

PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN DES GODARDES II RUEIL-MALMAISON [92]

ÉMISSIONS de GAZ à EFFET de SERRE & CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Réf N : 213 011 173a

V1

24 décembre 2021

TechniSim
Consultants

Projet de Renouvellement Urbain des GODARDES II Rueil-Malmaison [Hauts-de-Seine/92]

Emissions de Gaz à Effet de Serre & Consommations énergétiques

TECHNISIM CONSULTANTS

316 rue Paul Bert

69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

TechniSim@wanadoo.fr

| Nom du fichier | Version | Date | Contenu | Objet des modification | Rédacteur | Relecteur | Superviseur |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|------------------|---------------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-------------|
| Rapport_étude_Segic_Rueil-Malmaison_Godardes_II_GES_Conso_énergie_N1.doc | 1 | 24 décembre 2021 | Émissions de GES et Consommations énergétiques | Première version | BA | RG | RG |

SOMMAIRE

| | |
|---------------------------------------------------|-----------|
| 1. Contexte général | 5 |
| 2. Présentation du projet | 5 |
| 3. Effet de serre | 5 |
| 4. Réglementation | 6 |
| 5. Méthodologie | 6 |
| 5.1. Phase travaux | 6 |
| 5.1.1. Principe | 6 |
| 5.1.2. Périmètre d'étude | 7 |
| 5.1.3. Hypothèses..... | 7 |
| 5.1.4. Facteurs d'émissions de GES..... | 7 |
| 5.1.5. Facteurs de consommation énergétique..... | 7 |
| 5.1.6. GES pris en compte | 8 |
| 5.2. Phase Exploitation | 9 |
| 5.2.1. Principe | 9 |
| 5.2.2. Périmètre d'étude | 9 |
| 5.2.3. Facteurs d'émissions de GES..... | 9 |
| 6. Emissions de gaz à effet de serre | 10 |
| 6.1. Phase travaux | 10 |
| 6.2. Phase Exploitation | 11 |
| 7. Consommations énergétiques | 13 |
| 7.1. Phase travaux | 13 |
| 7.2. Phase exploitation | 14 |
| 8. Préconisations | 14 |
| 9. Conclusion | 15 |
| Annexe n°1 : Glossaire | 16 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Plan masse du projet..... | 5 |
| Figure 2 : Principe de l'effet de serre (source : GIEC) | 5 |
| Figure 3 : Répartition des émissions de GES en France pour l'année 2018 (source : Citepa 2020) | 6 |
| Figure 4 : Emissions de gaz à effet de serre en France pour l'année 2018 (source : Citepa 2020) | 8 |
| Figure 5 : Emissions de gaz à effet de serre lors de la phase travaux..... | 11 |
| Figure 6 : Emissions annuelles de GES lors de la phase exploitation..... | 12 |
| Figure 7 : Consommations énergétiques lors de la phase travaux..... | 13 |
| Figure 8 : Consommations énergétiques lors de la phase exploitation..... | 14 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Consommations énergétiques durant la phase travaux | 13 |
| Tableau 2 : Consommations énergétiques pendant la phase exploitation | 14 |

1. CONTEXTE GENERAL

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet de renouvellement urbain des Godardes II, à Rueil-Malmaison [Hauts-de-Seine /92].

Afin de répondre aux attentes spécifiques pointées par la Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) dans son avis délibéré n°2021-1703 du 30 juin 2021 vis-à-vis de ce projet, le présent dossier fait état de l'analyse des émissions de **G**az à **E**ffet de **S**erre [GES], ainsi que des consommations énergétiques intervenant d'une part, lors de la phase travaux, et d'autre part, de la phase exploitation du projet sus-dit.

2. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet s'installera au sein du territoire de la commune de Rueil-Malmaison, sur une emprise d'environ 3,7 hectares.

Il est prévu la démolition de 140 logements sociaux, la réhabilitation de 104 logements existants et la construction de 386 logements neufs.

La planche ci-dessous illustre le plan masse du projet.



Figure 1 : Plan masse du projet

3. EFFET DE SERRE

L'effet de serre est un phénomène physique naturel permettant de retenir une partie de la chaleur fournie par le soleil, ce qui maintient une température positive sur la planète Terre, condition nécessaire au développement de la vie.

A contrario, une augmentation de l'effet de serre entraînerait une élévation de la température à la surface du globe.

Les conséquences d'un tel réchauffement sont multiples et sont susceptibles de nuire à la biodiversité en général et à l'être humain en particulier :

- Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes ;
- Élévation du niveau des mers ;
- Extinction d'espèces animales et végétales ;
- Baisse des rendements agricoles ;
- Hausse des dégâts sur les infrastructures de transports ;
- Déstabilisation géopolitique ;
- Perturbation de l'économie mondiale ;
- Etc.

