



NOTE METHODOLOGIQUE POUR L'OUTIL D'EVALUATION DES
EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE LA PRINCIPAUTE DE
MONACO POUR LES ENTREPRISES

TABLE DES MATIERES

DISCLAIMER	2
INTRODUCTION	2
A. OBJECTIFS	2
B. METHODOLOGIE GENERALE	2
1. MOBILITE	4
A. DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL	4
B. DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS	6
C. DEPLACEMENTS AVEC LES VEHICULES DE L'ENTREPRISE	8
2. DECHETS	10
3. ENERGIE	14
A. CHAUFFAGE	14
B. CLIMATISATION	16
C. ENERGIE HORS CHAUFFAGE	17

DISCLAIMER

L'outil d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre a pour but de sensibiliser et de donner des ordres de grandeur de niveaux d'émission. Afin de faciliter son utilisation par le plus grand nombre, des hypothèses simplificatrices et des moyennes explicitées dans cette note ont été utilisées. Il ne saurait se substituer à un bilan carbone exhaustif.

En cas de question persistant à la lecture de cette note, nous vous invitons à envoyer un e-mail à pnte@gouv.mc

INTRODUCTION

A. OBJECTIFS

Cette note présente la méthode utilisée pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'outil d'évaluation des émissions de la principauté de Monaco (disponible à l'adresse www.calculatrice-ges.mc).

Elle précise les hypothèses, les ratios et les facteurs d'émission utilisés pour calculer les émissions des **entreprises** (les 11 secteurs intégrés à l'outil sont couverts par cette note).

L'objectif de cette note est de permettre à tous les utilisateurs de l'outil d'évaluation de comprendre les calculs réalisés pour obtenir les résultats.

B. METHODOLOGIE GENERALE

L'objectif de l'outil est d'estimer les émissions liées aux déplacements des employés de l'entreprise et aux déplacements professionnels, aux traitements des déchets produits et à l'énergie consommée pour le fonctionnement des locaux. Cette estimation est réalisée à partir de données d'activité (distance parcourue, quantité de déchets produits, etc.) qui sont converties en émissions de gaz à effet de serre (GES) à partir de coefficients appelés facteurs d'émissions. Pour rendre compte de manière agrégée de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFC, HFC, CFC, etc.), une grandeur unique est utilisée, qui est exprimée en tonne équivalent CO₂ (téq CO₂) ou en kg équivalent CO₂ (kgeqCO₂ ou kgeCO₂).

Le principe de calcul est présenté dans la figure suivante :

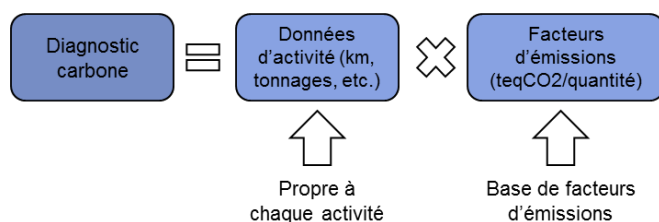


Figure 1 : Principe de calcul des émissions de GES



Les données d'activité sont soit renseignées par l'utilisateur, soit fondées sur des hypothèses et des ratios qui ont été adaptés à la Principauté, présentés dans cette note.

La note est composée de 3 parties, selon les 3 thématiques étudiées : mobilité, déchets, énergie.

1. MOBILITE

A. DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

EQUATIONS

Pour obtenir les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements domicile-travail, cinq modes de transport sont considérés :

- La voiture
- Les 2 roues
- Le bus
- Le train
- Les mobilités douces (marche, vélo...)

Les émissions pour chaque mode de transport sont calculées selon la formule suivante :

$$\text{Emissions GES par mode (kgCO}_2\text{e)} = \text{Nombre d'employés} * \text{Distance moyenne parcourue par un employé par jour (km)} * \text{FE}_{\text{mode}} \text{ (kgCO}_2\text{e/km)} * \text{Nombre de jours ouvrés}$$

NB : La distance moyenne parcourue et le facteur d'émission (FE) dépendent du mode de transport.

