

Année
2009

Bilan Carbone®
Communauté
Intercommunale des Villes
Solidaires

Comptabilité des émissions de gaz à effet de serre de l'activité des services de la
Communauté Intercommunale des Villes Solidaires - Méthode : Bilan Carbone®
v6.1

Réalisé par :
Laurence Boget
Approuvé par :
Patrice Auclair
www.effet-de-levier.com

 Effet de levier

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
CADRAGE DE L'ETUDE	3
METHODE – COMMENT COMPTABILISER LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE?	4
1. OUTIL	4
2. UNITE	4
3. PRINCIPE DE CALCUL (FACTEUR D'EMISSIONS)	5
4. PRECISION DES CALCULS	5
RESULTATS CONSOLIDES	6
DETAILS DES EMISSIONS PAR ACTIVITE	8
1. DECHETS	8
1.1. <i>Panorama global des émissions liées aux déchets</i>	8
1.2. <i>La collecte des déchets</i>	10
1.3. <i>Le centre de tri de Pierrefonds</i>	15
1.4. <i>La plateforme de compostage</i>	22
1.5. <i>L'installation de stockage de déchets non dangereux</i>	27
1.6. <i>La plateforme de tri des encombrants</i>	33
2. TRANSPORT	38
2.1. <i>Panorama global des émissions liées à la SEMITTEL</i>	38
2.2. <i>Déplacements</i>	38
2.3. <i>Immobilisations</i>	41
2.4. <i>Energie</i>	43
2.5. <i>Intrants</i>	43
3. PATRIMOINE ET SERVICES HORS DECHETS ET TRANSPORT	46
3.1. <i>Déplacements de personnes</i>	47
3.2. <i>Energie</i>	50
3.3. <i>Immobilisations</i>	52
3.4. <i>Intrants</i>	54
3.5. <i>Hors énergie</i>	55
4. ZAC DE PIERREFONDS.....	56
4.1. <i>Amortissements</i>	56
4.2. <i>Electricité</i>	56
4.3. <i>Déplacements domicile travail</i>	57
4.4. <i>Synthèse des émissions liées à la ZAC de Pierrefonds</i>	57
5. CHAUFFE-EAU SOLAIRES	59
MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE	61
1. MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE POUR LA GESTION DES DECHETS.....	61
2. MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE POUR SEMITTEL	62
LES AXES DE REDUCTION DU BILAN CARBONE®	63
1. DE COMBIEN REDUIRE ?.....	63
2. CIBLE N°1 : GESTION DES DECHETS.....	64
3. CIBLE N°2 : TRANSPORT	65
4. CIBLE N°3 : PATRIMOINE ET SERVICES (HORS DECHETS ET TRANSPORTS).....	66
5. CIBLE N°4 : ZAC PIERREFONDS.....	67
ANNEXES	68

CADRAGE DE L'ETUDE

Cette étude est une évaluation des émissions de gaz à effet de serre engendrées directement ou indirectement par l'activité des services de la communauté d'agglomération C.I.Vi.S. Elle a pour vocation l'établissement d'une vision complète, large de l'impact Carbone. Elle est réalisée avec la méthode Bilan Carbone® de l'Ademe version 6.1.

Ses résultats doivent permettre l'enclenchement d'une phase d'actions pour la maîtrise des émissions avec une efficacité maximum grâce à la connaissance numérique des impacts.

L'évaluation couvre un an de fonctionnement et est basée sur les données 2009.

Le Bilan Carbone® Patrimoine et services évalue les émissions des activités et services rendus par la communauté d'agglomération. Cette méthodologie propose de distinguer les émissions pour les différentes compétences ou activités de la collectivité (déchets, transport...). Pour chacune d'entre elles, les principaux postes d'émissions (énergie, déplacements,...) ont été identifiés et quantifiés.

Ici, six activités ont été identifiées. Pour l'ensemble d'entre elles, les émissions ont été classifiées en six postes. Ces activités sont présentées ci-dessous, de façon à décrire le périmètre de l'étude.

- **L'administration générale** regroupe tout ce qui participe au fonctionnement de la communauté d'agglomération. Cela inclut notamment le fonctionnement des bâtiments A et B, mais également tout ce qui est nécessaire à l'activité de l'ensemble des agents : déplacements (domicile-travail et professionnels), fournitures, etc.
- **Les équipements sportifs** désignent le fonctionnement des structures à caractère sportif (Stade de Petite-Ile et Stade de Volnay) : énergie, déplacements domicile-travail, professionnels et des visiteurs et amortissements.
- **Les espaces naturels** désignent les parcs gérés par la collectivité. Ici, sont comptabilisées les émissions liées aux déplacements (professionnels et domicile-travail), aux matériaux entrants et aux amortissements.
- **Les cyberbases** désignent le fonctionnement des différentes cyberbases (Cilaos, Etang Salé, Petite Ile et Saint Pierre). Les émissions comptabilisées sont celles liées à l'énergie, la climatisation, les équipements et les déplacements (domicile-travail et visiteurs)
- **Les transports** désignent les émissions liées à la SEMITTEL (Société d'Economie Mixte de Transports, Tourisme et Loisirs), délégataire de la C.I.Vi.S. Les émissions comptabilisées ici sont celles liées à l'énergie, le carburant, les amortissements et les matériaux entrants.
- **Les déchets** désignent les émissions liées à la collecte et au traitement des déchets de la CIVIS.

Les quatre premières activités sont regroupées dans la suite du rapport dans un volet « Patrimoine et services hors déchets et transport ».

D'autre part, les émissions liées à la ZAC de Pierrefonds ont été estimées ainsi que les émissions évitées permises par les subventions chauffe eau solaires de la communauté solaire.

METHODE – COMMENT COMPTABILISER LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE?

1. OUTIL

La présente étude a été réalisée à l'aide de la méthode Bilan Carbone® version 6.1 développée par l'Ademe.

Cette méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre permet d'estimer l'impact des émissions qui sont engendrées par des activités, que ces émissions soient directes (par exemple les émissions d'une chaudière) et donc directement de la responsabilité de l'entité étudiée ou qu'elles aient lieu à l'extérieur du (des) site(s) étudié(s).

Dans ce deuxième cas, il s'agit alors d'émissions engendrées pour la fabrication et la livraison de produits ou services qui sont nécessaires à l'exercice de l'activité ou générées par les services fournis par la collectivité. On trouvera à titre d'exemple :

- Les émissions engendrées pour extraire le pétrole, le transporter, le raffiner, le distribuer, s'ajoutant aux émissions de la combustion des litres de fioul qui a lieu sur site.

Concernant les résultats de la méthode, l'Ademe précise que « *le Bilan Carbone® peut s'utiliser pour faire du reporting dans le cadre de la norme ISO 14064, du GHG Protocol, du Carbon Disclosure Project, ou bien évidemment dans tout rapport annuel. Dans tous les cas, la référence à la méthode et à son numéro de version doit être explicite avec la publication des résultats.* »

2. UNITE

Les 6 gaz ou familles de gaz pris en compte dans l'étude sont issus du protocole de Kyoto (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆). Ils ont des effets mesurables sur l'effet de serre.

Cependant, l'effet du relâchement dans l'atmosphère d'un kilo de gaz à effet de serre n'est pas le même quel que soit le gaz. Chaque gaz à effet de serre possède un « pouvoir de réchauffement global » ou PRG, qui quantifie son « impact sur le climat au bout d'un certain temps ».

La présente méthode est basée sur les PRG100, dits encore « PRG à 100 ans », qui figurent dans le rapport 2001 du GIEC (Climate Change 2001, The Scientific Basis). La dénomination la plus courante du PRG à 100 ans est « l'équivalent CO₂ », puisque cette unité désigne, pour un kg de gaz à effet de serre, le nombre de kg CO₂ qui produirait la même perturbation climatique au bout d'un siècle. Grâce à ces équivalences de « pouvoir de réchauffement de global », il est possible d'établir un bilan d'émissions de gaz à effet de serre en revenant à une unité unique: la tonne équivalent CO₂. Les équivalences du GIEC sont données dans le tableau suivant.

Gaz à effet de serre	Formule	Concentration atmosphérique (ppb)	PRG	Durée de vie (ans)
Dioxyde de carbone	CO ₂	380	1	200 (variable)
Méthane	CH ₄	1720	23	12,2±3
Protoxyde d'azote	N ₂ O	311	296	120
Dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CF ₂ Cl ₂	0.503	10 600	100
Chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHF ₂ Cl	0.105	1 700	12,1
Tétrafluorure de carbone	CF ₄	0.070	5 700	50 000
Hexafluorure de soufre	SF ₆	0.032	22 200	3 200

Tableau 1 : Durée de séjour et PRG des principaux gaz à effet de serre (Source GIEC)

3. PRINCIPE DE CALCUL (FACTEUR D'EMISSIONS)

Compte tenu de la multitude de sources d'émissions de gaz à effet de serre sur le périmètre d'étude (émissions directes et indirectes), la mesure des émissions n'est pas envisageable. La méthode s'appuie donc sur les données brutes (tonnes de papier acheté, tonnes de carton mis en déchet). Les estimations des émissions sont alors réalisées grâce à des facteurs d'émissions qui permettent de convertir des flux observables en quantités de gaz à effet de serre.

Pour cette étude, les facteurs d'émissions utilisés proviennent de la méthode Bilan Carbone® (certains sont spécifiques à la Réunion et sont issus du kit DOM TOM de l'Ademe) et de la base de données EcoInvent. Le détail est précisé dans la suite de l'étude.

4. PRECISION DES CALCULS

Chaque évaluation des émissions de gaz à effet de serre est associée à une incertitude, ou marge d'erreur plus ou moins importante en fonction des données et des postes étudiées. Cette incertitude porte sur :

- La donnée « activités » source (pour un flux de fret par exemple, l'incertitude porte sur le nombre exact de kilomètres parcourus par le camion).
- Le facteur d'émissions (pour le même exemple du flux de fret, l'incertitude porte également sur les émissions en gramme de CO₂ par kilomètre liées à la fois au véhicule et au mode de conduite du chauffeur)

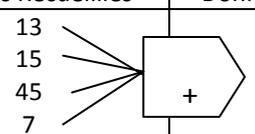
Données Recueillies	Données Brutes	Facteur d'émission	Emissions (eqCO ₂)
13 15 45 7 	80	0.15	80 x 0.15 = 12
Incertitude sur les données		Incertitude sur le facteur d'émission	Incertitude des émissions (eqCO ₂)
10%		20%	1-(1-10%)x(1-20%)= 28%

Tableau 2 - Procédure de calcul de l'incertitude

Compte tenu de ces incertitudes sur les résultats, chaque montant d'émissions de gaz à effet de serre est présenté dans ce rapport avec 2 ou 3 chiffres significatifs. Ainsi un total affiché en fin de tableau pourra ne pas correspondre à la somme de ce même tableau. La valeur à utiliser étant toujours le total affiché et non la somme des valeurs arrondies.

Exemple :

Calcul exact	Calcul arrondi à 2 chiffres significatifs (modèle du présent rapport)
103 + 103 + 103 = 309	100 + 100 + 100 = 310

RESULTATS CONSOLIDES

En 2009, l'activité de la C.I.Vi.S sur l'ensemble du périmètre décrit précédemment a généré **172 473 tonnes équivalent CO₂**.

Activités	Emissions	
	(t eqCO ₂ et % du bilan)	
Gestion des déchets	124 927	72%
Transport (Semittel)	6 894	4%
Administration générale	844	0.5%
Equipements sportifs	674	0.4%
Cyberbases	122	0.1%
Espaces naturels	110	0.1%
ZAC de Pierrefonds	39 322	23%
Chauffe-eau solaire	-420	-0.2%
Total général	172 473	100%

Tableau 3 : Bilan des émissions liées à l'activité de la C.I.Vi.S

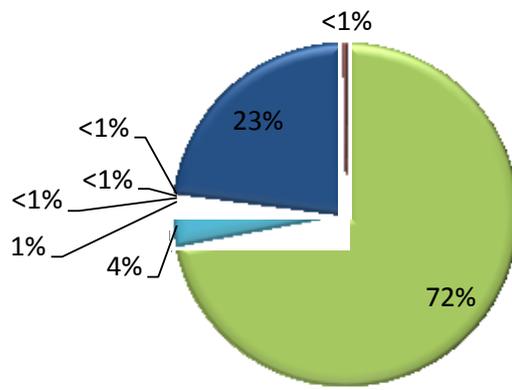
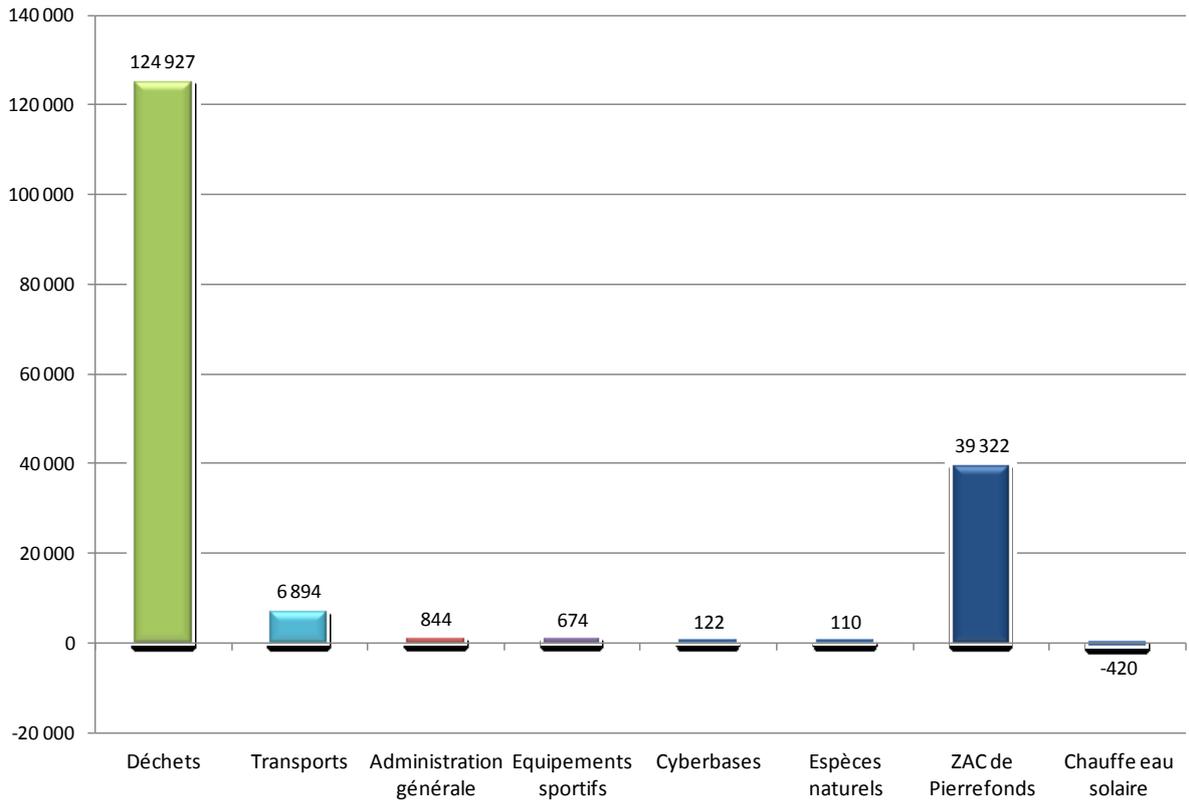


Figure 1 : Synthèse des émissions liées aux activités de la C.I.Vi.S

DETAILS DES EMISSIONS PAR ACTIVITE

1. DECHETS

Dans le cadre de ses compétences en matière de protection et de mise en valeur de l'environnement et du cadre de vie, la C.I.Vi.S. assure les missions suivantes :

- pré-collecte des ordures ménagères et assimilées et des déchets industriels et commerciaux ;
- collecte et traitement des déchets ménagers et assimilés et des déchets industriels et commerciaux ;
- collecte des déchets verts ;
- enlèvement des carcasses de voitures ;
- enlèvement des monstres et encombrants ;
- traitement des déchets ménagers et assimilés, des déchets verts, des carcasses de voitures et des monstres et encombrants.

L'ensemble des missions relatives à la gestion des déchets est assuré sur toutes les communes de la C.I.Vi.S soit pour 157 776 habitants.

Dans la suite de cette étude, les émissions liées à la gestion des déchets sont scindées en cinq activités :

- la collecte des déchets
- le centre de tri de Pierrefonds
- la plateforme de compostage
- l'installation de stockage de déchets non dangereux
- la plateforme de tri des encombrants
- les déplacements professionnels de la brigade environnement, des médiateurs environnement et du service antitag.

1.1. PANORAMA GLOBAL DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS

Les émissions liées à la gestion des déchets se répartissent de la façon suivante.

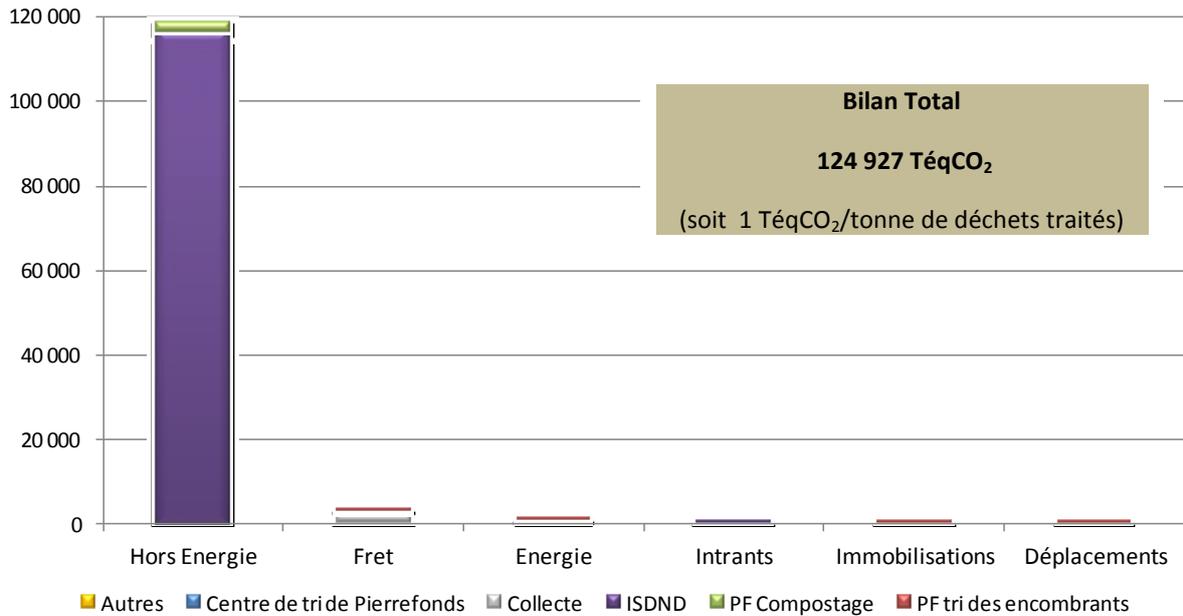


Figure 2 – Emissions liées à la gestion des déchets

En 2009, les émissions générées par la gestion des déchets s'élèvent à **124 927 tonnes équivalent CO₂** soit **1 tonnes équivalent CO₂ par tonne de déchets traités¹** ou encore **0.8 tonnes équivalent CO₂ par habitant**. 93% des émissions sont liées aux fuites de biogaz sur l'ISDND (poste « Hors Energie »). Pour une meilleure lisibilité des autres postes, les émissions sont représentées ci-après sans le poste « Hors Energie ».