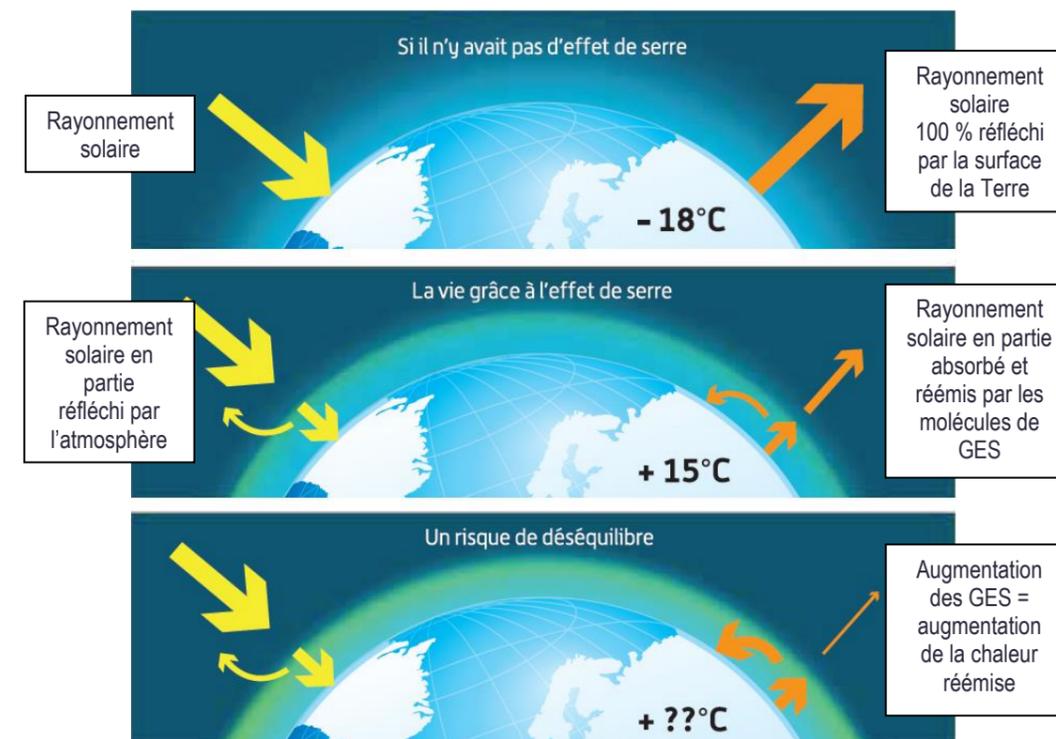


Figure 2 : Principe de l'effet de serre (source : GIEC)

Le diagramme ci-dessous schématise la répartition des émissions de gaz à effet de serre en France.

Le secteur des transports représente le principal émetteur de GES (136 MteqCO₂ en 2018, soit 31 % des émissions totales), suivi par les secteurs de l'agriculture / sylviculture, du résidentiel / tertiaire et de l'industrie manufacturière / construction (18 à 19 %).

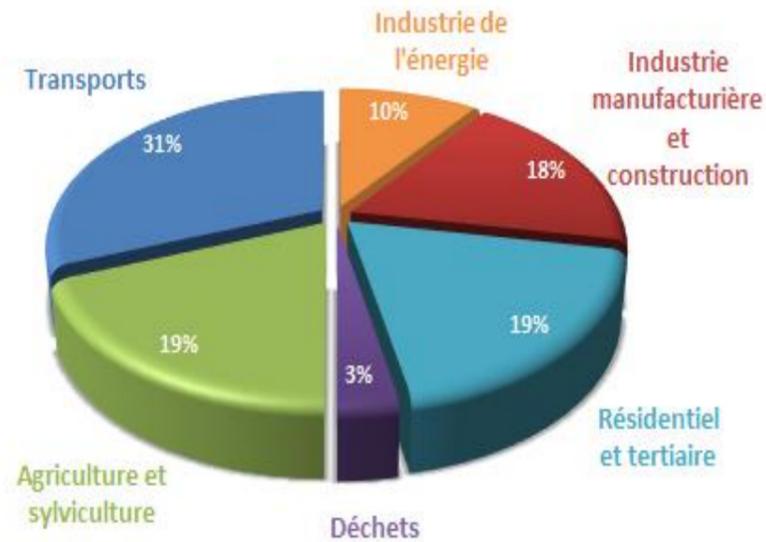


Figure 3 : Répartition des émissions de GES en France pour l'année 2018 (source : Citepa 2020)

4. REGLEMENTATION

La **Loi n°2015-92 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique** pour la **Croissance Verte** (LTECV) fixe les objectifs visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030, et à la division par 4 des émissions de GES entre 1990 et 2050.

Cette loi introduit pour cela la **Stratégie Nationale Bas Carbone** (SNBC) en tant que feuille de route définissant les orientations pour la mise en œuvre de la transition vers une économie bas carbone. Adoptée initialement en 2015, la SNBC a été révisée afin de prendre en compte les mesures de la **Loi Énergie Climat (loi n°2019-1147 du 8 novembre 2019)** et intégrer un objectif de neutralité carbone en 2050. Cette nouvelle version de la SNBC a été adoptée par le **Décret n°2020-457 du 21 avril 2020** relatif aux budgets Carbone nationaux et à la Stratégie Nationale Bas Carbone.

Le contenu des études d'impact est fixé réglementairement par le Code de l'environnement.

En particulier, parmi les différents effets du projet à analyser, l'**article R122-5 du Code de l'environnement** prévoit que l'étude d'impact doit contenir l'évaluation des incidences du projet sur le climat.

En outre, l'évaluation Carbone d'un projet est cadrée par le **Décret 2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics**, en application de l'**article 173 de la Loi de Transition Énergétique Pour la Croissance Verte**, qui considère que les décideurs publics doivent disposer d'une information sur les émissions de gaz à effet de serre suscitées par un projet.