Les émissions pour chaque mode de transport sont ensuite sommées proportionnellement à leur part modale (pourcentage dans le total) pour obtenir les émissions totales de GES liées aux déplacements domicile travail des employés :

$$\text{Emissions GES pour les déplacements domicile-travail (kgCO}_2\text{e)} = \sum (\text{part modale (\%)} * \text{Emissions GES par mode (kgCO}_2\text{e)})$$

DONNEES UTILISEES

Selon les équations précédentes, les données nécessaires sont :

- Le nombre d'employés
- La distance moyenne parcourue par un employé
- La part modale pour chaque mode de transport
- Le nombre de jours ouvrés

Leurs valeurs diffèrent selon deux cas :

Cas 1 : L'utilisateur a des informations précises sur les modes de transport des employés

Nombre d'employés : le nombre d'employés est saisi par l'utilisateur

Part modale (%) : Les parts modales de chaque mode de transport sont renseignées par l'utilisateur

Nombre de jours ouvrés : considéré égal à 220

Distance moyenne parcourue par employé (km) : Des distances moyennes sont utilisées pour cette donnée, selon le mode de transport :

Mode de transport	Distance moyenne (km)
Voiture	28,7
2 roues	1,8
Bus	4
Train	40
Mobilité douce	Non nécessaire ¹

Pour la voiture et les 2 roues, les données sont des moyennes françaises provenant de la Base carbone de l'ADEME². Pour le train et pour le bus, des estimations ont été réalisées à partir du réseau monégasque.

Cas 2 : L'utilisateur n'a pas d'informations précises sur les modes de transport des employés

Nombre d'employé : le nombre d'employés est saisi par l'utilisateur

Part modale (%) : Des parts modales moyennes sont utilisées pour cette donnée, selon le mode de transport :

Mode de transport	Part modale
Voiture	53% ³
2 roues	22%
Bus	17%
Train	8%
Mobilité douce	0%

Ces données sont issues des enquêtes et comptages réalisés entre 2009 et 2015 en Principauté.

Distance moyenne parcourue par employé (km) : Des distances moyennes sont utilisées pour cette donnée, selon le mode de transport. Il s'agit des mêmes données que présentées dans le cas 1.

FACTEURS D'EMISSIONS UTILISES

Les facteurs d'émissions suivant sont utilisés :

¹ La distance parcourue pour les mobilités douces n'est pas nécessaire dans la mesure où aucune émission n'est imputée à ce mode de transport

² <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil>

³ La part de transport réalisée en véhicule utilitaire ou en poids lourd a été considéré comme réalisée en voiture.

Mode de transport	Facteur d'émission	Source
Voiture thermique	0,253 kgCO ₂ eq/km	Base carbone - ADEME - France continentale - Voiture particulière - puissance fiscale moyenne, motorisation moyenne
2 roues thermiques	0,17 kgCO ₂ eq/km	Base carbone - ADEME - France continentale - Moyenne pondérée entre Moto - cylindrée sup. à 750 cm ³ , essence, zone urbaine et Moto (51%) - Cyclomoteur 50m ³ (49%) ⁴
Bus ⁵	0,163 kgCO ₂ eq/km/pass	Estimation à partir du facteur d'émissions des bus thermiques (Base carbone - ADEME - France continentale - Autobus - agglomérations de moins de 150 000 habitants). Environ 25% de la flotte a été considérée comme hybride et 40% d'émissions en moins ont été considérés pour les bus hybrides par rapport aux bus thermiques ⁶
Train	0,089 kgCO ₂ eq/km/passager	Base carbone - ADEME - France continentale - TER - électricité
Mobilité douce	0 kgCO ₂ eq/km	

NB. Le facteur d'émission pour la voiture étant en kgCO₂eq/km, il est considéré un taux de remplissage de 1 pour la voiture.

B. DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS

EQUATIONS

Pour obtenir les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements professionnels, cinq modes de transport sont considérés :

- L'avion pour des trajets en Europe
- L'avion pour des trajets Hors-Europe
- Le train
- Le taxi

⁴ Pour les déplacements à l'intérieur de la Principauté, les 2 roues considérés sont des scooters (49% des déplacements en 2 roues d'après les enquêtes et comptages réalisés entre 2009 et 2015 en Principauté), pour les déplacements provenant de l'extérieur, des 2 roues cylindrés (> 750cm³) ont été considérés (51% des déplacements en 2 roues).

⁵ Les bus urbains hybrides représentent environ 25% du total de la flotte.

⁶ <http://www.cam.mc/services.php?idservice=16&idarticle=64>.