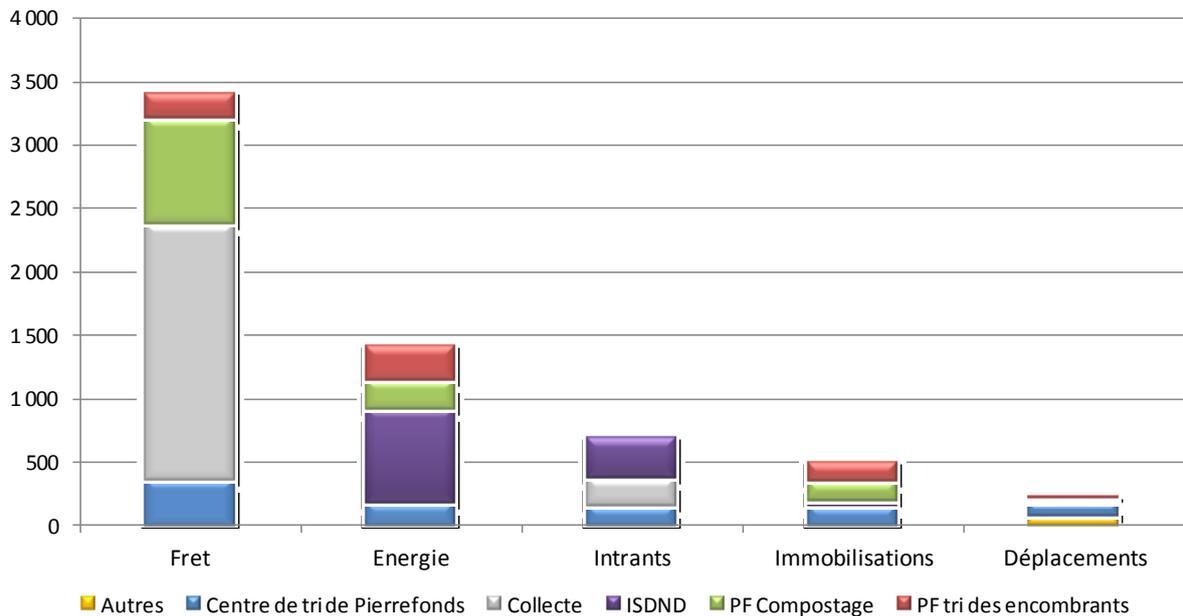


Figure 3 – Emissions liées à la gestion des déchets sans le poste « Hors Energie »

¹ 121 000 tonnes de déchets traités (y compris SMCS et apport volontaire en déchetterie)

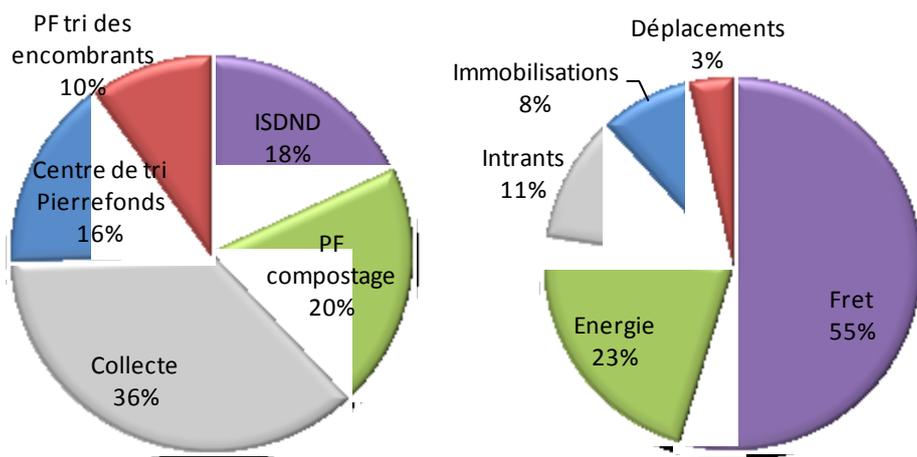


Figure 4 – Répartition des émissions par activité (à gauche) et par poste (à droite) hors poste « Hors énergie »

Activité	Hors énergie	Fret	Energie	Intrants	Immobilisations	Déplacements	Total
ISDND	116 632	-	738	306	42	24	117 742
Collecte	-	2 010	-	216	-	13	2 238
PF compostage	2 077	841	232	-	149	7	3 306
Centre de tri	-	365	179	160	156	105	964
PF encombrants	-	184	265	-	148	10	307
TOTAL	118 709	3 401	1 413	682	494	228	124 927

Tableau 4 – Emissions liées à la gestion des déchets

Il est à noter un autre poste qui est appelé « Autres » dans la suite de ce rapport correspondant aux déplacements professionnels des certains agents (Brigade Intercommunale de l'Environnement, médiateurs de l'environnement et service antitag). Ce poste est minime puisqu'il représente 70 tonnes équivalent CO₂.

1.2. LA COLLECTE DES DECHETS

Cette activité regroupe la pré-collecte et la collecte, elle est déclinée en 3 postes d'émissions :

- Le fret lié à la collecte des déchets
- Les intrants c'est-à-dire les bacs de collecte et les biocomposteurs dont dispose la C.I.Vi.S
- Les déplacements professionnels des agents qui suivent le marché de la collecte

1.2.1. FRET

Ce poste vise à estimer les émissions engendrées par le fret lié à la collecte des déchets. Pour la plupart des déchets, le rapport d'activité du pôle Environnement fournit par type de déchets le tonnage annuel transporté

ainsi que les kilomètres parcourus annuellement. N'ayant pas d'indication sur un trajet moyen, les données ont été traitées en véhicule.km et non en tonnes.kilomètres², unité plus précise.

a) Données collectées

- Les données concernant les déchets de la C.I.Vi.S sont présentés ci-après

Type de déchets	Tonnage annuel	Kilométrage annuel
Collecte sélective	6 331.59	198 500
Verre	1 445.78	29 002
OMR³	52 490.04	572 050
Déchets végétaux	26 228	372 529
Encombrants	9 930.74	245 507
Cartons professionnels	343	5 200 ⁴

Tableau 5 – Données par type de déchets C.I.Vi.S

Les modes de transport utilisés par type de déchets ont été fournis. En l'absence de clé de répartition, ces modes de transport sont répartis de manière équivalente.

Type de déchets	Répartition modes de transport
Déchets verts et encombrants	50% PTAC 7.5T + 50% PTAC 19T
OMR et CS	33% PTAC 3.5T + 33% PTAC 19T + 33% PTAC 26T
Verre	50% PTAC 19T + 50% PTAC 26T

Tableau 6 – Répartition des modes de transport par type de déchets

- Les déchets de la commune de Saint Philippe font également partis du périmètre. Les données ont été fournies à part.

Type de déchets	Tonnage annuel	Kilométrage annuel
Collecte sélective	117.85	13 250 ⁵
Verre	30	2 640
OMR	1 484.94	26 500 ⁶
Déchets végétaux	627.34	21 600 ⁶
Encombrants	441.36	21 600 ⁷

Tableau 7 – Données par type de déchets S.M.C.S

² Une tonne.kilomètre équivaut à une tonne transportée sur un kilomètre

³ Ordures Ménagères Résiduelles

⁴ Pour les centres villes de Saint-Louis et de Saint-Pierre, la C.I.Vi.S assure la collecte des cartons des commerçants et artisans. Le kilométrage n'ayant pas été fourni, une hypothèse de 50 kilomètres par tournée est posée.

⁵ 39 750 kilomètres ont été parcourus pour la collecte sélective et les ordures ménagères, il a été estimé qu'un tiers de ces kilomètres est attribuable à la collecte sélective.

⁶ 43 200 kilomètres ont été parcourus pour la collecte des déchets verts et des encombrants. Il a été estimé que ces kilomètres se répartissent de manière uniforme entre les deux types de déchets.

La répartition des modes de transport par type de déchet est identique à celle des déchets de la C.I.Vi.S, vue précédemment.

- Les déchets véhicules et ferrailles sont présentés ci après.

Type de déchets C.I.Vi.S	Kilométrage annuel
VHU	29 269
VHU Camions	2 004
Ferrailles	7 216
Enlèvement en déchetterie des apports volontaires	45 055
TOTAL	86 012

Tableau 8 – Kilomètres parcourus pour enlèvement des déchets C.I.Vi.S

Type de déchets S.M.C.S	Kilométrage annuel
VHU	4 128 ⁷
Ferrailles	200 ⁸
TOTAL	4 328

Tableau 9 – Kilomètres parcourus pour enlèvement des déchets Saint Philippe

Il est considéré que ces déchets sont enlevés par un véhicule de PTAC compris entre 11 et 19 T (dépanneuse et enlèvement en camion).

- Les déplacements des habitants en déchetterie ont également été comptabilisés. En 2009, 24 737 usagers sont venus apporter leurs déchets en déchetterie. Le trajet unitaire a été estimé à 20 kilomètres. Ainsi, 494 740 kilomètres ont été parcourus en voiture.

L'ensemble des véhicule.kilomètres sont récapitulés par type de transport routier ci-après.

Type de transport routier	
PTAC 3.5 T	263 883 véhicules.km
PTAC 7.5 T	325 668 véhicules.km
PTAC 19 T	585 552 véhicules.km
PTAC 26 T	321 374 véhicules.km
Dépanneuse	87 872 véhicules.km
Voiture	494 740 véhicules.km

Tableau 10 – Récapitulatif des données de fret

Pour l'ensemble de ces données, une incertitude de 20% y est associée.

⁷ 43 véhicules ont été enlevés en 2009, la distance parcourue entre Saint Philippe et Le Port a été calculée (96 kilomètres)

⁸ 5.7 tonnes de ferrailles ont été enlevées. En l'absence de données un ratio a été calculé à partir des données de la C.I.Vi.S

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés sont issus de la méthode Bilan Carbone®. Ces facteurs prennent en compte les émissions liées à la combustion du carburant, ainsi qu'à son extraction, raffinage et transport ainsi que la fabrication du camion ou du véhicule léger.

Type	Précision	Facteur d'émissions	Incertitude
Camion	PTAC 3.5 tonnes	378 g éq CO ₂ /véhicule.km	± 20%
Camion	PTAC 6.1 à 10.9 tonnes	922 g éq CO ₂ /véhicule.km	± 20%
Camion	PTAC 11 à 19 tonnes	1 245 g éq CO ₂ /véhicule.km	± 20%
Camion	PTAC plus de 21 tonnes	1 974 g éq CO ₂ /véhicule.km	± 20%
Voiture	Diesel	277 g éq CO ₂ /véhicule.km	± 20%

Tableau 11 – Facteurs d'émissions liés au fret

c) Synthèse des émissions liées au fret

Les données présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions du fret relatif à la collecte des déchets.

Type	Précision	Emissions	Incertitude
Camion	PTAC 3.5 tonnes	100	± 36%
Camion	PTAC 6.1 à 10.9 tonnes	300	± 36%
Camion	PTAC 11 à 19 tonnes	838	± 36%
Camion	PTAC plus de 21 tonnes	634	± 36%
Voiture	Diesel	137	± 36%
TOTAL		2 010	± 36%

Tableau 12 – Emissions liées au fret

En 2009, les émissions liées au ramassage des déchets s'élèvent à 2 010 tonnes équivalent CO₂. Afin de préciser le calcul, nous recommandons d'évaluer le parcours moyen ou alors le tonnage moyen pour pouvoir effectuer le calcul en tonne.kilomètres. En effet, les tonne.kilomètres permettent une estimation plus précise des émissions de gaz à effet de serre liées à du fret.

1.2.2. LES INTRANTS

a) Données collectées

Ce poste inclut les émissions liées à la fabrication des bacs de collecte, les bornes à verre et les biocomposteurs dont dispose la C.I.Vi.S..

Le nombre de bacs (verts et jaunes), de bornes à verre et de biocomposteurs dont dispose la C.I.Vi.S en 2009 a été fourni.

- En 2009, la C.I.Vi.S dispose de 67 846 bacs verts et 58 797 bacs jaunes. La répartition en termes de capacité est fournie, un poids moyen a été attribué à chacune des catégories.

	120L	140L	180L	240L	340L	660L
Poids d'un bac (kg)⁹	10	11	13	14.5	20	38
Répartition bacs verts	66.7%	13.1%	9.9%	4.9%	5.1%	0.2%
Répartition bacs jaunes	91.9%	0.1%	1.8%	3.8%	2.4%	0.01%
Poids total (tonnes)	993	98	101	81	98	6

Tableau 13 – Poids des bacs de collecte

Les bacs de collecte dont dispose la C.I.Vi.S en 2009 représentent 1 377 tonnes de plastique.

- En 2009, la C.I.Vi.S dispose de 167 bacs verre. Le poids d'un bac a été approximé : 10kg. Ainsi, cela représente 1.7 tonnes de plastique.
- En 2009, la C.I.Vi.S dispose de 5 699 biocomposteurs. Le poids d'un biocomposteur est estimé à 14kg. Cela représente 80 tonnes de plastique.

A l'aide de ces données, il est possible de calculer un tonnage moyen de plastique utilisé par la C.I.Vi.S : 1 459 tonnes. Il a été estimé que les bacs servaient en moyenne 10 ans, ainsi 146 tonnes sont à affecter à l'année 2009. L'incertitude associée à cette donnée est estimée à 20%.

b) Facteur d'émissions

Le facteur d'émissions utilisé pour les bacs de collecte est celui du PEHD contenant 25% de recyclé issu de la méthode Bilan Carbone® : 1 480 kg éq CO₂/tonne. Il est assorti d'une incertitude de 20%.

c) Emissions

Les données présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions générées par la fabrication des éléments de pré-collecte de la C.I.Vi.S.

	Emissions T éq CO ₂	Incertainitude
PEHD- éléments de pré-collecte	216	± 36%

Tableau 14 – Emissions liées aux intrants

1.2.3. LES DEPLACEMENTS

Ce poste comptabilise les déplacements professionnels suivants :

- les déplacements des agents qui suivent les marchés du verre et de la ferraille,

L'ensemble des données collectées, les modes de transport, les facteurs d'émissions utilisés et les émissions associées sont présentées ci-dessous.

⁹ Les poids sont issus d'une recherche bibliographique

	km	Mode de transport	Facteurs d'émissions (g éqCO ₂ /km)	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Suivi du marché verre	6 822	Fourgonnette	363	2	± 20%
Suivi de marché ferraille	27 683	Fourgonnette	363	10	± 20%
TOTAL	34 505			13	± 20%

Tableau 15 – Emissions liées aux déplacements professionnels

1.2.4. PANORAMA GLOBAL DE LA COLLECTE

Les émissions liées à la collecte des déchets de la C.I.Vi.S sont récapitulées ci-dessous.

	Emissions	Incertitude
Fret	2 010	± 36%
Intrants	216	± 36%
Déplacements	13	± 20%
TOTAL	2 238	± %

Tableau 16 – Emissions liées à la collecte des déchets

En 2009, la collecte des déchets de la C.I.Vi.S a généré 2 238 tonnes équivalent CO₂ pour 120 000 tonnes collectées¹⁰ soit un ratio de 19 kg éq CO₂/tonne de déchets collectée.

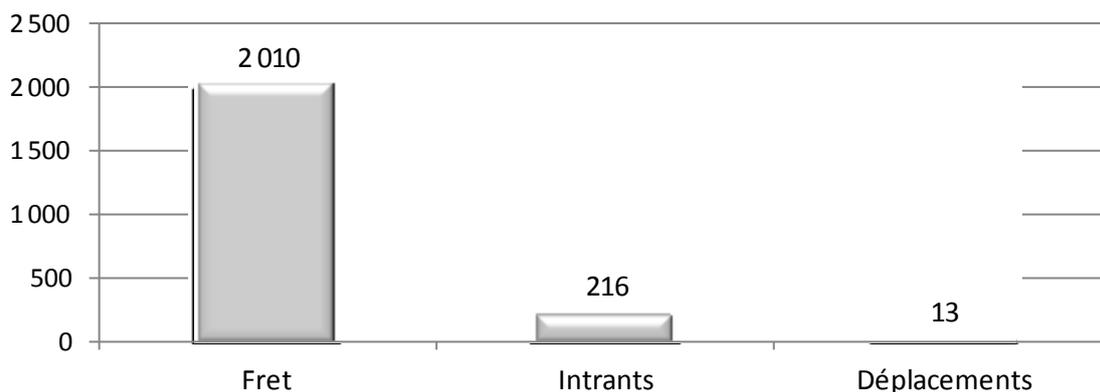


Figure 5 – Emissions liées à la collecte des déchets

1.3. LE CENTRE DE TRI DE PIERREFONDS

1.3.1. FRET

Ce poste vise à estimer les émissions engendrées par le fret aval des matériaux triés au centre de tri de Pierrefonds. Les données sont comptabilisées en tonne.kilomètres. Les facteurs d'émissions sont adaptés à chaque type de transport routier.

¹⁰ : y compris SMCS et apport volontaire en déchetterie

a) Données collectées

En 2009, 15 942 tonnes de déchets ont été triées par le centre de tri de Pierrefonds. Les matériaux triés deviennent des matières premières secondaires.

Pour chaque type de matière première secondaire, les poids correspondants et les destinations ont été fournis. Les distances par bateau ont été estimées à partir du site <http://e-ships.net/dist.htm>. Ces informations ont permis de calculer les tonne.kilomètres par type de déchets.

D'autre part, pour effectuer le calcul, il faut connaître le poids volumique des conteneurs expédiés, exprimé en tonnes par m³ afin de savoir quelle fraction du bateau le fret occupe. Pour cela, le poids moyen d'un conteneur a été fourni, le volume d'un conteneur de « vingt pieds » est 36.6m³. Ainsi, le poids volumique a pu être calculé pour chaque type de déchets. L'incertitude associée à ces données est de 10%.

Déchets	Poids (tonnes)	Destination	Distance (km)	Tonne.km	Poids volumique (t/m ³)
Cartons	5 332	Indonésie/Chine	6 429	34 277 932	0.602
RJM	3 496	Chine	7 799	27 266 794	0.645
PET	277	Inde	4 685	1 296 905	0.252
PEHD	143	Indonésie	5 060	722 516	0.260
PEBD	147	Hong Kong	7 795	1 145 619	0.446
Acier	145	Malaisie	6 176	898 309	0.331
Aluminium	4	Malaisie	6 176	26 312	0.058

Tableau 17 – Détail des données liées aux trajets maritimes des matériaux triés

Les déchets restants (6 397 tonnes) sont emmenés en camion au centre d'enfouissement. La distance entre le centre de tri et le centre d'enfouissement est évaluée à 5 kilomètres. Cela représente 31 987 tonne.kilomètres. L'incertitude est de 10%.

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés sont issus de la méthode Bilan Carbone® Version 6. Ces facteurs prennent en compte les émissions liées à la combustion du carburant, ainsi qu'à son extraction, raffinage et transport. Dans le cas du transport routier, on prend également en compte la fabrication du camion.

Pour le transport en bateau, on considère un porte-conteneur de type 3 500 équivalent-vingt-pieds.

Type	Précision	Facteurs d'émissions (g éq CO ₂ /t.km)	Incertitude
➤ Fret maritime			
	0.602 t/m ³	5	± 20%
	0.645 t/m ³	5	± 20%
	0.252 t/m ³	12	± 20%
Porte conteneur 3500 evp	0.260 t/m ³	12	± 20%
	0.446 t/m ³	7	± 20%
	0.331 t/m ³	9	± 20%
	0.058 t/m ³	53	± 20%
➤ Fret routier			
PTAC 11 à 19 tonnes	-	494	± 20%

Tableau 18 – Détail des données liées aux trajets maritimes des matériaux triés

c) Synthèse des données collectées

Type	Précision	Emissions (t éq CO ₂)	Incertitude
➤ Fret maritime			
	Cartons	176	± 28%
	RJM	131	± 28%
	PET	16	± 28%
	PEHD	9	± 28%
Porte conteneur 3500 evp	PEBD	8	± 28%
	Acier	8	± 28%
	Aluminium	1	± 28%
➤ Fret routier			
PTAC 11 à 19 tonnes	-	16	± 28%
TOTAL		365	± 28%

Tableau 19 – Détail des émissions liées aux trajets maritimes des matériaux triés

EN 2009, les émissions générées par le fret aval du centre de tri de Pierrefonds s'élèvent à 365 tonnes équivalent CO₂.

1.3.2. ENERGIE

Dans ce poste figurent les émissions liées à la consommation d'électricité du site et à la consommation de carburant nécessaire au fonctionnement des engins.

a) Données collectées

La consommation de carburant a été fournie sur 4 mois, la consommation annuelle a donc été extrapolée, l'incertitude associée est ainsi évaluée à 10%.

	Données	Incertitude
Electricité	117 042 kWh	± 0%
Gazole	25 770 litres	± 20%

Tableau 20 – Données liées à l'énergie du centre de tri

b) Facteurs d'émissions

Le facteur d'émissions de l'électricité est celui de la méthode Bilan Carbone® v6.1 et correspond au mix énergétique réunionnais. Ce facteur d'émission est connu avec une faible marge d'incertitude (15%). Le calcul tient également compte des pertes en ligne d'électricité (liées au rendement de distribution) de l'ordre de 8%. Ici, les pertes en ligne sont adossées à une incertitude de l'ordre de 30%.