L'**Article 75 de la loi Grenelle II** (Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement) a modifié le Code de l'environnement (article **L229-25**) pour imposer le principe d'une généralisation des diagnostics des émissions de gaz à effet de serre pour les acteurs publics et privés, en vue d'identifier et de mobiliser les gisements de réduction de ces émissions.

Le **Décret n°2011-829 du 11 juillet 2011** relatif au bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre et au plan climat énergie territorial définit les modalités d'application du dispositif.

5. METHODOLOGIE

5.1. PHASE TRAVAUX

5.1.1. Principe

❖ Gaz à effet de serre

Ici, les calculs d'émissions des Gaz à Effet de Serre sont réalisés à l'aide de l'outil **Bilan carbone®**, développé par l'Ademe.

Ce logiciel permet de passer en revue tous les flux physiques qui concernent une activité (flux de personnes, d'objets, d'énergie, de matières premières...) et de leur faire correspondre les émissions de gaz à effet de serre qu'ils engendrent.

Estimer les émissions de Gaz à Effet de Serre induites par une activité n'est pas envisageable par le biais de mesures. Cela s'effectue à l'aide de calculs combinant des données d'activités et des facteurs d'émission.

Afin de déterminer les émissions de GES associées aux données d'activité, il est nécessaire de disposer de coefficients de conversion, appelés 'facteurs d'émission'.

En effet, un facteur d'émission va permettre de convertir un kWh d'électricité, un kilomètre parcouru en camion ou la fabrication d'une tonne de ciment en son équivalent de GES, en ayant recours à ce que l'on appelle une Analyses du Cycle de Vie (ACV).

Tout produit fabriqué, toute consommation d'énergie, nécessite au départ une extraction de matière première. Celle-ci passe par diverses étapes de transformation et de transport, avant d'être accessible à l'utilisateur final. Après utilisation, les produits finis deviennent des déchets dont une partie pourra être récupérée comme composant d'autres matériaux. Lors de chacune de ces étapes, des émissions de Gaz à Effet de Serre sont engendrées, que ce soit par le biais de l'utilisation d'énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon), ou bien encore induites par les réactions chimiques de certains procédés industriels.

En conséquence, déterminer les émissions de GES engendrées par une activité revient en premier lieu à comptabiliser l'ensemble de ces unités d'activités, et à leur appliquer en second lieu les facteurs d'émission correspondants.



L'une des répercussions de la prise en compte des émissions directes et indirectes est une indifférence totale à la localisation des émissions de Gaz à Effet de Serre analysées. Il faut garder à l'esprit que, étant donné que l'essentiel de la démarche se base sur des facteurs d'émission moyens, cette méthode fournit uniquement des ordres de grandeur. Toutefois, cette incertitude relative n'empêche pas de tirer des conclusions pratiques, car bien souvent, quelques postes faciles à estimer seront, eux, prépondérants dans le total des émissions. Egalement, il est important de préciser que la comparaison avec d'autres projets semblables est pertinente uniquement dans le cas où les études Carbone sont basées sur un même périmètre d'étude et utilisent des hypothèses et méthodologies similaires.

❖ Consommations énergétiques

Les consommations énergétiques sont calculées selon les données de consommation fournies, ainsi qu'à partir de facteurs de consommation issus de la littérature. Les résultats sont fournis au moyen d'une unité d'énergie commune. Il s'agit en l'occurrence du mégawatt-heure (MWh).

5.1.2. Périmètre d'étude

Pour les émissions de GES et les consommations énergétiques liées à la phase travaux, les résultats ont été calculés pour les différents postes inventoriés ci-dessous :

- Démolition : consommation d'énergie liée aux engins et machines de chantier (pelle, grue, nacelle, petit outillage) ;
- Déchets : déblais et déchets de démolition évacués en centre de traitement ;
- Bâtiments neufs : émissions liées aux matériaux et engins utilisés pour la construction des nouveaux bâtiments ;
- Bâtiments rénovés : émissions liées aux matériaux et engins utilisés pour la réhabilitation des bâtiments existants ;
- Voirie et parking : construction des surfaces dédiées à la circulation ou au stationnement des véhicules ;
- Voies piétons : construction des trottoirs et cheminements piétons.

5.1.3. Hypothèses

Compte tenu du trafic attendu au niveau du projet, il a été considéré que les voiries et parkings sont de type TC2 bitume, et que les trottoirs sont de type TC1 bitume.

Nota : Les ratios de production de déchets (inertes, non inertes, dangereux) lors de la démolition des bâtiments proviennent de la plateforme Optigede de l'Ademe.

5.1.4. Facteurs d'émissions de GES

L'ensemble des données a été intégré à la version la plus actuelle du tableur **Bilan Carbone**[®] (version 8.6), contenant de nombreux facteurs d'émissions issus de la Base Carbone[®] de l'Ademe.

Quelques facteurs d'émission supplémentaires ont néanmoins dû être ajoutés ^[1], soit :

- Démolition de bâtiments (machines et engins) : 8,49 kgéqCO₂/m² ;
- Rénovation de bâtiments (machines, matériaux, déchets, transport) : 313,75 kgéqCO₂/m².

5.1.5. Facteurs de consommation énergétique

Visant les calculs énergétiques, toutes les données des consommations électriques et de carburants disponibles ont été considérées.