- 2 roues

Les émissions sont calculées pour chaque mode de transport selon l'équation suivante :

$$\text{Emissions GES par mode (kgCO2e)} = \text{Nombre d'allers-retours} * \text{Distance moyenne parcourue par aller-retour (km)} * \text{FE_mode (kgCO2e/km)}$$

NB : La distance moyenne parcourue et le facteur d'émission (FE_mode) dépendent du mode de transport.

Les émissions pour chaque mode de transport sont ensuite sommées pour obtenir les émissions totales de GES liées aux déplacements professionnels.

DONNEES UTILISEES

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- Le nombre d'allers-retours par mode de transport (pour tous les employés, pendant 1 an) : renseigné par l'utilisateur
- La distance moyenne parcourue par aller-retour par mode de transport : des distances moyennes sont utilisées pour cette donnée :

Mode de transport	Distance moyenne A/R (km)
Avion (Europe)	1000
Avion (Hors-Europe)	6500
Train	500
Taxi/voiture	20
2 roues	10

Ces données proviennent d'estimation réalisées par I Care & Consult à partir des données de la base carbone.

FACTEURS D'EMISSIONS UTILISES

Les facteurs d'émissions suivants sont utilisés :

Mode de transport	Facteur d'émission	Source
Avion (Europe)	0,243 kgCO2eq/km/passager	Base carbone - ADEME - Monde - Avion (voyageurs) - court courrier, classe 2nd (archivé)
Avion (Hors-Europe)	0,212 kgCO2eq/km/passager	Base carbone - ADEME - Monde - Avion (voyageurs) - long courrier, classe 2nd (archivé)

Train	0,089 kgCO2eq/km/passager	Base carbone - ADEME - France continentale - TER, Train Express Régional - électricité
Taxi / Voiture thermique	0,253 kgCO2eq/km	Base carbone - ADEME - France continentale - Voiture particulière - puissance fiscale moyenne, motorisation moyenne
2 roues thermiques	0,17 kgCO2eq/km	Base carbone - ADEME - France continentale - Moyenne pondérée entre Moto - cylindrée sup. à 750 cm ³ , essence, zone urbaine et Moto (51%) - Cyclomoteur 50m3 (49%) ⁷

C. DEPLACEMENTS AVEC LES VEHICULES DE L'ENTREPRISE

EQUATIONS

Les émissions dues aux déplacements avec les véhicules de l'entreprise sont calculées selon l'équation suivante :

$$\text{Emissions GES pour les véhicules de l'entreprise (kgCO2e)} = \text{Distance parcourue par VL par an} * (\text{Nombre de VL thermique} / \text{Nombre de VL total}) * FE_VLT + \text{Distance parcourue par VL par an} * (\text{Nombre de VL électrique ou hybride} / \text{Nombre de VL total}) * FE_VLE + \text{Distance parcourue par 2 roues par an} * (\text{Nombre de 2roues thermiques} / \text{Nombre de 2roues total}) * FE_V2rT + \text{Distance parcourue par 2roues par an} * (\text{Nombre de 2roues électrique ou hybride} / \text{Nombre de 2roues total}) * FE_V2rE + \text{Distance parcourue par véhicules spéciaux par an} * FE_VS$$

VL : L'ensemble des véhicules légers de l'entreprise

VLT : Véhicules légers thermiques

VLE : Véhicules légers électriques ou hybrides

2rT : 2 roues thermiques

2rE : 2 roues électriques

VS : L'ensemble des véhicules spéciaux (engins, poids lourds, etc.) de l'entreprise

DONNEES UTILISEES

Selon les équations précédentes, les données nécessaires sont :

⁷ Pour les déplacements à l'intérieur de la Principauté, les 2 roues considérés sont des scooters (49% des déplacements en 2 roues d'après les enquêtes et comptages réalisés entre 2009 et 2015 en Principauté), pour les déplacements provenant de l'extérieur, des 2 roues cylindrés (> 750cm³) ont été considérés (51% des déplacements en 2 roues).