Le facteur d'émissions utilisé pour le gazole est celui de la méthode Bilan Carbone® v6.1. Il intègre les émissions liées à la combustion du carburant mais également celles liées à l'amont du carburant (extraction et transport).

	Facteurs d'émissions	Incertitude
Electricité	855 g éq CO ₂ /kWh	± 17%
Gazole	3 043 gCO ₂ eq/litres	± 5%

Tableau 21 – Facteur d'émissions liés à l'énergie

c) Emissions

Les informations présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions générées par les consommations d'énergie du Centre de tri de Pierrefonds.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Electricité	100	± 15%
Gazole	78	± 15%
Total	179	± 15%

Tableau 22 – Emissions liées à l'énergie

1.3.3. INTRANTS

Ici, les émissions prises en compte sont celles liées à la fabrication du fil de fer utilisé par le centre de tri. En 2009, 50 tonnes de fil de fer ont été achetées en moyenne. L'incertitude associée à la donnée est nulle. Le facteur d'émission est issu de la méthode Bilan Carbone® : 3 190 kgéq CO₂/tonne. Les émissions sont présentées ci-après.

Type	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Fil de fer	160	± 10%

Tableau 23 – Détail des émissions liées aux intrants

Les émissions liées aux intrants du centre de tri de Pierrefonds s'élèvent à 160 Téq CO₂.

1.3.4. IMMOBILISATIONS

Les immobilisations comprises dans ce poste sont liées :

- aux bâtiments
- aux engins
- aux machines
- à l'informatique

Les données fournies, les facteurs d'émissions ainsi que les émissions correspondantes sont présentées ci-dessous. Les facteurs d'émissions liés au matériel informatique sont issus d'Ecolinvent.

Type	Données	Incertitude	Durée d'amortissement	Facteur d'émissions	Emissions	Incertitude
Bâtiments	3 500 m ²	± 0%	50 ans	825 kgéq CO ₂ /m ²	58	± 50%
Engins	26 tonnes	± 20%	4 ans	5 500 kgéq CO ₂ /t	36	± 60%
Equipement	162 tonnes	± 20%	10 ans	3 667 kgéq CO ₂ /t	59	± 60%
PC fixes	8	± 0%	3 ans	546 kgéq CO ₂ /unité	2	±20%
PC Portable	1	± 0%	3 ans	249 kgéq CO ₂ /unité	<0.1	± 20%
Imprimantes	4	± 0%	3 ans	66 kgéq CO ₂ /unité	0.1	± 20%
Fax	1	± 0%	3 ans	1 467 kgéq CO ₂ /unité	0.5	± 20%
Serveur	1	± 0%	3 ans	821 kgéq CO ₂ /unité	0.3	± 20%
TV	1	± 0%	3 ans	271 kgéq CO ₂ /unité	<0.1	± 20%
TOTAL					156	± 58%

Tableau 24 – Détail des émissions liées aux immobilisations

Les émissions liées aux immobilisations du centre de tri de Pierrefonds s'élèvent à 156 T_{éq} CO₂.

1.3.5. DEPLACEMENTS DE PERSONNES

a) Données collectées

Afin de calculer les émissions liées aux déplacements domicile-travail des agents du centre de tri, une enquête concernant les agents de la C.I.Vi.S a été fournie. L'enquête traitée par Effet de Levier fournit par personne interrogée la distance entre le domicile et le lieu de travail, le mode de transport ainsi que le nombre de jours travaillés par semaine. 170 personnes ont répondu à l'enquête. Ainsi, cette enquête a permis de calculer une distance moyenne domicile travail (12.4 kilomètres) et une répartition des modes de transport utilisés. De plus, il a été précisé que les agents travaillent 47 semaines par an soit 235 jours. Enfin, 74 personnes travaillent au centre de tri. L'ensemble de ces données a permis de calculer le nombre de kilomètres parcourus annuellement par mode de transport (ici seules les kilomètres parcourus par un mode de transport pouvant générer des émissions sont présentés).

Type	Kilomètres parcourus
Voiture	327 335
Car	47 871
Covoiturage	27 601
2 roues	16 388
Taxi	1 294

Tableau 25 – Kilomètres parcourus en 2009 par les agents du centre de tri

L'incertitude attribuée à ces données est évaluée à 20%. Les kilomètres parcourus en car ne seront pas comptabilisés puisque l'ensemble de l'activité de la SEMITTEL fait l'objet d'un chiffrage dans la suite de ce rapport.

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés sont ceux issus de la méthode Bilan Carbone®.

Mode de transport	Facteur d'émissions (g _{éq} CO ₂ /km)	Incertitude
Voiture (moyenne Réunion)	298	± 30%
Covoiturage	149	± 30%
2 roues	156	± 20%

Tableau 26 – Facteurs d'émissions des modes de transport domicile-travail

c) Emissions

L'ensemble de ces données permettent de calculer les émissions liées aux déplacements domicile-travail des agents du centre de tri.

Mode de transport	Emissions T _{éq} CO ₂	Incertitude
Voiture	98	± 44%
Covoiturage	4	± 44%
Taxi	<1	± 44%
2 roues	3	± 36%
TOTAL	105	± 44%

Tableau 27 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail

Les émissions liées aux déplacements des 74 personnes travaillant au centre de tri de Pierrefonds s'élèvent à 105 tonnes équivalent CO₂.

1.3.6. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS DU CENTRE DE TRI

L'ensemble des émissions liées à l'activité du centre de tri de Pierrefonds est récapitulé ci-dessous.

Poste	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Fret	365	± 28%
Energie	179	± 15%
Intrants	160	± 10%
Immobilisations	156	± 58%
Déplacements domicile-travail	105	± 44%
TOTAL	964	± 28%

Tableau 28 – Emissions liées à l'activité du centre de tri de Pierrefonds

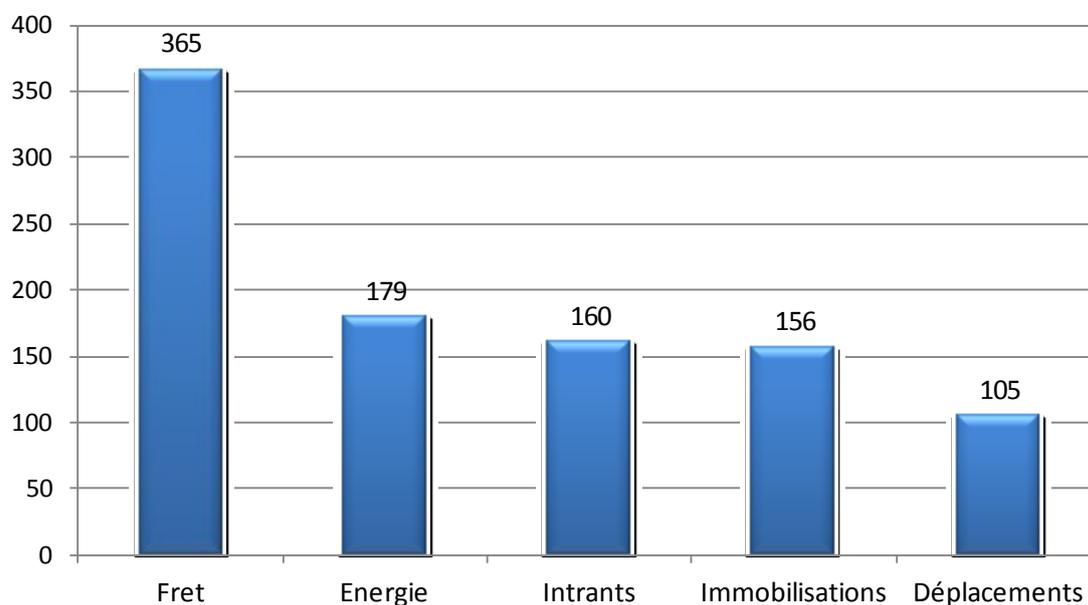


Figure 6 – Emissions liées au centre de tri de Pierrefonds

En 2009, le centre de tri a accueilli **15 941,6 tonnes de déchets** et génère **964 tonnes équivalent CO₂** soit **60 kg éq CO₂/tonne de déchets triés**.

1.3.7. ÉMISSIONS ÉVITÉES

Certains traitements de déchets permettent de récupérer une part de l'énergie contenue dans les déchets : recyclage des matériaux, captage et valorisation du biogaz, valorisation de la chaleur libérée lors de l'incinération, etc. Le traitement des déchets permet donc d'éviter des émissions de gaz à effet de serre. Par exemple, lorsqu'un déchet est recyclé cela permet d'économiser des matières premières et ainsi d'éviter les émissions de gaz à effet de serre qui auraient été générées pour cette production.

La méthode Bilan Carbone® V6 ne soustrait pas ces émissions évitées au bilan global. En effet, il est important de considérer l'impact réel sur le climat d'une entité indépendamment des bénéfices pouvant être liés aux données d'activité. Cela permet de connaître le volume réel des émissions qui doit être réduit ou tout du moins maîtrisé.

La méthode Bilan Carbone® fournit des facteurs d'émissions par tonne de matériaux recyclée. Les tonnages valorisés et ces facteurs d'émissions sont présentés ci-dessous.

Matériau	Données (tonnes)	Facteur d'émissions	Source
Cartons	5 332	- 40 kg éq CO ₂ /t	Eco Emballage
RJM	3 496	- 40 kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®
PET	277	- 3062 kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®
PEHD	143	- 1705 kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®
PEBD	147	- 1 888 kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®
Acier	145	- 2 090kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®
Aluminium	4	- 9 313 kg éq CO ₂ /t	Bilan Carbone®

Tableau 29 – Données et facteurs d'émissions liés à la valorisation

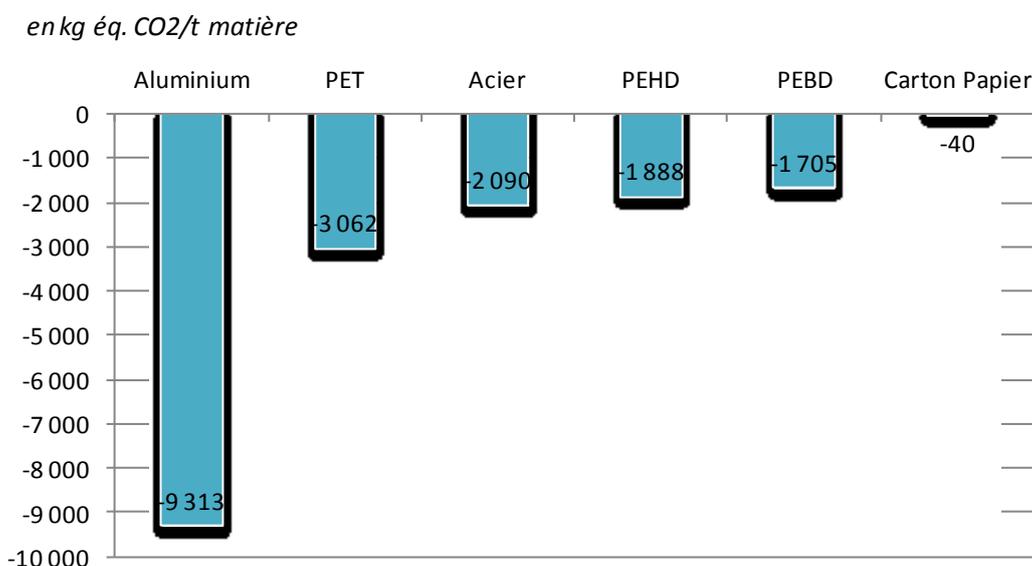


Figure 7 – Comparaison des impacts évités par la valorisation d'une tonne de matière

Les facteurs d'émissions évitées sont très différents selon les matières :

- le recyclage des métaux et plastiques apparait particulièrement intéressant sur le plan de la réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- Le recyclage des cartons/papier apporte en revanche un « gain carbone » quasi nul.

Les impacts évités grâce à la valorisation matière sont présentés ci après.

Matériau	Emissions (Téq CO ₂)
Cartons/RJM	- 353
PET	- 848
PEHD	- 243
PEBD	- 278
Acier	- 304
Aluminium	- 40
TOTAL	- 2 065

Tableau 30 – Impacts évités liés à la valorisation

Les impacts évités sont importants. Ils rendent l'activité de tri « rentable » en carbone : les émissions du fonctionnement sont plus que compensées par les impacts évités.

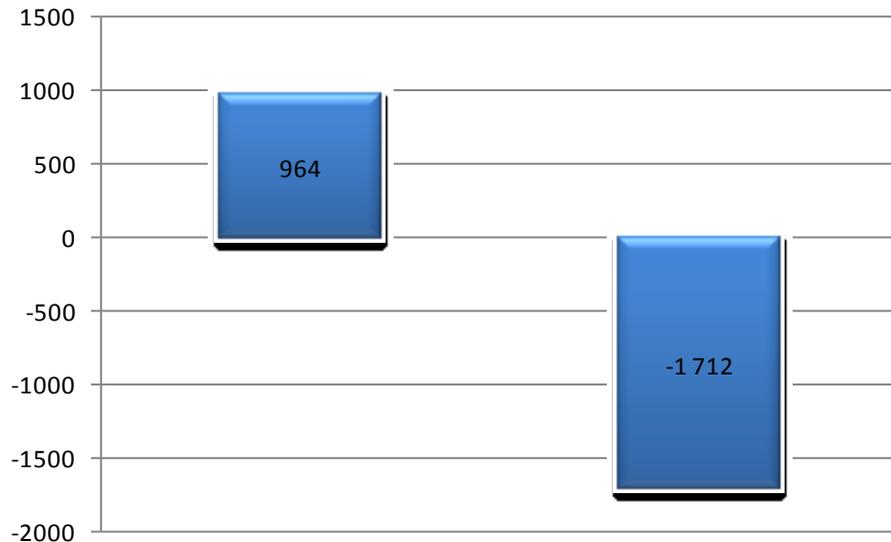


Figure 8 – Comparaison des impacts évités avec les émissions liées au fonctionnement du centre de tri

1.4. LA PLATEFORME DE COMPOSTAGE

1.4.1. HORS ENERGIE : PROCESSUS DE COMPOSTAGE

Ce poste prend en compte les émissions de CH₄ et de N₂O liées à la dégradation des déchets verts lors de leur compostage. Les données utilisées proviennent de l'étude financée par l'ADEME : « **RECORD**, Application de la méthode Bilan Carbone® aux activités de gestion des déchets, 2008, 133 p, n°07-1017/1A ». Cette étude fait état de référence dans le domaine de la gestion des déchets.

a) Données bibliographiques

Le compostage est un procédé biologique de conversion et de valorisation des déchets organiques qui consiste à faire fermenter, dans des conditions contrôlées, des déchets organiques en présence de l'oxygène de l'air (conditions aérobies). Deux phénomènes se succèdent dans un processus de compostage. Le premier, amenant les résidus à l'état de compost frais, est une fermentation aérobie intense : il s'agit essentiellement de la décomposition de la matière organique fraîche à haute température (50-70°C) sous l'action de bactéries ; le deuxième, par une fermentation moins soutenue, va transformer le compost frais en un compost mûr, riche en humus. Ce phénomène de maturation, qui se passe à température plus basse (35-45°C), conduit à la biosynthèse de composés humiques par des champignons. Les émissions gazeuses du compostage sont liées d'une part à la composition du substrat et d'autre part aux conditions d'opération.

Le CO₂.

Le CO₂ est le produit final de la dégradation des composés carbonés par les microorganismes aérobies, son émission est donc indissociable du procédé. C'est par ailleurs un bon indicateur de la performance métabolique de la décomposition. Le carbone émis étant de source biogénique, il n'est pas comptabilisé dans les bilans d'émissions de gaz à effet de serre du compostage.

Le CH₄.

En théorie, lorsqu'elles sont correctement réalisées, les activités de compostage ne génèrent pas de méthane car elles nécessitent des conditions aérobies strictes et un contrôle précis des teneurs en eau afin de favoriser la décomposition aérobie des déchets. Les émissions de méthane en compostage sont donc dues à la présence de poches reproduisant localement des conditions anaérobies. De plus le méthane éventuellement formé dans les poches anaérobies s'oxyde en partie en CO₂ lorsqu'il parvient en surface. Une bonne conduite d'opération sur site de compostage ne devrait pas donner lieu à des émissions de méthane.

Pour modéliser les émissions de CH₄, il est recommandé d'utiliser la donnée du CITEPA de 7 kg éq C/ tonne de déchets verts (soit 25.7 kg éq. CO₂ / tonne de déchets verts), qui est en accord avec les valeurs données par l'ADEME et par le GIEC et qui de plus est déjà utilisée pour réaliser les inventaires nationaux de GES dans le cadre du protocole de Kyoto.

Le N₂O.

Les mécanismes d'émission de N₂O font l'objet d'une abondante littérature en raison de leur complexité. Cette complexité se reflète dans les facteurs d'émission relevés qui diffèrent de plusieurs ordres de grandeur. Il est à noter que le protoxyde d'azote peut être émis à la fois dans des conditions aérobies et anaérobies. En conditions aérobies, le N₂O est un sous-produit marginal des processus d'oxydation de l'ammoniac en nitrate (nitrification). De faibles teneurs en O₂ ou d'importantes concentrations en ammonium (NH₄⁺) peuvent favoriser sa formation. En conditions anaérobies, le N₂O est produit en quantité variable lors de la réduction des nitrates (NO₃⁻) en diazote (dénitrification). D'importantes concentrations en nitrates peuvent favoriser la génération de N₂O en conditions anaérobies.

Facteurs clés influençant les émissions de N₂O :

- importantes concentrations en nitrates ou plus généralement en composés azotés dans les substrats ;
- faibles teneurs en oxygène.

La variété des substrats et de leurs compositions explique en partie la variance observée sur les facteurs relevés dans la littérature. L'étude RECORD recommande d'utiliser la valeur donnée par le CITEPA, de 13 kg éq C/tonne de déchets verts (soit 47.7 kg éq. CO₂ / tonne de déchets verts), supposée valable pour toutes les fractions.

En l'absence de données précises sur les émissions réelles de CH₄ et de N₂O sur le site étudié, ce sont ces valeurs recommandées qui ont été choisies pour ce Bilan Carbone®.

Gaz	PRG	Facteur d'émissions	Incertitude
CH ₄	25	25,7 kgCO ₂ eq/tonne	±30%
N ₂ O	298	47,7 kgCO ₂ eq/tonne	±30%

Tableau 31 : Détail des facteurs d'émissions du CH₄ et du N₂O

b) Synthèse des émissions de CH₄ et de N₂O

En 2009, les émissions de CH₄ et de N₂O liés au compostage de 2 328 tonnes de déchets verts traités par la plateforme de compostage ont généré l'équivalent de 2 077 tonnes équivalent CO₂.

Type	Emissions	Incertitude
CH ₄	727 t éq. CO ₂	± 30%
N ₂ O	1 350 t éq. CO ₂	± 30%
Total	2 077 t éq. CO₂	± 30%

Tableau 32 : Synthèse des émissions liées au processus de compostage

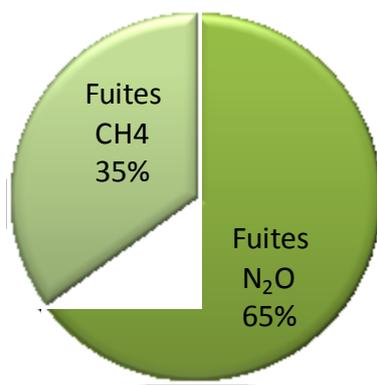


Figure 9 : Synthèse des émissions de CH₄ et de N₂O

1.4.2. FRET

Ce poste comprend le fret lié à l'évacuation des refus de tri ainsi que le fret lié à la vente du compost ou à sa distribution.

a) Données collectées

La quantité de refus de tri est fournie dans le rapport d'activité : 1 267 tonnes. Ces refus de tri sont évacués vers le centre de stockage des déchets situé à 2 kilomètres de la plateforme de compostage. Le trajet est effectué en camion.

La quantité de compost vendu à des particuliers est fournie, 8 402 tonnes, ainsi que celle qui est distribuée aux agents des collectivités de la C.I.Vi.S, 962 tonnes. La distance effectuée par ces individus a été fournie et estimée à 40 kilomètres aller retour. Les trajets sont effectués en voiture particulière.

