émission production industrielle | Centrale à béton centrale à mulsion |
| Scope 2 | Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité | Equipement énergétiques (relié aux réseaux de la SONABEL) |
| Scope 3 | Déchets générés | Déchets Banals et boues de vidange produits au niveau de la base vie et du chantier |
| | Transport de marchandise amont et distribution | les distances parcourues pour chaque type de transport et le type de combustible utilisé |
| | Déplacement Domicile-travail | Kilomètre parcouru et consommation en carburant |

Chapitre 3: Résultats et discussions

I. Résultats

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) (voir le tableau n°6).

Tableau 7:Facteurs d'émission utilisés

| Produit à l'origine de l'émission de GES | Equipements | Facteurs d'émission | | | | |
|--|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------|
| | | CO ₂ PRG = 1 | CH ₄ PRG = 30 | N ₂ O PRG = 265 | Unité | I FE |
| Emissions directes | | | | | | |
| Gasoil | Groupes électrogènes | 3,63 | 0,0613 | 0,0576 | KgCO ₂ e/L | 10% |
| | Motopompes | | | | | |
| | Compresseurs | | | | | |
| | Engins poids lourds | | | | | |
| Essence | Engins poids légers | 2,71 | 0,0525 | 0,0389 | KgCO ₂ e/L | 10% |
| Electricité | Equipement électriques | 0,469 | | | KgCO ₂ e/KWh | - |
| Emission fugitives | Climatiseurs Gaz R410 A | 1975 | - | - | KgCO ₂ /Kg | 50% |
| | Climatiseurs Gaz R407 C | 1653 | - | - | KgCO ₂ /Kg | 50% |
| | Climatiseurs Gaz R22 | 1812 | - | - | KgCO ₂ /Kg | 50% |
| Déplacement | Déplacement domicile-travail | 0,17 | - | - | KgCO ₂ e/Km | 5% |
| | Transport des matériaux | | | | | |
| Autres émissions | Béton | 88 | - | - | KgCO ₂ e/T | 20% |
| | Bitume | 275 | - | - | KgCO ₂ e/T | 25% |
| Déchets | Déchets banals | 0,7 | - | - | KgCO ₂ e/Kg | 50% |
| | Déchet pneumatique usagée | 2210 | - | - | KgCO ₂ e/T | 50% |

| | | | | | | |
|--|------------------|-------|---|---|--------------------------------------|-----|
| | Boues de vidange | 0,025 | - | - | KgCO ₂ e/Kg de DCO rejeté | 50% |
|--|------------------|-------|---|---|--------------------------------------|-----|

Source : Base carbone de l'ADEME, le GHG PROTOCOL.

1. Base Technique

a. Fonctionnement de la base technique

Pour son fonctionnement, la base technique utilise un groupe électrogène (voir photo N°1), une motopompe (voir photo N°2) et des engins poids lourds qui fonctionnent tous avec du gasoil. Les engins VL utilisent de l'essence.



Figure 9: Groupe Electrogène (Hamidou,2020)



Figure 10: Motopompe (Hamidou,2020)

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. les différents FE et PRG de ces gaz sont repartis dans le tableau 7 suivant :

Tableau 8: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la base technique

| Gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|
| FE Gasoil | 3,63 | 0,0613 | 0,0576 | KgCO ₂ /L |
| FE Essence | 2,71 | 0,0525 | 0,0389 | KgCO ₂ /L |
| FE électricité | 0,469 | - | - | KgCO ₂ /KWh |
| FE Gaz R22 Réfrigérateur | 1812 | - | - | KgCO ₂ /Kg |
| FE Gaz R410A cl engins roulant | 1975 | - | - | KgCO ₂ /Kg |
| FE Gaz R407C Climatiseur | 1653 | - | - | KgCO ₂ /Kg |
| FE déchet banal | 0,7 | - | - | KgCO ₂ /T |
| FE boues de vidange | 0,025 | - | - | T CO ₂ /Kg DCO rejeté |
| FE déplacement domicile-travail | 0,17 | - | - | KgCO ₂ e/L |
| PRG | 1 | 30 | 265 | - |

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

$$FE_{\text{Gasoil}} = 20,733 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

$$FE_{\text{véhicule VL}} = 14,5935 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

$$FE_{\text{électricité}} = 0,465 \text{ KgCO}_2\text{e/KWh}$$

$$FE_{\text{déchet banal}} = 0,7 \text{ KgCO}_2\text{e/Kg}$$

$$FE_{\text{boues de vidange}} = 0,025 \text{ T CO}_2\text{e/ Kg DCO rejeté}$$

$$FE_{\text{déplacement domicile-travail}} = 0,17 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

b. Emissions fugitives

Les bureaux sont équipés de climatiseurs (voir figure ci-dessous) utilisant des gaz frigorigènes, il en est de même pour les engins poids lourds et poids léger et les réfrigérateurs. Les fluides frigorigènes n'émettent que du carbone.



Figure 11: Climatiseurs (Hamidou,2020)

Les différents Gaz frigorigènes et leurs FE sont présentés par le tableau 8 suivant :

Tableau 9: Facteurs d'émission utilisés pour les gaz frigorigènes

| Equipement | Type de gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|---------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Climatiseurs | FE R407 C | 1653 | - | - | KgCO ₂ e/Kg |
| | FE R410A | 1975 | - | - | KgCO ₂ e/Kg |
| | FE R22 | 1812 | - | - | KgCO ₂ e/Kg |
| Réfrigérateur | FE R407 C | 1653 | - | - | KgCO ₂ e/Kg |
| PRG | | 1 | 30 | 265 | - |

$FE_{\text{gaz R22}} = 1812 \text{ KgCO}_2\text{e/Kg}$

$FE_{\text{Gaz R410A}} = 1975 \text{ KgCO}_2\text{e/Kg}$

$FE_{\text{GazR407C}} = 1653 \text{ KgCO}_2\text{e/Kg}$

c. Déplacement domicile-travail

Pour le poste concernant le déplacement domicile-travail, nous utiliserons comme donnée d'activité la consommation moyenne en carburant par kilomètre.

Selon l'échantillonnage effectué, 70% des collaborateurs roulent à moto avec des consommations en essence contre 18% à véhicule avec une consommation en gasoil et 2% consomme de l'essence, les 10% restant circulent soit à Vélo ou à pied (voir figure 12).

La zone de déplacement pourrait être estimée dans un rayon de 10km à 20km, soit une distance journalière de 20km/jour à 40km/jour avec une moyenne de 30Km/jour. Sachant que les

collaborateurs travaillent 6 jours/7, le nombre de kilomètre parcourut est estimé à 3600Km par collaborateur.

Les différents FE en fonction du type de transport sont présentés par le tableau 9 suivant :

Tableau 10:Facteurs d'émission utilisés pour le déplacement domicile-travail

| Type de transport | Nombre d'employés | Km parcourut aller | Facteur d'émission |
|-------------------|-------------------|--------------------|--|
| Piétons/cyclistes | 10% | 30 | - |
| Motocycle | 70% | 30 | 0,17 kg CO ₂ /Moto. Km |
| Voiture essence | 2% | 30 | 0,193 kg CO ₂ /Véhicule. Km |
| Voiture gasoil | 18% | 30 | 0,190 kg CO ₂ /Véhicule. Km |

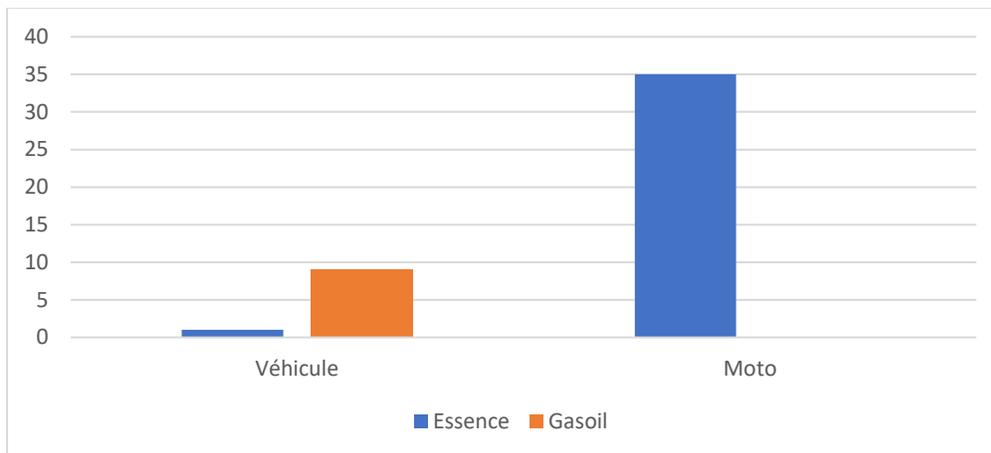


Figure 12:Moyen de déplacement et type de carburant utilisé pour le déplacement Domicile-travail du personnel

2. Mécanique

Les émissions de la mécanique sont ceux liées à la combustion d'hydrocarbure des équipements roulants, du compresseur utilisé pour l'entretien des engins du chantier et des déchets pneumatiques générés.