Certains facteurs additionnels de consommation ont été utilisés pour la phase chantier :

- Démolition de bâtiments (machines, engins et déchets) : 289,67 MJ/m² ^[1] ;
- Rénovation de bâtiments (machines, matériaux, déchets, transport) : 6 680,44 MJ/m² ^[1] ;
- Construction de bâtiments (machines, matériaux, déchets, transport) : 7 501,65 MJ/m² ^[1] ;
- Construction de voirie TC1 et TC2 en bitume : 300 MJ/m² ^[2].

^[1] F. Lentier – « *Comparaison environnementale entre la démolition et la rénovation du bâtiment* » - Université de Liège, Juin 2012

^[2] Document de référence de la Base Carbone : Colas – « *La route écologique du futur, analyse du cycle de vie* » - Septembre 2003

5.1.6. GES pris en compte

Chaque Gaz à Effet de Serre possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement est subordonnée à la qualité chimique du gaz et à sa durée de vie dans l'atmosphère.

Afin d'établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO₂) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont quantifiées en tonnes d'équivalent CO₂ (t_{éq}CO₂) et ce, quel que soit le gaz considéré.

Les composés pris en compte dans la réalisation du bilan sont les gaz retenus dans le cadre du **Protocole de Kyoto** et de l'**Arrêté du 25/01/2016** relatif aux gaz à effet de serre couverts par les bilans d'émissions de GES, c'est-à-dire :

- Dioxyde de carbone (CO₂) : Principal gaz à effet de serre d'origine anthropique, il provient majoritairement de la combustion des énergies fossiles, telles que le pétrole, le charbon et le gaz naturel. Sa durée de vie dans l'atmosphère est de l'ordre de 100 ans ;
- Méthane (CH₄) : Provient de la décomposition anaérobie des molécules organiques (digestion des ruminants, rizières, décharges, ...) ou de la pyrolyse des composés organiques (combustibles fossiles, feux de forêts). Sur une période d'un siècle, une molécule de méthane a une influence sur le climat 34 fois supérieure à celle d'une molécule de dioxyde de carbone ;
- Protoxyde d'azote (N₂O) : Provient de l'épandage de lisier et d'engrais azotés, et de l'industrie chimique. A quantité égale sur 100 ans, il contribue 298 fois plus au réchauffement climatique que le CO₂ ;
- Hexafluorure de soufre (SF₆) : Provient de fuites dans les appareillages électriques haute tension dans lesquels le SF₆ est utilisé comme isolant électrique. Bien qu'émis en petite quantité, il s'agit du gaz ayant potentiellement le plus d'effet sur le climat. En effet, sur 100 ans, il est 22 800 fois plus puissant que le CO₂ en tant que gaz à effet de serre ;
- Trifluorure d'azote (NF₃) : Utilisé dans l'industrie chimique en remplacement des perfluorocarbures. En comparaison avec une molécule de CO₂, l'effet sur le climat d'une molécule de NF₃ est 17 200 fois supérieure sur un siècle ;
- Groupe de gaz des hydrofluorocarbures (**HFC**) — Il s'agit de composés d'origine synthétique utilisés comme fluide frigorigène et dans divers procédés industriels. Leur contribution au réchauffement climatique peut être jusqu'à 23 000 fois plus puissant que le CO₂ sur un siècle ;
- Groupe de gaz des perfluorocarbures (**PFC**) — Ce sont des composés synthétiques utilisés dans plusieurs procédés industriels. Leur influence sur le climat va de 6 630 à 11 100 fois l'effet du CO₂ sur 100 ans.

Le diagramme suivant illustre la répartition des émissions des différents Gaz à Effet de Serre en France pour l'année 2018.

Il est possible de constater que les principaux GES émis sont le dioxyde de carbone (74 %), le méthane (13 %) et le protoxyde d'azote (9 %).

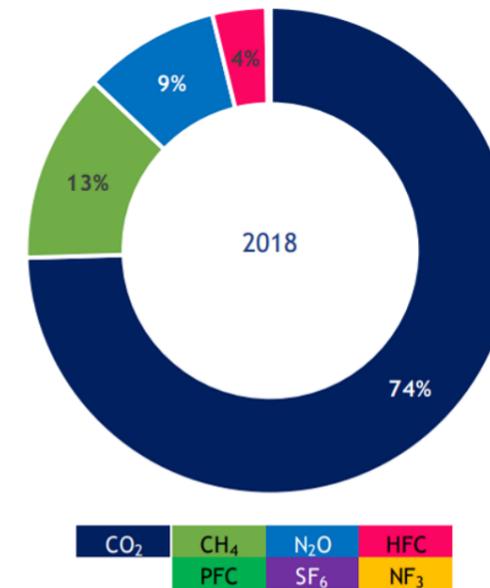


Figure 4 : Emissions de gaz à effet de serre en France pour l'année 2018 (source : Citepa 2020)

5.2. PHASE EXPLOITATION

5.2.1. Principe

A l'égard de la phase exploitation, il a été tenu compte des émissions de GES et des consommations annuelles des bâtiments, ainsi que du surplus de circulation induit par le projet sur les voies routières étudiées dans le volet Air et Santé.

Les émissions de Gaz à Effet de Serre ont été quantifiées à l'aide du tableur **Bilan Carbone®**.

Concernant le trafic routier, les données proviennent de l'étude trafic réalisée dans le cadre de ce projet.