Fret	Tonnes.km	Incertitude
Evacuation des refus de tri - camion	2 533	± 5%
Evacuation du compost - voiture	374 578	± 10%

Tableau 33 : Synthèse des tonnes.km

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés issus de la méthode Bilan Carbone® v6.1 sont rappelés ci-après.

Véhicule	Facteurs d'émissions (g éq CO ₂ /km)	Incertitude
Camion 11 à 19 tonnes	494	± 20%
Voiture diesel	2 243	± 20%

Tableau 34 : Synthèse des facteurs d'émissions

c) Synthèse des émissions

Les données présentées précédemment permettent de calculer les émissions liées au fret de la plateforme de compostage.

Fret	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Evacuation des refus de tri - camion	1	± 24%
Evacuation du compost - voiture	840	± 28%
TOTAL	841	± 28%

Tableau 35 : Synthèse des émissions liées au fret

Les émissions liées au fret de la plateforme de compostage s'élèvent en 2009 à 841 tonnes équivalent CO₂.

1.4.3. ENERGIE

Dans ce poste figurent uniquement les émissions liées à la consommation de carburant nécessaire au fonctionnement des engins. En effet, la consommation d'électricité du site est déjà incluse dans celle de l'ISDND.

	Données	Incertitude
Gazole	76 120 litres	± 0%

Tableau 36 – Données liées à l'énergie de la plateforme de compostage

Les facteurs d'émissions sont ceux présentés partie 1.3.2.

Les informations présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions générées par les consommations d'énergie de la plateforme de tri des encombrants.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Gazole	232	± 5%

Tableau 37 – Emissions liées à l'énergie utilisée par la plateforme de compostage

1.4.4. IMMOBILISATIONS

Les immobilisations comprises dans ce poste sont liées :

- aux bâtiments,
- à la dalle de béton
- aux engins,
- aux équipements,
- à l'informatique

Les données fournies, les facteurs d'émissions ainsi que les émissions correspondantes sont présentées ci-dessous.

Type	Données	Incertitude	Durée d'amortissement	Facteur d'émissions	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Dalle béton	9 000 t	± 0%	15 ans	88 kg éq CO ₂ /t	53	± 20%
Hangar métal	76 m ²	± 0%	50 ans	275 kg éq CO ₂ /m ²	1	± 50%
Engins	101 t	± 0%	15 ans	5 500 kg éq CO ₂ /t	79	± 50%
Equipements	62	± 0%	7 ans	3 667 kg éq CO ₂ /t	15	± 50%
Info. – PC	1	± 0%	3 ans	546 kgéq CO ₂ /u	0.2	± 20%
Info. – Imprimante	1	± 0%	3 ans	66 kgéq CO ₂ /u	<0.1	± 20%
TOTAL					149	± 39%

Tableau 38 – Détail des émissions liées aux immobilisations

Les émissions liées aux immobilisations de la plateforme de compostage s'élèvent à 149 T éq CO₂.

1.4.5. DEPLACEMENTS

La méthodologie de calcul des émissions liées aux déplacements des agents de la plateforme de compostage est identique à celle décrite en partie 1.3.5. 5 personnes travaillent à la plateforme de compostage.

Les kilomètres parcourus et les émissions associées et leurs incertitudes sont récapitulés ci-après.

Mode de transport	Kilomètres	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Voiture ¹¹	23 137	7	± 44%
2 roues	1 107	0,2	± 36%
TOTAL		7	± 44%

Tableau 39 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail

En 2009, les émissions liées aux déplacements des 5 personnes travaillant à la plateforme de compostage sont égales à 7 T éq CO₂.

1.4.6. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS LIÉES À LA PLATEFORME DE COMPOSTAGE

L'ensemble des émissions liées à l'activité du centre de tri de Pierrefonds est récapitulé ci-dessous.

Poste	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Processus de compostage	2 077	± 30%
Fret	841	± 28%
Energie	232	± 5%
Immobilisations	149	± 39%
Déplacements domicile-travail	7	± 44%
TOTAL	3 306	± 28%

Tableau 40 – Emissions liées à l'activité de la plateforme de compostage

¹¹ Y compris covoiturage et taxi

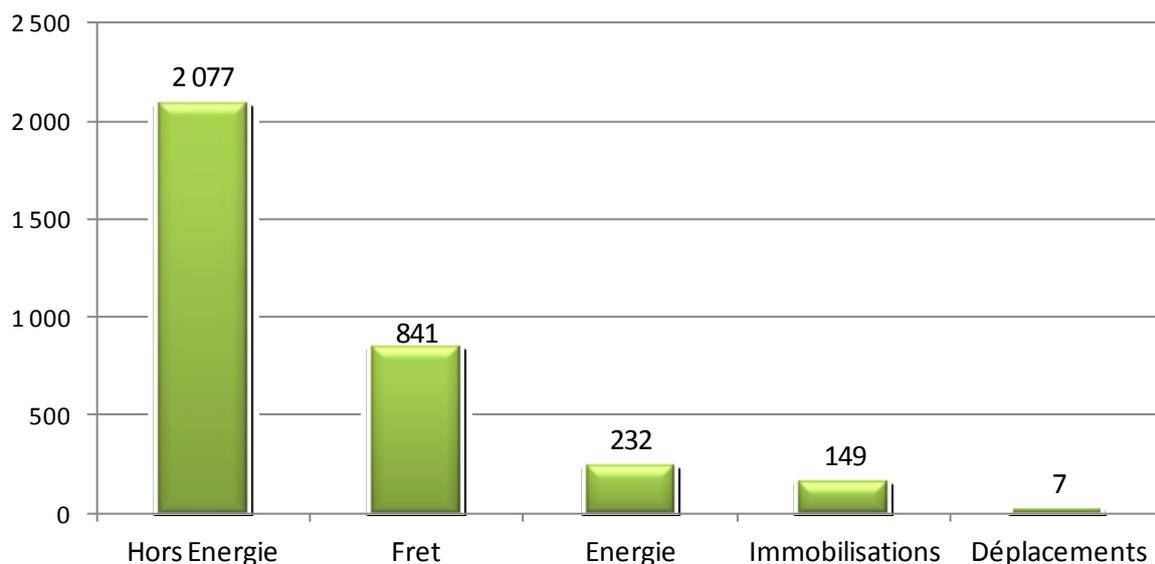


Figure 10 – Emissions liées à la plateforme de compostage

En 2009, la plateforme de compostage a accueilli **29 595 tonnes de déchets (dont 28 328 tonnes de déchets verts)** et génère **3 360 tonnes équivalent CO₂** soit **114 kg éq CO₂/tonne de déchets traités à la plateforme de compostage**.

Il est à noter ici que le bilan ne tient pas compte des impacts évités du compostage. Deux types peuvent être envisagés : substitution aux engrais minéraux et stockage du carbone organique.

Le stockage du carbone est hors périmètre d'étude. Pour la substitution aux engrais minéraux, des études (RECORD 2008, Ademe 2005) donnent des valeurs indicatives. Nous ne les avons pas retenues. D'une part les incertitudes sur les impacts sont encore fortes. D'autre part, ces évaluations présupposent que le compost vient en substitution d'un engrais minéral uniquement sans vérifier cette hypothèse. La définition du scénario de comparaison ne nous semble pas suffisamment étayée pour être retenue. Rien n'empêche cependant la prise en compte à l'avenir de la substitution aux engrais minéraux si ces incertitudes sont levées.

1.5. L'INSTALLATION DE STOCKAGE DE DECHETS NON DANGEREUX

1.5.1. HORS ENERGIE : FUITES DE BIOGAZ

La dégradation organique d'un déchet stocké en centre de stockage peut s'opérer sur une période de plusieurs dizaines d'années. Ainsi, les activités d'enfouissement de 2009 vont engendrer une production de biogaz (et donc d'impact carbone) pour une durée dépassant la période d'étude.

Ici, il a été choisi de limiter l'étude aux gaz à effet de serre réellement émis en 2009. Sur ce principe, il faut tenir compte des fuites de biogaz, pour la seule année 2009. Il faut par ailleurs tenir compte de la valorisation électrique du biogaz produit en 2009.

L'ISDND ne mesure pas les émissions de méthane des CSDU. Seule la quantité de biogaz captée dans l'année est connue : **6 352 509 m³** ont été captés en 2009. Le taux de capture n'est pas connu mais a été estimé par le responsable du site à environ **25%**. Ainsi, il est possible d'en déduire une quantité de biogaz non captée : **19 057 527 m³**. Le taux de CH₄ dans le biogaz a également été fourni : **40%**.

Données	
Biogaz capté	6 352 509 m ³
Taux de capture	25%
→ Biogaz non capté	19 057 527 m ³
Taux de CH ₄ dans biogaz	40%

Tableau 41 – Détail du calcul des de biogaz

Une partie du méthane non capté est oxydé en surface par des organismes méthanotrophes présent dans le couvert végétal (voir extrait du rapport du GIEC en annexe 1). Un taux d'oxydation forfaitaire de 10% est appliqué aux émissions non captées qui disposent d'un couvert végétal.

Données	
CH ₄ capté	1 728 tonnes ¹²
Taux de capture	25%
→ CH ₄ non capté	5 184 tonnes
Fraction oxydée	10%
→ Emissions de CH ₄	4 665 tonnes

Tableau 42 – Détail du calcul des fuites de CH₄

L'incertitude associée à cette donnée est considérée comme élevée (30%). En effet, de nombreuses approximations ont été nécessaires pour calculer les fuites de biogaz.

Les émissions liées aux fuites de biogaz sont présentées ci-après

	Données	Facteur d'émissions (Téq CO ₂ /tonnes)	Incertitude	Emissions T éq CO ₂
Fuites de CH ₄	4 665 tonnes	25	± 0%	116 632

Tableau 43 – Emissions liées aux fuites de CH₄

Cet impact est estimé avec une incertitude importante, il est nécessaire compte tenu de l'importance de l'impact de fiabiliser le calcul du taux de fuite.

Ces émissions sont importantes. A titre de comparaison, les 116 600 TéqCO₂ sont équivalents aux émissions de CO₂ directes de la combustion de plus de **45 millions de litres d'essence**.

1.5.2. ENERGIE

Dans ce poste figurent les émissions liées à la consommation d'électricité du site et à la consommation de carburant nécessaire au fonctionnement des engins.

La consommation d'électricité inclus également celle de la plateforme de compostage.

	Données	Incertitude
Electricité	22 323 kWh	± 0%
Gazole	236 353 litres	± 0%

Tableau 44 – Données liées à l'énergie de l'ISDND

¹² Masse volumique du méthane (1,013 bar et 21 °C) : **0.68 kg/m³**, source : *Encyclopédie des gaz, Air liquide*

Les facteurs d'émissions sont ceux présentés partie 1.3.2.

Les informations présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions générées par les consommations d'énergie de l'ISDND.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Electricité	19	± 17%
Gazole	719	± 5%
Total	738	± 5%

Tableau 45 – Emissions liées à l'énergie utilisée par l'ISDND

Les émissions liées aux consommations énergétiques de l'ISDND en 2009 s'élèvent à 738 tonnes équivalent CO₂.

1.5.3. INTRANTS

Ce poste comptabilise les émissions engendrées par la fabrication des intrants utilisés pour le fonctionnement de l'ISDND.

a) Données collectées

Les données collectées sont récapitulées ci-après.

	Données fournies	Précisions	Données utilisées
Gabions	9 000 m ³	Densité 1.4	12 600 tonnes
Terre végétale	2 000 m ³	Densité 1.3	2 600 tonnes
Sables et graviers drainants	2 000 m ³	Densité 1.6	3 200 tonnes
Covertop	16 500 m ²	Masse surfacique 200 g/m ²	3 tonnes
Géotextile	3 500 m ²	Masse surfacique 450 g/m ²	2 tonnes
Géomembrane	14 m ²	Densité 0,946 g/cm ³ ¹³	13 tonnes
Béton¹⁴			54 tonnes

Tableau 46 – Matériaux entrants de l'ISDND

L'ensemble de ces données sont assorties d'une incertitude de 10%.

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions sont issus de la méthode Bilan Carbone® v6.1.

¹³ Issue de la fiche technique

¹⁴ Puits béton installé : 1 casier en exploitation en 2009 : 3 puits (soit 6m³ de béton) + 3 buses de hauteur 9m et de diamètre 1m

	Facteur d'émissions	Incertitude
Grave non traitée	15 kg éq CO ₂ /tonnes	± 20%
PEHD	1 907 kg éq CO ₂ /tonnes	± 20%
Béton	88 kg éq CO ₂ /tonnes	± 20%

Tableau 47 – Facteurs d'émissions correspondant aux matériaux entrants de l'ISDND

c) Synthèse des émissions

Les données présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions liées aux différents intrants utilisés par l'ISDND.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Gabions	183	± 28%
Terre végétale	38	± 28%
Sables et graviers drainants	46	± 28%
Covertop	6	± 28%
Géotextile	3	± 28%
Géomembrane	25	± 28%
Béton	5	± 28%
TOTAL	306	± 28%

Tableau 48 – Emissions liées aux matériaux entrants de l'ISDND

Les émissions liées aux matériaux entrants de l'ISDND en 2009 s'élèvent à 306 tonnes équivalent CO₂.

1.5.4. IMMOBILISATIONS

Les immobilisations comprises dans ce poste sont liées :

- aux bâtiments,
- aux engins,
- aux équipements,
- à l'informatique

Les données fournies, les facteurs d'émissions ainsi que les émissions correspondantes sont présentées ci-dessous.

Type	Données	Incertitude	Durée d'amortissement	Facteur d'émissions	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Bâtiment béton	80 m ²	± 0%	50 ans	825 kg éq CO ₂ /m ²	1	± 50%
Hangar métal	45 m ²	± 0%	50 ans	275 kg éq CO ₂ /m ²	0.2	± 50%
Engins	32 t	± 20%	15 ans	5 500 kg éq CO ₂ /t	12	± 60%
Equipements	114 t	± 20%	15 ans	3 667 kg éq CO ₂ /t	28	± 60%
Info. – PC	2	± 0%	3 ans	546 kgéq CO ₂ /u	0.4	± 20%
Info. – Imprimante	2	± 0%	3 ans	66 kgéq CO ₂ /u	<0.1	± 20%
TOTAL					42	± 60%

Tableau 49 – Détail des émissions liées aux immobilisations de l'ISDND

Les émissions liées aux immobilisations de l'ISDND s'élèvent à 42 Téq CO₂.

1.5.5. DEPLACEMENTS

La méthodologie de calcul des émissions liées aux déplacements des agents de l'ISDND est identique à celle décrite en partie 1.3.5. D'après le rapport d'activités, le 1^{er} semestre 2009 comptait 14.8 ETP et le second 19 ETP, soit en moyenne 16.9 ETP sur l'année.

Les kilomètres parcourus et les émissions associées et leurs incertitudes sont récapitulés ci-après.

Mode de transport	Kilomètres	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Voiture ¹⁵	78 204	23	± 44%
2 roues	3 743	1	± 36%
TOTAL		24	± 44%

Tableau 50 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail

En 2009, les émissions liées aux déplacements domicile-travail de l'ISDND sont égales à 24 T éq CO₂.

1.5.6. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS DE L'ISDND

L'ensemble des émissions liées à l'activité de l'ISDND est récapitulé ci-dessous.

Poste	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Fret	116 632	± 30%
Energie	738	± 5%
Intrants	306	± 28%
Immobilisations	42	± 60%
Déplacements domicile-travail	24	± 44%
TOTAL	117 742	± 30%

Tableau 51 – Emissions liées à l'activité de l'ISDND

¹⁵ Y compris covoiturage et taxi

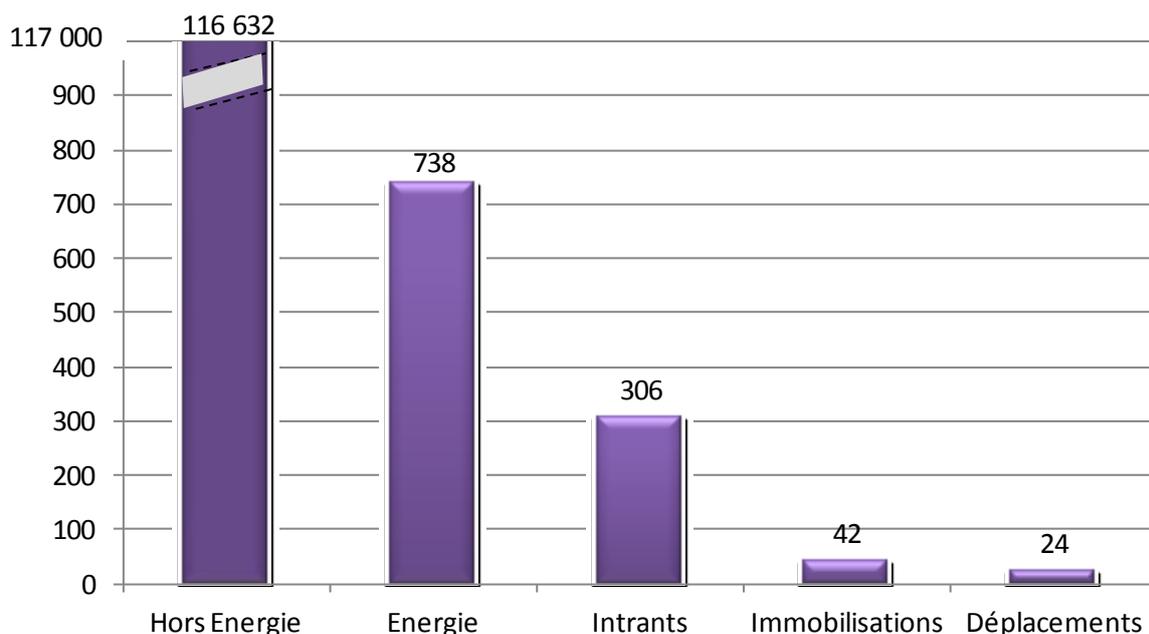


Figure 11 – Emissions liées à l'activité de l'ISDND

En 2009, le centre de tri a accueilli **222 574 tonnes de déchets** et génère **117 742 tonnes équivalent CO₂** soit **529 kg éq CO₂/tonne de déchets traités**.

1.5.7. ÉMISSIONS EVITEES

La valorisation électrique du biogaz constitue des impacts évités. La quantité d'électricité produite par les 5 586 002m³ de biogaz valorisé n'est pas connue, elle a donc dû être estimée. Pour cela, la puissance du moteur utilisé a été fournie : 0.8 MW. Ainsi, si l'on considère un fonctionnement 24/24 pendant toute l'année, la production d'électricité est égale à 7 008 MWh.

	kWh	Facteur d'émissions	Impact évité (Téq CO ₂)
Electricité	7 008 002	855 g éq CO ₂ /kWh	5 994

Tableau 52 – Impacts évités liés à la valorisation électrique du biogaz

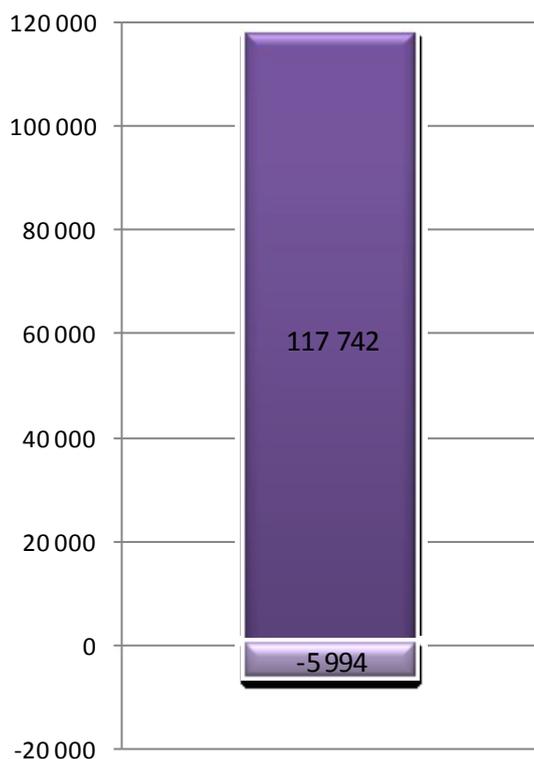


Figure 12 – Comparaison des impacts évités avec les émissions liées à l'ISDND

La production électrique ne suffit pas à compenser les impacts liés aux fuites de biogaz.