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les différents FE et PRG de ces gaz sont reparti dans le tableau 10 suivant :

Tableau 11:FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la mécanique

| Gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| FE gasoil | 3,63 | 0,0613 | 0,057 | KgCO ₂ e/L |
| FE déchet pneumatique | 2210 | - | - | KgCO ₂ e/T |
| PRG | 1 | 30 | 265 | - |

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

$$FE_{\text{engins poids lourds et compresseurs}} = 20,733 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

$$FE_{\text{Déchet pneumatique}} = 2210 \text{ KgCO}_2\text{e/T}$$

3. Terrassement

Les engins poids lourds du terrassement (voir figure N°13) utilisent tous du gasoil pour leur fonctionnement, ils utilisent aussi une motopompe sur le chantier pour l'évacuation des eaux.



Figure 13:Engins poids lourds Terrassement (Hamidou,2020)

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les différents FE et PRG de ces gaz sont reparti dans le tableau 11 suivant :

Tableau 12: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES du terrassement

| Gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| FE Gasoil | 3,63 | 0,0613 | 0,0576 | KgCO ₂ e/L |
| FE Transport des matériaux | 0,178 | - | - | KgCO ₂ e/L |
| PRG | 1 | 30 | 265 | - |

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

FE engins poids lourds et motopompe = 20,733 KgCO₂e/L

FE transport des matériaux = 0,178 KgCO₂e/L

4. Génie civil

Pour le matériel du génie civil, ils utilisent tous du gasoil pour leur fonctionnement, il s'agit des engins poids lourds, de la motopompe et du compresseur (figure N°14). L'annexe N°6 présente le parc matériel du génie civil.



Figure 14: Motopompe et Compresseur (Hamidou, 2020)

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

Tableau 13:FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES du génie civil

| Gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| FE Gasoil | 3,63 | 0,0613 | 0,0576 | KgCO ₂ e/L |
| FE Transport des matériaux | 0,178 | - | - | KgCO ₂ e/L |
| PRG | 1 | 30 | 265 | - |

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

$$FE_{\text{engins poids lourds}} = 20,733 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

$$FE_{\text{transport des matériaux}} = 0,178 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

Le compresseur et la motopompe auront le même facteur d'émission que les engins poids lourds car ils consomment tous du gasoil.

5. Centrale à béton et centrale à émulsion

Ces postes sont constitués de deux groupes électrogènes qui utilisent du gasoil. La centrale à béton et à émulsion produit respectivement du béton et du bitume qui seront utilisés sur le chantier.

Les gaz émis sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les différents FE et PRG de ces gaz sont repartit dans le tableau 13 suivant :

Tableau 14: FE et PRG utilisés pour le calcul des émissions de GES de la centrale à béton et de la centrale à émulsion

| Gaz | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Unité |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| FE Gasoil | 3,63 | 0,0613 | 0,0576 | KgCO ₂ e/L |
| FE Bitume | 275 | - | - | KgCO ₂ e/T |
| FE Béton | 88 | - | - | KgCO ₂ e/T |
| FE Transport des matériaux | 0,178 | - | - | KgCO ₂ e/L |
| PRG | 1 | 30 | 265 | - |

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

$$FE_{\text{groupes électrogènes}} = 20,733 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$$

$$FE_{\text{bitume}} = 275 \text{ KgCO}_2\text{e/T}$$

$FE_{\text{béton}} = 88 \text{ KgCO}_2\text{e/T}$

Pour le fret, SOGEA SATOM travaille avec des sous-traitants pour le transport des matériaux (Sable, gravier ciment etc.). Ces sous-traitants utilisent des semi-remorques pour le transport. Nous avons pris pour hypothèse que leur taux de remplissage est de 100% à l'aller et à vide au retour. La carrière de SOGEA SATOM Burkina est à 62 km de la base technique du projet.

$FE_{\text{transport des matériaux}} = 0,178 \text{ KgCO}_2\text{e/L}$

Pour les matériaux, la structure retenue pour l'aménagement de la chaussée est la suivante :

- Couche de roulement 5cm d'enrober bitumineux
- Couche de liaison 5 cm d'enrober bitumineux
- Couche de base : 20 cm de gravier 0/31.5
- Couche de fondation : 25 cm de gravier de 0/40
- Couche de forme et remblais : > 20 cm de latérite

La centrale à béton utilise les matériaux suivants :

- Gravier 5/15
- Gravier 15/25
- Sable concassé 0/4
- Sable 0/2
- Ciment

II. Interprétations des Résultats et Analyses

1. Emission de la base technique

La consommation en Energie est évaluée à **72361 KWh** d'électricité et **9353 L** de gasoil sont consommée pour le fonctionnement de la base. Le groupe électrogène et la motopompe ont consommés respectivement **150 L** et **886 L** de gasoil. Une quantité de **4400 Kg** de déchet banal et **8586 Kg de DCO rejeté** de Boue de vidange ont été produit (Voir annexe fiche Excel).

La quantité des gaz frigorigènes utilisés sont dans le tableau 14 suivant :

Tableau 15: Quantité de Gaz utilisée pour les émissions fugitives

| Type de gaz utilisé | Quantité de Gaz (Kg) | Nombres de matériel | Taux de fuite |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| R410A | 3 | 52 | 5% |
| R22 | 2 | 3 | |
| R407C | 4 | 16 | |

En appliquant la formule

- GES engins poids lourds : $9353 \times 20,733 = 193915,749 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES engins VL : $120 \times 14,59 = 1750,8 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES motopompe : $886 \times 20,733 = 18369,438 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES groupe électrogène : $150 \times 20,733 = 3109,95 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES consommation d'électricité : $72361 \times 0,469 = 33937,309 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES Déchets banals : $4400 \times 0,7 = 3080 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES gaz R410A : $3 \times 1975 \times 52 \times 0,05 = 15405 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES gaz R22 : $2 \times 1812 \times 3 \times 0,05 = 543,6 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES gaz R407C : $4 \times 1653 \times 16 \times 0,05 = 5289,6 \text{ KgCO}_2\text{e}$

Le tableau 15 suivant présente les quantités de GES émises par les activités de la Base technique.

Tableau 16:Résultat des émissions de GES de la base technique

| Catégorie | Source d'émission | DA | FE | I combinée(%) | GES(TeqCO ₂) |
|--------------|--|-----------------------|---------|---------------|--------------------------|
| 1 | Motopompe | 886 L | 20,733 | 11,180 | 18,369 |
| 1 | Groupe électrogène | 150 L | 20,733 | 11,180 | 3,110 |
| 1 | Engins poids lourds | 9353 L | 20,733 | 11,180 | 193,916 |
| 1 | Véhicule VL | 120 L | 14,5935 | 11,180 | 1,751 |
| 1 | R22 | 0,3 Kg de fuite | 1812 | 50,990 | 3,624 |
| 1 | R407C | 3,2 Kg de fuite | 1653 | 50,990 | 6,612 |
| 1 | R410A | 7,8 Kg de fuite | 1975 | 50,990 | 5,925 |
| 2 | Electricité | 72361 KWH | 0,469 | 5 | 33,937 |
| 3 | Déchet banal | 44000 Kg | 0,7 | 52,202 | 3,080 |
| 3 | Boue de vidanges | 8586 Kg de DCO rejeté | 0,025 | 70,711 | 214,650 |
| 3 | Déplacement domicile-travail Moto | 8869500 Km | 0,17 | 50,249 | 1507,815 |
| 3 | Déplacement domicile-travail voiture essence | 2266650 Km | 0,193 | 50,249 | 437,463 |
| 3 | Déplacement domicile-travail voiture gasoil | 229950 Km | 0,19 | 50,249 | 43,691 |
| Total | | | | 34,866 | 2479,020 |

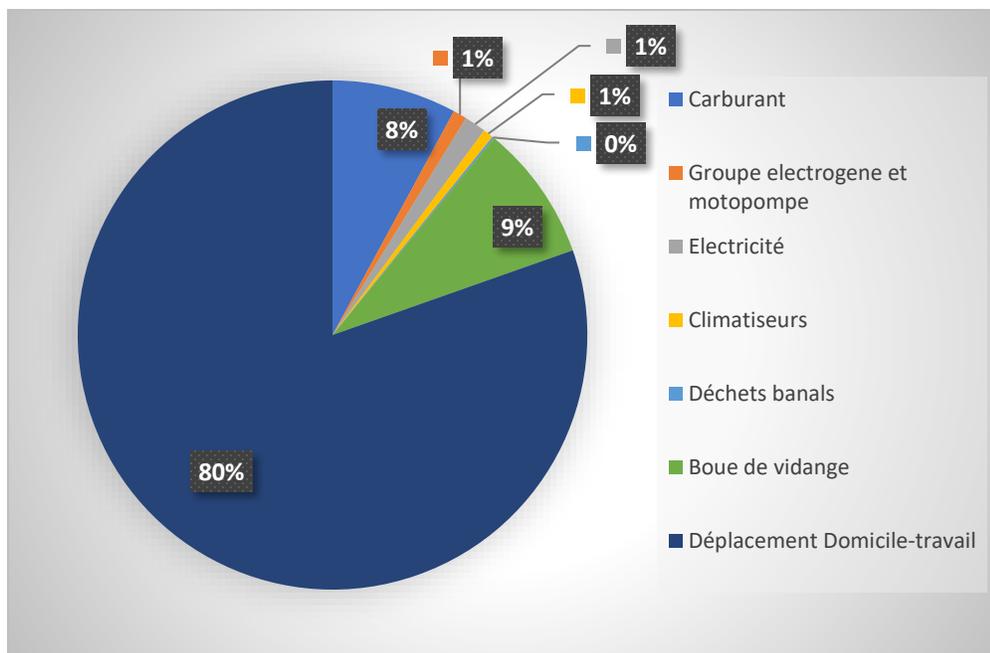


Figure 15: Répartition des émissions de GES sur la base technique

2. Emission de la mécanique

La consommation en carburant (gasoil uniquement) des engins de la mécanique est évaluée à **6304 L**. la mécanique utilise aussi un compresseur avec une consommation en gasoil de **81 L** pour l'entretien des engins. Les activités de l'atelier mécanique ont généré **0,45 T** de déchets pneumatiques.