- La distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules légers par an : renseignée par l'utilisateur
- La distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules spéciaux de l'entreprise par an : renseignée par l'utilisateur
- Le nombre de véhicule électrique ou hybride : renseigné par l'utilisateur
- Le nombre total de véhicules légers : renseigné par l'utilisateur

FACTEURS D'EMISSIONS UTILISES

Les facteurs d'émissions suivants sont utilisés :

Mode de transport	Facteur d'émission	Source
Véhicule léger thermique	0,253 kgCO ₂ eq/km	Base carbone - ADEME - France continentale - Voiture particulière - puissance fiscale moyenne, motorisation moyenne
Véhicules légers hybride ou électrique	0,074 kgCO ₂ eq/km	FE d'émissions moyen entre véhicule hybride et véhicule électrique – Estimé par I Care & Consult à partir des facteurs d'émissions de l'ADEME (cf. annexe 1)
2 roues thermiques	0,17 kgCO ₂ eq/km	Base carbone - ADEME – France continentale - Moyenne pondérée entre Moto - cylindrée sup. à 750 cm ³ , essence, zone urbaine et Moto (51%) – Cyclomoteur 50m3 (49%) ⁸
2 roues électriques ou hybrides	0,050 kgCO ₂ eq/km	Estimé par I Care & Consult à partir des facteurs d'émissions de l'ADEME (cf. annexe 1)
Véhicules spéciaux	1 kgCO ₂ eq/km	Base carbone - ADEME – France continentale – Moyenne des véhicules dans la catégorie : poids lourds

NB. Le facteur d'émission pour la voiture étant en kgCO₂eq/km, il est considéré un taux de remplissage des voiture égal à 1.

⁸ Pour les déplacements à l'intérieur de la Principauté, les 2 roues considérés sont des scooters (49% des déplacements en 2 roues d'après les enquêtes et comptages réalisés entre 2009 et 2015 en Principauté), pour les déplacements provenant de l'extérieur, des 2 roues cylindrés (> 750cm³) ont été considérés (51% des déplacements en 2 roues).

2. DECHETS

Cas 1 : L'utilisateur réalise le tri des déchets dans son entreprise

EQUATIONS

Pour calculer les émissions dues au traitement des déchets, l'équation suivante est utilisée :

$$\text{Emissions GES pour le traitement des déchets (kgCO}_2\text{e)} = \text{Quantité de ordures ménagères (kg)} * \text{FE_ordures_ménagères (kgCO}_2\text{e/kg)} + \text{Quantité de déchets Papiers, cartons, plastiques (kg)} * \text{FE_Papiers_cartons_plastiques (kgCO}_2\text{e/kg)} + \text{Quantité de déchets verre (kg)} * \text{FE_Déchets_verre (kgCO}_2\text{e/kg)}$$

DONNEES UTILISEES

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- La quantité d'ordures ménagères et assimilés produite par an
- La quantité de déchets Papiers, cartons, plastiques produite par an
- La quantité de déchets verre produite par an

Leurs valeurs diffèrent selon deux cas :

Cas 1.1 : L'utilisateur a des informations précises sur la quantité de déchets produite dans son entreprise

Quantité d'ordures ménagères (kg) : Renseignée par l'utilisateur par semaine. La donnée est ensuite multipliée par 52 pour obtenir une donnée par an.

Quantité de déchets Papiers, cartons, plastiques (kg) : Renseignée par l'utilisateur par semaine. La donnée est ensuite multipliée par 52 pour obtenir une donnée par an.

Quantité de déchets verre (kg) : Renseignée par l'utilisateur par semaine. La donnée est ensuite multipliée par 52 pour obtenir une donnée par an.

Cas 2.2 : L'utilisateur n'a pas d'informations sur la quantité de déchets produite dans son entreprise

Des quantités moyennes de déchets sont utilisées. Ces données moyennes sont par an et par employé. Elles sont donc multipliées par le nombre d'employés, renseigné par l'utilisateur, pour obtenir la quantité totale de déchets produite par an.