Enfin, même s'il ne s'agit pas d'émissions évitées il peut être intéressant d'évaluer les émissions évitées par le captage du biogaz. En effet, si les 6 352 509 m³ de biogaz n'étaient pas capté ils seraient responsables de **43 197** tonnes équivalent CO₂.

1.6. LA PLATEFORME DE TRI DES ENCOMBRANTS

1.6.1. ENERGIE

Dans ce poste figurent les émissions liées à la consommation d'électricité du site et à la consommation de carburant nécessaire au fonctionnement des engins.

La consommation d'électricité a été fournie sur 1 mois (100 kWh), la consommation annuelle a donc été extrapolée, l'incertitude associée est ainsi évaluée à 10%.

	Données	Incertitude
Electricité	1 200 kWh	± 10%
Gazole	86 580 litres	± 0%

Tableau 53 – Données liées à l'énergie de la plateforme de tri des encombrants

Les facteurs d'émissions sont ceux présentés partie 1.3.2.

Les informations présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions générées par les consommations d'énergie de la plateforme de tri des encombrants.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Electricité	1	± 25%
Gazole	263	± 5%
Total	265	± 5%

Tableau 54 – Emissions liées à l'énergie utilisée par la plateforme de tri des encombrants

Les émissions liées aux consommations d'énergie de la plateforme des encombrants s'élèvent à 265 tonnes équivalent CO₂.

1.6.2. FRET

Pour chaque type de déchet, le poids et la destination ont été fournis. Ainsi, les distances et les tonne.kilomètres ont pu être calculées.

Déchets	Poids (tonnes)	Destination	Distance (km)	Tonne.km
Cartons/plastiques	93	Centre de tri de Pierrefonds	5	466
Pneus	116	SOLYVAL	61	7 021
Métaux	3 713	CRMM	61	225 016
Bois	2 228	ISDND	5	11 140
Non valorisé	25 880	ISDND	5	129 400
TOTAL				373 043

Tableau 55 – Détail des données liées au fret aval des déchets de la plateforme des encombrants

Le fret aval s'effectue en camion de PTAC 11 à 19 tonnes. Son facteur d'émission est présenté dans la partie 1.3.1 : 494 g éq CO₂/t.km.

Ainsi, les émissions liées au fret aval des matériaux triés s'élèvent à **184 Téq CO₂**.

1.6.3. IMMOBILISATIONS

Les immobilisations comprises dans ce poste sont liées :

- aux bâtiments,
- aux engins.

Les données fournies, les facteurs d'émissions ainsi que les émissions correspondantes sont présentées ci-dessous.

Type	Données	Incertitude	Durée d'amortissement	Facteur d'émissions	Emissions	Incertitude
Bâtiment béton	115 m ²	± 0%	50 ans	825 kg éq CO ₂ /m ²	2	± 50%
Hangar métal	12 000 m ²	± 0%	50 ans	275 kg éq CO ₂ /m ²	66	± 50%
Engins	80 t	± 10%	5-6 ans	5 500 kg éq CO ₂ /t	80	± 55%
TOTAL					148	± 53%

Tableau 56 – Détail des émissions liées aux immobilisations

Les émissions liées aux immobilisations de la plateforme des encombrants s'élèvent à **148 Téq CO₂**.

1.6.4. DEPLACEMENTS

La méthodologie de calcul des émissions liées aux déplacements des agents de la plateforme de tri des encombrants est identique à celle décrite en partie 1.3.5. Sept personnes travaillent à la plateforme de tri des encombrants.

Les kilomètres parcourus, les émissions associées et leurs incertitudes sont récapitulés ci-après.

Mode de transport	Kilomètres	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Voiture ¹⁶	32 392	10	± 44%
2 roues	1 550	0,2	± 36%
TOTAL		10	± 44%

Tableau 57 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail

En 2009, les émissions liées aux déplacements des 7 personnes travaillant à la plateforme de tri des encombrants sont égales à **10 T éq CO₂**.

1.6.5. SYNTHESE DES EMISSIONS

Les émissions liées au fonctionnement de la plateforme de tri des encombrants sont synthétisées ci-dessous.

Poste	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Energie	265	± 5%
Fret	184	± 24%
Immobilisations	148	± 53%
Déplacements domicile-travail	10	± 44%
TOTAL	607	± 23%

Tableau 58 – Emissions liées à l'activité de la plateforme de tri des encombrants

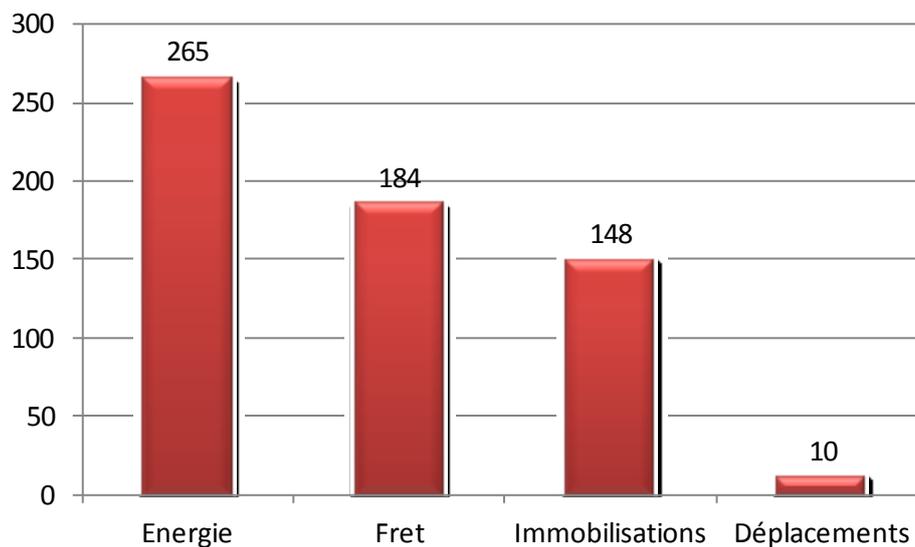


Figure 13 – Emissions liées à la plateforme de tri des encombrants

¹⁶ Y compris covoiturage et taxi

En 2009, la plateforme de tri des encombrants a accueilli **32 030 tonnes de déchets** et a généré **607 tonnes équivalent CO₂** soit **19 kg éq CO₂/tonne de déchets triés**.

1.6.6. EMISSIONS EVITEES

De la même façon que pour le centre de tri de Pierrefonds, la plateforme de tri des encombrants génère des émissions évitées de part le recyclage des pneus et des métaux¹⁷.

Les tonnages valorisés et les facteurs d'émissions sont présentés ci-dessous.

Matériau	Données (tonnes)	Facteur d'émissions	Émissions (Téq CO ₂)
Pneus	116	- 2 182 kg éq CO ₂ /t	- 253
Métaux	3 713	- 2 090 kg éq CO ₂ /t	- 2 116
TOTAL		-	- 2 369

Tableau 59 – Données, facteurs d'émissions et émissions liés à la valorisation

Les impacts évités sont importants. Ils rendent l'activité de tri « rentable » en carbone : les émissions du fonctionnement sont plus que compensées par les impacts évités.

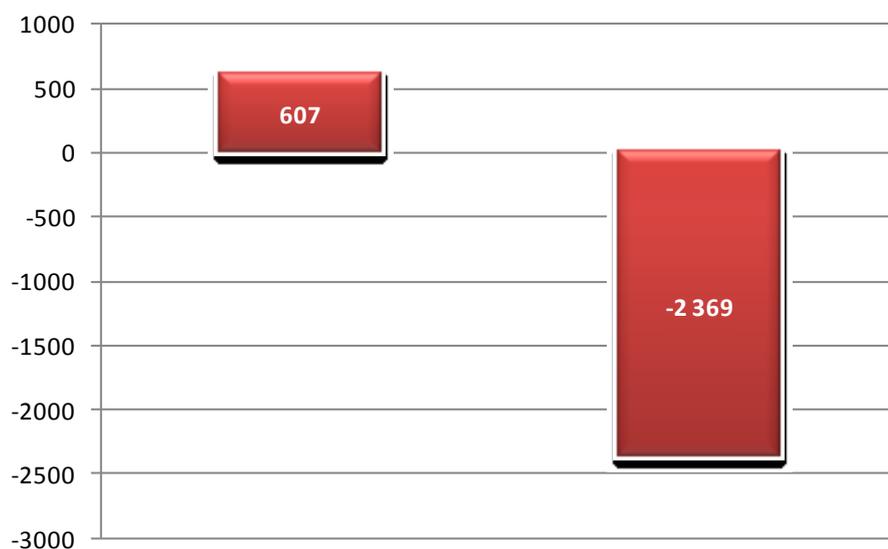


Figure 14 – Comparaison des impacts évités avec les émissions liées au fonctionnement de la plateforme de tri des encombrants

1.6.7. AUTRES

Ce poste comptabilise les déplacements professionnels suivants :

- les déplacements de la Brigade Intercommunale de l'Environnement,
- les déplacements des médiateurs de l'environnement
- les déplacements du service antitag

¹⁷ La valorisation des cartons est déjà comptabilisée au niveau du centre de tri de Pierrefonds

Les kilomètres parcourus par chacun ont été fournis. L'ensemble des données collectées, les modes de transport, les facteurs d'émissions utilisés et les émissions associées sont présentés ci-dessous.

	km	Mode de transport	Facteurs d'émissions (g éq CO ₂ /km)	Emissions T éq CO ₂	Incertitude
Brigade	47 955	Voiture	301	14	± 20%
Médiateurs	118 352	Voiture	301	36	± 20%
Service antitag	56 105	Fourgonnette	364	20	± 20%
TOTAL				70	± 20%

Tableau 60 – Emissions liés aux déplacements professionnels

Les émissions liées aux déplacements professionnels des services précédemment cités s'élèvent à **70 tonnes équivalent CO₂**.

2. TRANSPORT

La SEMITTEL, Société d'Economie Mixte de Transports, Tourisme et Loisirs est délégataire du service de transport public (urbain et scolaire) sur les communes de la C.I.Vi.S. En 2009, le nombre de voyages commerciaux et le nombre de voyages scolaires assurés par la SEMITTEL sont respectivement de 2.7 millions et 5.7 millions. Il s'agit ici de calculer les émissions liées à ces 8.3 millions de voyages.

2.1. PANORAMA GLOBAL DES EMISSIONS LIEES A LA SEMITTEL

En 2009, l'activité de la SEMITTEL a engendré 6 894 T_{éq} CO₂. Le graphique ci-dessous présente la répartition des émissions.

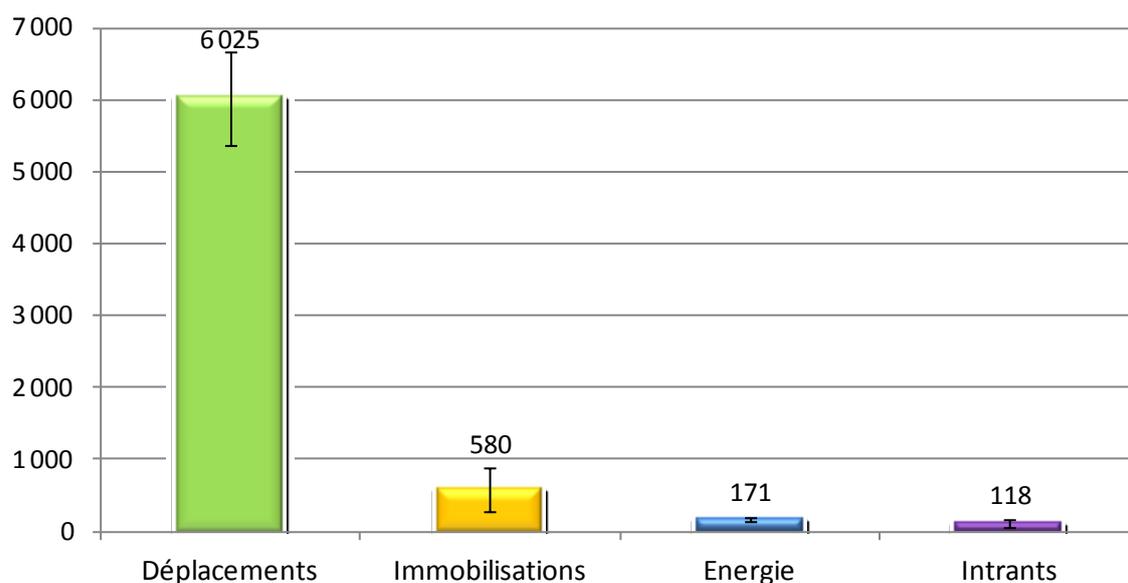


Figure 15 : Panorama global des émissions liées à l'activité de transport de la C.I.Vi.S

	Emissions (t eqCO ₂ et %)		Incertitude (t eqCO ₂)	Incertitude (% relatif)
Déplacements	6 025	87%	645	11%
Immobilisations	580	8%	307	53%
Energie	171	3%	29	17%
Intrants	118	2%	58	49%
Total général	6 894	100%	1 039	15%

Tableau 61 : Bilan des émissions liées à l'activité de transport de la C.I.Vi.S

L'activité de la SEMITTEL représente donc un ratio de 0.8 kg éqCO₂/voyageur.

2.2. DEPLACEMENTS

Ici, les déplacements pris en compte sont les suivants :

- Les déplacements domicile-travail des effectifs
- Les transports collectifs SEMITTEL
- Les transports collectifs sous traités par la SEMITTEL

Ces flux sont détaillés successivement ci-dessous.

2.2.1. TRANSPORTS COLLECTIFS SEMITTEL

a) Données collectées

Les consommations de carburant de la SEMITTEL en 2009 ont été fournies. Ainsi, 863 100 litres de diesel ont été consommés. L'incertitude associée à la donnée est considérée comme nulle.

b) Facteurs d'émissions

Le facteur d'émissions utilisé est celui de la méthode Bilan Carbone® v6.1. Il intègre les émissions liées à la combustion du carburant mais également celles liées à l'amont du carburant (extraction et transport).

	Combustion seule	Amont	Total	Incertitude
Diesel	2,66	0,38	3,04 kgCO ₂ eq/litres	±5%

Tableau 62 - Facteur d'émissions du diesel

c) Emissions

Les données présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions suivantes.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
SEMITTEL	2 627	±5%

Tableau 63 – Emissions liées à la SEMITTEL

En 2009, les émissions liées au carburant consommé par la SEMITTEL s'élèvent à 2 627 Téq CO₂ pour 1.9 millions de kilomètres parcourus.

2.2.2. TRANSPORTS COLLECTIFS SOUS TRAITES PAR LA SEMITTEL

Le délégataire SEMITTEL sous traite une partie de son activité.

a) Données collectées

Le kilométrage total sous traité par le délégataire en 2009 a été fourni. Ainsi, 2 528 666 kilomètres ont été sous traités par la SEMITTEL. L'incertitude associée à la donnée est considérée comme nulle.

b) Facteurs d'émissions

Le facteur d'émissions utilisé est celui de l'autocar interurbain issu de la méthode Bilan Carbone® v6.1. Il intègre les émissions liées à la combustion du carburant mais également celles liées à l'amont du carburant (extraction et transport) ainsi que les émissions liées à l'amortissement du véhicule.

	Facteur d'émissions (g éqCO ₂ /km)	Incertitude
Autocar interurbain	1 212	±12%

Tableau 64 - Facteur d'émissions autocar interurbain

c) Emissions

Les données présentées ci-dessus permettent de calculer les émissions suivantes.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Kilomètres sous traités	3 064	±12%

Tableau 65 – Emissions liées à la sous-traitance

En 2009, les émissions liées aux kilomètres sous traités s'élèvent à 3 064 Téq CO₂.

2.2.3. DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL

Comme pour l'activité déchets, les déplacements domicile-travail ont été extrapolés à partir de l'enquête déplacements domicile-travail fournie. Pour ce faire, le nombre d'ETP a été fourni : 239.5. Ainsi le nombre de kilomètre annuel parcouru par mode de transport est présenté ci après ainsi que les émissions qui y sont associées. Les facteurs d'émissions sont identiques à ceux présentés en 1.2.3.

Mode de transport	Kilomètres	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Voiture	1 046 014	312	± 44%
Car	152 337	Déjà comptabilisé via SEMITTEL	-
Covoiturage	87 851	13	± 44%
2 roues	52 161	8	± 36%
Taxi	3 718	1	± 44%
Vélo	22 348	-	-
A pied	13 634	-	-
TOTAL		334	±44%

Tableau 66 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail

En 2009, les émissions liées aux déplacements domicile-travail s'élèvent à 334 Téq CO₂.

2.2.4. SYNTHÈSE DU POSTE « DEPLACEMENTS »

Type de déplacements	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Transports collectifs	5 691	± 9%
- SEMITTEL	2 627	± 5%
- Sous-traitance	3 064	± 12%
Déplacements domicile-travail	334	± 44%
TOTAL	6 025	± 11%

Tableau 67 - Synthèse des émissions liées aux déplacements

L'impact des transports collectifs est à relativiser puisqu'ils permettent d'éviter un grand nombre de déplacements en véhicules individuels, l'optimisation des parcours et de la consommation constitue un véritable levier.

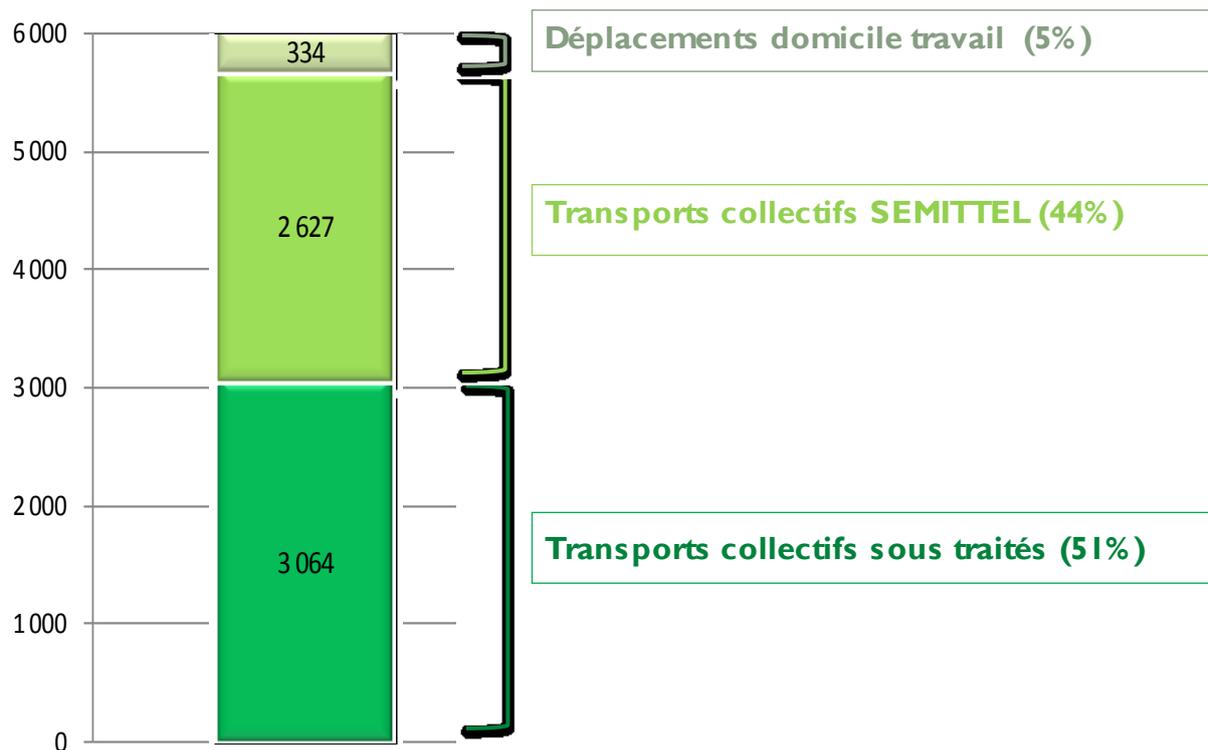


Figure 16 : Synthèse des déplacements de personnes

2.3. IMMOBILISATIONS

Comme vu précédemment, le poste « Immobilisations » fait référence aux émissions de gaz à effet de serre engendrées lors de la fabrication des biens durables. Le calcul tient compte de la durée de vie des biens selon le principe de l'amortissement comptable.