En appliquant la formule,

- GES émis par les engins poids lourds : $6304 \times 20,733 = 130700,832 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES émis par le compresseur : $81 \times 20,733 = 1679,373 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES émis par les déchets pneumatiques : $0,45 \times 2210 = 994,5 \text{ KgCO}_2\text{e}$

Le tableau 16 suivant présente les quantités de GES émises par les activités de la mécanique.

Tableau 17: Résultat des émissions de GES de la Mécanique

| Catégorie | Source d'émission | DA | FE | I combinée(%) | GES(TeqCO ₂ |
|-----------|---------------------|--------|--------|---------------|------------------------|
| 1 | Engins poids lourds | 6304 L | 20,733 | 11,180 | 130,700 |
| 1 | Compresseur | 81 L | 20,733 | 11,180 | 1,679 |
| 3 | Déchets pneumatique | 0,45 T | 2210 | 52,202 | 0,994 |

| | | |
|--------------|---------------|----------------|
| Total | 10,964 | 133,373 |
|--------------|---------------|----------------|

Les engins poids lourds de la mécanique ont émis 130,7 TeqCO₂, Soit 97,99 % des émissions du poste, l'usage du compresseur a généré 1,26 TeqCO₂ soit 1,25 et les émissions liées au déchet pneumatique sont estimés à 0,76 TeqCO₂. Les émissions Totale l'atelier mécanique sont évaluées à environ 133,373 TeqCO₂, avec une marge de 14,623 TeqCO₂ soit (10.964 %).

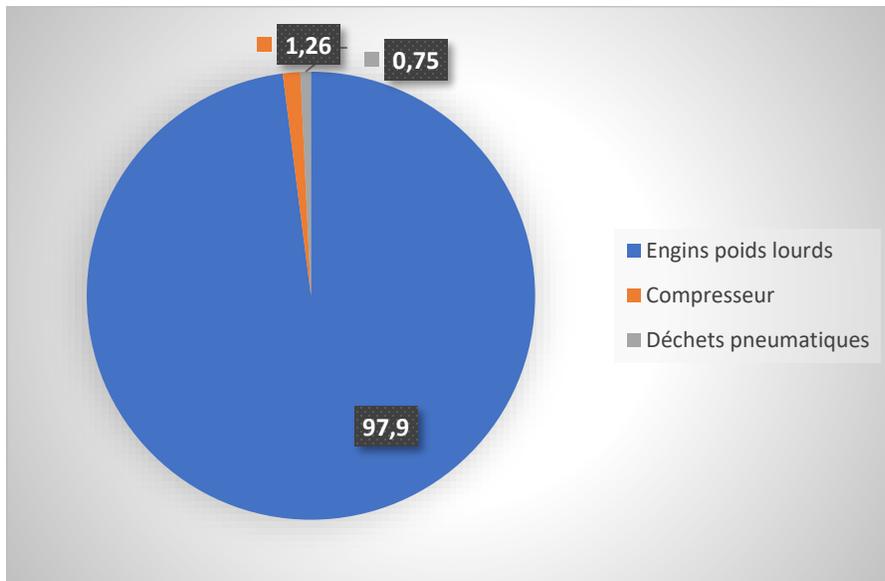


Figure 16: Répartition des émissions GES pour la Mécanique

3. Emission du terrassement

La consommation en hydrocarbure des engins lourds est estimée à environ **275899 L**. Une motopompe est utilisée avec une consommation de **490 L** en gasoil. La donnée d'activité pour le transport des matériaux est évaluée à **897195,246 T/Km** (voir annexe fiche Excel).

En appliquant la formule,

- GES engins poids lourds : $290874 \times 20,733 = 6030690,642 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES Motopompe : $490 \times 20,733 = 10159,17 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES Transport des matériaux : $897195,246 \times 0,178 = 159700,753 \text{ KgCO}_2\text{e}$

Le tableau 17 suivant présente les quantités de GES émises par les activités du terrassement.

Tableau 18: Résultat des émissions de GES du terrassement

| Catégorie | Source d'émission | DA | FE | I combinée(%) | GES(TeqCO ₂) |
|--------------|-------------------------|-----------------|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | Engins poids lourds | 290874 L | 20,733 | 11,180 | 6030,690 |
| 1 | Compresseur | 490 L | 20,733 | 11,180 | 10,159 |
| 3 | Transport des matériaux | 897195,246 T/Km | 0,178 | 25,495 | 159,700 |
| Total | | | | 10,894 | 6200,549 |

Les émissions du terrassement sont évaluées à 6040,85 TeqCO₂ avec une incertitude de 10,894 % soit 675,480 TeqCO₂. Les quantités de GES émises sont de 6030,69 TeqCO₂, Soit 97,26% pour les engins poids lourds, 10,16 TeqCO₂ Soit 0,16% pour la motopompe et 159,70 soit 2,57% pour le transport des matériaux.

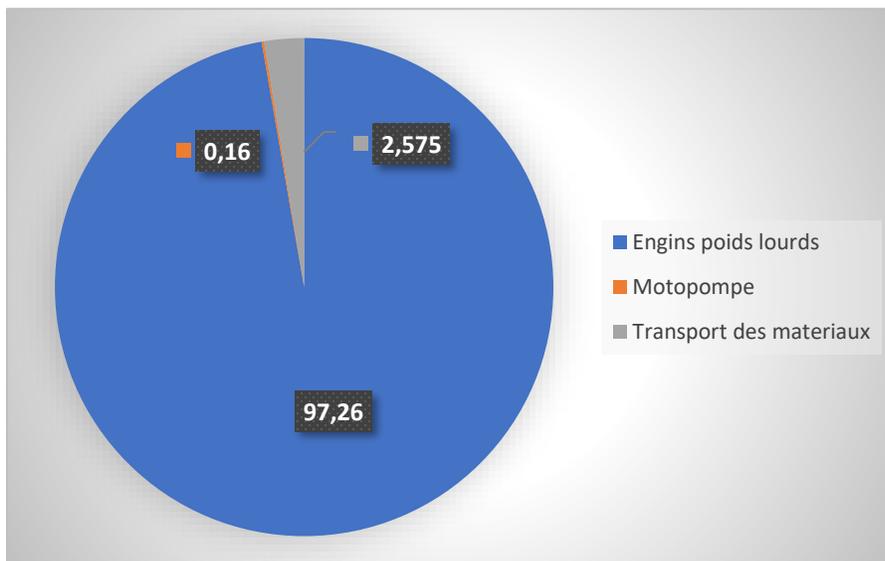


Figure 17: Répartition des émissions GES pour le Terrassement

4. Emission du génie civil

La consommation des engins lourds du génie civil est estimée à environ **175740 L**. la motopompe et les deux (2) compresseurs du génie civil consomment respectivement **213 L** et **1818 L**. les quantités de matériaux utilisés sont dans le tableau 18 ci-dessous :

Tableau 19: Quantité de matériaux utilisés

| Matériaux | Quantité |
|-----------|--------------------------|
| Sable | 733,572 T |
| Gravier | 1741,712 T |
| Fer | 87,346 T |
| Béton | 11521,275 m ³ |
| Ciment | 5337,12 T |

En appliquant la formule,

- GES engins poids lourds : $175740 \times 20,733 = 3643617,42 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES motopompe : $213 \times 20,733 = 4416,129 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES compresseurs : $1818 \times 20,733 = 37692,594 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES transport des matériaux : $1482028,767 \times 0,178 = 263801,1205 \text{ KgCO}_2\text{e}$

Le tableau 19 suivant présente les quantités de GES émises par les activités du Génie civil.

Tableau 20: Résultat des émissions de GES du génie civil

| Catégorie | Source d'émission | DA | FE | I | GES(TeqCO ₂) |
|--------------|-------------------------|-----------------|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | Engins poids lourds | 175740 L | 20,733 | 11,180 | 3643,617 |
| 1 | Motopompe | 213 L | 20,733 | 11,180 | 4,416 |
| 1 | Compresseurs | 490 L | 20,733 | 11,180 | 37,693 |
| 3 | Transport du ciment | 59970,875 T/km | 0.178 | 25,495 | 10,678 |
| 3 | Transport du béton | 208800,953 T/Km | 0.178 | 25,495 | 37,167 |
| 3 | Transport du fer | 1965,956 T/Km | 0.178 | 25,495 | 0,349 |
| 3 | Transport des matériaux | 224298,811 T/Km | 0.178 | 25,495 | 39,925 |
| Total | | | | 10,802 | 3773,845 |

L'utilisation du carburant pour les engins du GC a généré 3643,617 TeqCO₂ soit 96,549%, la motopompe et les deux (2) compresseurs ont émis respectivement 4,416 TeqCO₂ soit 0,12% et 37,693 TeqCO₂ (0,99%). Le transport des matériaux a émis 88,119 TeqCO₂ soit 2,335 %. Les GES

émis par les activités du Génie civil sont d'environ 3773,842 TeqCO₂ avec une marge d'imprécision de 407,779 TeqCO₂ (soit 10,802%).