Type de déchets	Quantité de déchets (kg/employé/an)	Source
Ordures ménagères	456	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ⁹ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire Inclus équipements, déchets courants mélangés, déchets minéraux ou solidifiés et déchets animaux et végétaux.
Papiers, cartons, plastiques	232	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ³ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire Inclus déchets recyclables en excluant les déchets de verre
Verre	15	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ³ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire <i>Inclus déchets de verre</i>

FACTEURS D'EMISSIONS UTILISES

Lorsque le tri est réalisé (cas 1), il est considéré que les papiers, cartons, plastiques sont recyclés. Une fin de vie moyenne est considérée pour le verre. Les facteurs d'émissions suivants sont donc utilisés :

Type de déchets	Facteur d'émission	Source
Ordures ménagères et assimilés	0,362 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME – Ordures ménagères - France continentale - Fin de vie incinération
Papiers, cartons, plastiques	0,033 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME - uniquement lié au transport lors de la collecte – Les émissions liées au recyclage sont considérées nulles
Verre	0,033 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME - France continentale - Déchets minéraux - fin de vie moyenne

⁹ <http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/database>



Cas 2 : L'utilisateur ne trie pas les déchets dans son entreprise

EQUATIONS

Les équations diffèrent selon deux cas :

Cas 2.1 : L'utilisateur a des informations précises sur la quantité de déchets produite dans son entreprise

Pour calculer les émissions dues au traitement des déchets, l'équation suivante est utilisée :

$$\text{Emissions GES pour le traitement des déchets (kgCO2e)} = \text{Quantité de déchets (kg)} * \text{FE_Déchets (kgCO2e/kg)}$$

Cas 2.2 : L'utilisateur n'a pas d'informations sur la quantité de déchets produite dans son entreprise

Pour calculer les émissions dues au traitement des déchets, l'équation suivante est utilisée :

$$\text{Emissions GES pour le traitement des déchets (kgCO2e)} = \text{Quantité de ordures ménagères (kg)} * \text{FE_ordures_ménagères (kgCO2e/kg)} + \text{Quantité de déchets Papiers, cartons, plastiques (kg)} * \text{FE_Papiers_cartons_plastiques (kgCO2e/kg)} + \text{Quantité de déchets verre (kg)} * \text{FE_Déchets_verre (kgCO2e/kg)}$$

NB : Cette équation est similaire à celle du cas 1 mais le facteur d'émission utilisé pour les papiers, cartons, plastiques diffèrent (voir ci-dessous).

DONNEES UTILISEES

Cas 2.1 : L'utilisateur a des informations précises sur la quantité de déchets produite

Selon l'équation précédente, la seule donnée nécessaire est la quantité de déchets produite par an : Renseignée par l'utilisateur par semaine. La donnée est ensuite multipliée par 52 pour obtenir une donnée par an.

Cas 2.2 : L'utilisateur n'a pas d'informations sur la quantité de déchets produite

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- La quantité d'ordures ménagères et assimilés produite par an
- La quantité de déchets Papiers, cartons, plastiques produite par an
- La quantité de déchets verre produite par an

Des quantités moyennes de déchets sont utilisées. Ces données moyennes sont par an et par employé. Elles sont donc multipliées par le nombre d'employés, renseigné par l'utilisateur, pour obtenir la quantité totale de déchets produite par an.

Type de déchets	Quantité de déchets (kg/employé/an)	Source
Ordures ménagères	456	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ¹⁰ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire Inclus équipements, déchets courants mélangés, déchets minéraux ou solidifiés et déchets animaux et végétaux.
Papiers, cartons, plastiques	232	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ³ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire Inclus déchets recyclables en excluant les déchets de verre
Verre	15	Eurostat – base de données génération et traitement des déchets ³ – Union Européenne (EU28) déchets secteur tertiaire <i>Inclus déchets de verre</i>

FACTEURS D'EMISSION UTILISES

Lorsque le tri n'est pas réalisé (cas 2), il est considéré que les ordures ménagères et les papiers, cartons, plastiques sont incinérés. Une fin de vie moyenne est considérée pour le verre.

Type de déchets	Facteur d'émission	Source
Ordures ménagères et assimilés	0,362 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME – Ordures ménagères - France continentale - Fin de vie incinération
Papiers, cartons, plastiques	0,910 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME - France continentale - Moyenne pondérée entre Papier, Carton, PE et PET - incinération (1/3, 1/3, 1/6, 1/6)
Verre	0,033 kgCO ₂ eq/kg	Base carbone - ADEME - France continentale - Déchets minéraux - fin de vie moyenne

NB : Les facteurs d'émission utilisés sont ceux de la base carbone de l'ADEME. Ils intègrent les émissions évitées liées à la production d'énergie pour l'incinération. Cela induit donc des

¹⁰ <http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/database>

émissions finales moins élevées que lorsque seul le traitement est pris en compte, sans y soustraire les émissions évitées.

3. ENERGIE

A. CHAUFFAGE

Cas 1 : L'utilisateur connaît son mode de chauffage

EQUATION

Lorsque l'utilisateur connaît son mode de chauffage, les émissions dues au chauffage sont calculées avec l'équation suivante :

$$\text{Emissions GES pour le chauffage (kgCO2e)} = \text{Consommation chauffage (kWh/m}^2\text{)} * \text{Surface (m}^2\text{)} * FE_energie$$

NB : La consommation d'énergie pour le chauffage et le facteur d'émission (FE_energie) dépendent du mode de chauffage choisi par l'utilisateur

DONNEES UTILISEES

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- La surface du bâtiment : renseignée par l'utilisateur
- La consommation d'énergie pour le chauffage selon le mode de chauffage : des ratios moyens sont utilisés :

Mode de chauffage	Consommation (kWh/m ²)
Electricité	75
Gaz	128
Fioul	143
Réseau chaleur/froid	150

Ces données proviennent d'estimations réalisées par I Care & Consult à partir des données moyennes de consommation des logements en France continentale de la base carbone de l'ADEME. Un ratio de 1,33, basé sur une revue de la littérature, a été utilisé pour passer des consommations/m² des logements aux consommations/m² du tertiaire.

Pour le réseau chaleur/froid, les données du réseau de Chaud Froid Urbain de Fontvieille ont été utilisées.

Le mode de chauffage considéré est celui choisi par l'utilisateur.

FACTEURS D'EMISSIONS UTILISES

Les facteurs d'émissions utilisés sont les suivants :

Mode de chauffage	Facteur d'émission	Source
Electricité	0,082 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale 2014
Gaz naturel	0,243 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale
Fioul	0,324 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale - Fioul domestique
Réseau chaleur/froid	0,0064 ¹¹ kgCO ₂ eq/kWh	Rapport national d'inventaire 2015

Cas 2 : L'utilisateur ne connaît pas son mode de chauffage

EQUATION

Lorsque l'utilisateur ne connaît pas son mode de chauffage, le mix énergétique moyen est utilisé. 4 modes de chauffage sont alors considérés :

- Electricité
- Fioul
- Gaz
- Réseau de chaleur/froid

Il est alors considéré que chaque bâtiment est chauffé à partir de ces 4 modes de chauffage selon la répartition du mix moyen.

Les émissions sont alors calculées grâce à la formule suivante :

$$\text{Emissions GES pour le chauffage (kgCO}_2\text{e)} = \text{Surface (m}^2\text{)} * (\text{Consommation chauffage électricité (kWh/m}^2\text{)} * \text{FE}_{\text{électricité}} \text{ (kgCO}_2\text{e/kWh)} + \text{Consommation chauffage fioul (kWh/m}^2\text{)} * \text{FE}_{\text{fioul}} \text{ (kgCO}_2\text{e/kWh)} + \text{Consommation chauffage gaz (kWh/m}^2\text{)} * \text{FE}_{\text{gaz}} \text{ (kgCO}_2\text{e/kWh)} + \text{Consommation chauffage réseau (kWh/m}^2\text{)} * \text{FE}_{\text{réseau}} \text{ (kgCO}_2\text{e/kWh)})$$

DONNEES UTILISEES

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- La surface du bâtiment : renseignée par l'utilisateur

¹¹ Ce facteur d'émission prend en compte uniquement les émissions liées à la consommation de gaz et de fioul pour le fonctionnement du réseau de chaleur lorsque la chaleur produite par l'incinérateur de déchet n'est pas suffisante. Les émissions liées à l'incinérateur ne sont pas imputées au réseau de chaleur mais uniquement au traitement des déchets.

- Pour chaque mode de chauffage, la consommation d'énergie par m² :
Pour chacun des modes, ces données sont obtenues en divisant l'énergie totale utilisée pour le chauffage des bâtiments dans le secteur tertiaire par leur surface totale.
Les données suivantes sont utilisées :

Mode de chauffage	Energie nécessaire (kWh/m ²)	Source
Electricité	25	Agence Internationale de l'Energie (AIE) - Energy Efficiency Indicators Database, 2017 – France continentale
Gaz	60	
Fioul	27	
Réseau chaleur/froid	20	CFU

FACTEURS D'EMISSION UTILISES

Les facteurs d'émissions utilisés sont les suivants :

Mode de chauffage	Facteur d'émission	Source
Electricité	0,082 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale 2014
Gaz naturel	0,243 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale
Fioul	0,324 kgCO ₂ eq/kWh	Base carbone - ADEME - France continentale - Fioul domestique
Réseau chaleur/froid	0,0064 ¹² kgCO ₂ eq/kWh	Rapport national d'inventaire 2015

B. CLIMATISATION

EQUATION

Les émissions considérées pour la climatisation sont uniquement les émissions directes liées aux fuites de fluides frigorigènes. Ces émissions sont comptabilisées uniquement si l'utilisateur précise qu'il utilise la climatisation.

L'équation utilisée est donc la suivante :

¹² Ce facteur d'émission prend en compte uniquement les émissions liées à la consommation de gaz et de fioul pour le fonctionnement du réseau de chaleur lorsque la chaleur produite par l'incinérateur de déchet n'est pas suffisante. Les émissions liées à l'incinérateur ne sont pas imputées au réseau de chaleur mais uniquement au traitement des déchets.



Emissions GES pour la climatisation (kgCO₂e) = Surface (m²) * FE_climatisation (kgCO₂e/m²)

DONNEE UTILISEE

La seule donnée nécessaire est la surface du bâtiment, renseignée par l'utilisateur.

FACTEUR D'EMISSION

Les émissions dues aux fuites de fluides frigorigènes ont été estimées grâce aux données de la base carbone de l'ADEME. Les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Taux de fuite annuelle : 15%
- Puissance installée : 100 W/m²
- kg de fluide par kW : 0.25
- Gaz de référence : R410-a (PRP¹³= 2100)

Le facteur d'émission ainsi utilisé est de 8 kgCO₂e/m²

C. ENERGIE HORS CHAUFFAGE

EQUATION

Les émissions dues à la consommation d'énergie pour les autres usages que le chauffage (éclairage, imprimantes, ordinateurs, etc.) sont calculées selon la formule suivante :

Emissions GES énergie hors chauffage (kgCO₂e) = Surface (m²) * Consommation d'énergie hors chauffage * FE_énergie_hors_chauffage (kgCO₂e/kWh)

DONNEES UTILISEES

Selon l'équation précédente, les données nécessaires sont :

- La surface du bâtiment : renseignée par l'utilisateur
- La consommation d'énergie pour les autres usages que le chauffage : un ratio moyen est utilisé.

La consommation moyenne d'énergie hors chauffage considérée est celle de la France, estimée à partir des données de l'AIE (165 kWh/m²).

FACTEUR D'EMISSION

Le facteur d'émission utilisé est représentatif du mix énergétique moyen hors chauffage. Le mix considéré est le mix français, le facteur d'émission a été estimé à partir de données de l'AIE à 0,11 kgCO₂e/kWh.

¹³ PRP : Potentiel de Réchauffement Planétaire.

ANNEXE 1 : Présentation du calcul du facteur d'émissions pour les véhicules électriques et hybrides

Voiture électrique ou hybride

Pour cet outil, une moyenne arithmétique entre le facteur d'émission pour un véhicule hybride et celui pour un véhicule électrique a été utilisée. Ces deux facteurs d'émissions ont été estimés de la manière suivante :

FE véhicule électrique (production et acheminement élec) (kgCO₂/km) = **0,0128**

a) Conso moyenne véhicule électrique (kWh/km) = 0,156
Capacité batterie moyenne = 25 kWh
160 km

b) FE mix électrique (kgCO₂/kWh) = 0,082

FE véhicule hybride (kgCO₂/km) = **0,135**

a) Conso véh. hybride / conso véh. thermique (%) = 63%
Toyota Yaris Essence (L/100km) = 5,2
Toyota Yaris Hybride Ess. (L/100km) = 3,3

2 roues électrique ou hybride

Le même gain en émission que pour une voiture a été considéré pour calculer le facteur d'émission d'un 2 roues électrique ou hybride.

Ainsi :

FE 2 roues électrique ou hybride = FE 2 roues thermiques * (FE voiture électrique ou hybride / FE voiture thermique)

Il s'agit d'une approximation pour obtenir un ordre de grandeur.