Pour l'activité de transports collectifs, l'étude tient compte des biens suivants :

- les véhicules,
- les bâtiments et parkings,
- les pièces de rechange,
- les autres amortissements (informatique, mobilier et outillage)

Pour chacun de ces types de biens, le traitement est présenté ci-après.

2.3.1. DONNEES COLLECTEES

a) Les véhicules

Seuls les véhicules de la flotte de SEMITTEL sont à comptabiliser ici. En effet, les émissions liées à l'amortissement des véhicules associés aux kilomètres sous traités sont comptabilisées via le facteur d'émission.

Le descriptif du parc de véhicules SEMITTEL a été fourni. Ce descriptif présente l'âge et la durée d'amortissement (fonction de la capacité du véhicule¹⁸) pour chacun des véhicules. Le poids moyen d'un véhicule a été fourni : 11.65 tonnes. A l'aide de l'ensemble de ces données, un poids moyen à amortir par an a pu être calculé. L'incertitude liée à la donnée a été fixée à 10%.

Poids à amortir par an (tonnes)	
Véhicules SEMITTEL	62

Tableau 68 – Poids de véhicules à amortir par an

b) Les bâtiments et parkings

Les surfaces de bâtiments et parkings ont été fournies. Les incertitudes associées sont nulles.

Surfaces (m ²)	
Bâtiments	5 590
Parkings	9 800

Tableau 69 – Surfaces de bâtiments et parkings de la SEMITTEL

Les durées d'amortissement associées sont de 50 ans pour les bâtiments et 20 ans pour les parkings.

c) Les pièces de rechange

Le montant dépensé pour les pièces de rechanges a été fourni : 300k€. La durée d'amortissement correspondante a été fournie : 5 ans. L'incertitude associée est nulle.

d) Les autres amortissements

Le rapport d'activité SEMITTEL fourni le montant total dépensé en 2009 pour les autres amortissements (informatique, mobilier et outillage) : 40k€. La durée d'amortissement correspondante a été fournie : 5 ans. L'incertitude associée est nulle.

2.3.2. FACTEURS D'EMISSIONS

Les facteurs d'émissions utilisés pour calculer les émissions liées aux différentes immobilisations de la SEMMITTEL sont issus de la v.6.1.

	Facteur d'émissions	Incertitude
Véhicules	5 500 kg éqCO ₂ /tonnes	± 50%
Bâtiments	825 kg éqCO ₂ /m ²	± 50%
Parkings	169 kg éqCO ₂ /m ²	± 50%
Pièces de rechange	917 kg éqCO ₂ /k€	± 50%
Informatique, mobilier, outil	917 kg éqCO ₂ /k€	± 50%

Tableau 70 - Facteurs d'émissions liés aux immobilisations

¹⁸ Amortissement selon la capacité : 08 à 10 places = 5 ans ; 10 à 35 places = 8 ans ; 36 à 70 places = 10 ans ; 71 à 100 places = 12 ans

2.3.3. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS LIÉES AUX IMMOBILISATIONS

Les données collectées ci-dessus permettent de calculer les émissions liées aux immobilisations de la SEMITTEL.

Immobilisations	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Véhicules	343	± 55%
Bâtiments et parkings	175	± 50%
Pièces de rechange	55	± 50%
Autres amortissements	7	± 50%
TOTAL	580	± 53%

Tableau 71 - Synthèse des émissions liées aux immobilisations

En 2009, les émissions liées aux différentes immobilisations de la SEMITTEL s'élèvent à 580 Téq CO₂.

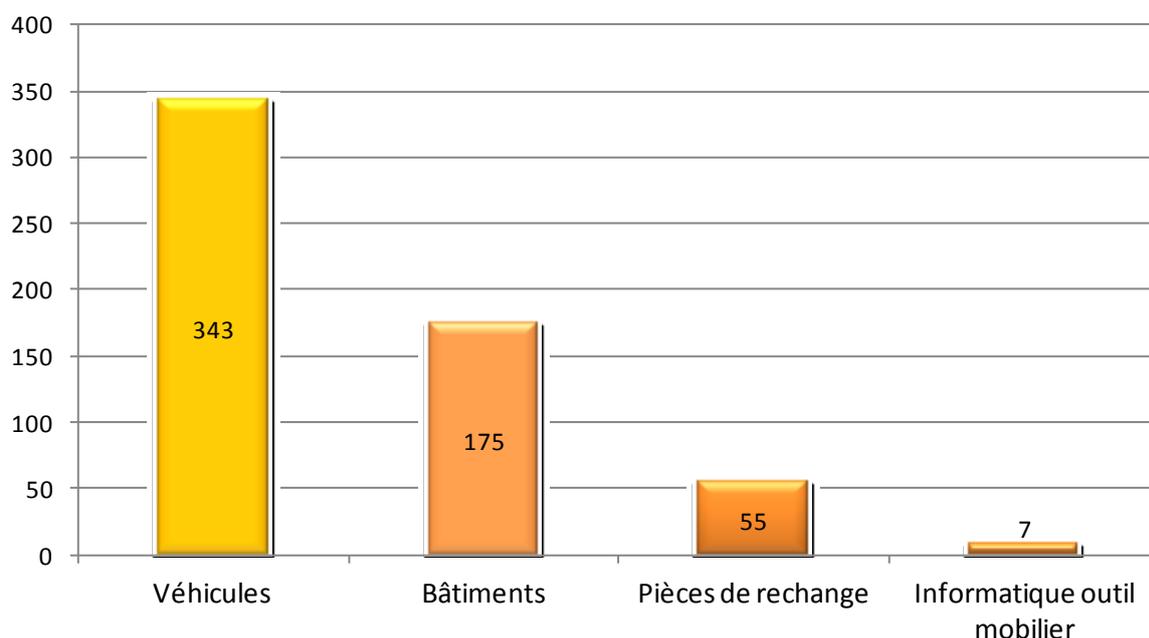


Figure 17 : Synthèse des immobilisations

2.4. ENERGIE

La consommation électrique annuelle des locaux et gare routière a été fournie : 199 400kWh. L'incertitude associée est considérée comme nulle. Le facteur d'émission utilisé est celui présenté précédemment. Ces informations permettent ainsi de calculer les émissions liées à l'énergie consommée par SEMITTEL.

Energie	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Electricité	171	± 17%

Tableau 72 – Emissions liées à l'énergie

En 2009, les émissions liées aux différentes immobilisations de la SEMITTEL s'élèvent à 171 Téq CO₂.

2.5. INTRANTS

Ici sont comptabilisés les émissions liées aux principaux matériaux et services achetés par la SEMITTEL :

- tickets de transport,
- lubrifiants,
- achats de services

2.5.1. DONNEES COLLECTEES

a) Les titres de transport

En 2009, 300 kg de carton ont été achetés pour les titres de transport. L'incertitude associée est fixée à 10%.

b) Les huiles

En 2009, 7 200 litres d'huiles ont été achetés. La quantité a été convertie en poids à l'aide d'une densité moyenne fixée à 0.9. Ainsi, ce sont 6.5 tonnes d'huiles qui ont été achetées en 2009. L'incertitude associée à la donnée est évaluée à 10%.

c) Les achats de service

L'évaluation de l'impact carbone d'une prestation achetée nécessite a priori la réalisation du Bilan Carbone® du prestataire. Pour contourner cet obstacle, la méthode Bilan Carbone® propose en première approche d'intégrer les prestations achetées grâce à une **relation simplifiée entre le montant de la prestation et son impact CO₂**. Ainsi, deux facteurs d'émissions existent pour les prestations de services : faiblement matérielles (37 kg éq.CO₂/k€) et fortement matérielles (110 kg eq.CO₂/k€). Les dépenses en services ont été fournies via le rapport d'activité.

Services	Montant dépensé (k€)
Faiblement matériels	286
Fortement matériels	917

Tableau 73 – Montant dépensés pour les services

2.5.2. FACTEURS D'EMISSIONS

Les facteurs d'émissions utilisés pour calculer les émissions liées aux services de la SEMMITEL sont issus de la v.6.1, celui du carton imprimé qui a été calculé par Effet de Levier¹⁹ et celui relatif à l'huile est issu d'EcoInvent

	Facteur d'émissions	Incertitude
Carton	1 128 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Lubrifiant moteur	1 051 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Services faiblement matériels	37 kg éqCO ₂ /k€	± 50%
Services fortement matériels	110 kg éqCO ₂ /k€	± 50%

Tableau 74 - Facteurs d'émissions liés aux matériaux et services intrants

¹⁹ Ecoinvent : corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant - 0,9404kgCO₂/kg auquel est ajouté 20% pour l'impression

2.5.3. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS LIÉES AUX INTRANTS

Les données collectées ci-dessus permettent de calculer les émissions liées aux principaux matériaux et services entrants de la SEMITTEL.

Intrants	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Carton	0.3	± 28%
Lubrifiant moteur	7	± 28%
Services faiblement matériels	10	± 50%
Services fortement matériels	101	± 50%
TOTAL	118	± 49%

Tableau 75 - Synthèse des émissions liées aux intrants

En 2009, les émissions liées aux différents intrants de la SEMITTEL s'élèvent à 118 Téq CO₂.

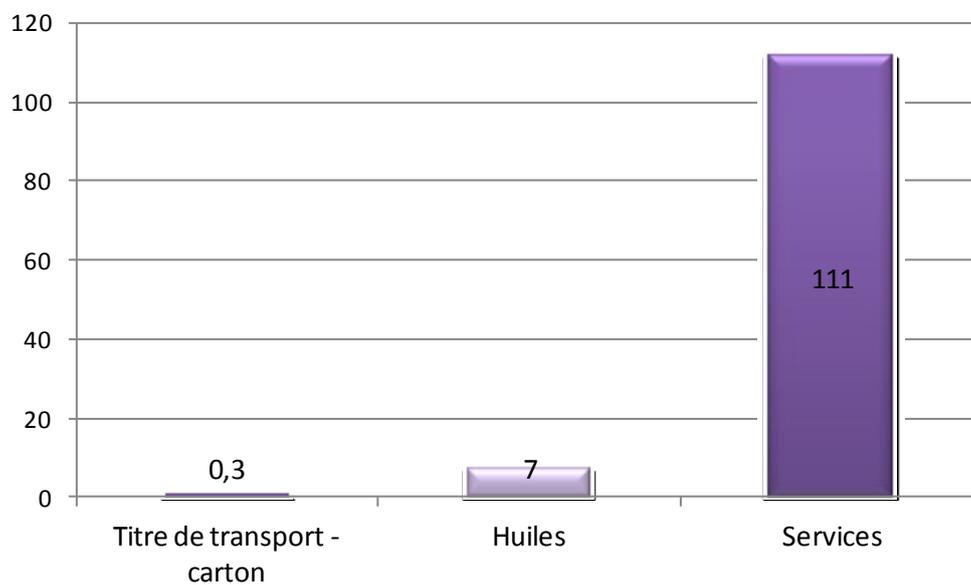


Figure 18 : Synthèse des intrants

3. PATRIMOINE ET SERVICES HORS DECHETS ET TRANSPORT

Les autres services et activités de la C.I.Vi.S ont été regroupés ci après.

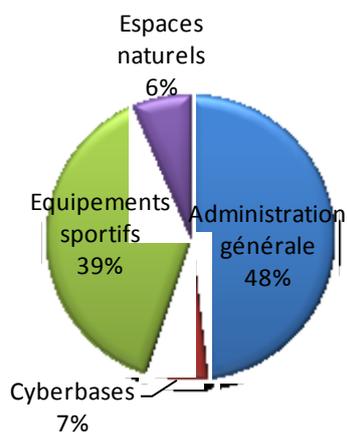
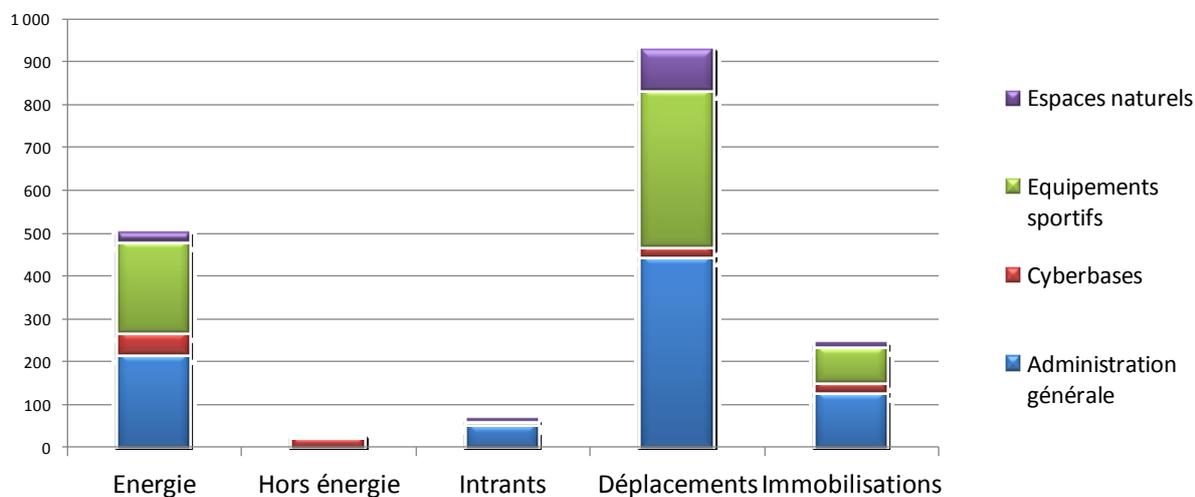


Figure 19 : Répartition des émissions Patrimoine et services hors déchets et transport

Téq CO ₂	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels	Total
Déplacements	444	367	24	91	926
Energie	217	215	52	16	499
Immobilisations	130	84	23	4	241
Intrants	53	7	-	-	61
Climatisation	-	-	24	-	24
Total général	844	674	122	110	1 751

Tableau 76 : Bilan des émissions liées au Patrimoine et services hors déchets et transport de la C.I.Vi.S

3.1. DEPLACEMENTS DE PERSONNES

Sur le périmètre de son patrimoine et de ses services, la C.I.vi.S génère plusieurs types de flux de personnes pris en compte ici :

- Les déplacements domicile-travail des agents
- Les déplacements professionnels des agents (y compris des espaces naturels et équipements sportifs)
- Les déplacements des visiteurs des cyberbases et des équipements sportifs

Ces flux font partie du présent Bilan Carbone® en tant qu'impacts directs et indirects. Ils sont détaillés successivement ci-dessous.

3.1.1. DEPLACEMENTS DOMICILE TRAVAIL

a) Données collectées

Afin de calculer les émissions liées aux déplacements domicile travail des agents concernés par ce périmètre, plusieurs types de données ont été collectés :

- le nombre d'agents par activité
- une enquête a été fournie et traitée par Effet de Levier présentant par personne interrogée la distance entre le domicile et le lieu de travail, le mode de transport ainsi que le nombre de jours travaillés par semaine. 170 personnes ont répondu à l'enquête.

Ainsi, cette enquête a été utilisée pour les déplacements domicile-travail des agents de l'Administration Générale (siège). Il a été précisé que les agents travaillent 47 semaines par an soit 235 jours.

Pour les agents des Equipements sportifs (Stade de Petite-Ile et Stade de Volnay), le nombre de jours moyen travaillés a été fourni spécifiquement pour ces agents : 200 jours. Les localisations des domiciles ont été fournies permettant ainsi de calculer précisément les distances parcourues par agents. La répartition des modes de transport est issue de l'enquête.

Pour les agents des Espaces Naturels, la répartition des modes de transport a été fournie. La distance moyenne est issue des résultats de l'enquête. Le nombre de jours travaillés a été estimé à 235 jours.

Enfin, pour les agents des cyberbases, la répartition des modes de transport a été fournie. Le nombre de jours travaillés par an fourni est de 235 jours. La distance moyenne domicile-travail est issue de l'enquête.

L'incertitude associée à l'ensemble de ces données est de 20%.

L'ensemble de ces données ont permis de calculer par activité le nombre de kilomètres parcourus par mode de transport par an.

	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels
Nombre d'agents	200	65 ²⁰	12	119
Voiture (km)	852 256	107 827	11 656	305 154
Car (km)	124 119	15 769	64 108	-
Covoiturage (km)	71 578	4 546	-	-
2 roues (km)	42 499	5 398	-	-
Taxi (km)	3 029	426	-	-
Vélo (km)	18 208	2 273	-	-
A pied (km)	11 108	1 421	-	388 378

Tableau 77 : Kilomètres parcourus par mode de transports par activité

Les kilomètres parcourus en car ne sont pas comptabilisés ici puisqu'ils le sont déjà via la comptabilisation des émissions générées par les transports collectifs.

b) Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés sont ceux de la méthode Bilan Carbone® v6.1.

Mode de transport	Facteur d'émissions (g éq CO ₂ /km)	Incertitude
Voiture (moyenne Réunion)	298	± 30%
Covoiturage	149	± 30%
2 roues	156	± 20%

Tableau 78 – Facteurs d'émissions des modes de transport domicile-travail

c) Synthèse des émissions

Les données précédentes permettent de calculer les émissions liées aux déplacements domicile travail par activité en Téqu CO₂ présentées ci-dessous.

	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels	Total
Voiture	254	32	3	91	380
Covoiturage	11	1	-	-	12
2 roues	7	1	-	-	8
Taxi	1	0.1	-	-	1
TOTAL	272	34	3	91	401

Tableau 79 : Emissions liées aux déplacements domicile-travail

En 2009, les déplacements domicile travail des agents rattachés aux activités Administration générale, Equipements sportifs, Espaces Naturels et Cyberbases ont généré 401 Téqu CO₂.

²⁰ 13 personnes pour le Stade de Petite Ile et 52 personnes pour le Stade de Volnay

3.1.2. DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS

Ici, les émissions comptabilisées sont celles liées aux consommations de carburant des flottes auto de la C.I.Vi.S à savoir les carburants consommés par la flotte de véhicules légers de la C.I.Vi.S attribuée au service Administration Générale.

Les carburants consommés par les véhicules et outils des Equipements Sportifs et des Espaces Naturels sont comptabilisés au niveau du poste Energie.

Les déplacements professionnels effectués en avion n'ont pas pu être traités faute de données fournies.

La quantité de carburants consommée en 2009 a été fournie : 56 535 litres de gazole. L'incertitude associée est nulle.

Le facteur d'émissions utilisé pour le gazole est celui de la méthode Bilan Carbone®.

	Combustion seule	Amont	Total	Incertitude
Gazole-Réunion	2,66	0.38	3,04 kgCO ₂ eq/litres	±5%

Tableau 80 - Facteur d'émissions du gazole

Ces données permettent de calculer les émissions de gaz à effet de serre liées à la flotte automobile de la C.I.Vi.S.

	Emissions (Téq CO ₂)	Incertitude
Déplacements parc auto	172	±5%

Tableau 81 – Emissions liées aux déplacements professionnels

3.1.3. DEPLACEMENTS DES VISITEURS

Les déplacements des usagers liés aux compétences de la C.I.Vi.S, intitulés « visiteurs » par la suite, font partie de son impact indirect. De part le nombre de personnes concernées, l'impact peut être supposé important justifiant son intégration dans le bilan.

L'étude intègre les flux de visiteurs suivants :

- les cyberbases,
- les équipements sportifs (stade de Petite Île et stade Michel Volnay)

Cependant, la valorisation de ces émissions présente des difficultés méthodologiques évidentes. Les interrogations sont les suivantes : d'où viennent les visiteurs, comment se déplacent-ils, se déplacent-ils exclusivement pour l'activité...

Répondre à ces questions dans le cadre d'un projet Bilan Carbone® nécessite une recherche poussée d'information, non justifiée au regard des objectifs. Par conséquent, la valorisation des émissions des visiteurs effectuée ci-dessous est basée sur un certain nombre d'hypothèses.

Bien qu'incertaine, cette valorisation présente l'intérêt de positionner un ordre de grandeur de l'impact de ces déplacements relativement au reste du Bilan.

Concernant les cyberbases, le nombre de visiteurs par cyberbase a été fourni. En absence de données complémentaires, la distance parcourue et les modes de transport sont issus de l'enquête relative aux déplacements domicile travail.