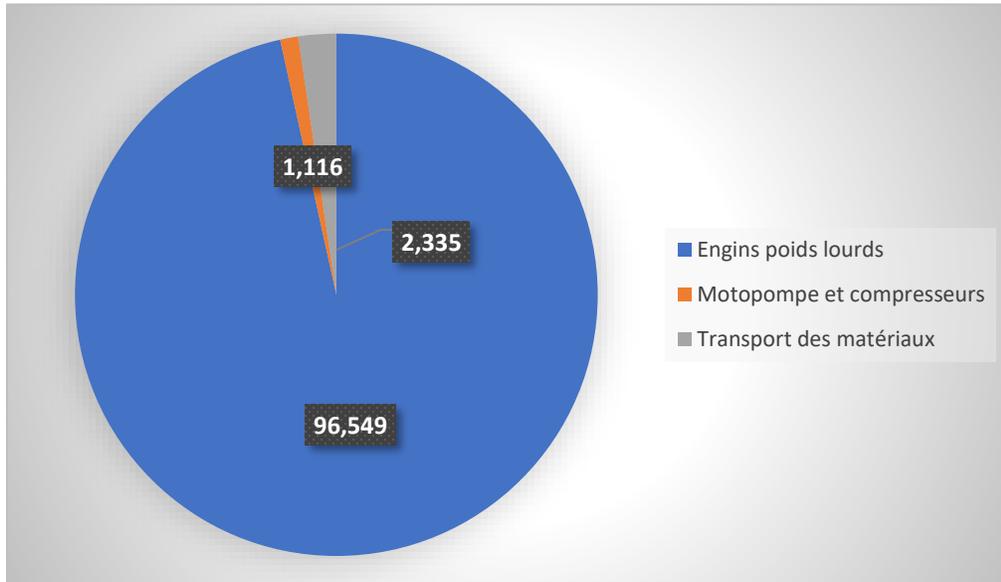


Figure 18: Répartition des émissions GES pour le Génie-civil

5. Emission de Centrale à béton et centrale à émulsion

Avec une consommation en gasoil de **1262 L** et **1125 L** pour leurs groupes électrogènes, La centrale à béton produit **3747,36 m³** de béton et la centrale à émulsion a produit **31222 m³** de bitume (Voir annexe). Une quantité de **5009.25 m³** de béton est produit par une autre centrale.

En appliquant la formule,

- GES émis par groupe électrogène : $20,733 \times (1262 + 1125) = 49489,671 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES émis par le bitume : $31222 \times 275 = 8586050 \text{ KgCO}_2\text{e}$
- GES émis par le béton : $(3747,36 + 5009,25) \times 88 = 770555,28 \text{ KgCO}_2\text{e}$

Le tableau 20 suivant présente les quantités de GES émises par les activités des deux centrales.

Tableau 21: Résultat des émissions de GES de la centrale à béton et de la centrale à émulsion

| Catégorie | Source | DA | FE | I combinée(%) | GES(TeqCO ₂) |
|--------------|--------------------|---------|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | Groupes | 2387 | 20,733 | 11,180 | 49,489 |
| 1 | Motopompe | 886 | 20,733 | 11,180 | 18,369 |
| 1 | Engins poids lourd | 31607 | 20,733 | 11,180 | 655,307 |
| 1 | Bitume | 31222 | 275 | 25,495 | 8586,050 |
| 1 | Béton | 8756,31 | 88 | 20,616 | 770,555 |
| Total | | | | 21,786 | 10079,770 |

La centrale à béton et la centrale à émulsion ont émis 10079,773 TeqCO₂ avec une marge d'imprécision de 21,786% soit 2196,005 TeqCO₂. Les quantités de gaz à effet de serre sont de 67,86 TeqCO₂ pour les groupes électrogènes et la motopompe soit 0,673 % ; 770,555 TeqCO₂ pour le béton soit 7,644% ; 8586,05 TeqCO₂ pour le bitume soit 85,18% et 655,37 TeqCO₂ pour la consommation en gasoil soit 6,50%.

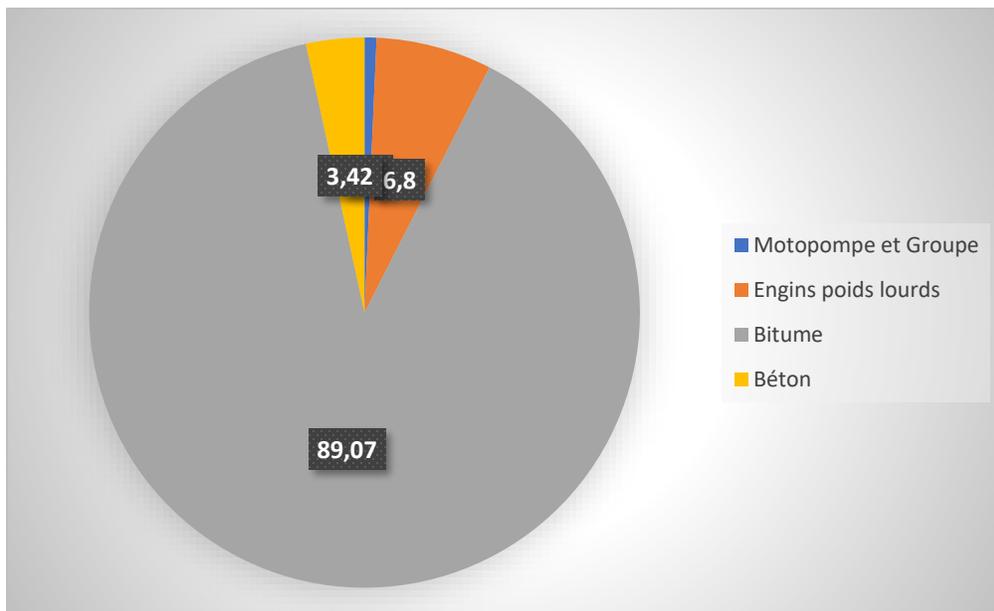


Figure 19: Répartition des émissions GES Centrale à béton et centrale à émulsion

Les émissions totales de gaz à effet de serre liées aux activités de la construction de la rocade sud-est sont d'environ **22864,824TeqCO₂**.

- Les émissions pour le fonctionnement de la base technique représentent **2477,020 TeqCO₂** soit **10,842%** des émissions totales. La base technique prend en compte : les postes d'émissions fugitives (climatisations des bureaux), la consommation en électricité, la gestion des déchets solides et des boues de vidange, le poste d'énergie lié à l'utilisation du carburant pour le groupe électrogène, les compresseurs et les motopompes qui assure le fonctionnement de la base et aussi les émissions liées aux déplacements domicile travail des collaborateurs.
- L'atelier mécanique est l'activité qui produit le moins avec une émission de **133,375 TeqCO₂** soit **0,583%** des émissions totale. Les émissions de cette activité sont uniquement liées aux déchets pneumatiques et à leur consommation en énergie (carburant) de leurs engins qui assurent la maintenance ou le dépannage des autres engins sur le chantier.
- Les émissions le terrassement et l'enrober représentent **27,916%** des émissions totale soit **6382,836 TeqCO₂**. Ces émissions sont dues en grande partie à la consommation en gasoil de leurs engins qui assurent les travaux comme l'extraction, les remblais et déblais, le compactage etc.
- Le génie-civil a émis **3789,827 TeqCO₂** soit **16,575%** des émissions totale. Ces émissions sont dues aux transport des matériaux et la consommations en carburant des engins.
- Les émissions de la centrale à béton et à émulsion représentent **10079,772 TeqCO₂** soit **44,084%**. Ces émissions sont dues en majorité à la production du bitume.