Les calculs d'émissions de GES et de consommations en carburant ont été chiffrés avec la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel **COPERT V**.

COPERT (COmputer Program to calculate Émissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET^[3], COORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro. Cette ventilation utilise les données du parc automobile standard français déterminé en 2019 par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) pour l'intervalle 2015-2050.

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de GES et les consommations en carburant du trafic routier sur les différentes voies de circulation introduites dans l'outil.

De cette manière, les émissions et consommations sont évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

^[3] MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

5.2.2. Périmètre d'étude

Pour les émissions de GES et les consommations énergétiques liées à la phase exploitation, les résultats ont été déterminés pour les différents postes suivants :

- **Chaleur** : consommation d'énergie annuelle des bâtiments pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ;
- **Électricité** : énergie utilisée pour les consommations individuelles, les parties communes, l'éclairages des voiries et la recharge des véhicules électriques ;
- **Carburant** : consommation liée au trafic routier supplémentaire engendré par le projet.

5.2.3. Facteurs d'émissions de GES

En sus des données du tableur Bilan Carbone®, il a été utilisé un facteur d'émission supplémentaire :

- Réseau de chaleur urbain Rueil Arsenal : 0,113 kgéqCO₂ / kWh ^[4].

^[4] Étude des énergies renouvelables pour ce projet : Axenne - « Godardes II - Étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables » - Juin 2020

6. EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

6.1. PHASE TRAVAUX

Les résultats des calculs selon les postes d'émissions de GES sont synthétisés ci-après.

| DEMOLITION | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ce poste concerne les émissions engendrées par les engins et machines de chantier servant à la démolition des bâtiments.</p> | <p>Émissions de gaz à effet de serre :</p> <p>➤ TOTAL : 64 téqCO₂ ±18 %</p> |
|  <p><i>Démolition par pelle mécanique</i></p> | |
| DECHETS | |
| <p>Ce poste décrit les émissions associées au traitement des déchets de démolition.</p> | <p>Émissions de gaz à effet de serre :</p> <p>➤ Déchets inertes : 42 téqCO₂ ±17 %</p> <p>➤ Déchets non inertes : 12 téqCO₂ ±16 %</p> <p>➤ Déchets dangereux : 92 téqCO₂ ±37 %</p> <p>➤ TOTAL : 146 téqCO₂ ±24 %</p> |
|  <p><i>Apport des déchets de démolition en centre de traitement</i></p> | |

| BATIMENTS | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ce poste inclut les émissions liées aux matériaux et engins utilisés pour la construction des nouveaux bâtiments et pour la réhabilitation des bâtiments existants.</p> | <p>Émissions de gaz à effet de serre :</p> <p>➤ Construction des bâtiments neufs : 13 319 téqCO₂ ±36 %</p> <p>➤ Rénovation des bâtiments existants : 1 586 téqCO₂ ±50 %</p> <p>➤ TOTAL : 14 905 téqCO₂ ±32 %</p> |
|  <p><i>Construction d'un bâtiment</i></p> | |
| VOIRIE | |
| <p>Ce poste décrit les émissions associées à la construction des voiries, parkings, trottoirs et cheminements dédiés aux piétons.</p> | <p>Émissions de gaz à effet de serre :</p> <p>➤ Voirie et parking : 254 téqCO₂ ±21 %</p> <p>➤ Trottoirs et cheminement piétons : 237 téqCO₂ ±21 %</p> <p>➤ TOTAL : 490 téqCO₂ ±15 %</p> |
|  <p><i>Mise en œuvre d'enrobé</i></p> | |

Au bout du compte, la réalisation de la phase travaux du projet - dans les limites du périmètre d'étude défini - induira le rejet de **16 210 tonnes éqCO₂** de Gaz à Effet de Serre dans l'atmosphère, avec une incertitude de $\pm 30\%$.

Le graphique ci-après synthétise les résultats des calculs réalisés pour la comptabilisation des Gaz à Effet de Serre générés par les travaux du projet. Il ressort que le poste générant le plus de Gaz à Effet de Serre est celui de la construction des bâtiments neufs (85 % du total des GES), suivi par la réhabilitation des bâtiments existants (10 %).