Concernant les déplacements aux stades, le nombre de visiteurs annuels a été fourni pour chacun des deux stades : le stade de Petite-Île reçoit en moyenne 30 000 visiteurs par an et le stade Michel Volnay 50 771. D'autre part des hypothèses ont été fournies quant à la distance moyenne et aux modes de transport :

- stade de Petite-Île : distance moyenne 32 km, répartition mode de transport 90% voiture et 10% bus
- stade Michel Volnay: distance moyenne 30 km, répartition mode de transport 90% voiture et 10% bus

L'incertitude associée à ces données est estimée à 20%. L'ensemble de ces données permettent de calculer les kilomètres parcourus par mode de transport et ainsi les émissions correspondantes à l'aide des facteurs d'émissions présentés précédemment.

	km		Téq CO ₂	
	Equipements sportifs	Cyberbases	Equipements sportifs	Cyberbases
Voiture (y compris covoiturage)	1 117 409	69 378	333	19
2 roues	-	3 192	-	1
Bus	-	9 321	-	Déjà comptabilisé
TOTAL			333	20

Tableau 82 : Emissions liées aux déplacements des visiteurs

En 2009, les déplacements des visiteurs dans les cyberbases et les deux stades ont généré 353 Téq CO₂.

3.1.4. SYNTHÈSE DES DÉPLACEMENTS DE PERSONNES

	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels	Total
Déplacements domicile-travail	272	34	3	91	401
Déplacements professionnels	172	-	-	-	172
Déplacements des visiteurs	-	333	20	-	353
TOTAL	444	367	24	91	926

Tableau 83 : Emissions liées aux déplacements de personnes

En 2009, les déplacements de personnes ont généré 926 Téq CO₂.

3.2. ENERGIE

Le poste 'Energie' comprend les émissions indirectes liées à l'achat d'électricité pour les bâtiments ainsi que les émissions directes liées à l'utilisation de combustibles pour les engins et outils.

3.2.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES COLLECTÉES

Les consommations d'électricité pour les différents bâtiments ont été collectées pour les bâtiments A et B de la C.i.Vi.S et les 2 stades. L'incertitude est considérée comme nulle. Pour les 4 cyberbases, en l'absence de données, les consommations ont été estimées à partir d'un ratio kWh/m² issu de la méthode Bilan Carbone® : 97 kWh/m². L'incertitude associée est estimée à 30%. Les consommations sont récapitulées ci-après.

	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases
Electricité (kWh)	253 396	246 369	60 666

Tableau 84 : Consommations d'électricité

D'autre part, le service Espaces Naturels a fourni un montant global dépensé (5 550€) pour les carburants en précisant qu'il s'agissait à 80% de gazole et 20% d'essence. Les prix moyens des deux carburants²¹ en 2010 ont permis de convertir ces montants en quantité de carburant. Le montant dépensé pour les carburants liés aux véhicules des Equipements Sportifs a également été fourni : 1 279.45€ de gazole.

Les quantités de carburants consommés sont récapitulées ci-dessous. Les incertitudes associées sont estimées à 20%.

Carburant	Equipements sportifs	Espaces naturels
Gazole	1 272	4 414
Essence	-	872

Tableau 85 : Quantités de carburants consommées

3.2.2. FACTEURS D'EMISSIONS

Le facteur d'émissions d'électricité est présenté précédemment partie 1.3.2.

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'essence et le gazole sont ceux de la méthode Bilan Carbone®.

	Combustion seule	Amont	Total	Incertitude
Gazole-Réunion	2,66	0.38	3,04 kgCO ₂ eq/litres	±5%
Essence-Réunion	2.43	0.47	2.90 kgCO ₂ eq/litres	±5%

Tableau 86 - Facteur d'émissions des carburants

3.2.3. SYNTHÈSE DES EMISSIONS

Les émissions liées au poste Energie sont présentées ci-dessous en tonnes équivalent CO₂.

	Administration générale	Equipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels	Total
--	-------------------------	----------------------	------------	------------------	-------

²¹ Prix gazole : 1.006 €/l <http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2009/02/02/01011-20090202FILWWW00364-baisse-du-prix-du-carburant-a-la-reunion-.php>

Prix essence 1.273 €/l, source <http://www.outre-mer.gouv.fr/?augmentation-moderée-des-prix-des-carburants-a-la-reunion.html>

Electricité	217	211	52	-	479
Gazole	-	4	-	13	17
Essence	-	-	-	3	3
TOTAL	217	215	52	16	499

Tableau 87 : Emissions liées au poste Energie

Les émissions liées au poste Energie du périmètre Patrimoine et Services hors déchets et transports s'élèvent à 499 tonnes équivalent CO₂.

3.3. IMMOBILISATIONS

Au sens du Bilan Carbone®, le poste « Immobilisations » fait référence aux émissions de gaz à effet de serre engendrées lors de la fabrication des biens durables de la collectivité. Le calcul tient compte de la durée de vie des biens selon le principe de l'amortissement comptable.

L'étude tient compte des biens suivants :

- Les bâtiments (bâtiment A et B, les 4 cyberbases, les bâtiments et parkings des Espaces Naturels et les 2 stades),
- Les véhicules (parc auto de la CIVIS, les camions et engins des Espaces Naturels, les engins des Equipements Sportifs),
- L'informatique (les ordinateurs des cyberbases)

Pour chacun des ces types de biens, le traitement est présenté ci-dessous.

3.3.1. DONNEES COLLECTEES

a) Les bâtiments et parkings

Les données de surfaces relatives aux bâtiments et parkings fournies par les différents services sont récapitulées ci-après ainsi que les durées d'amortissement fournies.

	Administration générale		Equipements sportifs		Cyberbases		Espaces naturels	
	m ²	Ans	m ²	Ans	m ²	Ans	m ²	Ans
Bâtiments	3 122	20	5 924	50	625	50	30	50
Parking	-	-	2 550	20	-	-	50	20

Tableau 88 : Données liées aux bâtiments et parkings

Les incertitudes associées aux surfaces liées à l'administration générale et aux cyberbases sont considérées comme nulles tandis que celles liées aux Espaces Naturels et aux Equipements Sportifs sont évaluées à 10%.

b) Les véhicules et machines

La liste des 55 véhicules composant le parc automobile de la C.I.Vi.S a été fournie ainsi que l'année d'achat et la durée d'amortissement (8 ans) permettant ainsi de calculer un poids de véhicule à amortir par an. L'hypothèse prise quant au poids d'un véhicule léger est de 1.5 tonne. L'incertitude associée est de 10%.

Le service Espaces Naturels compte les véhicules et engins suivants :

- deux camions de PTAC 3.5 tonnes. Selon le guide des facteurs d'émissions de l'Ademe, le poids moyen d'un camion de PTAC 3.5 tonnes à vide est de 2.1 tonnes. La durée d'amortissement fournie est de 8 ans. L'incertitude associée est de 5%.

- 15 débroussailleuses dont la durée d'amortissement est estimée à 15 ans. Le poids d'une débroussailleuse est estimé à 8 kg. L'incertitude associée est de 20%.

- 3 tronçonneuses dont la durée d'amortissement est estimée à 10 ans. Le poids d'une tronçonneuse est estimé à 3.5 kg. L'incertitude associée est de 20%.

Le service Equipements Sportifs compte les véhicules et engins suivants :

- 2 tondeuses (poids unitaire estimé : 1 400 kg)
- 1 tracteur (poids unitaire estimé : 2 300 kg)
- 2 débroussailleuses (poids unitaire estimé : 8 kg)
- 3 souffleurs (poids unitaire estimé : 10 kg)
- 2 nettoyeurs de pression autonome (poids unitaire estimé : 180 kg)
- 1 tronçonneuse (poids unitaire estimé : 3.5 kg)

La durée d'amortissement de l'ensemble de ces équipements a été estimée à 8 ans. L'incertitude associée est de 20%.

L'ensemble des poids (en kg) de véhicules et machines à amortir par an est récapitulé ci-après.

	Administration générale	Equipements sportifs	Espaces naturels
Véhicules	10 300	510	500
Machines	-	46	1

Tableau 89 : Poids de véhicules et machines à amortir par an

c) L'informatique

Les quantités par type de matériel informatique utilisé par la C.I.Vi.S n'ont pas pu être fournies. Ici, seules les émissions liées à la fabrication du matériel informatique des cyberbases. Au total, les 4 cyberbases comptent 66 ordinateurs. La durée d'amortissement est de 5 ans, l'incertitude associée à la donnée est nulle.

3.3.2. FACTEURS D'EMISSIONS

Les facteurs d'émissions utilisés pour calculer les émissions correspondantes aux immobilisations issus de la méthode Bilan Carbone® sont présentés ci-après.

	Facteur d'émissions	Incertitude
Bureaux	469 kg $\text{éqCO}_2/\text{m}^2$	± 50%
Bâtiment industriel	275 kg $\text{éqCO}_2/\text{m}^2$	± 50%
Parkings	169 kg $\text{éqCO}_2/\text{m}^2$	± 50%
Véhicules	5 500 kg $\text{éqCO}_2/\text{tonnes}$	± 50%
Machines	3 667 kg $\text{éqCO}_2/\text{tonnes}$	± 50%
PC avec écran plat	1 283 kg $\text{éqCO}_2/\text{unités}$	± 50%

Tableau 90 - Facteurs d'émissions liés aux immobilisations

3.3.3. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS

	Administration générale	Équipements sportifs	Cyberbases	Espaces naturels	Total
Bâtiments et parkings	73	81	6	1	161
Véhicules	57	3	-	3	63
Machines	-	0.2	-	<0.1	0.3
Informatique	-	-	17	-	17
TOTAL	130	84	23	4	241

Tableau 91 : Émissions liées au poste Immobilisations

Les émissions liées au poste Immobilisations du périmètre Patrimoine et Services hors déchets et transports s'élèvent à 241 tonnes équivalent CO₂.

3.4. INTRANTS

Le Bilan Carbone® tient compte des émissions externes engendrées par l'activité de l'entité étudiée. Il prend en compte la fabrication de l'ensemble des matériaux nécessaires à son activité, ce qui inclut les émissions générées chez les industriels. Il en va de même pour les services achetés.

L'analyse des impacts liés aux achats de matériaux et de services portent sur :

- **Les matériaux utilisés pour la régénération des pelouses des 2 stades (sable et terre)**
- **Les intrants utilisés par les Espaces Naturels**
- **Le papier et les fournitures de bureau utilisés par l'administration générale**

3.4.1. DONNÉES COLLECTÉES

La quantité de papier utilisée annuellement par la C.I.Vi.S est de 982 500 feuilles. Le poids correspondant est estimé à 4.9 tonnes. Le montant dépensé en fournitures de bureau a été communiqué : 51.2k€. Les incertitudes associées à ces données sont considérées comme nulles.

4 kg de produits phytosanitaires ont été utilisés par la C.I.Vi.S ont été utilisés en 2009. Il a été émis comme hypothèse qu'il s'agissait à 50% d'herbicide et 50% de fongicide. L'incertitude associée est de 20%

200 m³ de sable et 150 m³ de terre végétale ont été utilisées en 2009 pour la régénération des pelouses des deux stades. Ces données ont été converties en poids à l'aide de densités. Les incertitudes associées à ces poids ainsi obtenus sont estimées à 20%.

3.4.2. FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les facteurs d'émissions utilisés pour calculer les émissions correspondantes aux intrants issus de la méthode Bilan Carbone® sont présentés ci-après.

	Facteur d'émissions	Incertitude
Papier	1 320 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Fournitures	917 kg éqCO ₂ /k€	± 50%
Herbicide	9 035 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Fongicide	25 245 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Sable	15 kg éqCO ₂ /tonnes	± 20%
Terre	15 kg éqCO ₂ /unités	± 20%

Tableau 92 - Facteurs d'émissions liés aux intrants

3.4.3. SYNTHÈSE DES ÉMISSIONS

	Administration générale	Equipements sportifs	Espaces naturels	Total
Papier	6	-	-	6
Fournitures	47	-	-	47
Produits phytosanitaires	-	-	<0.1	<0.1
Sable et terre	-	7	-	7
TOTAL	53	7	<0.1	60

Tableau 93 : Émissions liées au poste Intrants

Les émissions liées au poste Intrants du périmètre Patrimoine et Services hors déchets et transports s'élèvent à 66 tonnes équivalent CO₂.

3.5. HORS ENERGIE

Les émissions du poste hors énergie comprennent ici les émissions liées à la climatisation des cyberbases. En effet, les climatisations des autres bâtiments n'ont pas pu être prises en compte en raison de la non-disponibilité des données.

Un climatiseur fonctionne grâce à un fluide réfrigérant contenu dans le circuit de la pompe. Jusqu'au début des années 1980, les gaz CFC étaient utilisés dans ces circuits. Ces gaz avaient comme effet de détruire la couche d'ozone une fois libérés dans l'atmosphère. Ils ont été depuis interdits par le protocole de Montréal. Les gaz qui ont remplacé les CFC sont des gaz à effet de serre extrêmement puissants. Par conséquent, une fuite d'une faible quantité de gaz d'un circuit de climatisation engendre un effet de serre non négligeable. Ces fuites peuvent avoir lieu lors d'une opération de maintenance ou en fonctionnement courant à cause d'un défaut d'étanchéité du circuit. Le type de fluide frigorigène et la quantité de gaz frigorigène rechargée en 2009 ont été fournis. Le facteur d'émission du gaz frigorigène est issu du tableur Bilan Carbone® de l'ADEME, l'incertitude associée est de 30%. Les quantités fournies pour l'année 2009 pour les 4 cyberbases sont présentées ci-dessous avec l'impact climatique associé.

Gaz	Fuites en kg	Facteur d'émissions en kg éq. CO ₂ /kg	Emissions en t éq. CO ₂	Incertitude
R407c	12	1 653	20	±30%
R410a	2	1 975	4	±30%
Total			24	±30%

Tableau 94 : Bilan des émissions dues aux gaz frigorigènes

4. ZAC DE PIERREFONDS

Dans le cadre de cette étude il a également été choisi d'évaluer les émissions liées à la ZAC de Pierrefonds. Il s'agit d'estimer ici l'impact que la collectivité a de part ses politiques publiques.

Les émissions comptabilisées relèvent de trois impacts :

- les amortissements des bâtiments construits
- les consommations d'électricité
- les déplacements domicile-travail

4.1. AMORTISSEMENTS

La liste des surfaces par type d'activité a été fournie. Ces surfaces ont été rapprochées des catégories du Bilan Carbone®. La durée d'amortissement est estimée à 50 ans.

Type d'activité	Surfaces (m ²)	Catégorie BC	Facteur d'émissions (kg eq CO ₂ /m ²) ²²	Emissions (Téq CO ₂)
Ecopôle	52 000	Bureaux	314	326
Equipements publics de superstructures	20 000	Loisirs	337	135
Pôle échange TCSP	15 000	Industriel	550	165
Tertiaire/commerce/logistique	40 000	Commerce	367	293
Commercial/Logement	40 000	Commerce	367	293
Tertiaires lié aux activités industrielles	32 000	Bureaux	314	201
Industriel	89 000	Industriel	550	979
Logistique	71 000	Industriel	550	781
Aéropôle	16 000	Industriel	550	176
TOTAL				3 349

Tableau 95 : Bilan des émissions dues aux bâtiments de la ZAC de Pierrefonds

Les émissions liées à l'amortissement des bâtiments sont estimées à **3 349 tonnes équivalent CO₂** par an.

4.2. ELECTRICITE

Afin d'estimer les consommations d'électricité annuelles des différents bâtiments de la ZAC de Pierrefonds, une estimation à l'aide de ratios de consommations (kWh/m²) issus de la méthode Bilan Carbone® selon le type de bâtiment a été réalisée. De la même façon que pour les amortissements, les différentes surfaces ont été rapprochées des catégories Bilan Carbone®. Le facteur d'émissions de l'électricité est celui présenté 1.3.2.

²² Il s'agit de la moyenne des bâtiments béton et métal

Type d'activité	Surfaces (m ²)	Catégorie BC	Ratio (kWh/m ² .an)	Emissions (Téq CO ₂)
Ecopôle	52 000	Bureaux	94	4 181
Equipements publics de superstructures	20 000	Stades ²³	42	712
Pôle échange TCSP	15 000	Moyenne	97	1 245
Tertiaire/commerce/logistique	40 000	Commerce	124	4 243
Commercial/Logement	40 000	Commerce	124	4 243
Tertiaires lié aux activités industrielles	32 000	Bureaux	94	2 573
Industriel	89 000	Commerce	124	9 440
Logistique	71 000	Moyenne	97	5 891
Aéropôle	16 000	Moyenne	97	1 328
TOTAL				33 853

Tableau 96 : Bilan des émissions dues aux consommations d'électricité de la ZAC de Pierrefonds

Au total, il est estimé que les activités de la ZAC de Pierrefonds généreront une consommation d'électricité annuelle équivalente à **39.6 GWh** soit **33 853 tonnes équivalent CO₂**.

4.3. DEPLACEMENTS DOMICILE TRAVAIL

Afin de calculer les émissions liées aux déplacements domicile-travail des salariés qui travailleront à la ZAC de Pierrefonds, le nombre d'emplois prévus a été fourni : 1 500.

La méthodologie de calcul des émissions liées aux déplacements de ces salariés est identique à celle décrite en partie 1.3.5.

Les kilomètres parcourus et les émissions associées et leurs incertitudes sont récapitulés ci-après.

Mode de transport	Kilomètres	Emissions T éq CO ₂
Voiture ²⁴	6 937 826	2 067
2 roues	330 892	52
TOTAL		2 119

Tableau 97 – Emissions liées aux déplacements domicile-travail des salariés de la ZAC de Pierrefonds

Les émissions liées aux déplacements des 1500 salariés prévus pour la ZAC de Pierrefonds s'élèveraient à 2 119 Téq CO₂.

4.4. SYNTHESE DES EMISSIONS LIEES A LA ZAC DE PIERREFONDS

Les émissions annuelles liées à la ZAC de Pierrefonds sont récapitulées ci-après.

²³ Issu des stades Michel Volnay et Petite île

²⁴ Y compris covoiturage et taxi

Poste	Emissions (Téq CO ₂)
Energie	33 853
Amortissement	3 349
Déplacements domicile-travail	2 119
TOTAL	39 322

Tableau 98 : Bilan des émissions liées à la ZAC de Pierrefonds

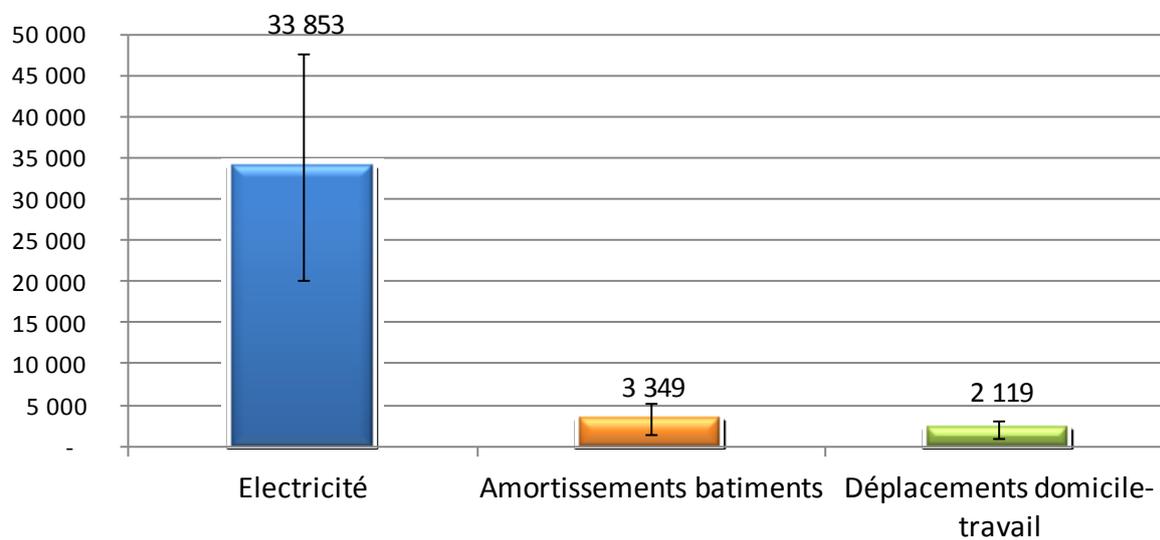


Figure 20: Répartition des émissions de la ZAC de Pierrefonds

5. CHAUFFE-EAU SOLAIRES

La CIVIS a adopté, en décembre 2007, le concept "C.I.V.I.S., Communauté Solaire", première collectivité réunionnaise à s'engager et à renforcer sa dynamique en faveur de la maîtrise de l'énergie et de l'utilisation des énergies renouvelables sur l'ensemble du territoire Grand Sud.

Il s'agit notamment d'apporter une réponse à l'augmentation du besoin de consommation d'énergie tout en diminuant le recours à l'énergie fossile. Ce secteur de l'énergie représente en effet un impact important dans la production de gaz à effet de serre.

Dans le cadre de cette démarche, la C.I.V.I.S offre aux habitants du territoire une aide de 500 euros pour l'achat d'un chauffe-eau solaire. Ici, nous avons souhaité évaluer les émissions évitées par cette politique de subvention à l'achat de chauffe eaux solaires.

Le nombre de logements équipés depuis le début de la démarche ainsi que la quantité d'électricité remplacée par ces chauffe-eau solaires ont été fournis.

	2008	2009	Total
Nombre de logements équipés de chauffe-eau solaire	280	434	714
Energie remplacée par les chauffe-eau solaire en MWh/an	210	326	536

Tableau 99 : Données fournies relatives aux chauffe-eau solaires

Ici, on ne considère pas d'émissions liées à la production d'électricité proprement dite, seules sont comptabilisées les émissions liées à la fabrication des chauffe-eau solaires.

	Facteur d'émissions	Source
Chauffe-eau solaire	1 330 kg éq CO ₂ /unité ²⁵	EcolInvent

Tableau 100 : Facteur d'émissions d'un chauffe-eau solaire

Afin de répartir les émissions de la fabrication d'un chauffe-eau solaire sur une année, sa durée de vie a été fixée à 25 ans.

Ces données permettent de calculer les émissions annuelles liées à la fabrication des 714 chauffe-eau solaire installés en 2 ans.

	Téq CO ₂ /an
émissions liées à la fabrication des chauffe-eau solaire	38

Tableau 101 : Emissions liées à la fabrication des 714 chauffe-eau solaires

D'autre part, les émissions qui auraient eu lieu ont été calculées.

²⁵ *Chauffe eau EcolInvent pouvant répondre à une demande de 3,7 Mwh/an. Ici la demande estimée est de 0,75 Mwh/an.*

Consommations évitées	Facteur d'émissions	Emissions évitées
536 MWh	855 g éq CO ₂ /kWh ²⁶	458 Tég CO ₂

Tableau 102 : Emissions ayant lieu sans chauffe-eau solaire

Les précédents calculs permettent d'en déduire les émissions évitées par l'installation des 714 chauffe-eau solaire : **420 tonnes équivalent CO₂ par an**, soit **10 502 tonnes équivalent CO₂** économisées sur la durée de vie des chauffe-eau solaires.

²⁶ Prise en compte des pertes en ligne

MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE

Les enjeux liés au carbone sont d'une part l'impact environnemental des gaz à effet de serre quantifié dans les chapitres précédents, et d'autre part **les risques économiques liés à l'augmentation des cours des énergies fossiles.**

A partir des émissions de gaz à effet de serre calculées, la méthode Bilan Carbone® permet de disposer d'un ordre de grandeur de la répercussion sur la C.I.Vi.S de la hausse du prix des hydrocarbures (prix du marché). Ce calcul est naturellement simplificateur mais donne une bonne idée du déplacement de la structure de coûts qu'engendre une hausse continue et forte du prix des hydrocarbures. Il faut ici rappeler que, les hydrocarbures étant des sources d'énergie non renouvelables, leur prix ne peut que monter à long terme. Dans cette optique, les hausses récentes et significatives des prix des hydrocarbures ne sont probablement qu'un avant goût de la tendance qui se dessine.

Le calcul est ainsi effectué en imaginant que tous les acteurs de la chaîne de production répercutent instantanément la hausse du prix des hydrocarbures sur leurs factures, ce qui n'arrive pas dans la réalité. Il ne s'agit donc pas ici d'une analyse prédictive mais bien d'une simulation qui vise à caractériser un risque, c'est-à-dire à lui donner un ordre de grandeur.

Au cours de la période d'étude (année 2009), le prix du marché pour un baril de pétrole était en moyenne de 62,5 dollars. Nous partons donc de cette valeur pour effectuer nos simulations. Le modèle est le suivant :

<i>Situation</i>	<i>2009 (référence du Bilan Carbone®)</i>	<i>Scénario futur</i>
Cours du pétrole	\$62.5/baril (moyenne annuelle)	\$100/baril et \$150/baril
Cours du gaz	\$5.1/MMBTU	(fonction du cours du pétrole)

Nous avons ici effectué deux modélisations distinctes : une concernant l'activité de gestion des déchets, l'autre concernant l'activité de la SEMITTEL.

1. MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE POUR LA GESTION DES DECHETS

Nous avons ici effectué deux simulations sur deux échelles différentes :

- une simulation qui fait passer le prix du baril de 62,5 à 100 dollars. Le surcoût global est alors de **380 000 €.**
- une simulation qui fait passer le prix du baril de 62,5 à 150 dollars. Le surcoût est **de 890 000 €.**

Les surcoûts sont estimés ci-dessous sur une sélection de poste de consommation (Energie et Fret).

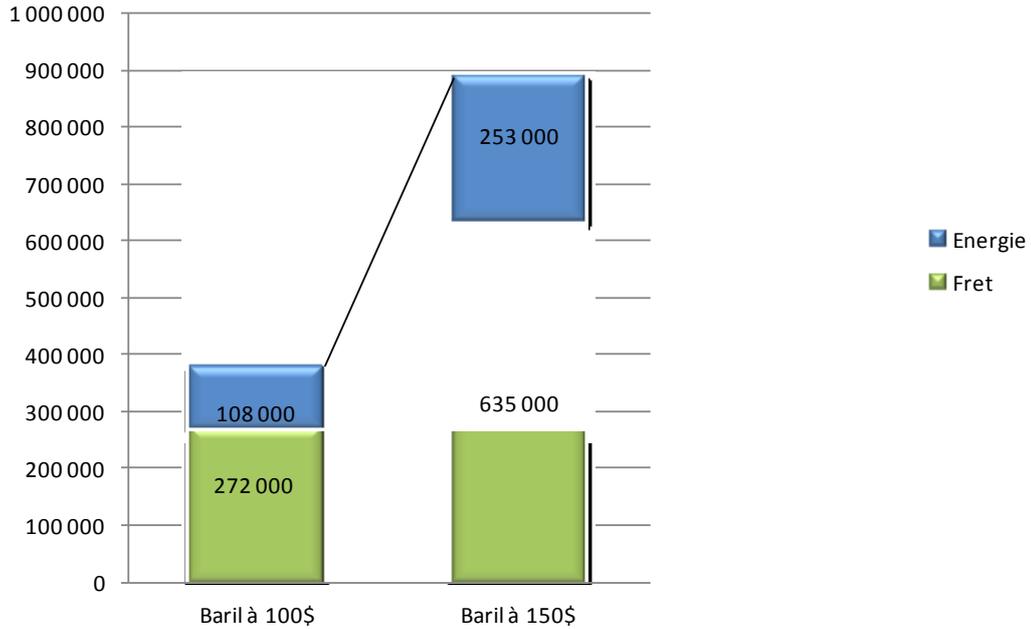


Figure 21– Monétarisation du risque économique pour l'activité de gestion des déchets

2. MONETARISATION DU RISQUE ECONOMIQUE POUR SEMITTEL

De la même façon que précédemment, nous avons effectué deux simulations sur deux échelles différentes :

- une simulation qui fait passer le prix du baril de 62,5 à 100 dollars. Le surcoût global est alors de **540 000 €**.
- une simulation qui fait passer le prix du baril de 62,5 à 150 dollars. Le surcoût est **1.2 millions d'euros**.

Les surcoûts sont estimés ci-dessous sur une sélection de poste de consommation (Energie et Déplacements).

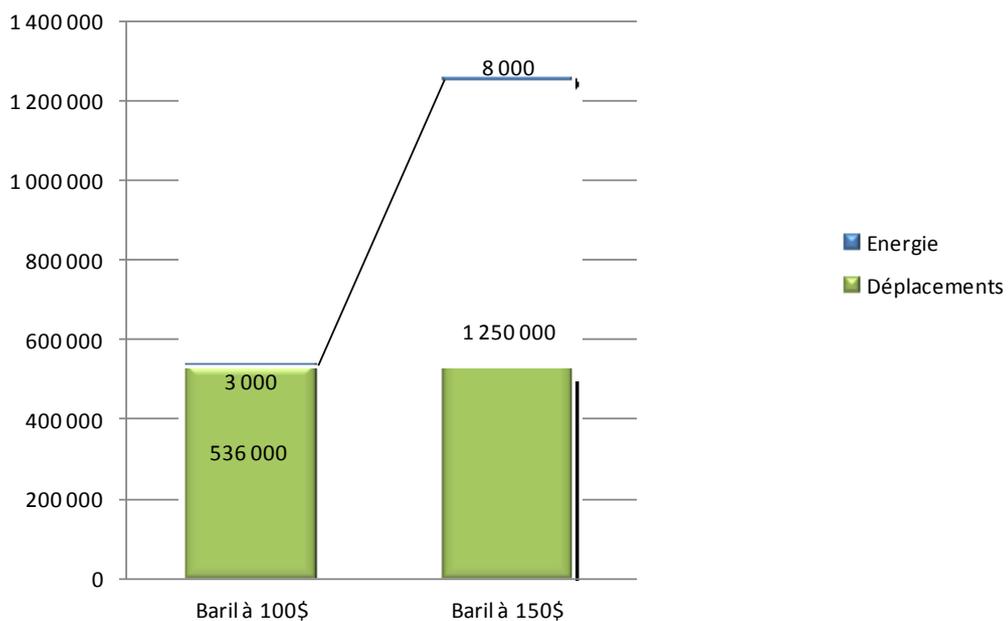


Figure 22– Monétarisation du risque économique pour la SEMITTEL

1. DE COMBIEN REDUIRE ?

Les derniers rapports du GIEC soulignent l'importance de limiter autant que possible le changement climatique. En considérant l'inertie nécessaire pour faire évoluer nos sociétés vers un modèle durable, les scientifiques positionnent l'hypothèse basse de réchauffement mondial à +2°C pour 2100.

Un certain nombre de pays comme la France, l'Allemagne ou d'états américains tel que la Californie ont adopté cette hypothèse d'évolution du monde comme un objectif propre.

Pour atteindre cet objectif, les pays développés comme la France doivent réduire de 75% leurs émissions d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 1990. En d'autre terme, nous **devons réduire par quatre nos émissions d'ici 2050**.

Exprimé annuellement, le facteur 4 correspond à une réduction des émissions de 3% environ chaque année d'ici 2050.

Cette pente de -3%/an donne précisément l'orientation que doivent prendre dès aujourd'hui les émissions de la C.I.Vi.S.

Objectif : Facteur 4

Réduire de 75% les émissions d'ici 2050.

Les résultats de l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des activités de la C.I.Vi.S pointent les priorités d'actions pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour cela, nous recommandons de la C.I.Vi.S de **lancer un programme ambitieux sur l'ensemble de ses activités en prêtant une attention particulière à la gestion des déchets et aux transports**.

Les actions déjà en cours ou en projet ainsi que des propositions d'actions sont présentées dans la suite de ce document.

Tous les gains en termes d'émissions de gaz à effet de serre n'ont pu être quantifiés. Des indications sur les gains potentiels sont données grâce à des symboles :



2. CIBLE N°1 : GESTION DES DECHETS

Actions	Gain	Effort
<p><u>Augmenter le taux de capture du centre de stockage par l'amélioration de l'étanchéité</u></p> <p>On estime qu'il serait raisonnable de s'approcher d'un taux de capture moyen égal à 50%.</p> <p>Gain potentiel 78 000 T éq CO₂</p> <p>Soit 62% des émissions liées à la gestion des déchets</p> <p>+ 6 000 T éq CO₂ impacts évités via la valorisation électrique</p>	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★
<p><u>Optimisation des tournées de collecte</u></p> <p>Une optimisation des tournées de la collecte pourrait permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serre</p>	★ ★	★ ★
<p><u>Former à l'éco conduite les agents effectuant la collecte des déchets</u></p> <p>On estime que cette formation peut permettre de réduire de 15 % en moyenne les émissions de gaz à effet de serre. C'est un levier efficace et rapide pour réduire les émissions.</p> <p>Gain potentiel : 300 T éq CO₂</p> <p>Soit 13% des émissions liées à la collecte des déchets</p>	★ ★	★ ★
<p><u>Utiliser une partie du biogaz capté supplémentaire pour faire rouler une partie de la flotte de véhicules.</u></p> <p><i>Impact Diesel : 2,9 kg éq.CO₂/L</i></p> <p><i>Impact Biogaz : 0 kg éq. CO₂/L</i></p> <p><i>Total kilomètres parcourus pour la collecte : 1.5 M de km</i></p> <p><i>Hypothèses :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Consommation moyenne BOM : 30L/100km > Total carburant consommé : 450 000 litres de gazole > 50% des trajets sont assurés par des BOM fonctionnant au biogaz <p>Gain potentiel : 652 T éq CO₂</p> <p>Soit 29% des émissions liées à la collecte des déchets</p>	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★
<p><u>Diminuer les émissions de la flotte de véhicule de collecte par la mise en place de critères plus stricts</u></p> <p>L'objectif à viser lors du renouvellement est de limiter le choix des véhicules à ceux qui émettent 15% de moins. Le gain est sur ce point délicat à évaluer : les nouveaux équipements (dépollution, climatisation, électronique, ...) peuvent augmenter les consommations et annuler les progrès sur les motorisations.</p> <p>Gain non chiffré</p>	★	★ ★

3. CIBLE N°2 : TRANSPORT

Si l'impact de la SEMITTEL est à relativiser puisque le réseau de transports permet d'éviter un grand nombre de déplacements en véhicule personnel sur le territoire, la réduction de ses émissions n'en constitue pas moins un objectif à mettre en place.

Actions	Gain	Effort
<u>Utiliser le biogaz produit par le centre de stockage pour faire rouler une partie de la flotte Semittel</u> 860 000 litres de gazole sont consommés Hypothèse : 50% des véhicules roulent au biogaz Gain potentiel 1 250 T éq CO₂ Soit 18% des émissions liées à la Semittel		
<u>Mettre en place une formation d'éco conduite pour les conducteurs de bus</u> On estime que cette formation peut permettre de réduire de 15 % en moyenne les émissions de gaz à effet de serre. C'est un levier efficace et rapide pour réduire les émissions. Hypothèse : - 10% des consommations Gain potentiel : 250 T éq CO₂ Soit 4% des émissions liées à la Semittel		
<u>Diminuer les émissions de la flotte de véhicule de collecte par la mise en place de critères plus stricts</u> L'objectif à viser lors du renouvellement est de limiter le choix des véhicules à ceux qui émettent 15% de moins. Gain non chiffré		
<u>Mettre en place une billetterie électronique</u> Cela permet de supprimer les tickets cartons Gain potentiel : 0.3 T éq CO₂		

4. CIBLE N°3 : PATRIMOINE ET SERVICES (HORS DECHETS ET TRANSPORTS)

Actions	Gain	Effort
<p><u>Installer des panneaux photovoltaïques sur les sièges de la C.I.Vi.S</u> Hypothèse : Couvrir 50% des besoins en électricité soit 126 700 kWh Gain potentiel 93 T éq CO₂ Soit 12% des émissions liées à l'administration générale</p>	★★★	★★★
<p><u>Mettre en place un site de covoiturage</u> Hypothèses : > 10% de covoitureurs > les salariés sont au moins 2 par voiture (donc les émissions sont divisées par deux) Gain potentiel : 26 T éq CO₂ Soit 3% des émissions liées à l'administration générale</p>	★★	★★
<p><u>Remplacer certains véhicules de la flotte auto par des véhicules hybrides</u> 9 véhicules hybrides ont été commandés Hypothèses : 56 535 litres de carburant consommés en 2009 pour 55 véhicules (consommation type 6L :100km) Gain potentiel : 19 T éq CO₂ Soit 2% des émissions liées à l'administration générale</p>	★★	★★
<p><u>Favoriser le télétravail</u> Hypothèse : 20% des agents de l'administration générale télétravaillent 1 fois par semaine Gain potentiel : 11 T éq CO₂ Soit 1% des émissions liées à l'administration générale</p>	★★	★★
<p><u>Mettre en place une navette pour les évènements sportifs</u> 1 117 409 kilomètres sont réalisés en voiture par an pour les 2 stades. Hypothèse : baisse de 10% liée à la mise en place d'une navette Gain potentiel : 33 T éq CO₂ Soit 5% des émissions liées aux équipements sportifs</p>	★★	★★
<p><u>Mettre en place une navette interne à la C.I.Vi.S</u> Gain non chiffré</p>	★★★★	★★★★

5. CIBLE N°4 : ZAC PIERREFONDS

Les pistes ci-après ne peuvent pas être chiffrées compte tenu des données fournies, elles sont à étudier avec la maîtrise d'ouvrage :

- Travailler sur la densification et la réduction de l'emprise au sol
- Privilégier la structure bois
- Préconiser des ratios de performances énergétiques élevés (exemple : passer de 90 kWh/m²/an à 45 kWh/m²/an en tertiaire)
- Envisager la mise en place d'énergies renouvelables : photovoltaïque, chauffe-eau solaire, éolien...
- Envisager la mise en place de modes de transports en commun pour les déplacements domicile-travail

Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre,

Volume 5 – Déchets, Extrait page 3.16

FACTEUR D'OXYDATION (OX)

Le facteur d'oxydation (OX) montre le volume de CH₄ des sites d'élimination des déchets solides (SEDS) qui est oxydé dans le sol ou autre matériau couvrant les déchets.

L'oxydation du CH₄ est l'œuvre de microorganismes méthanotrophiques sur les sols de surface et peut osciller entre une quantité insignifiante et 100% de CH₄ produit en interne. L'épaisseur, les propriétés physiques et le taux d'humidité des sols de surface influent directement sur l'oxydation du CH₄ (Bogner & Matthews, 2003).

Selon des études, les SEDS assainis et bien gérés ont tendance à avoir des taux d'oxydation bien plus élevés que ceux de décharges non gérées. Le facteur d'oxydation peut varier sensiblement entre un site recouvert de matériaux épais et bien aéré et un site sans couverture d'où des volumes importants de CH₄ peuvent échapper, à travers les craquelures et les fissures de la couverture.

Les concentrations d'émissions de CH₄ et de CO₂, sur le terrain et en laboratoire, et les mesures de flux qui déterminent l'oxydation CH₄, à partir de couches de sol uniformes et homogènes, ne doivent pas être utilisées pour calculer le facteur d'oxydation puisque, dans la réalité, seule une fraction du CH₄ produit s'échappera au travers de cette couche homogène. Une autre fraction ressortira à travers les craquelures et les fissures ou par diffusion latérale sans être oxydée. Aussi, et sauf si la gamme spatiale des mesures est suffisamment large et les fissures expressément ajoutées, les résultats des études de terrain et de laboratoire risquent de conduire à une surestimation de l'oxydation des sols de couverture des SEDS.

La valeur par défaut pour le facteur d'oxydation est zéro (voir Tableau 3.2). L'utilisation de la valeur d'oxydation de 0,1 est justifiée pour les SEDS couverts et bien gérés pour pouvoir estimer la diffusion par le sommet et par les fissures. L'utilisation d'une valeur d'oxydation supérieure à 0,1 doit être clairement documentée, référencée et appuyée par des données reflétant les circonstances nationales. On retiendra que tout CH₄ récupéré doit être soustrait du volume produit avant d'appliquer le facteur d'oxydation.

TABLEAU 3.2
FACTEUR D'OXYDATION (OX) POUR LES SEDS

Type de site	Valeurs par défaut du facteur d'oxydation (OX)
Site géré ¹ , non géré et non catégorisé	0
Site géré et couvert d'un matériau oxydant le CH ₄ ²	0,1

¹ Géré mais non couvert de matériaux aérés
² Exemples: sol, compost