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des résultats par poste d'émissions :

Tableau 22:Résultats des émissions GES par poste

| Postes | Emissions en TeqCO ₂ | Emissions en % |
|--|---------------------------------|----------------|
| Emission Direct des sources fixes par combustion | 143,286 | 0,627 |
| Émissions directes des sources mobiles de combustion | 10838,268 | 47,412 |
| Emission fugitive | 21,238 | 0,701 |
| Bitume et béton | 9356,605 | 40,930 |
| Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité | 33,937 | 0,148 |
| Transport des Matériaux | 263,801 | 1,154 |
| Déplacement Domicile-travail | 1988,969 | 8,701 |
| Gestion des déchets | 218,725 | 0,957 |
| Total GES | 22864,824 | 100 |

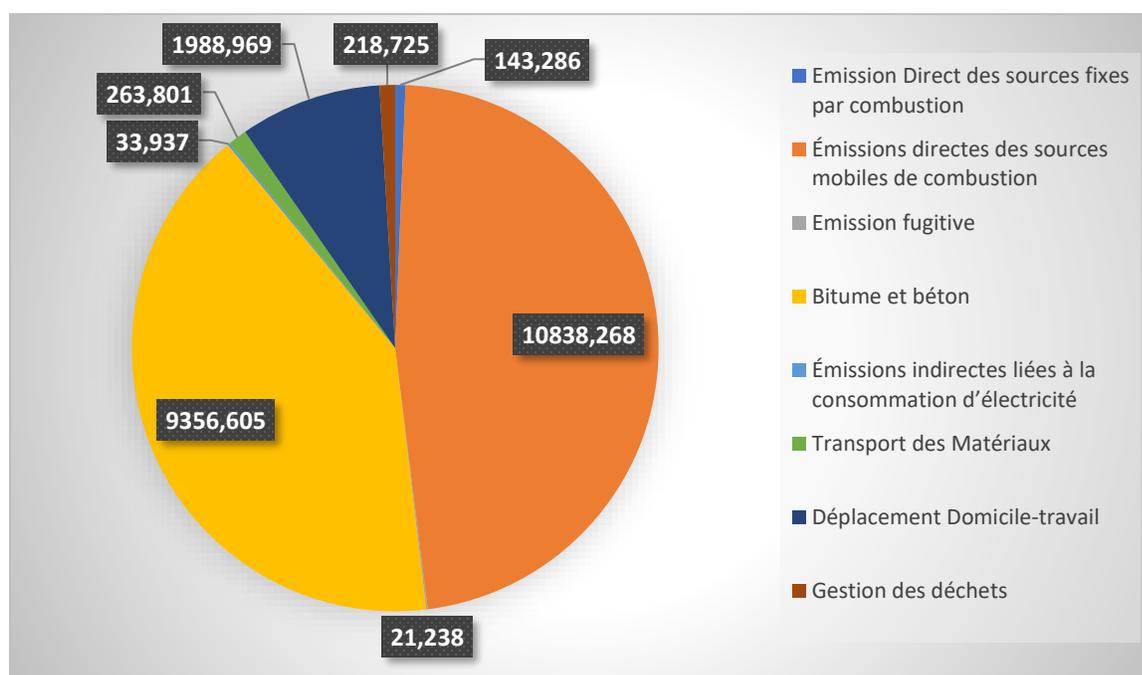


Figure 20: Répartition des émissions GES du projet par poste

Chapitre 4 : Stratégie de réduction des GES

I. Choix de la stratégie

Nous proposons comme plan d'action une liste d'actions de réduction envisageable (immédiates ou prioritaires). Afin de pouvoir suivre et piloter les actions validées, nous proposerons divers indicateurs de suivi à la structure d'accueil.

En rappel, il existe déjà quelques plan d'actions (le label EMERAUDE et le PAEA) mis en place par SOGEA SATOM Burkina.

II. Présentation de la stratégie

Les indicateurs de suivi sont des informations qui aide à la décision, en mettant en évidence une évolution. Une fois les indicateurs pertinents définis par l'organisation, il est tentant d'établir des ratios.

1. Principe

L'objectif est d'élaborer un ou des plans d'actions opérationnels par activité ou par poste d'émissions, composés des actions immédiates ou prioritaires.

- **Actions immédiates** : actions à court terme, qui permettent de lancer le plan d'actions et motiver les équipes ;
- **Actions prioritaires** : actions à court/moyen et long terme qui permettent de réduire fortement ses émissions.

Les mesures visant à réduire les émissions de GES peuvent être physiques, organisationnelles ou comportementales. Ainsi pour atteindre facilement l'objectif, nous avons élaborer une fiche qui permettra de réduire au mieux et aussi de prévenir les gaz à effet de serre émis par les activités de SOGEA SATOM Burkina.

Les fiches cinq (5) proposées permettent d'identifier :

- un constant sur la thématique traitée ;
- l'objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre recherchée ;

- des actions à mettre en place pour réduire ces émissions GES ;
- des indicateurs pour suivre les actions ;
- une estimation financière au besoin.

2. Analyse financière

Nous proposons des analyses financières détaillées qui vont permettre la mise en place les plans d'actions proposées.

- + : financement faible
- ++ : financement moyen
- +++ : financement lourd

Pour les fiches qui ne nécessitent pas d'estimation financière, nous considérons qu'une amélioration continue des actions déjà élaborées par SOGEA SATOM est suffisante.

| FICHE PRATIQUE DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE | |
|---|--|
| Nom du chantier : Rocade Sud-Est | Activité : Génie Civil-Terrassement-Mécanique |
| Fiche N°1 : Gestion du parc matériel | |
| Poste d'émission directe des sources fixes Par combustion et des sources mobiles de combustion | Périmètre de l'action |
| | Chantier et Base technique |
| | Durée de l'action |
| | Action Prioritaire |
| Constat | |
| Les émissions comptabilisées à ce poste sont d'environ 10838,268 TeqCO₂ soit 47,412 % des émissions totale. Généralement liées à la consommation en carburant du parc matériel. | |
| Objectif | |
| Réduction des émissions en gaz à effet de serre liées à la consommation de carburant. | |
| Actions | |
| Réaliser un audit/inspection des engins Formation/sensibilisation des collaborateurs sur l'éco-conduite et l'empreinte carbone Entretien régulier des engins et véhicule utilisés pour les travaux du chantier | |
| Indicateur de suivi | |
| Quantité et Types de carburant consommée Nombre de formation/sensibilisation effectué Nombre de collaborateur formés Fiche de visite technique | |
| Personnes ressources/Intervenants | |
| Responsable QHSE Responsable atelier mécanique Conducteurs Engins poids lourds et poids légers | |
| Faisabilité financière | ++ financement moyen |
| Nécessite des fonds pour les formations/sensibilisations des collaborateurs (si externe) Hypothèse : <ul style="list-style-type: none"> • 1 formateur pour chaque section, sachant qu'on a 5 sections • 1 formateur est payé à 250000 f CFA • 2 séances par an (avec l'appui des sensibilisations internes) Devis pour les sensibilisation : $(125\ 000 \times 5) \times 2 = 1\ 250\ 000\ \text{F CFA}$ | |

| FICHE PRATIQUE DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE | |
|--|---|
| Nom du chantier : Rocade Sud-Est | Activité : Installation chantier |
| Fiche N°2 : Utilisation De l'électricité et des gaz frigorigènes | |
| Poste d'émission indirecte liées à la consommation d'électricité et poste d'émission fugitive | Périmètre de l'action |
| | Base technique |
| | Durée de l'action |
| | Action Immédiate Action Prioritaire |
| Constat | |
| Les émissions comptabilisées à ce poste sont d'environ 16,161 TeqCO₂ soit 0,701 % pour les émissions fugitives et 33,937 TeqCO₂ soit 0,148% pour l'utilisation d'électricité. L'utilisation de la climatisation conduit à des impacts sur l'environnement, parmi lesquels l'augmentation de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) | |
| Objectif | |
| Réduction de la consommation d'énergie Maitrise des fuites des gaz/fluides frigorigènes | |
| Actions | |
| Réaliser un audit énergétique Sensibilisation des collaborateurs sur l'optimisation de l'énergie (interne) Optimisation de l'activité de maintenance et recruter le personnel compétent pour la maintenance Mettre en place un système/dispositif de production de froid solaire Mettre en place un arrêt automatique de la climatisation hors usage Utiliser les gaz moins impactant comme le R404 | |
| Indicateur de suivi | |
| Système de climatisation utilisé et puissance calorifique Type de gaz Suivi des maintenances | |
| Personnes ressources/Intervenants | |
| Responsable QHSE | |
| Faisabilité financière | +++ financement lourd |
| Une étude sur la mise en place d'un système de froid solaire. Changer le système pour l'arrêt automatique Devis pour les sensibilisation : $(125\ 000 \times 5) \times 2 = 1\ 250\ 000\ \text{F CFA}$ | |

| FICHE PRATIQUE DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE | |
|---|---|
| Nom du chantier : Rocade Sud-Est | Activité : Génie-civil et terrassement |
| Fiche N°3 : Transport des Matériaux | |
| Poste d'émission Achat de bien | Périmètre de l'action |
| | Chantier et Base technique |
| | Durée de l'action |
| | Action Immédiate |
| Constat | |
| Les émissions comptabilisées à ce poste sont d'environ 263,801 TeqCO₂ . Les émissions à ce poste sont élevées du fait que la distance entre les fournisseurs et le chantier impact sur la quantité de GES émise | |
| Objectif | |
| Réduire et optimiser le cout global de l'achat Réduire la distance avec les fournisseurs | |
| Actions | |
| Faciliter l'utilisation des matériaux moins émissifs Planifier et estimer le besoin nécessaire en matériaux Informers les collaborateurs et sous-traitants de la démarche réduction des GES | |
| Indicateur de suivi | |
| Volume d'achat des agrégats Nombre de kilomètre parcourut pour le transport des matériaux Quantité de carburant consommée lors du transport Nombre de formation/sensibilisation effectué | |
| Personnes ressources/Intervenants | |
| Responsable QHSE Responsable Génie civil et Terrassement Sous-traitants | |
| Faisabilité financière | + financement faible/ pas nécessaire |
| | |