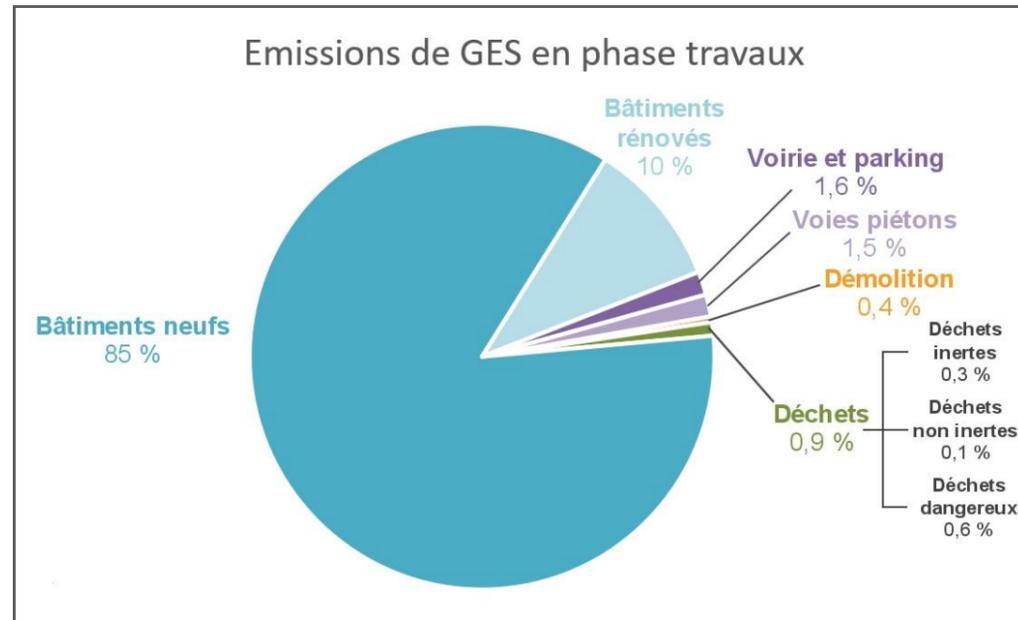
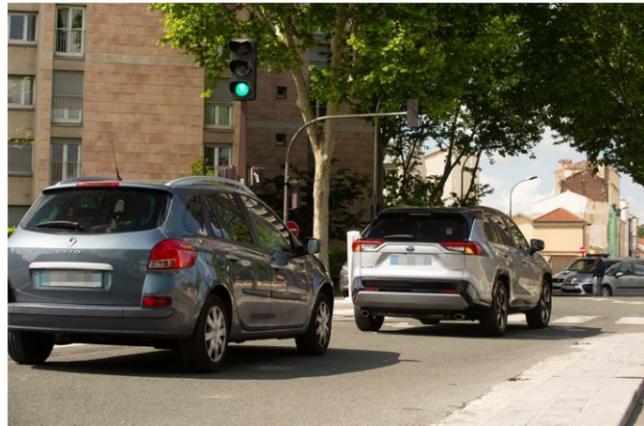


Figure 5 : Emissions de gaz à effet de serre lors de la phase travaux

6.2. PHASE EXPLOITATION

Les résultats des émissions annuelles de GES pour la phase exploitation sont disponibles ci-dessous.

| CHALEUR | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ce poste inclut les émissions annuelles générées par le réseau de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.</p> | <p><u>Émissions de gaz à effet de serre :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Chauffage : 168 téqCO₂ $\pm 39\%$ ➤ Eau chaude sanitaire : 45 téqCO₂ $\pm 39\%$ <p>➤ TOTAL : 213 téqCO₂ / an $\pm 32\%$</p> |
|  <p>Chaufferie urbaine</p> | |
| TRAFIC | |
| <p>Ce poste considère les émissions annuelles dues au trafic routier supplémentaire engendré par la réalisation du projet.</p> | <p><u>Émissions de gaz à effet de serre :</u></p> <p>➤ TOTAL : 43 téqCO₂ / an $\pm 30\%$</p> |
|  <p>Trafic routier</p> | |

| ÉLECTRICITÉ | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ce poste concerne les émissions annuelles liées à l'électricité utilisée pour les consommations individuelles, les parties communes, l'éclairage des voiries et la recharge des véhicules électriques.</p> | <p><u>Émissions de gaz à effet de serre :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Consommations individuelles : 50 téqCO₂ ±25 % ➤ Parties communes : 4 téqCO₂ ±25 % ➤ Éclairage de la voirie : 0,6 téqCO₂ ±25 % ➤ Recharge des véhicules électriques : 2 téqCO₂ ±25 % <p style="text-align: center;">➤ TOTAL : 56 téqCO₂ / an ±22 %</p> |
|  <p><i>Appareils électriques domestiques</i></p> |  <p><i>Recharge de véhicules électriques</i></p> |

Au niveau de la phase exploitation, dans les limites du périmètre d'étude, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au projet sont chiffrées à **318 téqCO₂/an ±22 %**.

Le graphique suivant illustre les résultats des calculs réalisés pour la comptabilisation annuelle des Gaz à Effet de Serre émis lors de la phase exploitation du projet. Il ressort que les principales émissions sont dues au chauffage des bâtiments (54 %), à l'électricité utilisée par les logements (16 %), à la fourniture d'eau chaude sanitaire (14 %) ainsi qu'au trafic routier supplémentaire généré par l'opération (14 %).

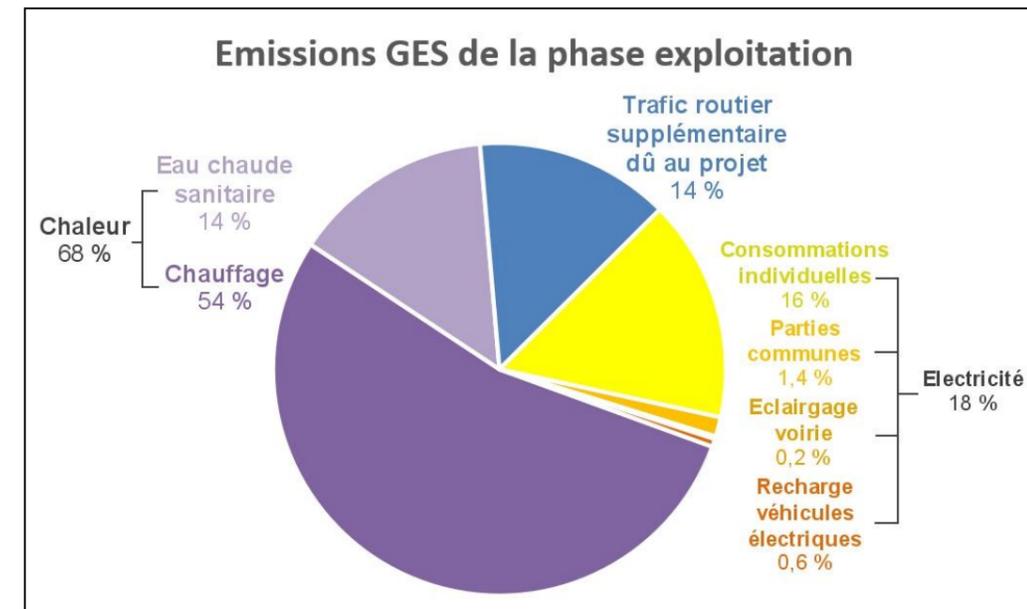


Figure 6 : Emissions annuelles de GES lors de la phase exploitation

7. CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

7.1. PHASE TRAVAUX

Les consommations énergétiques lors de la phase travaux sont résumées dans le tableau et la figure ci-après.

Tableau 1 : Consommations énergétiques durant la phase travaux

| Postes | Consommation d'énergie en MWh |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <i>Démolition</i> | 603 MWh (0,9 %) |
| <i>Construction des bâtiments neufs</i> | 52 866 MWh (83 %) |
| <i>Réhabilitation des bâtiments existants</i> | 9 380 MWh (15 %) |
| <i>Construction des voiries et parkings</i> | 290 MWh (0,5 %) |
| <i>Construction des trottoirs et cheminements piétons</i> | 358 MWh (0,6 %) |
| TOTAL | 63 497 MWh |

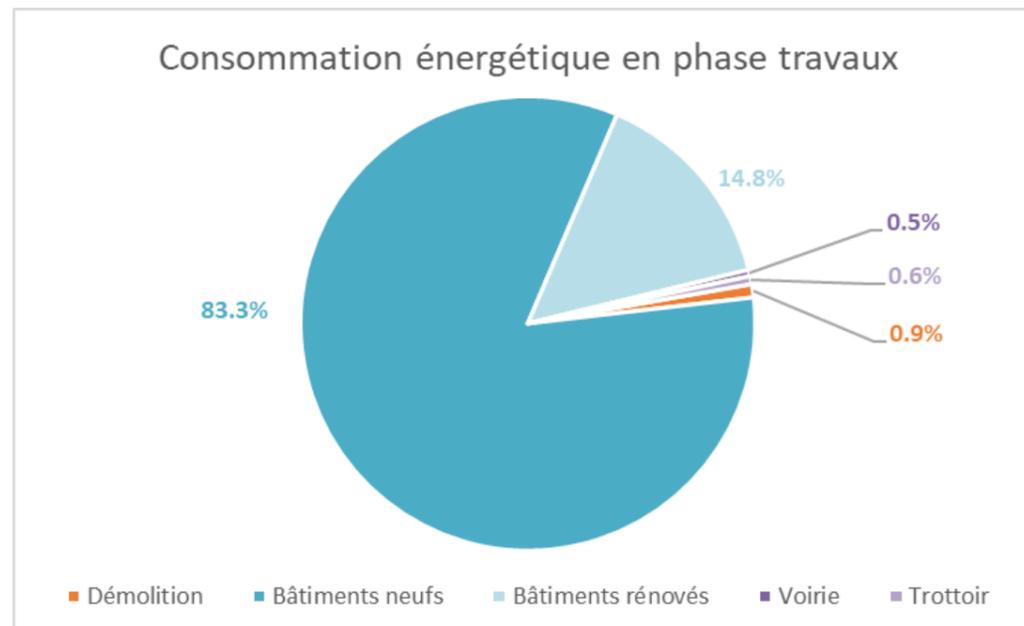


Figure 7 : Consommations énergétiques lors de la phase travaux

La phase travaux du projet - dans les limites du périmètre d'étude défini - induira une consommation énergétique de 63 497 MWh, due en majorité (83 %) à la construction des bâtiments neufs, ainsi qu'à la réhabilitation des bâtiments existants (15 %).

7.2. PHASE EXPLOITATION

Le tableau et le graphique suivants précisent les consommations énergétiques générées pendant la phase exploitation du projet.

Tableau 2 : Consommations énergétiques pendant la phase exploitation

| Postes | | Consommation d'énergie en MWh/an | |
|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Chaleur | Chauffage | 1 350 MWh (47 %) | Total : 1 710 MWh/an (59 %) |
| | Eau chaude sanitaire | 360 MWh (12 %) | |
| Carburant | Trafic routier généré par le projet | 158 MWh (5 %) | |
| Électricité | Consommations individuelles | 910 MWh (31 %) | Total : 1 033 MWh/an (36 %) |
| | Parties communes | 80 MWh (3 %) | |
| | Éclairage de la voirie | 11 MWh (0,4 %) | |
| | Recharge des véhicules électriques | 32 MWh (1,1 %) | |
| TOTAL | | 2 901 MWh/an | |