| FICHE PRATIQUE DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE | |
|--|---|
| Nom du chantier : Rocade Sud-Est | Activité : Génie-civil et terrassement |
| Fiche N°4 : Déplacement domicile travail | |
| Poste d'émission Poste d'émission Déplacement Domicile-Travail | Périmètre de l'action |
| | Chantier et Base technique |
| | Durée de l'action |
| | Action Prioritaire |
| Constat | |
| Les émissions comptabilisées à ce poste sont d'environ 1988,969 TeqCO₂ soit 8,701% des émissions totales du projet de la RSE. | |
| Objectif | |
| Réduction de la consommation en carburant lié au déplacement domicile-travail Encourager l'utilisation des transports collectifs par les collaborateurs | |
| Actions | |
| Formation/sensibilisation des collaborateurs sur l'éco-conduite de la marche ou de l'utilisation des vélos Favoriser les Vidéoconférences Recruter une main d'œuvre locale Mise en place des navettes Base technique-chantier Proposer des cartes d'abonnement pour le déplacement des collaborateurs (SOTRAGO) Dotation des bicyclettes Recherche de fournisseurs plus proche | |
| Indicateur de suivi | |
| Nombre de Km parcourus Mode de transport Nombre de vidéoconférence/télétravail Taux d'occupation du parking à vélo Suivi des fiche de visite technique des engins | |
| Personnes ressources/Intervenants | |
| Tout le personnel de SOGEA SATOM | |
| Faisabilité financière | +++ financement lourd |
| Cout d'achat d'un mini bus pour la navette : $70\ 000\ 000 \times 2 = 140\ 000\ 000$ F CFA Coût d'achat d'une bicyclette = 65 000 F Nécessite des fonds pour les formations/sensibilisations des collaborateurs (si externe) Hypothèse : <ul style="list-style-type: none"> • 1 formateur pour chaque section, sachant qu'on a 5 sections • 1 formateur est payé à 25000 f CFA • 2 séances par an (avec l'appui des sensibilisations internes) Devis pour les sensibilisations : $(125\ 000 \times 5) \times 2 = 1\ 250\ 000$ F CFA | |

| FICHE PRATIQUE DE REDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE | |
|--|---|
| Nom du chantier : Rocade Sud-Est | Activité : Installation chantier |
| Fiche N°5 : Gestion des déchets Solides et liquides | |
| Poste d'émission des Déchets | Périmètre de l'action |
| | Base technique et chantier |
| | Durée de l'action |
| | Action Immédiate |
| Constat | |
| Les émissions comptabilisées à ce poste sont d'environ 218,725 TeqCO₂ . | |
| Objectif | |
| Réduire la quantité de déchets solides et liquides produits par les activités du chantier Réduire les émissions de GES engendrés par la production des déchets | |
| Actions | |
| Respect du tri des déchets Réutiliser ou Valoriser des déchets Traiter ou prétraiter certains déchets à l'interne Utiliser des matériaux/matériels respectant les normes environnementales Favoriser l'usage des matières premières recyclables/valorisables | |
| Indicateur de suivi | |
| Quantité de déchets liquides et solides mensuel Types de déchets solides générés Type de traitement des déchets | |
| Personnes ressources/Intervenants | |
| Responsable QHSE Responsable Service Achat Tous les collaborateurs | |
| Faisabilité financière | + financement faible/ pas nécessaire |
| | |

De façon générale, les actions ainsi proposées dans les fiches pratiques pour la réduction des gaz à effet de serre se divisent en 3 principaux groupes :

- les actions déjà mise en place par l'organisme mais nécessitent une amélioration continue ;
- les actions qui sont simples à mettre en œuvre et qui ne requièrent pas beaucoup de dépenses de la part de l'entreprise ;
- les actions qui ont un retour sur l'investissement et qui permettent à l'entreprise de faire des économies financières.

Conclusion et Recommandation

Le bilan partiel des émissions nettes de GES du projet de la Rcade sud-est de **228559,752 Tonnes équivalentCO₂** pour l'année 2019-2020. Pour la comptabilisation des émissions de GES du chantier de la RSE, toutes les activités ont été prises en compte à savoir : les activités de la base technique, du Génie civil ; de la mécanique ; du terrassement ; de l'embrober et de la centrale à béton et à émulsion.

Il ressort de cette quantification que les principaux émetteurs sont :

- les activités des deux centrales (à béton et à émulsion) émettent le plus de gaz à effet de serre avec **10079,772 TeqCO₂** soit 44,084%.
- le terrassement a émis **6200,551TeqCO₂** soit 27,118% des émissions totales dues à la consommation d'hydrocarbures et aux transport des matériaux.
- le génie civil a émis **3789,827 TeqCO₂** soit 16,575% dues à la consommation d'hydrocarbures et aux transport des matériaux.

Ainsi pour réduire les quantités de gaz à effet de serre émises par les activités du projet, des plans d'actions ont été mis en place. Ses actions impliquent des changements de comportements et de pratiques de la part de l'ensemble des collaborateurs internes et externes. Il est donc particulièrement important de les sensibiliser aux enjeux de la démarche, et de les accompagner dans son appropriation. Il est également nécessaire de s'assurer du respect des actions proposées dans le quotidien de travail des équipes, qui sont appelées à changer et/ou à évoluer dans leurs tâches et leurs organisations. Il serait aussi judicieux de faire part des résultats obtenus et des progrès réalisées résultant de la coopération de tous.

Nous proposons la mise en place d'un plan de surveillance des émissions de gaz à effet de serre de SOGEA SATOM Burkina Faso sur chacun de leur projet dans le but de suivre leurs évolutions à travers le temps. Le plan de surveillance vise aussi à faciliter la quantification des émissions de GES du fait qu'il indique les données d'activité à jour.

Bibliographie

ABC, 2017. *Guide méthodologique bilan carbon V8*, France: ABC.

ADEME, 2014. *Realisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre*, Paris: ABC.

carbon, a. b., 2017. *Présentation détaillée des postes d'émission Guide méthodologique* , Paris: Association bilan carbon.

Chazournes, L. B. d., 2009. *convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique*, s.l.: united nation audiovisual library of internationa law.

climatique, I. C., 2014. *l'attenuation du changement climatique contribution du groupe III au 5 eme rapport d'évaluation du GIEC*, s.l.: s.n.

Durable, C. d., 2018. *Fiche pratique pour la reduction des émissions de gaz à effet de serre*, France: Ministère de la transition écologique et solidaire.

GIEC, 2007. *Changements climatiques 2007, Rapport de sy,thèse*, Genève 2: GIEC.

GIEC, 2014. *Changements climatiques 2014:Rapport de synthèse*, Genève: GIEC.

INDC, 2015. *Contribution prevue déterminée au niveau national (CPDN) au burkina faso*, Ouagadougou: Framework.

INSD, R., 2019. *Données statique de la population Au burkina Faso*, Ouagadougou: INSD.

JANEL, S., 2012. *Des solutions rentables à faible empreinte carbone*, Lorraine: simon.

JICA, 2017. *Etude preparatoire du projet d'amélioration de la Rocade Sud-Est du boulevard deTansoba à Ouagadougou*, Ouagadougou: JR.

Mer, M. d. l. E. d. l. e. d. l., 2016. *Méthode pour la réalisation des bilans d'émission de gaz à effet de seere*, paris: ABC.

Ministère de l'eau, d. l. e. d. l. M., 2016. *Methode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre*, Paris: Ministère.

PICARDIE, 2015. *Bilan des emissions de gaz à effet de serre*, Paris: MSA.

SHANAHAN, M., 2014. *le changement climatique en afrique : Guide à l'intention des journalistes*, Paris: UNESCO.

SYLLA, B., 2019. *Etude de faisabilité de la mise en place d'une station de traitement des boues de vidange de la ville de Houndé au Burkina Faso*, Ouagadougou: Sylla bintou.

Annexe

| | |
|---|----|
| Annexe 1 : Termes et définitions | 69 |
| Annexe 2: Poste signifiant pris en compte par le projet..... | 71 |
| Annexe 3: Sensibilisation sur l'émission des Gaz à effet de serre | 74 |
| Annexe 4: Résultat échantillonnage poste22 | 77 |
| Annexe 5: Incertitude globale d'une activité | 79 |
| Annexe 6: Parc matériel de la RSE | 81 |
| Annexe 7: Emission GES par Activité du chantier de la RSE | 84 |
| Annexe 8: Fiche Exel de calcul des GES du projet de la RSE..... | 86 |

Annexe 1 : Termes et définitions

ADEME : L'Agence de la transition écologique , anciennement Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) français créé en 1991. L'ADEME suscite, anime, coordonne, facilite ou réalise des opérations de protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie

Base Carbonne : La Base Carbonne est une base de données publiques de facteurs d'émissions nécessaires à la réalisation d'exercices de comptabilité carbone. Elle est administrée par l'ADEME, mais sa gouvernance est multi acteur et son enrichissement est ouvert.

CO2 équivalent (CO2eq) : unité permettant de comparer le forçage radiatif d'un GES au dioxyde de carbone, calculé à l'aide de la masse d'un GES donné, multipliée par son potentiel de réchauffement global (PRG), fourni par le GIEC (adapté de la norme NFISO 14064-1 : 2006).

Émissions directes de GES : émissions de sources de GES fixes et mobiles, contrôlées par la personne morale / organisation (norme NF-ISO 14064-1 : 2006).

Émissions indirectes de GES : émissions de GES conséquence des activités de la personne morale / organisation mais provenant de sources de GES contrôlées par d'autres entités (adapté de la norme NF-ISO 14064-1 : 2006).

Facteur d'émission ou de suppression des GES (FE) : facteur rapportant les données d'activité aux émissions ou suppressions de GES (norme NF-ISO 14064-1:2006).

Norme NF-ISO 14064-1 : 2006 : norme spécifiant les principes et les exigences, au niveau des organismes, pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de GES et leur suppression, rédigée par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO).

Périmètre opérationnel : ensemble des sources d'émissions prises en compte lors d'un exercice de comptabilité carbone d'une organisation.

Périmètre organisationnel : ensemble des sites, installations et compétences pris en compte lors d'un exercice de comptabilité carbone d'une organisation.

Périmètre temporel : c'est le temps observé, classiquement d'un an, afin de refléter au mieux l'activité de l'organisation dans sa globalité

Postes d'émission : émissions de GES provenant de sources ou de types de sources homogènes. Un poste d'émission peut être assimilé à une « sous-catégorie d'émission » (méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre, version 4).

Donnée d'activité : mesure quantitative d'une activité donnée, occasionnant l'émission de GES (adapté de la norme NF ISO 14064-1 :2006).

Annexe 2: Poste signifiant pris en compte par le projet

Pour le chantier de la Rocade Sud-Est les sources d'émissions sont les postes 1, 2 4 pour les postes correspondants aux émissions directes et les postes 6, 11 et 22 pour les postes correspondants aux émissions indirectes.

Poste 1 : Émissions directes des sources fixes de combustion

Proviennent uniquement de la combustion de combustibles de toute nature au sein de sources fixes contrôlées par l'organisation (brûleurs, fours, turbines, torchères, chaudières, groupes électrogènes, etc.).

Les données d'activité optimales pour ce poste sont les quantités de chaque combustible.

Poste 2 : Émissions directes des sources mobiles de combustion

Proviennent uniquement de la combustion de carburants au sein de sources de combustion en mouvement contrôlées par l'organisation (véhicules terrestres, aériens, ferroviaires, maritimes ou fluviaux).

Les données d'activité optimales pour ce poste sont les quantités de chaque type de carburant par équipement de transport.

Poste 4 : Émissions directes fugitives

Proviennent de rejets intentionnels ou non intentionnels de sources souvent difficilement contrôlables physiquement (utilisation de GES, réactions anaérobies, réactions de nitrification et dénitrification, émissions de méthane, etc.).

Les données d'activité optimales pour ce poste sont la différence entre la quantité de gaz achetée et la quantité vendue, ou la quantité de réfrigérants nécessaire pour réapprovisionner les équipements.

Poste 6 : Émissions indirectes liées à la consommation d'électricité

Proviennent de différentes sources. Le périmètre à prendre en compte couvre la phase de production de l'électricité (combustibles, sauf émissions en amont de la station de production, émissions dues à la construction de la station de production et émissions allouées au transport et aux pertes en ligne).

Les données d'activité optimales pour ce poste sont les quantités d'électricité achetées par l'organisation (compteurs ou factures sur la période considérée).

Poste 11 : Déchets générés

Dépendent du mode de traitement : incinération, stockage, recyclage ou traitement biologique (méthanisation, compostage). Dépendent des caractéristiques des déchets : fermentescibles, combustibles, recyclables, inertes, etc.

Les données d'activité optimales pour ce poste sont les quantités de déchets, associées au type de traitement. L'efficacité du procédé de traitement doit être évaluée.

Poste 22 : Déplacements domicile-travail

Proviennent de l'utilisation d'énergie nécessaire au transport des salariés lorsqu'ils se rendent sur leur lieu de travail (véhicules non possédés ou non contrôlés par l'organisation, émissions amont de l'énergie, fabrication du matériel roulant, émissions associées au télétravail (chauffage, climatisation, consommations d'électricité, etc.).

Les données d'activité optimales pour ce poste sont les distances parcourues et le type de transport utilisé (incluant le télétravail)

Annexe 3: Sensibilisation sur l'émission des Gaz à effet de serre

Objectif de la sensibilisation :

L'action vise à informer les collaborateurs sur les menaces et opportunités liées au changement climatique notamment sur l'émission des Gaz à effet de serre. Elle doit aussi permettre de diffuser des solutions d'adaptation et proposer un accompagnement.

Définition Bilan GES

Un Bilan GES est une évaluation de la quantité de gaz à effet de serre (GES) émise (ou captée) dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation ou d'un territoire.

Causes et conséquences de l'effet de serre

Les causes sont généralement dues aux activités menées par l'homme. Les conséquences sont entre autres :

- ✓ **Une augmentation de la température planétaire ;**
- ✓ **Des crises liées aux ressources alimentaires (les productions agricoles pourraient chuter, provoquant de graves crises alimentaires, sources de conflits et de migrations) ;**
- ✓ **Une Modification des évènements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondation, sécheresses etc.) ;**
- ✓ **La perturbation des grands équilibres écologique (milieu aquatique, forêt etc.) qui s'accompagne avec une extinction des espèces animales et végétales ;**

L'effet de serre a aussi un important impact sur la santé de l'homme.

Intérêt de réaliser un bilan GES

Réaliser son Bilan GES permet :

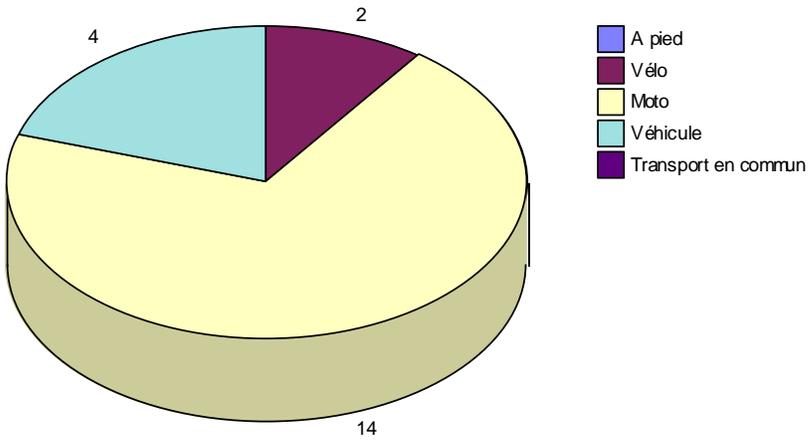
- ✚ **De structurer sa politique environnementale ;**
- ✚ **D'identifier des actions permettant de réduire sa facture énergétique et son impact global ;**
- ✚ **D'évaluer sa vulnérabilité et de se démarquer par son exemplarité ;**
- ✚ **De répondre à la réglementation (si on y est assujetti) ;**
- ✚ **D'impliquer ses salariés ou ses partenaires à travers cet exercice.**

Quelques propositions de mesure d'atténuation/ PLAN D'ACTION

- + Réduire les consommations d'énergie et Maîtriser les fuites des fluides frigorigènes ;**
- + Adopter des dispositifs innovants alternatifs à la climatisation et notamment dans les opérations de construction ou de rénovation des bâtiments ;**
- + Mettre en œuvre une politique de la consommation maîtrisée du papier ;**
- + Réduire et optimiser le cout global de l'achat ;**
- + Encourager les salariés à utiliser les transports collectifs urbains ou le covoiturage ou le vélo (la marche et les autres modes de transports doux) ;**
- + Promouvoir des modes de transport respectueux de l'environnement.**

Annexe 4: Résultat échantillonnage poste22

Moyen de déplacement



Annexe 5: Incertitude globale d'une activité

Une incertitude globale a pu être estimée en utilisant l'équation ci-dessous (GIEC, 2006) :

$$I_{\text{totale}} = \frac{\sqrt{(I_1 + X_1)^2 + (I_2 + X_2)^2 + \dots + (I_n + X_n)^2}}{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$$

Avec :

U_{totale} = Incertitude totale (en %)

X_i = Émissions de GES (tCO₂éq) découlant du paramètre

U_i = Incertitude associée à la quantité x_i

Annexe 6: Parc matériel de la RSE

| Matériel | | |
|--------------------------|------------------|---|
| Référence | Catégorie | Libellé |
| POMPAGE | | |
| A10002 | A14 | MOTO POMPE CPI P492 |
| AIR COMPRIME | | |
| C01216 | C01 | COMPRESSEUR DIESEL ATLAS COPCO XAS 67 DD |
| C01327 | C01 | COMPRESSEUR DIESEL ATLAS COPCO XAS 67 DD |
| C09005 | C03 | COMPRESSEUR DIESEL ATLAS COPCO XAS 88 KD |
| TERRASSEMENT | | |
| D00002 | D05 | TRACTO-PELLE 4X4 JCB 3CX |
| D08869 | D05 | TRACTO-PELLE 4X4 CAT 428F2 |
| D21079 | D22 | PELLE S/PNEUS CAT M318D |
| D21082 | D22 | PELLE S/PNEUS CAT M318D |
| D31872 | D31 | PELLE S/CHENILLES CAT 320D L |
| D31865 | D32 | PELLE S/CHENILLES CAT 329D L |
| D31870 | D32 | PELLE S/CHENILLES CAT 336D L |
| D41038 | D45 | CHARGEUR S/PNEUS CAT 938 G II |
| D88862 | D88 | MOTOBASCULEUR FIORI D 40 |
| TRANSPORT ROUTIER | | |
| E50048 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E50049 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E50057 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS K 380.34 DXI |
| E50058 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS K 380.34 DXI |
| E50062 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS K 380.34 DXI |
| E51125 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E51170 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E51183 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E51183 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E51184 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E51721 | E50 | CAMION BENNE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E51560 | E54 | CAMION PLATEAU GRUE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E51560 | E54 | CAMION PLATEAU GRUE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |

| | | |
|-------------------------------|-----|---|
| E51742 | E54 | CAMION PLATEAU GRUE 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E71125 | E72 | TRACTEUR ROUTIER 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 440.34 DXI |
| E7A223 | E72 | TRACTEUR ROUTIER 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 350.34 DCI |
| E81197 | E84 | SEMI-REM. PLATEAU LEGRAS TANDEM |
| E88877 | E84 | SEMI-REM. PLATEAU ACTM S3220 R |
| E99028 | E96 | CAMION CITERNE 6X4 RENAULT TRUCKS K 380.34 DXI |
| E90022 | E98 | CAMION MALAXEUR 6X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.34 DXI |
| E91325 | E98 | CAMION MALAXEUR 8X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.45 DXI |
| E91337 | E98 | CAMION MALAXEUR 8X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.45 DXI |
| E91338 | E98 | CAMION MALAXEUR 8X4 RENAULT TRUCKS KERAX 380.45 DXI |
| E90016 | E99 | CAMION MALAXEUR POMPE 8X4 MERCEDES ACTROS 3236 |
| LEVAGE MANUTENTION | | |
| F21074 | F23 | GRUE AUTOMOT. TEREX A600 |
| F28842 | F24 | GRUE AUTOMOT. LOCATELLI GRIL 87.80 |
| CONSTRUCTION DE ROUTES | | |
| G31316 | G33 | ROULEAU VIBRANT BOMAG BW 75 S-2 |
| G31512 | G33 | ROULEAU VIBRANT BOMAG BW 75 S-2 |
| G31528 | G33 | ROULEAU VIBRANT BOMAG BW 75 H |
| G38954 | G3C | COMPACTEUR BOMAG BW 120 AD-5S |
| FABRICATION DE BETON | | |
| I11542 | I15 | CENTRALE A BETON ELKON MASTER-30 EAGLE |
| I20010 | I23 | MALAXEUR POMPE SCHWING STETTER FBP 600 |
| I20014 | I27 | TOUPIE AVEC TAPIS SCHWING SETTER HM7SHC |
| I21063 | I27 | TOUPIE LIEBHERR HTM 904 SA |
| I21075 | I27 | TOUPIE LIEBHERR HTM 704 SA |
| I21076 | I27 | TOUPIE LIEBHERR HTM 704 SA |
| I20026 | I28 | AUTOBETONNIERE FIORI DB260 BASIC |
| I21051 | I28 | AUTOBETONNIERE FIORI DB260 BASIC |
| I21051 | I28 | AUTOBETONNIERE FIORI DB260 BASIC |
| I21083 | I28 | AUTOBETONNIERE FIORI DB260 BASIC |
| I21100 | I28 | AUTOBETONNIERE FIORI DB260 BASIC |
| I61039 | I61 | CISAILLE PEDAX SIMPLEX 60H |
| I60014 | I63 | CINTREUSE SIMA DEL36 |

Annexe 7: Emission GES par Activité du chantier de la RSE

| Activités | Emissions en TeqCO ₂ | Emissions en TeqCO ₂ (%) |
|---|---------------------------------|--|
| Installation du chantier/Base Technique | 2262,440 | 9,98 |
| Mécanique | 133,347 | 0,58 |
| Enrober | 182,285 | 0,80 |
| Terrassement | 6040,849 | 26,67 |
| Génie-civil | 3949,527 | 17,43 |
| Centrale à béton et centrale à émulsion | 10079,77 | 44,50 |
| Total GES | 22648,218 | 100 |

Annexe 8: Fiche Exel de calcul des GES du projet de la RSE

Fiche de calcul des émissions de gaz à effet de serre du projet de la Rocade Sud-Est

| Activités | Elements | Donnée d'activité | Unite | IDA | FE | I FE | Source | I C | GES (KgCO2e) | GES (tCO2e) | GES I | % GES | % GESpar Activité | |
|---------------------|------------------------|-------------------|--------------|-----|--------|------|----------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------|
| Terrassement | Carburant | 290874 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 6030690,642 | 6030,691 | | 97,261 | 27,118 | |
| | Motopompe | 490 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 10159,170 | 10,159 | | 0,164 | | |
| | TRANSPORT MATERIAUX | 897195,2468 | T/Km | 5% | 0,178 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 159700,754 | 159,701 | | 2,576 | | |
| Total | | | | | | | | 10,874% | 6200550,566 | 6200,551 | 674,253 | 100,000 | | |
| Enrober | carburant | 8792 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 182284,536 | 182,285 | | 100,000 | 0,797 | |
| Total | | | | | | | | 11,180% | 182284,536 | 182,285 | 20,380 | 100,000 | | |
| Mécanique | Pneumatique usagée | 0,45 | t | 15% | 2210 | 50% | Base Carbone | 52,202% | 994,500 | 0,995 | | 0,746 | 0,583 | |
| | carburant | 6304 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 130700,832 | 130,701 | | 97,995 | | |
| | Compresseur | 81 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 1679,373 | 1,679 | | 1,259 | | |
| Total | | | | | | | | 10,964% | 133374,705 | 133,375 | 14,623 | 100,000 | | |
| Géni civil | carburant | 175740 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 3643617,420 | 3643,617 | | 96,142 | 16,575 | |
| | Motopompe | 213 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 4416,129 | 4,416 | | 0,117 | | |
| | Compresseur | 1818 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 37692,594 | 37,693 | | 0,995 | | |
| | Transport fer | 1965,956892 | T/Km | 5% | 0,178 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 349,940 | 0,350 | | 0,009 | | |
| | Béton ENO | 208800,9531 | T/Km | 5% | 0,178 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 37166,570 | 37,167 | | 0,981 | | |
| | ciment | 149767,7982 | T/Km | 5% | 0,178 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 26658,668 | 26,659 | | 0,703 | | |
| | TRANSPORT MATERIAUX | 224298,8117 | T/km | 5% | 0,178 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 39925,188 | 39,925 | | 1,053 | | |
| Total | | | | | | | | 10,757% | 3789826,510 | 3789,827 | 407,685 | 100,000 | | |
| Centrale à béton | Total béton | 8756,31 | m3 | 5% | 88 | 20% | Base Carbone | 20,616% | 77055,280 | 770,555 | | 7,645 | 44,084 | |
| | groupe électrogène | 1262 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 26165,046 | 26,165 | | 0,260 | | |
| centrale à émulsion | groupeelectrogène | 1125 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 23324,625 | 23,325 | | 0,231 | | |
| | bitume | 31222 | m3 | 5% | 275 | 25% | Base Carbone | 25,495% | 8586050,000 | 8586,050 | | 85,181 | | |
| | carburant | 31607 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 655307,931 | 655,308 | | 6,501 | | |
| | Motopompe | 886 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 18369,438 | 18,369 | | 0,182 | | |
| Total | | | | | | | | 21,786% | 10079772,320 | 10079,772 | 2196,005 | 100,000 | | |
| Base techniq | carburant | 9353 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 193915,749 | 193,916 | | 7,822 | | 10,842 |
| | carburant vi | 120 | L | 10% | 14,59 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 1750,800 | 1,751 | | 0,071 | | |
| | Motopompe | 886 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 18369,438 | 18,369 | | 0,741 | | |
| | Groupe electrogene | 150 | L | 10% | 20,733 | 5% | Base Carbone | 11,180% | 3109,950 | 3,110 | | 0,125 | | |
| | electricité | 72361 | Kwh | 5% | 0,469 | | GHG Protocol | 5,000% | 33937,309 | 33,937 | | 1,369 | | |
| | climatiseur gaz R407 | 3,2 | kg de fluide | 10% | 1653 | 50% | Base Carbone | 50,990% | 5289,600 | 5,290 | | 0,213 | | |
| | climatiseur gaz R410 A | 7,8 | kg de fluide | 10% | 1975 | 50% | Base Carbone | 50,990% | 15405,000 | 15,405 | | 0,621 | | |
| | climatiseur gaz R22 | 0,3 | kg de fluide | 10% | 1812 | 50% | Base Carbone | 50,990% | 543,600 | 0,544 | | 0,022 | | |
| | déchet banal | 4400 | Kg | 15% | 0,7 | 50% | ACV Granulat (| 52,202% | 3080,000 | 3,080 | | 0,124 | | |
| | Boue de vidange | 8586 | kg de DCO | 50% | 0,025 | 50% | Base Carbone | 70,711% | 214,650 | 214,650 | | 8,659 | | |
| | MOTOCYCLE | 8869500 | T/Km | 50% | 0,17 | 5% | Base Carbone | 50,249% | 1507815,000 | 1507,815 | | 60,823 | | |
| | VOITURE ESSENCE | 2266650 | T/Km | 50% | 0,193 | 5% | Base Carbone | 50,249% | 437463,450 | 437,463 | | 17,647 | | |
| | VOITURE GASOIL | 229950 | T/Km | 50% | 0,19 | 5% | Base Carbone | 50,249% | 43690,500 | 43,691 | | 1,762 | | |
| Total | | | | | | | | 34,866% | 2264585,046 | 2479,020 | 864,330 | 100 | | |
| GES TOTAL | | | | | | | | | 22864,829 | | | | 100 | |