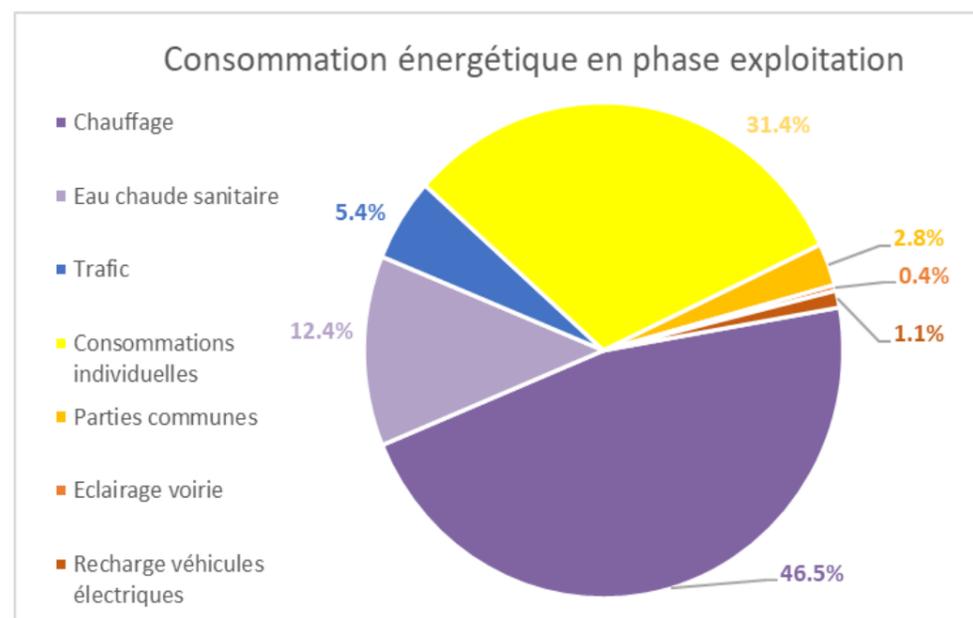


Figure 8 : Consommations énergétiques lors de la phase exploitation

Les consommations énergétiques annuelles relatives à la phase exploitation du projet seront de 2 901 MWh/an, en raison du chauffage des bâtiments (47%), de la consommation électrique individuelle (31%) et de l'eau chaude sanitaire (12%).

8. PRECONISATIONS

Plusieurs actions sont susceptibles d'être envisagées afin de limiter l'impact de la phase travaux de l'opération :

- Utiliser des granulats recyclés = réduction jusqu'à -25 % des émissions liées aux granulats ;
- Engins de chantier : suivi précis de la consommation, optimisation des pleins et des trajets, mise en place de bonnes pratiques auprès des conducteurs (10 à 15 % de réduction) ;
- Camions pour le transport des matériaux : formation à l'éco-conduite, vérification régulière de la pression des pneus, bon entretien des véhicules (jusqu'à -15 % de réduction) ;
- Base vie : isolation thermique, appareils électriques basse consommation, protections solaires extérieures (brise-soleil), luminaires pilotés par des détecteurs de présence et sondes de luminosité ;
- Opter pour des équipements électriques peu consommateurs en privilégiant ceux ayant une puissance active grande ;
- Mettre en place une batterie d'équilibrage des phases sur chantier permettant de compenser le déphasage ;
- Équiper l'éclairage provisoire du chantier en lampes basse consommation.

9. CONCLUSION

Ce rapport a présenté l'analyse des émissions de Gaz à Effet de Serre [GES] et des consommations énergétiques relativement aux phases travaux et exploitation du projet de renouvellement urbain des Godardes II, sur le territoire de la commune de Rueil-Malmaison [Hauts-de-Seine /92].

Cette étude vient en réponse aux attentes de la MRAe citées dans son avis délibéré N°2021-1703 du 30 juin 2021 à propos dudit projet.

La réalisation de la phase travaux du projet - dans les limites du périmètre d'étude défini - entraînera le rejet de **16 210 tonnes éqCO₂** de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, avec une consommation d'énergie de **63 497 MWh**.

Au niveau de la phase exploitation, les émissions de gaz à effet de serre et les consommations énergétiques liées au projet seront respectivement de **318 téqCO₂/an** et **2 901 MWh/an**.

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACV | Analyse du cycle de vie |
| BB | Béton bitumeux |
| BBME | Béton bitumeux à module élevé |
| BBSG | Béton bitumeux semi-grenu |
| CFC | Chlorofluorocarbures |
| CH₄ | Méthane |
| CO₂ | Dioxyde de carbone |
| DIB | Déchet industriel banal |
| DIS | Déchet industriel spécial |
| GES | Gaz à effet de serre |
| GJ | Gigajoule |
| GNT | Grave non traitée |
| HCFC | Hydrochlorofluorocarbures |
| HFC | Hydrofluorocarbures |
| ICV | Inventaire du cycle de vie |
| Ifsttar | Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux |
| Kg_{éq}CO₂ | Kilogramme équivalent CO ₂ |
| MJ | Mégajoule |
| MWh | Mégawatt-heure |
| N₂O | Protoxyde d'azote |
| PST | Partie supérieure de terrassements |
| RST | Réseau Scientifique et Technique |
| SF₆ | Hexafluorure de soufre |
| T_{éq}CO₂ | Tonne équivalent CO ₂ |
| Tep | Tonne équivalent pétrole |
| TPC | Terre-plein central |

Contact

TechniSim Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

ADDENDA : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.
Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.
Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT