



CONSEIL GENERAL DE LA REUNION  
Plan Climat Energie Territorial  
Phase 2 : Bilan Carbone® Territoire



Développons  
Durablement

# Conseil Général de la Réunion



BILAN CARBONE®

Méthode développée par l'ADEME

## Rapport d'étude « Bilan Carbone® Territoire du Conseil Général de La Réunion »



Version : Version Finale Bilan Carbone® Territoire du 03/07/2013  
Rédigé le 18/03/2013 par Caroline Louis  
Relecture par Emmanuel Quilichini, le 21/03/2013  
Contrôle par Nicolas Bonnet, le 22/03/2013  
Corrections apportées post-COPIL par Linda LESCUYER, le 03/07/2013

Linda LESCUYER

Directeur Associé H3C-CARAÏBES

Habilitée à l'établissement de Bilans Carbone®

## Table des matières

<b>1. Synthèse .....</b>	<b>5</b>
1.1. Descriptif de l'étude.....	5
1.2. Résultats .....	5
<b>2. Contexte de l'étude .....</b>	<b>6</b>
2.1. Cadre de l'étude.....	6
2.1.1. Cadre réglementaire .....	6
2.1.2. L'enjeu de la réduction des émissions de gaz à effet de serre .....	7
2.2. L'intérêt du Bilan Carbone® Territoire .....	7
2.3. La méthode Bilan Carbone™ .....	8
2.3.1. Spécificités de l'outil Bilan Carbone® .....	8
2.3.2. Le périmètre.....	8
2.3.3. Les gaz pris en compte .....	9
2.3.4. Les facteurs d'émissions.....	10
2.4. Sources des données .....	11
<b>3. Bilan Carbone par secteur.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Bilan Carbone® par poste :.....</b>	<b>15</b>
4.1. Industrie de l'énergie .....	15
4.1.1. La production d'électricité à La Réunion:.....	15
4.1.2. Données et hypothèses prises en compte .....	16
4.1.3. Résultats.....	17
4.2. L'industrie .....	17
4.2.1. Données et hypothèses prises en compte .....	18
4.2.2. Résultats.....	19
4.3. Tertiaire .....	20
4.3.1. Données et hypothèses prises en compte .....	20
4.3.2. Résultats.....	21
4.4. Résidentiel .....	23
4.4.1. Données et hypothèses prises en compte .....	23
4.4.2. Résultats.....	24
4.5. Agriculture et pêche .....	25
4.5.1. Données et hypothèses prises en compte .....	25
4.5.2. Résultats.....	28
4.6. Transport de marchandises .....	29
4.6.1. Données et hypothèses prises en compte .....	29
4.6.2. Résultats.....	31
4.7. Déplacement de personnes .....	33
4.7.1. Données et hypothèses prises en compte .....	33
4.7.1. Résultats.....	33
4.8. Construction et voiries.....	34

---

4.8.1.	Données et hypothèses prises en compte .....	34
4.8.2.	Résultats.....	36
4.9.	Déchets .....	37
4.9.1.	Données et hypothèses prises en compte .....	37
4.9.2.	Résultats.....	38
4.10.	Fabrication des biens manufacturés .....	39
4.10.1.	Données et Hypothèses utilisées .....	39
4.10.2.	Résultats.....	39
4.11.	Alimentation .....	41
4.11.1.	Données et hypothèses prises en compte .....	41
4.11.2.	Résultats.....	41
<b>5.</b>	<b>Puits carbone.....</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>Incertitudes .....</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>Vulnérabilité économique .....</b>	<b>43</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>45</b>

## Table de Figures

Figure 1 : Bilan Carbone du Département de La Réunion.....	6
Figure 2: Illustration des effets du réchauffement climatique .....	7
Figure 3 : Intercommunalités et communes 2010 de La Réunion .....	9
Figure 4 : Résultats du Bilan Carbone par secteur du territoire du Conseil Général de la Réunion .....	12
Figure 5 : Répartition des émissions de GES, hors industries de l'énergie .....	13
Figure 6: Puissance nominale mise à disposition sur le réseau au 31 décembre 2011 .....	15
Figure 7 : Evolution de la répartition de la valeur ajoutée.....	19
Figure 8 : Répartition des émissions liées aux procédés industriels .....	20
Figure 9 : Répartition des émissions liées au Tertiaire.....	22
Figure 10 : Répartition des consommations électriques Tertiaire en 2008 (GWh).....	22
Figure 11 : Répartition des consommations électriques des petits commerces .....	23
Figure 12 : Répartition des émissions liées au Résidentiel .....	24
Figure 13 : Répartition des consommations électriques des ménages.....	25
Figure 14 : Répartition des émissions liées à l'Agriculture et à la Pêche .....	29
Figure 15 : Répartition des tonnes.km du fret aérien entrant et sortant par provenances et destinations.....	30
Figure 16 : Répartition des tonnes.km du fret aérien entrant et sortant par provenances et destinations.....	31
Figure 17 : Répartition des émissions liées au Fret.....	32
Figure 18 : Poids des modes de Fret .....	32
Figure 19 : Répartition des émissions liées aux déplacements de personnes .....	34
Figure 20 : Répartition des émissions liées à la fabrication des biens manufacturés.....	39
Figure 21 : Typologie de répartition des émissions liées à la fabrication des biens de consommation.....	40
Figure 22 : Marges d'incertitudes par poste .....	43
Figure 23 : Dépendance financière aux variations du prix des hydrocarbures.....	44

## Table des Tableaux

Tableau 1: Gaz à effet de Serre pris en compte dans la méthode Bilan Carbone.....	10
Tableau 2 : Facteurs d'émissions spécifiques à la présente étude .....	10
Tableau 3 : Résultats du Bilan Global des émissions du territoire du Conseil Général de la Réunion..	13
Tableau 4 : Production d'électricité en 2011 .....	16

# 1. Synthèse

## 1.1. Descriptif de l'étude

Le Bilan Carbone® Territoire du Conseil Général de La Réunion porte sur le territoire du Département de La Réunion. Le territoire du Département de La Réunion représente, au 1<sup>er</sup> janvier 2010, 833 000 habitants<sup>1</sup> et s'étend sur 2 504 km<sup>2</sup>.

Les données collectées pour établir le présent diagnostic concernent l'année 2011. On l'appelle « année de reporting ».

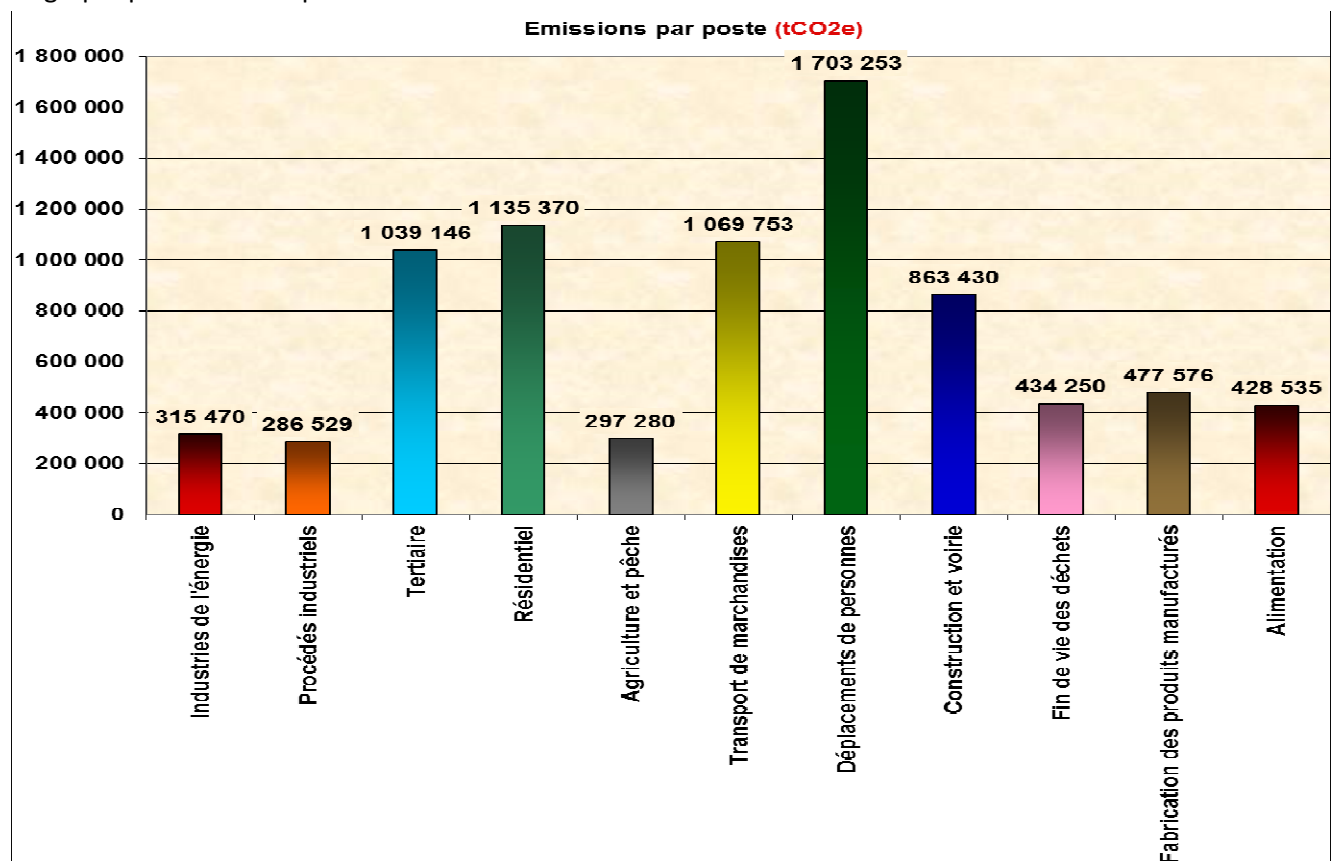
En accord avec la méthode Bilan Carbone®, l'étude du Territoire a porté sur les postes suivants :

- Industries de l'énergie,
- Tertiaire,
- Agriculture et pêche,
- Déplacement de personnes,
- Fin de vie des déchets,
- Alimentation.
- Procédés industriels,
- Résidentiel,
- Transport de marchandises,
- Construction et voiries,
- Fabrication des produits manufacturés<sup>2</sup>.

## 1.2. Résultats

La méthodologie Bilan Carbone® présente quelques spécificités influant sur les résultats. Ces spécificités sont explicitées autant que possible dans le rapport. De la même manière, les intitulés des postes, les données prises en compte et les hypothèses utilisées sont exposés en détail.

Le graphique ci-dessous présente les résultats finaux.



<sup>1</sup> Insee, RP 1990 à 2008, estimations de population 2009 et 2010, projection de population 2040.

<sup>2</sup> Dans le manuel Bilan Carbone® V6, ce poste est intitulé « Fabrication des biens manufacturés ». L'équipe projet a préféré lui substituer l'appellation « Fabrication des produits manufacturés », pour plus d'intelligibilité.

Figure 1 : Bilan Carbone du Département de La Réunion

**Les émissions du Territoire s'élèvent à 8 050 592 tCO<sub>2</sub>e, soit 9,66 tCO<sub>2</sub>e par habitant.**

Cette quantification s'est attachée à soustraire les doubles comptes suivants :

- Industries de l'Énergie :

Considérant que toute l'énergie produite sur le territoire est consommée sur le territoire, les émissions liées au poste « Industries de l'énergie » sont considérées comme double comptées.

Les émissions liées aux industries de l'énergie ont tout de même été quantifiées pour indiquer l'empreinte du système productif réunionnais et les risques économiques liés à cette dépendance. Ces informations sont disponibles dans la chapitre 4.1 « Industrie de l'énergie ».

- Déplacements de personnes :

Les émissions liées au Fret aérien et maritime ont été décomptées des émissions liées aux déplacements de personnes pour ne pas double-compter les consommations de carburant.

- Alimentation :

La part des émissions liées à la consommation des aliments produits sur le territoire a été soustraite du poste alimentation pour ne pas se recouper avec les émissions liées à l'agriculture.

Enfin, il est à noter que les émissions du poste Fabrication des produits manufacturés sont considérées comme sous-estimées. C'est pourquoi, à titre informatif, l'impact vraisemblable des biens manufacturés est rappelé au sein du présent document mais pas intégré au bilan global.

## 2. Contexte de l'étude

Ce PCET est commandité par le Conseil Général de La Réunion. Pour sa réalisation, trois bureaux d'études aux prestations complémentaires se sont associés :

- O2P Ingénierie, qui coordonne l'ensemble du projet, vérifie le respect de la méthodologie et du planning, anime les ateliers de travail et de concertation et participe à la réalisation du plan d'actions ;
- H3C-CARAÏBES, qui a réalisé le présent bilan des émissions de gaz à effet de serre du territoire, et le bilan des émissions de GES Patrimoine et Compétences, et qui propose un plan d'actions ;
- BEREXI, qui relaie la collecte de données sur le Territoire et qui se charge de l'analyse de la vulnérabilité du territoire.

### 2.1. Cadre de l'étude

#### 2.1.1. Cadre réglementaire

Selon la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, le Conseil Général de La Réunion fait partie des collectivités dites « obligées ». En effet, l'article 75 mentionne que « les départements, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération

ainsi que les communes et les communautés de communes de plus de 50 000 habitants doivent avoir adopté un Plan Climat-Energie Territorial (PCET) pour le 31 décembre 2012 ».

Les dispositions des Bilans des Emissions de Gaz à effet de Serre (BEGES) et des PCET sont précisées au sein du décret n°2011-829 du 11 juillet 2011 relatif au bilan des émissions de gaz à effet de serre et au Plan Climat-Energie Territorial. Le décret définit le contenu des PCET qui sont élaborés sur la base des BEGES, et les modalités d'élaboration, de consultation, d'approbation et de mise à jour.

### **2.1.2. L'enjeu de la réduction des émissions de gaz à effet de serre**

L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet de retenir une partie du rayonnement solaire et de maintenir la température de la terre stable.

Les émissions de gaz à effet de serre anthropiques, multipliées par notre développement rapide, ont rompu l'équilibre, contribuant alors au réchauffement de la planète et aux changements climatiques. Ci-contre, le Kilimandjaro en février 1993 (haut) puis en février 2000 (bas). La fonte de sa calotte glacière témoigne du réchauffement climatique.

La présente étude se situe donc dans le contexte général de lutte contre le changement climatique et de prise en compte de ses effets.

Figure 2: Illustration des effets du réchauffement climatique



## **2.2. L'intérêt du Bilan Carbone® Territoire**

Le Bilan Carbone® Territoire permet de quantifier les émissions de gaz à effet de serre du département dans sa globalité afin d'établir un état des lieux « initial » pour le lancement du Plan Climat-Energie Territorial. Cette étude, exploitant une méthode de comptabilisation développée par l'ADEME, permettra d'identifier les secteurs les plus émetteurs.

Cette démarche constitue la première étape du Plan Climat-Energie Territoire qui permettra *in fine* au Conseil Général de La Réunion de réduire son impact environnemental, mais également sa vulnérabilité énergétique.

Le Bilan Carbone® n'est pas fait pour comparer un Territoire à un autre, mais bien pour faciliter l'identification des principaux contributeurs à l'effet de serre et de mesurer les résultats des actions. L'intérêt est donc de comparer le Territoire à lui-même, dans le temps ou bien, comme dans la présente démarche, d'initier un plan d'actions territoriales sur la base d'éléments chiffrés d'aide à la décision.

## 2.3. La méthode Bilan Carbone™

Le Bilan Carbone® du Conseil Général de La Réunion a été effectué à l'aide de la version 6.1 de l'outil Bilan Carbone®. La méthode Bilan Carbone® est la méthode la plus utilisée en France aujourd'hui et est également internationalement reconnue.

Développé par l'ADEME, le Bilan Carbone® constitue à la fois une démarche et un outil de calcul. Il constitue un moyen concret de prise en compte des réalités du changement climatique sur le territoire.

### 2.3.1. Spécificités de l'outil Bilan Carbone®

« Le Bilan Carbone® est un outil d'aide à la décision et se satisfait donc d'un raisonnement basé sur les ordres de grandeur<sup>3</sup>. »

Le principal objectif du Bilan Carbone® est la définition des sources d'émissions les plus importantes, de manière à orienter un plan d'actions en faveur de leur réduction.

En ce sens, l'outil Bilan Carbone® présente des spécificités, n'entachant cependant pas sa vocation d'aide à la décision. Ces spécificités du BC Territoire sont rappelées au sein du manuel.

- **Non exhaustivité** : le tableur « territoire » ne prend pas en compte la totalité des flux physiques qui concernent le territoire, faute de donnée commodément accessible pour certains d'entre eux (pour tous les biens consommés par le territoire par exemple).
- **Recouvrement des données** : l'approche par secteur implique des possibilités de double compte.
- **Incertitude des résultats** : « les facteurs d'émission sont entachés d'une imprécision irréductible »<sup>4</sup>.

« Le but ultime de la démarche Bilan Carbone® reste la mise en place de plans d'actions, pris en charge par une structure ou des personnes bien identifiées au sein des organisations. Pour cela, les résultats produits doivent refléter au mieux toutes les facettes des différentes activités pour en faciliter l'appropriation<sup>5</sup> ». Les spécificités de l'outil n'entravent pas cet objectif.

Autant que faire se peut, le présent rapport s'est attaché à compléter l'approche Bilan Carbone® pour garantir une quantification au plus près des réalités du territoire. Les lacunes, double comptes et facteurs d'émissions supplémentaires identifiés apparaissent clairement au cours du rapport.

A noter qu'en raison d'arrondis, les résultats du rapport peuvent varier légèrement.

### 2.3.2. Le périmètre

Le Bilan Carbone® comptabilise les émissions directes et indirectes du Territoire et permet ainsi de dresser le Bilan Carbone® du « périmètre d'influence » du Territoire.

---

<sup>3</sup> Manuel d'utilisation du tableur "BC\_Territoire\_V6.1.xls, p 17

<sup>4</sup> Manuel d'utilisation du tableur "BC\_Territoire\_V6.1.xls, p 15

<sup>5</sup> Manuel d'utilisation du tableur "BC\_Territoire\_V6.1.xls, p 18



Pour les émissions directes, il s'agit des émissions produites sur place par la population, les industriels, les services publics (émissions liées à l'utilisation d'énergie, à la fabrication de produits industriels, à la consommation d'aliments... sur le territoire).

Les émissions indirectes sont les émissions produites par d'autres entités pour le fonctionnement du Département de La Réunion (émissions liées à la production de biens de consommation en dehors du territoire, émissions liées à l'import/export de marchandises par exemple).

L'étude a donc porté sur tout le territoire ci-dessous :

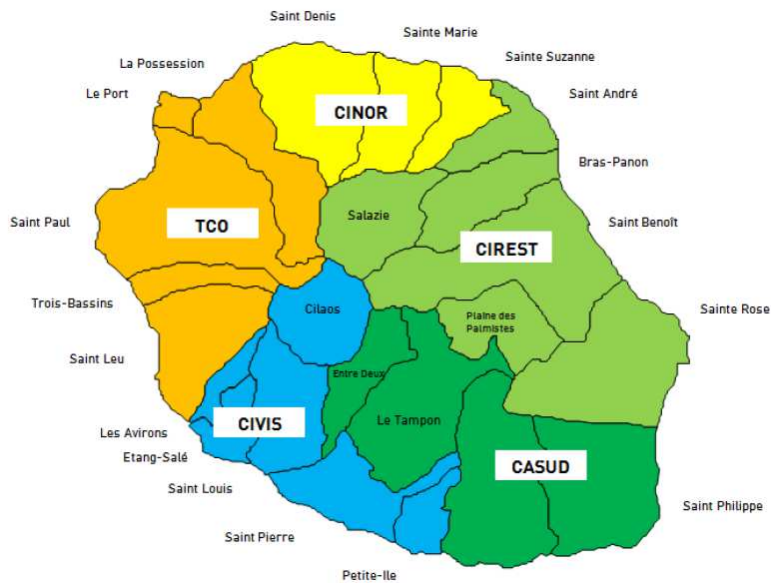


Figure 3 : Intercommunalités et communes 2010 de La Réunion<sup>6</sup>

Le territoire du Département de La Réunion représente, au 1<sup>er</sup> janvier 2010, 833 000 habitants<sup>7</sup>. C'est 25 000 habitants de plus qu'en 2008, date du dernier recensement de la population<sup>8</sup>. Le territoire s'étend sur 2 504 km<sup>2</sup>.

La comptabilisation des émissions est effectuée tant que possible sur l'année 2011, année précédant la réalisation du Bilan Carbone®. Toutefois, en l'absence de données récentes, il a été nécessaire d'exploiter des chiffres de 2008, 2009 et 2010 pour certaines données. Lorsque cela a été possible, des taux de croissance moyens ont été appliqués à ces données pour obtenir une projection réaliste de la donnée en 2011.

### 2.3.3. Les gaz pris en compte

Conformément à la demande législative, l'étude prend en compte les gaz suivants : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>. Chacun ayant un impact plus ou moins important sur l'effet de serre. Pour pouvoir les comparer entre eux, ils sont tous transposés en « kg équivalent CO<sub>2</sub> » ou « kg équivalent C ». Par exemple 1 kg de CH<sub>4</sub> a le même impact que 23 kg de CO<sub>2</sub>. L'équivalence des principaux gaz à effet de serre est présentée dans le tableau ci-dessous :

<sup>6</sup> Inventaire régional des émissions de gaz à effet de serre pour l'île de La Réunion, ARER, 2010, p23

<sup>7</sup> Insee, RP 1990 à 2008, estimations de population 2009 et 2010, projection de population 2040.

<sup>8</sup> Insee Réunion – TER 2011

Gaz à effet de serre	Formule	Equivalent CO <sub>2</sub>	Séjour (ans)	Concentration pré industrielle	Concentration actuelle
<b>Dioxyde de carbone</b>	CO <sub>2</sub>	1	200	278 ppm	385 ppm
<b>Méthane</b>	CH <sub>4</sub>	23	12	0.7 ppm	1.7 ppm
<b>Protoxyde d'azote</b>	N <sub>2</sub> O	310	120	0.275 ppm	0.311 ppm
<b>Hexafluorure de soufre</b>	SF <sub>6</sub>	23 900	3 200	0	0.032 ppb
<b>Dichlorodifluorométhane</b>	CHCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	7 100	102	0	0.503 ppb
<b>Chlorodifluorométhane</b>	CHClF <sub>2</sub>	1 400	12	0	0.105 ppb

Tableau 1: Gaz à effet de Serre pris en compte dans la méthode Bilan Carbone

Il est possible d'exprimer les résultats en équivalent CO<sub>2</sub> et en équivalent Carbone. On ne compte alors que le poids du carbone dans la molécule de CO<sub>2</sub> émise (1 Kg de CO<sub>2</sub>, c'est également 0,2727 Kg de C).

Au cours du rapport, les résultats seront toujours présentés en « tonne équivalent CO<sub>2</sub> » (tCO<sub>2</sub>e).

### 2.3.4. Les facteurs d'émissions

Il n'est pas aisé de mesurer directement toutes les émissions de gaz à effet de serre. Pour un certain nombre d'entre elles, elles sont estimées à partir de données d'activités (kWh, tonnes, km, repas,...). Pour transformer ces données d'activités en quantités de gaz à effet de serre, il faut passer par des facteurs d'émissions. Ceux-ci ont été définis par la méthode Bilan Carbone®, ils sont tirés de la base de données européennes « EcolInvent ». Les facteurs d'émissions intégrés à l'outil de calcul 6.1 intègrent des données spécifiques à l'île de La Réunion. Cependant pour les besoins de l'étude nous avons dû ajouter les facteurs d'émissions suivants :

Activité / Matériau / Autre	Source	Facteur d'émission
<b>Utilisation du Butane</b>	Réseau Action Climat  <a href="http://www.rac-f.org/DocuFixes/calcul-tout.html">http://www.rac-f.org/DocuFixes/calcul-tout.html</a>	0,081 kgC/kg
<b>Culture de la canne à sucre</b>	« LCA Case Studies – Cane Sugar » basé sur les cultures Mauriciennes, année 2005	546 kgC/ha

Tableau 2 : Facteurs d'émissions spécifiques à la présente étude

Pour ne pas alourdir le rapport, les facteurs d'émissions utilisés n'apparaîtront pas systématiquement mais seront mentionnés dans le rapport lorsqu'un facteur approchant a été utilisé. Pour mémoire, les facteurs d'émissions usuels sont présents dans l'onglet « Facteur d'émission » du tableur Bilan Carbone®. **Le tableur est fourni en même temps que ce présent rapport.**

## 2.4. Sources des données

Les principaux documents, études et sites internet suivants ont permis la réalisation du diagnostic de GES du Territoire.

- Agreste La Réunion - Données agricoles et rurales, Février 2010
- Analyse de la consommation électrique tertiaire (commerces, hôpitaux, hôtels), Grégory Gamess, ARER 2009
- Bilan d'activité 2010 de la Direction des déplacements et de la voirie du Conseil Général, Service Gestion des Infrastructures Départementales
- Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012
- Bilan Prévisionnel de l'équilibre Offre / Demande d'électricité pour l'île de la Réunion, EDF, Actualisation 2012
- Région Réunion, Direction de l'environnement et de l'aménagement
- FAO, Livestock Long Shadow, 2006
- Insee, RP 1990 à 2008, estimations de population 2009 et 2010, projection de population 2040
- Insee Réunion, Tableau Economique Régional 2011
- Inventaire régional des émissions de gaz à effet de serre pour l'île de La Réunion, ARER, 2010
- Projet de Plan révisé d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés du département de La Réunion, Juin 2011
- Soes, bilan de la circulation, Circulation routière en Md de véhicules km
- <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/reunion/>
- <http://www.qualitropic.fr>

A noter que les références des données sont rappelées en notes de bas de pages au cours du présent document.

### 3. Bilan Carbone par secteur

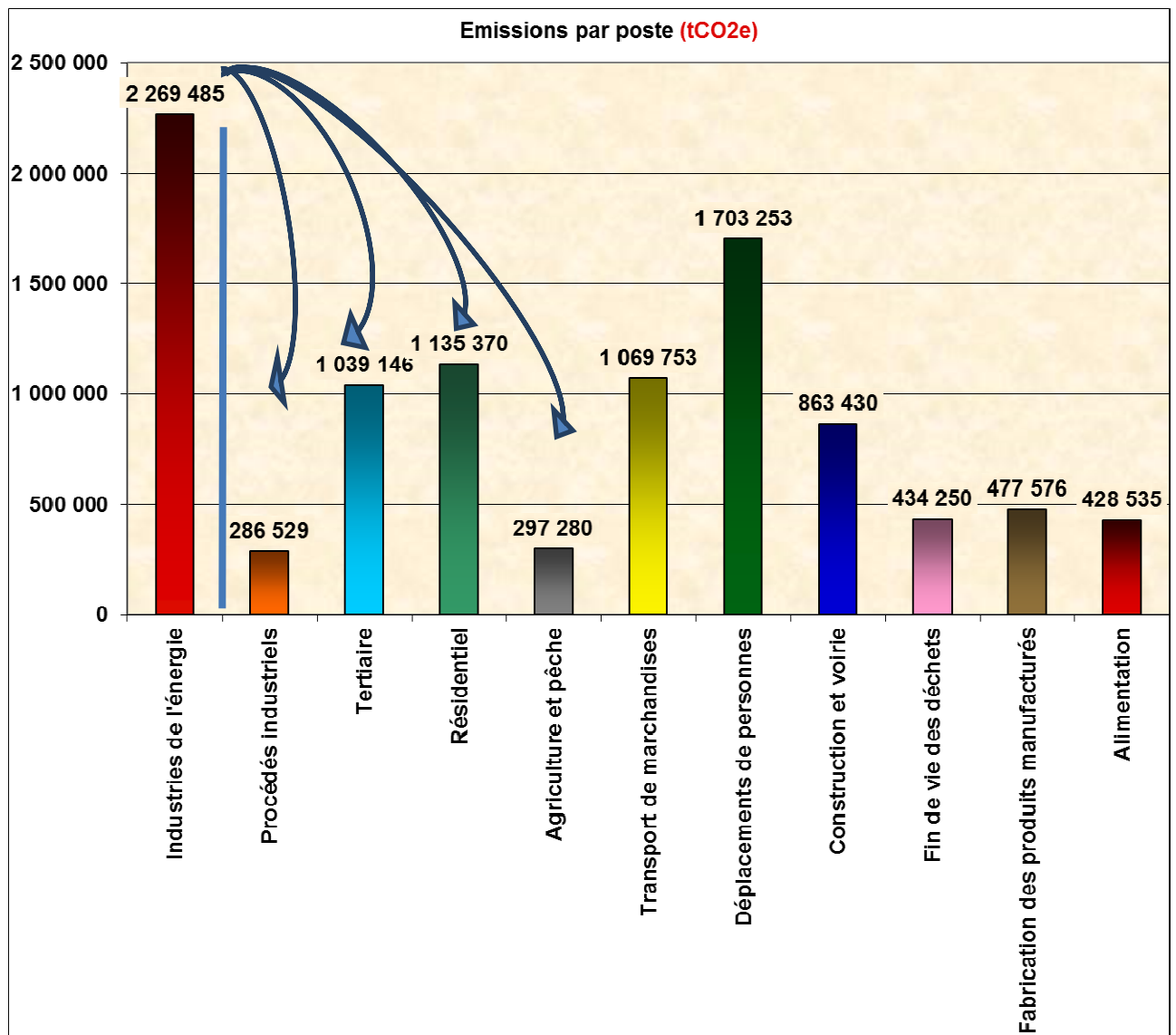


Figure 4 : Résultats du Bilan Carbone par secteur du territoire du Conseil Général de la Réunion

Le poste industrie de l'énergie correspond à la production d'électricité.

Lorsque l'on prend en compte les émissions directes de CO<sub>2</sub>, **il est, de loin, le premier contributeur à l'empreinte carbone Territoire du Département de La Réunion.**

Toutefois, comme évoqué précédemment, ce poste est également comptabilisé au sein de consommations énergétiques des autres postes. Pour éviter ce double compte, les émissions liées à la production d'énergie ne sont pas prises en compte dans le total des émissions du territoire.

Ainsi, les émissions du Territoire sont égales à **8 050 592 tCO<sub>2</sub>e**, réparties comme suit :

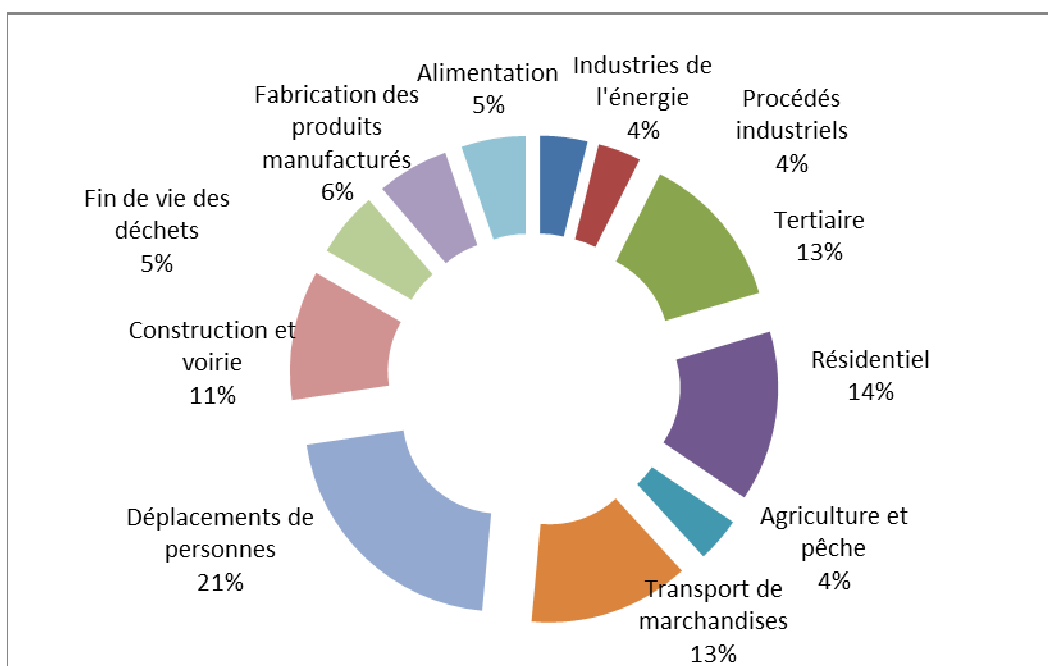


Figure 5 : Répartition des émissions de GES, hors industries de l'énergie

Postes	Emissions (tCO <sub>2</sub> e)	Emissions (tCe)	Incertitudes (tCO <sub>2</sub> e)	Incertitudes (tCe)	% relatif d'incertitude
<i>Industries de l'énergie</i>	315 470	618 950	45 153	12 315	2
Procédés industriels	286 529	78 144	72 932	19 891	35
Tertiaire	1 039 146	283 404	395 020	107 733	38
Résidentiel	1 135 370	309 646	484 769	132 210	48
Agriculture et pêche	297 280	81 076	148 657	40 543	52
Transport de marchandises	1 069 753	291 751	236 105	64 392	30
Déplacements de personnes	1 703 253	464 523	84 712	23 103	20
Construction et voirie	863 430	235 481	355 617	96 986	56
Fin de vie des déchets	434 250	118 432	217 635	59 355	50
Fabrication des biens manufacturés	477 576	130 248	358 055	97 651	75
Alimentation	428 535	116 873	267 560	72 971	77
<b>Total</b>	<b>8 050 592</b>	<b>2 728 529</b>	<b>2 666 215</b>	<b>727 150</b>	<b>38,3</b>

Tableau 3 : Résultats du Bilan Global des émissions du territoire du Conseil Général de la Réunion

Cinq secteurs représentent à eux seuls 70% des émissions de GES :

- Les déplacements de personnes,
- Les consommations d'énergie dans le résidentiel,
- Les consommations d'énergie dans le tertiaire,
- Le transport de marchandises sur le territoire mais aussi en amont,
- La construction et la voirie.

Ces secteurs sont détaillés dans la suite du rapport.

Ainsi, l'empreinte carbone d'un habitant se situe donc à :

***9,66 tCO<sub>2</sub>e par habitant et par an***

## 4. Bilan Carbone® par poste :

### 4.1. Industrie de l'énergie

Dans le poste industrie de l'énergie, On entend par « production d'énergie » les activités des industries de l'énergie qui fournissent, à partir d'énergies dites primaires, (c'est-à-dire disponibles dans la nature), des énergies dite finales, (c'est-à-dire susceptibles d'être utilisées telles quelles par un utilisateur final, situé hors du périmètre du producteur).

Les émissions seront alors estimées à partir des combustibles réellement utilisés sur les sites de production d'électricité.

#### 4.1.1. La production d'électricité à La Réunion:

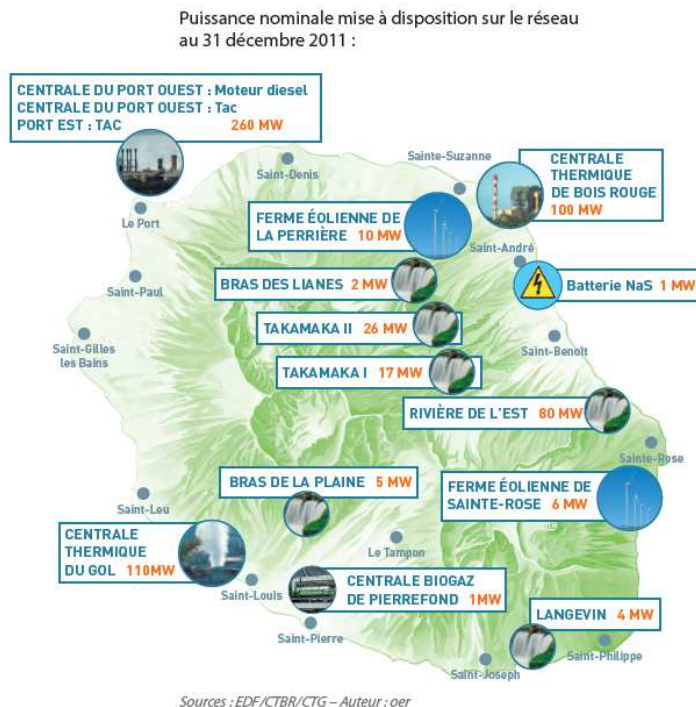


Figure 6: Puissance nominale mise à disposition sur le réseau au 31 décembre 2011<sup>9</sup> hors parc photovoltaïque

<sup>9</sup> Bilan Énergétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 17, selon des données provenant d'EDF-CTBR-CTG

### 4.1.2. Données et hypothèses prises en compte

Pour ce poste, les émissions ont été calculées selon les données suivantes :

- Les émissions liées aux centrales thermiques sont comptabilisées **grâce aux déclarations réglementaires des centrales thermiques** (Centrales Thermiques du Port, Centrale Thermique de Bois Rouge et Centrale Thermique du Gol).  
Le total émis déclaré en 2011 est de **2 056 kilotonnes de CO<sub>2</sub>**<sup>10</sup> dont l'origine est de 77% due à la combustion du charbon. Selon le manuel d'utilisation, les déclarations réglementaires constituent une excellente valeur de référence, car les émissions déclarées correspondent le plus souvent aux émissions réelles mesurées sur site et non à des émissions « approchées » par calcul.
- Les émissions liées à la production d'Energies Renouvelables (EnR) ont été comptabilisées grâce à la production d'électricité en 2011.

Le tableau ci-dessous est extrait du Bilan Energétique de la Réunion et récapitule la production d'électricité en 2011:

	Entrants de production		Production	
	Tonne	ktep	GWh	ktep
Flouil lourd	95 593	91,0	612,1	52,6
Gazole	55 027	55,0		
Charbon	684 118	423,5	1 305,1	112,2
Huiles usagées*	1 952	1,8		
Bagasse	527 093	97,5	269,9	23,2
Hydraulique**	-	34,5	401,7	34,5
Eolien**	-	1,0	11,7	1,0
Photovoltaïque**	-	12,2	141,8	12,2
Biogaz	1 624	1,9	6,4	0,6
Batterie NaS	-	-	1,2	0,1
<b>TOTAL</b>		<b>718,5</b>	<b>2 749,8</b>	<b>236,5</b>

Tableau 4 : Production d'électricité en 2011<sup>11</sup>

La batterie NaS est en arrêt suite à des incendies survenus dans des batteries identiques au Japon<sup>12</sup> et n'a donc pas été comptabilisée dans l'étude.

Les déclarations des centrales et les volumes de production d'EnR sont saisis dans le tableau Bilan Carbone® et représentent les données d'entrée du poste « Industrie de l'Energie ».

<sup>10</sup> Bilan Energétique de la Réunion, ARER, Edition 2012, p 50, selon des données provenant d'EDF-CTBR-CTG

<sup>11</sup> Bilan Energétique de la Réunion, ARER, Edition 2012, p 19, selon des données provenant de CTBR-CTG-Aerowatt-EDF

\*Les huiles usagées sont brûlées directement avec le charbon. On ne peut distinguer les productions électriques de ces deux sources.

\*\*Pour l'hydraulique, le PV et l'éolien, les entrants de production sont valorisés à la production électrique livrée sur le réseau

<sup>12</sup> Région Réunion, Direction de l'environnement et de l'aménagement



On comptabilise au sein du Bilan Carbone® les émissions liées à la consommation d'électricité sur le territoire. Hors, les consommations d'électricité sont aussi comptabilisées dans les postes consommateurs respectifs (tertiaire, industrie, ...). On estime alors que les émissions sont double comptées. C'est pourquoi les émissions dues aux consommations d'électricité des secteurs sont retranchées du total « Résultat » présenté ci-dessous.

### 4.1.3. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions engendrées	Remarque
Fioul/ Gazole/Charbon/Bagasse	-	2 056 000 tCO <sub>2</sub> e	Emissions issues des déclarations réglementaires
Fioul/ Gazole/Charbon/Bagasse	-	205 600 tCO <sub>2</sub> e	Estimation des émissions amont de l'outil Bilan Carbone <sup>13</sup>
Hydraulique	401,70 GWh	0 tCO <sub>2</sub> e	FE Grande Hydraulique
Photovoltaïque	141,80 GWh	7 799 tCO <sub>2</sub> e	FE Photovoltaïque
Eolien	11,70 GWh	85,8 tCO <sub>2</sub> e	FE Eolien
Biogaz	6,40 GWh	0 tCO <sub>2</sub> e	FE Biogaz
Double Compte Energie consommée	2 499 GWh	- 1 954 015 tCO <sub>2</sub> e	Consommations d'électricité des postes Procédés Industriels, Tertiaire et Résidentiel
<b>TOTAL</b>		<b>315 470 tCO<sub>2</sub>e</b>	

## 4.2. L'industrie

Usuellement, dans le poste industrie sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées :

- A l'utilisation d'électricité des industriels,

<sup>13</sup> Extrait du Manuel d'utilisation du tableur « BC territoire V.6 », p29 : « Lorsque les émissions de CO<sub>2</sub> sont directement inscrites dans l'outil Bilan Carbone, il reste à tenir compte des émissions amont, non directement effectuées sur le territoire, mais dont l'existence est certaine dès lors que les industries de l'énergie utilisent des combustibles qui ont déjà dû subir des traitements (extraction, transport, raffinage) » La valeur relative aux émissions amont est spécifique à chaque source et peut être consultée directement dans le tableur Bilan Carbone.

- A l'utilisation de combustibles destinés à la production de chaleur ou vapeur utile aux procédés industriels,
- A la fabrication de matériaux spécifiques (clinker, chaux ou tuiles),
- A l'utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur.

#### **4.2.1. Données et hypothèses prises en compte**

##### a) Utilisation d'électricité des industriels

Le Bilan Energétique de La Réunion donne les consommations énergétiques selon la nomenclature EDF. La nomenclature actuelle d'EDF regroupe les clients sous quatre catégories, qui sont les suivantes :

- les gros consommateurs principalement Tarif Vert (les industriels, les hôpitaux, les aéroports etc.) ;
- les collectivités locales selon les besoins, sont tarif vert ou tarif bleu (administrations et annexes) ;
- les clients professionnels qui sont principalement tarif bleu ;
- les clients particuliers qui sont tarif bleu.

Les consommations d'électricité des industriels sont donc comprises dans la nomenclature « gros consommateurs » d'EDF. En 2011, les consommations des « Gros consommateurs » sont estimées à 687,3 GWh<sup>14</sup>.

L'étude de Grégory Gamess<sup>15</sup> donne la répartition des consommations selon les typologies de consommateurs pour l'année 2008. Les hôpitaux et hôtels, compris dans la nomenclature représentaient en 2008 respectivement 8 et 12 % des consommations électriques totales. Si l'on considère que la répartition des consommations entre les secteurs n'a pas évolué, les consommations en 2011 seraient :

- Hôpitaux : 299,92 GWh
- Hôtels : 199,94 GWh.

Il faut donc soustraire ces consommations de celles des « Gros consommateurs » pour obtenir les consommations des Industries.

**Ainsi, les consommations d'électricité du secteur Industriel représentent : 187,44 GWh.**

- ##### b) Utilisation de combustibles destinés à la production de chaleur ou vapeur utile aux procédés industriels

---

<sup>14</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 26

<sup>15</sup> Analyse de la consommation électrique tertiaire (commerces, hôpitaux, hôtels), Grégory Gamess, ARER 2009

La consommation de fioul lourd pour l'industrie est donnée comme nulle pour l'année 2011<sup>16</sup>.

La consommation de gazole détaxée est donnée au global pour l'agriculture et l'industrie : **38,5 ktep**<sup>17</sup>. **Pour répartir les consommations entre les deux secteurs, la répartition choisie est une répartition équivalente au poids économique de chaque secteur dans le PIB.**

Ainsi, si l'on effectue une répartition au prorata de la valeur ajoutée de ces deux secteurs selon la répartition donnée ci-dessous :

*Evolution de la répartition de la valeur ajoutée – La Réunion*

	2000	2010	2020	2030
Agriculture	2.5%	1.5%	1.3%	1.0%
Industrie	13.3%	11.0%	9.5%	8.0%
Tertiaire	75.5%	78.5%	80.3%	82.0%

Sources : INSEE, Projections Enerdata

Figure 7 : Evolution de la répartition de la valeur ajoutée<sup>18</sup>

On obtient une consommation de gazole pour l'industrie égale à **33,88 ktep**.

- c) Fabrication de matériaux spécifiques (clinker, chaux ou tuiles)

Au sein du territoire, aucun industriel fabricant de tuiles, de chaux ou de clinker n'a été recensé.

- d) Utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur

Les fuites de gaz frigorigènes sont quantifiées sur la base des inventaires régionaux des émissions de GES<sup>19</sup>, qui propose des données de 2004 à 2010. En appliquant le taux de croissance annuel moyen (TCAM) observé sur cette période (9%) à la valeur de 2010, la valeur extrapolée pour 2011 des émissions de GES liées aux gaz frigorigènes est de **8 613,37 tCO<sub>2</sub>e**.

#### 4.2.2. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions engendrées
<b>Electricité Réunion</b>	<b>187,44 GWh</b>	160 329 tCO <sub>2</sub> e
<b>Gazole</b>	<b>33,88 ktep</b>	117 587 tCO <sub>2</sub> e
<b>Gaz frigorigènes</b>	-	8 613,37 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>		<b>286 529 tCO<sub>2</sub>e</b>

<sup>16</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 37

<sup>17</sup> Ibid

<sup>18</sup> Bilan Prévisionnel de l'équilibre Offre / Demande d'électricité pour l'île de La Réunion, EDF, Actualisation 2012, p14

<sup>19</sup> Inventaire régional des émissions de gaz à effet de serre pour l'île de La Réunion, 2010, p 29

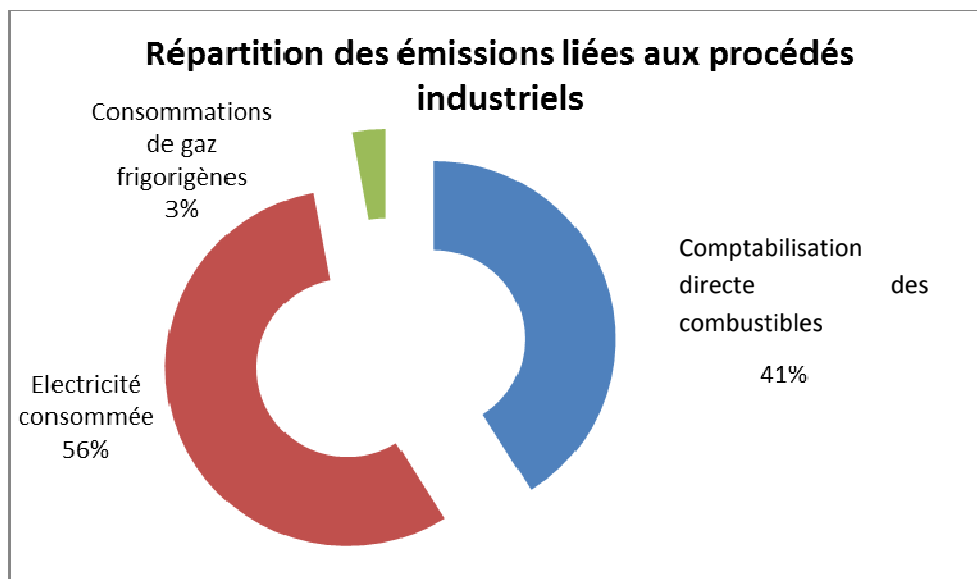


Figure 8 : Répartition des émissions liées aux procédés industriels

**56% des émissions industrielles sont liées à l'utilisation de l'électricité, qui, nous l'avons vu dans le chapitre précédent, est fortement carbonée à cause du recours important aux énergies fossiles. Le secteur est également un consommateur important de gazole.**

### 4.3. Tertiaire

Dans le poste tertiaire sont prises en compte les émissions de Gaz à Effet de Serre liées :

- A l'utilisation d'électricité des bâtiments tertiaires (privés comme publics),
- A l'utilisation de combustibles destinés à la préparation de repas ou à la production d'eau chaude sanitaire,
- A l'utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur.

#### 4.3.1. Données et hypothèses prises en compte

- a) Utilisation d'électricité des bâtiments tertiaires (privés comme publics)

Ici, on considère les consommations d'électricité du Tertiaire comme celles correspondant aux nomenclatures « Collectivités locales » et « Clients professionnels » d'EDF.

Pour 2011, les consommations des « Collectivités locales » et des « Clients professionnels » s'élèvent respectivement à 264 GWh et 455 GWh<sup>20</sup>, soient **719 GWh. Comme vu au chapitre précédent, il faut**

<sup>20</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 26

ajouter les consommations des hôpitaux et des hôtels pour obtenir une quantification au plus proche de la réalité du secteur tertiaire.

Ainsi, les consommations du secteur Tertiaire s'élèvent à **1 218,86 GWh** en 2011.

- b) Utilisation de combustibles destinés à la préparation de repas ou à la production d'eau chaude sanitaire

La consommation de gaz butane est donnée au global pour le résidentiel et le tertiaire : 24,40 ktep<sup>21</sup>. Si l'on effectue une répartition au prorata des émissions de GES données par l'IEGES (3 933 tCO<sub>2</sub>e pour le Tertiaire et 75 786 tCO<sub>2</sub>e pour le Résidentiel), la valeur des consommations de butane pour le Tertiaire est égale à 5% de 24,40 ktep **soit 1,20 ktep**.

- c) A l'utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur

Les fuites de gaz frigorigènes sont quantifiées sur la base des inventaires régionaux des émissions de GES<sup>22</sup>, qui proposent des données de 2004 à 2010. En appliquant le taux de croissance annuel moyen (TCAM) observé sur cette période (9%) à la valeur de 2010, la valeur extrapolée pour 2011 des émissions de GES liées aux gaz frigorigènes est de **128 813,80 tCO<sub>2</sub>e**. Cette valeur étant commune pour le résidentiel et le Tertiaire dans l'inventaire IEGES, **la même répartition que précédemment est appliquée (5%)**. Ainsi, la consommation de gaz frigorigènes du Tertiaire émet **6 355,13 tCO<sub>2</sub>e**.

#### 4.3.2. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions engendrées
Electricité Réunion	<b>1218,86 GWh</b>	1 028 084 tCO <sub>2</sub> e
Butane	<b>1,20 ktep</b>	4 707 tCO <sub>2</sub> e
Gaz frigorigènes	-	6 355,13 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>		<b>1 039 146 tCO<sub>2</sub>e</b>

<sup>21</sup> Bilan Energétique de La Réunion – Edition 2012 – ARER, p37

<sup>22</sup> Inventaire régional des émissions de gaz à effet de serre pour l'île de La Réunion, 2010, p 30

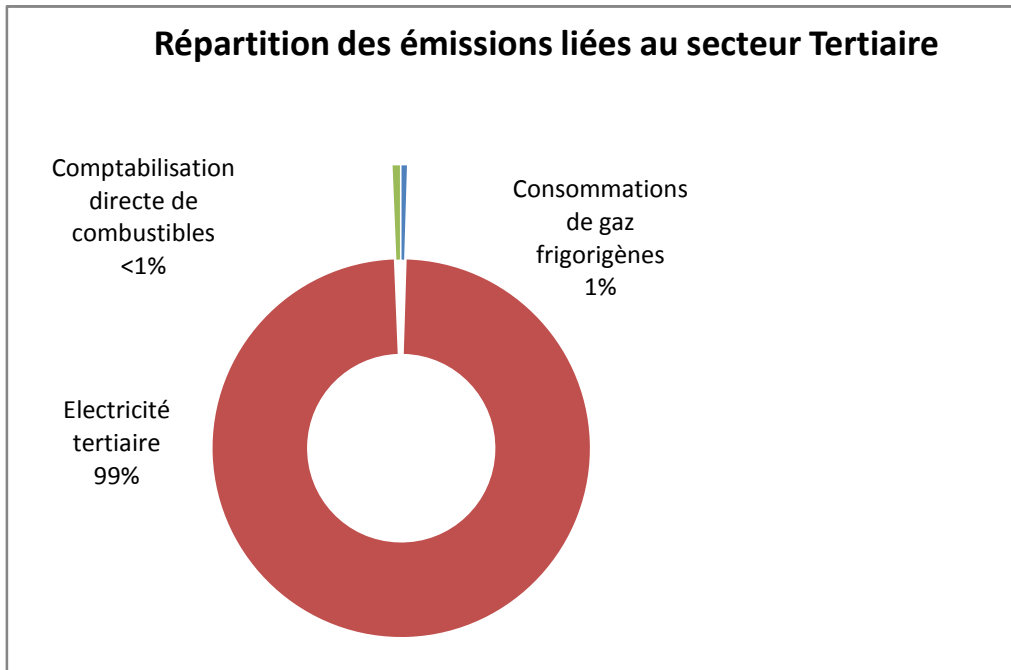


Figure 9 : Répartition des émissions liées au Tertiaire

**La quasi-intégralité des émissions, 99%, est liée à la consommation de l'électricité.**

Le Rapport de Grégory Gamess donne, pour l'année 2008, la répartition suivante des consommations du secteur Tertiaire :

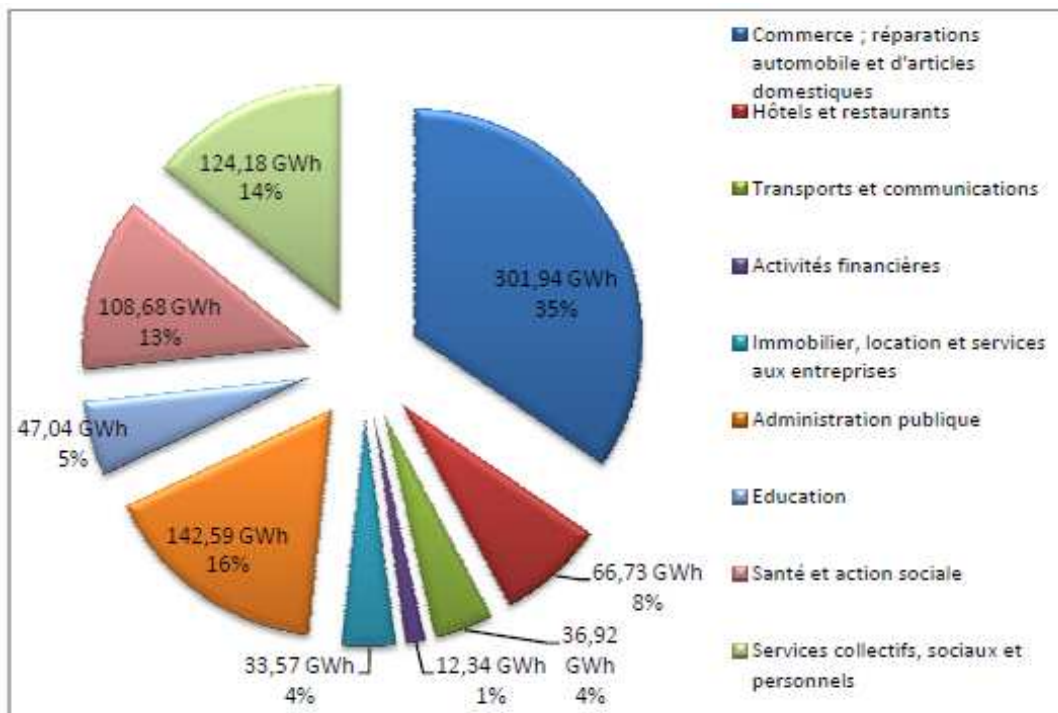


Figure 10 : Répartition des consommations électriques Tertiaire en 2008 (GWh)

Les commerces sont les plus gros consommateurs du Tertiaire avec plus du tiers des consommations.

Le Focus 2011 du Bilan Energétique Régional porte sur les consommations énergétiques des petits commerces. Les consommations sont principalement dues à **des besoins de confort (climatisation) et d'éclairage (néon)**. La répartition des consommations est détaillée ci-dessous :

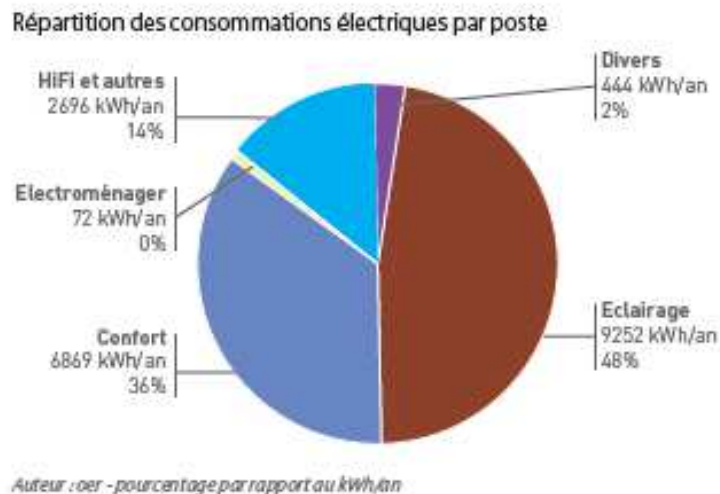


Figure 11 : Répartition des consommations électriques des petits commerces<sup>23</sup>

#### 4.4. Résidentiel

Dans le poste résidentiel sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées :

- A l'utilisation d'électricité des bâtiments d'habitation,
- A l'utilisation de combustibles destinés à la préparation des repas, au chauffage de l'eau sanitaire et aux besoins de chauffage exceptionnels,
- A l'utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur.

##### 4.4.1. Données et hypothèses prises en compte

a) Utilisation d'électricité des bâtiments d'habitation

Ici, on considère les consommations d'électricité du Résidentiel comme celles correspondant à la nomenclature « Particuliers » d'EDF.

Ainsi, pour 2011, les consommations des « Particuliers » s'élèvent à **1 093 GWh<sup>24</sup>**.

b) Utilisation de combustibles destinés à la préparation des repas, au chauffage de l'eau sanitaire et aux besoins de chauffage exceptionnels

<sup>23</sup> Etude 2011, Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 30

<sup>24</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 26

En appliquant la répartition utilisée pour le secteur Tertiaire précédemment, la consommation de butane du secteur Résidentiel s'élève à **23,20 ktep** en 2011.

- c) Utilisation de gaz frigorigènes pour le rafraîchissement, le refroidissement, ou le transfert de chaleur

En appliquant l'approche utilisée pour le secteur Tertiaire précédemment, **la consommation de gaz frigorigènes du Résidentiel émet 122 459 tCO<sub>2</sub>e.**

#### 4.4.2. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions engendrées
Electricité Réunion	1 093 GWh	921 924 tCO <sub>2</sub> e
Butane	23,20 ktep	90 987 tCO <sub>2</sub> e
Gaz frigorigènes	-	122 459 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>		<b>1 135 370 tCO<sub>2</sub></b>

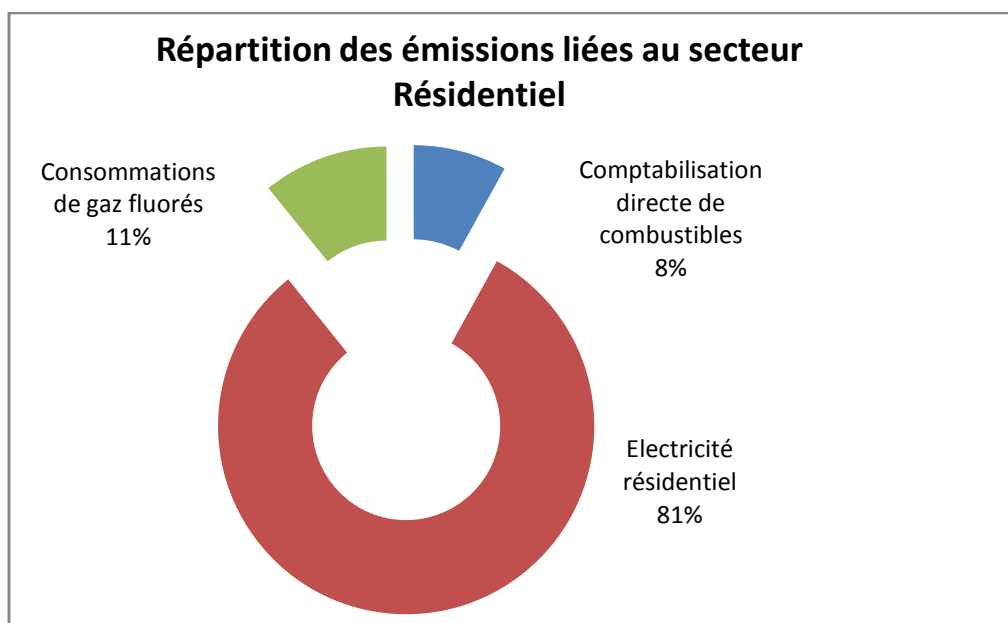


Figure 12 : Répartition des émissions liées au Résidentiel

**81% des émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel de la Réunion sont liées à l'utilisation de l'électricité. La consommation de gaz frigorigènes est à l'origine de plus de 10 % des émissions. Le butane, exploité principalement pour la préparation des repas, intervient à hauteur de 8% dans les émissions de gaz à effet de serre.**



Le Focus 2010 du Bilan Energétique Régional porte sur les consommations énergétiques des ménages. L'étude identifie les postes « **Gros électroménagers** » et « **Cuisson** » comme les plus gros consommateurs d'électricité. La répartition des consommations est détaillée ci-dessous :

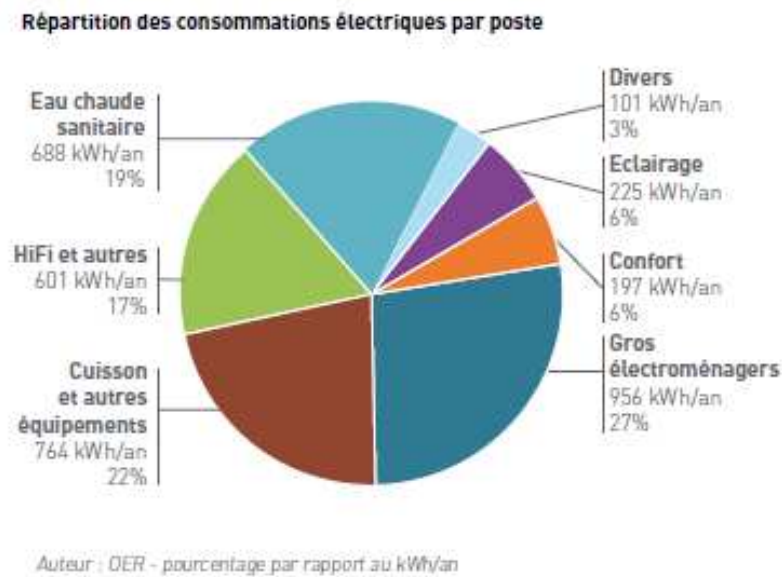


Figure 13 : Répartition des consommations électriques des ménages<sup>25</sup>

#### 4.5. Agriculture et pêche

Dans le poste agriculture et pêche sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées :

- A l'utilisation d'électricité destinée aux exploitations agricoles,
- A l'utilisation de combustibles liés au chauffage de serres,
- Au méthane et au protoxyde d'azote émis lors de l'élevage de bêtes,
- Au protoxyde d'azote lié à l'épandage d'engrais,
- A la fabrication des engrais,
- Au carburant utilisé par les engins agricoles et pour les navires de pêche.

**L'agriculture est une activité fortement développée sur le territoire. En effet, elle occupe 10% de la population active et dégage 5% du produit brut régional. Le territoire agricole représente 20% de la surface de l'île<sup>26</sup>.**

##### 4.5.1. Données et hypothèses prises en compte

- a) Utilisation d'électricité destinée aux exploitations agricoles

<sup>25</sup> Etude 2010, Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2011, p 32

<sup>26</sup> <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/reunion/>

Les consommations d'électricité des agriculteurs n'ont pas pu être identifiées par rapport aux consommations d'électricité des autres secteurs. Elles sont donc intégrées dans les postes professionnels, tertiaires et résidentiels mais n'apparaissent pas en tant que telles dans cette étude.

b) Utilisation de combustibles fossiles destinés aux engins agricoles

Comme vu précédemment, la consommation de gazole détaxée est donnée au global pour l'agriculture et l'industrie : 38,50 ktep<sup>27</sup>. Les consommations de l'agriculture selon la répartition effectuée précédemment sont de **4,62 ktep**.

c) A l'utilisation de combustibles liés au chauffage de serres

Les consommations de combustibles des serres ont été considérées comme négligeables.

d) Au méthane et au protoxyde d'azote émis lors de l'élevage de bêtes

L'effectif des animaux en exploitation en fin d'année 2010 s'élève à plus de 3 315 000 bêtes réparties comme suit<sup>28</sup>. Les facteurs d'émissions ne correspondant pas toujours fidèlement à l'animal, ceux choisis sont rappelés ci-après :

Bovins	Effectifs 2010	27 662	nb
	TCAM 2000- 2010	0	%
	Total 2011	27 714,41	nb
Porcins	Effectifs 2010	70 634	nb
	TCAM 2000- 2010	0	%
	Total 2011	70572	nb
Ovins	Effectifs 2010	2512	nb
	TCAM 2000- 2010	-0,01	%
	Total 2011	2483	nb
Caprins	Effectifs 2010	18109	nb
	TCAM	-0,08	%

<sup>27</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 37

<sup>28</sup> <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/reunion/>

	2000- 2010		
	Total 2011	16749	nb
Equins	Effectifs 2010	818	nb
	TCAM 2000- 2010	0,23	%
	Total 2011	1009	nb
Volailles	Effectifs 2010	2887660	nb
	TCAM 2000- 2010	0,10	%
	Total 2011	3185248	nb
Lapins	Effectifs 2010	9083	nb
	TCAM 2000- 2010	0	%
	Total 2011	9123	nb

Les facteurs d'émissions du Bilan Carbone s'appliquent par tête de bétail.

e) Utilisation de protoxyde d'azote lié à l'épandage d'engrais et fabrication des engrais

La surface occupée par la culture de la canne est de **24 336 hectares en 2011<sup>29</sup>**, ce qui représente **une activité agricole importante à modéliser**.

Hors, le facteur d'émission de la culture de la canne à sucre n'est pas fourni par l'ADEME. Dans le cadre de l'étude, le rapport « LCA Case Studies – Cane Sugar » basé sur les cultures Mauriciennes, va servir de source pour établir un facteur d'émission. Dans ce rapport de 2004, il est annoncé que les émissions dans l'air de CO<sub>2</sub> pour la production d'un hectare de canne à sucre s'élèvent à :

---

<sup>29</sup> Tiré de Insee Réunion, TER 2011, sur la base des données de la Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (Daaf), statistiques agricoles annuelles, recensements agricoles 1989 et 2000, enquête structure des exploitations agricoles dans les DOM 2007

Emissions de gaz à effet de serre	Emissions de CO <sub>2</sub>
<b>CH<sub>4</sub></b>	0,38 kg CO <sub>2</sub>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	672 kg CO <sub>2</sub>
<b>CO<sub>2</sub></b>	1 333 kg CO <sub>2</sub>
<b>TOTAL</b>	<b>2 005 kg CO<sub>2</sub></b>

Cela représente donc 2 005 kg eqCO<sub>2</sub>/ha de canne à sucre.

Faute de facteurs d'émissions approchant, les autres types de culture telles que recensées par les recensements agricoles de l'AGRESTE<sup>30</sup> (cultures légumières, fruitières, vignes...) sont comptabilisées via le facteur d'émission "prairies permanentes productives".

f) Au carburant utilisé par les navires de pêche

Selon le site Qualitropic<sup>31</sup>, le secteur de la pêche a débarqué en 2008, 9 909 T de poissons, répartis à 61% pour la pêche industrielle, 34% pour la pêche palangrière et 5% pour la pêche côtière.

Les émissions liées à l'utilisation de carburant des navires peuvent être approchées par le tonnage débarqué.

#### 4.5.2. Résultats

Source d'émission	Emissions
<b>Carburant</b>	16 034,60 tCO <sub>2</sub> e
<b>Elevage</b>	174 609,04 tCO <sub>2</sub> e
<b>Cultures – Engrais</b>	21 889,50 tCO <sub>2</sub> e
<b>Canne</b>	48 414,86 tCO <sub>2</sub> e
<b>Pêche</b>	36 333 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>	<b>297 280 tCO<sub>2</sub>e</b>

<sup>30</sup> Numéro 75 – Février 2012 AGRESTE La Réunion, La Statistique Agricole

<sup>31</sup> <http://www.qualitropic.fr>

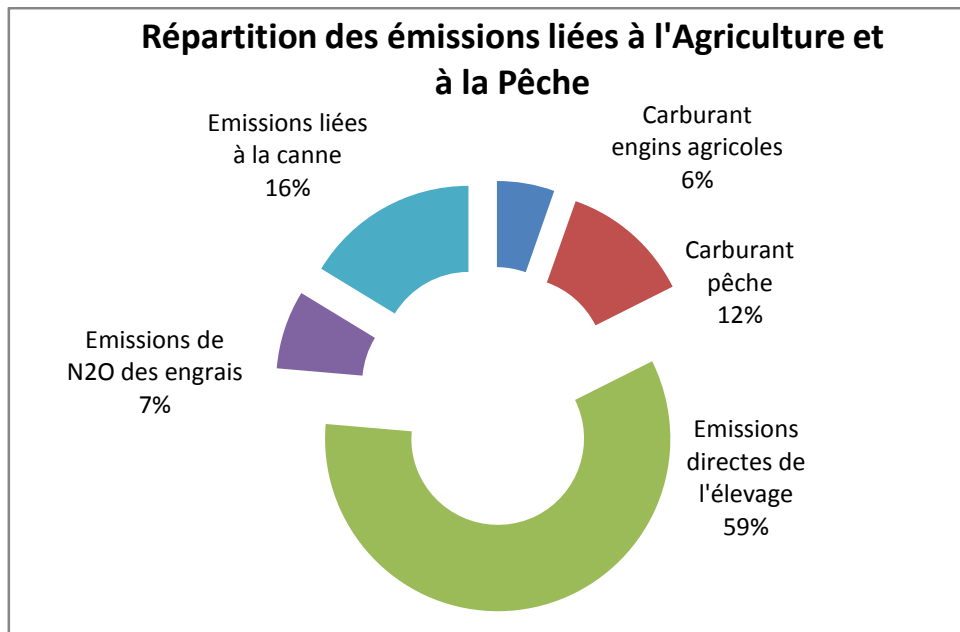


Figure 14 : Répartition des émissions liées à l'Agriculture et à la Pêche

La majeure partie des émissions est liée à l'élevage. En effet, ces émissions proviennent de la fermentation entérique (i.e. la digestion des ruminants et la fermentation des déjections animales) et de l'épandage d'engrais azoté. Or, l'émission d'une tonne de méthane a un effet équivalent à 25 tonnes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) à 100 ans, tandis qu'une tonne d'oxyde d'azote a un effet équivalent à 275 tonnes de CO<sub>2</sub> à 20 ans. En 2006, un rapport de la FAO indiquait que l'élevage était responsable de 18% des émissions annuelles des gaz à effet de serre (GES) dans le monde<sup>32</sup>.

#### 4.6. Transport de marchandises

Dans le poste transport de marchandises sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation de combustibles fossiles destinés au transport des marchandises que ce soit par navires, avions ou transporteurs routiers. Les données nécessaires à la comptabilisation de ce poste sont le mode de transport, les distances parcourues et les masses transportées. L'unité utilisée est la tonne.kilomètre exprimant le tonnage transporté sur une certaine distance.

##### 4.6.1. Données et hypothèses prises en compte

###### a) Avion de marchandise

Le rapport Annuel 2009 de l'Aéroport de La Réunion Rolland Garros fait état des tonnages transportés en fonction de leur provenance et destination pour 2009. Ces données sont disponibles de 2005 à 2009. Afin d'approcher une valeur vraisemblable pour 2011, le taux de croissance annuel moyen a été appliqué aux données 2009.

<sup>32</sup> FAO, Livestock Long Shadow, 2006, p. 112.

Ainsi, pour 2011 :

- 291 669 324,31 tonnes.km réalisées par le fret aérien entrant
- 43 862 763,54 tonnes.km réalisées par le fret aérien sortant.

La répartition des tonnes.kilomètres effectuées par provenance et destination est la suivante :

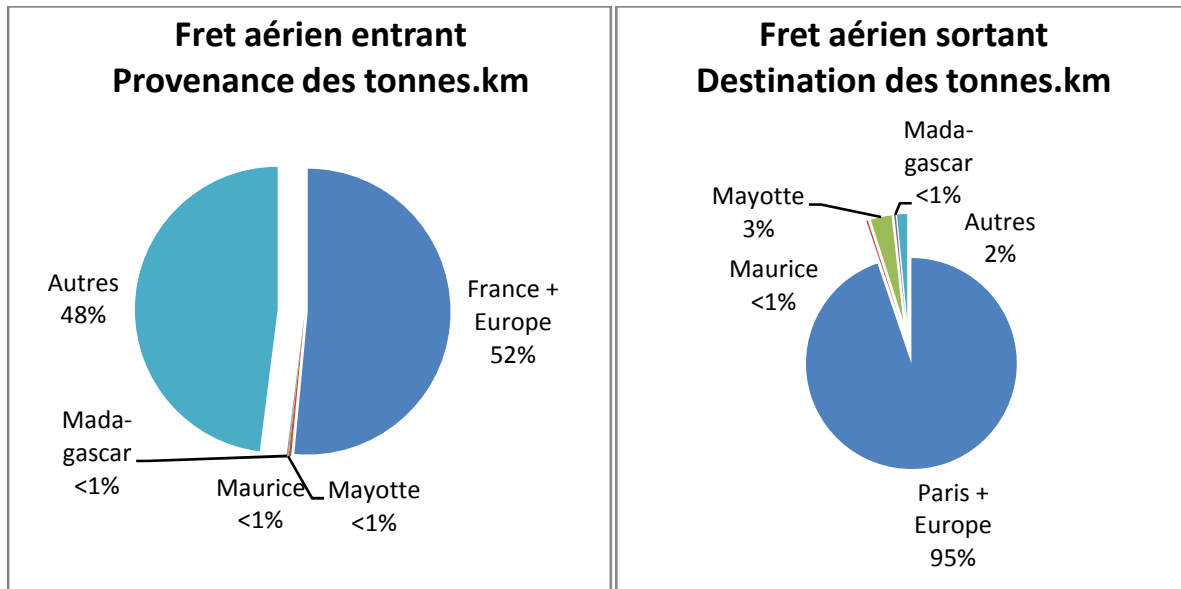


Figure 15 : Répartition des tonnes.km du fret aérien entrant et sortant par provenances et destinations

#### b) Fret maritime

Les données du trafic du Port de La Réunion en 2010 mentionnent le tonnage transporté et les destinations et provenances des bateaux. Faute de taux de croissance moyen, la valeur 2010 a été conservée. Les distances entre les ports ont été reconstituées via le site sea-distance.com.

Les données du fret maritime :

- 28 546 260 068,12 tonnes.km réalisées par le fret maritime entrant
- 5 719 847 251,18 tonnes.km réalisées par le fret maritime sortant.

La répartition des tonnes.kilomètres effectuées par provenance et destination est la suivante :

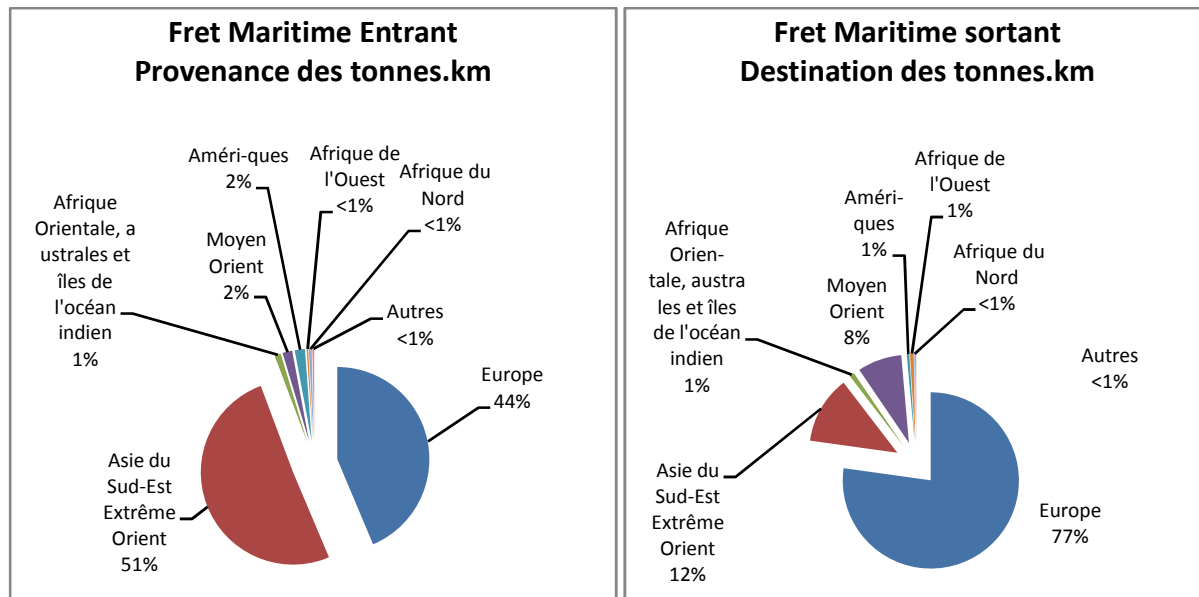


Figure 16 : Répartition des tonnes.km du fret aérien entrant et sortant par provenances et destinations

#### c) Fret routier

Sur l'île, le fret s'effectue à l'aide de poids lourds, camions et camionnettes. L'approche par la distance et le tonnage ne peut pas être exploitée pour ce moyen de transport. **C'est donc une approche combustible qui permet de déterminer l'impact carbone du fret terrestre sur le territoire.**

L'Agence Régionale de l'Energie Réunion (ARER) nous donne, pour l'année 2011<sup>33</sup>, les consommations de gazole à destination des véhicules terrestres : **300,60 ktep**. On considère que tous les véhicules de fret roulent au gazole.

Le Service de l'Observation et des Statistiques (Soes) établit que le poids des véhicules utilitaires légers et des PL marchandises dans la circulation routière nationale est de 21,23%<sup>34</sup>.

Les consommations de gazole du fret routier sur le territoire équivalent donc à **63,83ktep**.

### 4.6.2. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions
<b>Fret routier (Gazole)</b>	63,83 ktep	221 540,95 tCO <sub>2</sub> e
<b>Fret aérien sortant</b>	43 862 764 tonnes.km	98 296,29 tCO <sub>2</sub> e
<b>Fret aérien entrant</b>	291 669 324 tonnes.km	653 629,88 tCO <sub>2</sub> e
<b>Fret maritime sortant</b>	5 719 847 251 tonnes.km	22 585,58 tCO <sub>2</sub> e

<sup>33</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 36

<sup>34</sup> Soes, bilan de la circulation, p 61 : Circulation routière en Md de véhicules km

<b>Fret maritime entrant</b>	28 546 260 068 tonnes.km	73 700,70 tCO2e
<b>TOTAL</b>		<b>1 069 753,40 tCO2e</b>

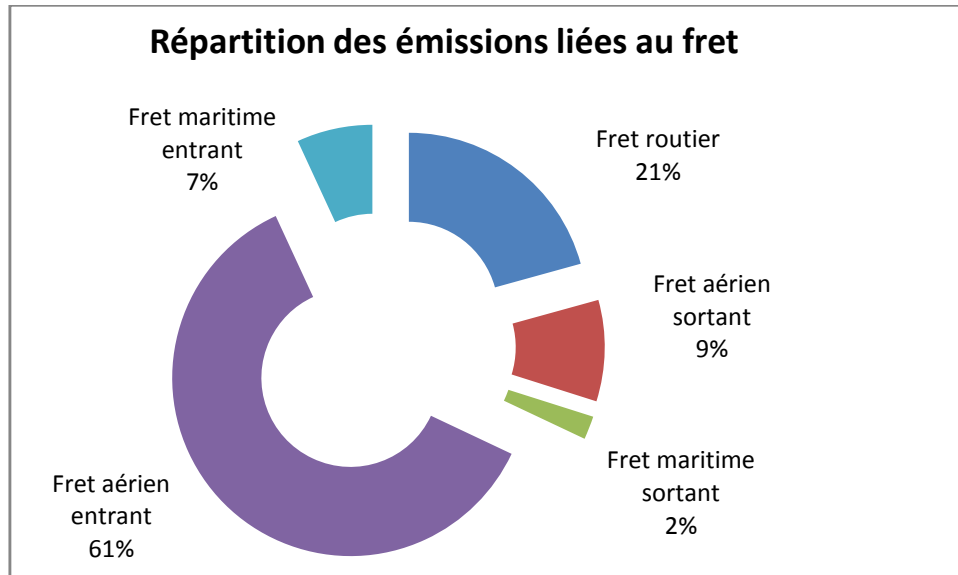


Figure 17 : Répartition des émissions liées au Fret

**Le fret routier a beau être le moyen de déplacement exploité sur les distances les plus courtes, son impact prend une part importante des émissions de gaz à effet de serre (21%).**

Le fret maritime émet seulement 9% des émissions de gaz à effet de serre de ce poste comparativement au transport de marchandises par les airs est le moyen de transport le plus émetteur avec 70% des gaz à effet de serre qui lui sont imputables (entrant et sortant).

Ceci s'explique par le fait que tous les modes de transport n'émettent pas la même quantité de carbone à la t.km.

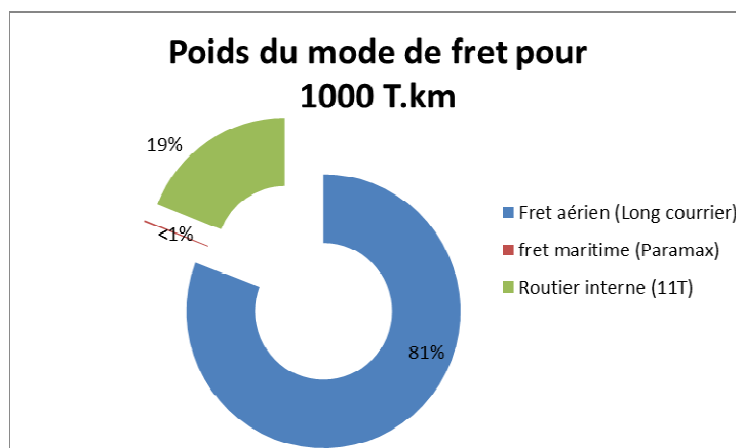


Figure 18 : Poids des modes de Fret

En effet, à poids et kilométrage égaux, le fret aérien est 400 fois plus émetteur que le maritime.



#### 4.7. Déplacement de personnes

Dans le poste déplacement de personnes sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation de combustibles fossiles destinés au transport de personnes que ce soit en avion, en bateau, en transports en commun, bus scolaires ou par le biais de véhicules individuels.

##### 4.7.1. Données et hypothèses prises en compte

L'ARER nous donne, pour l'année 2011<sup>35</sup>, les consommations de carburants à destination

- Des transports aériens : 202 ktep
- Des transports maritimes : 10 ktep
- Des véhicules terrestres :
  - Gazole : 236,77 ktep (hors consommations du fret routier)
  - Essence : 108,90 ktep.

Pour ce poste, un double compte est identifié entre les consommations de carburants pour le transport maritime et aérien de personnes et de marchandises. Pour ce faire, les émissions du transport aérien et maritime de marchandises sont décomptées.

##### 4.7.1. Résultats

Source d'émission	Données d'entrée	Emissions
<b>Routier Gazole</b>	236,77 ktep	821 749,38 tCO <sub>2</sub> e
<b>Routier Essence</b>	108,90 ktep	388 855,40 tCO <sub>2</sub> e
<b>Aérien</b>	202 ktep	1 306 153,31 tCO <sub>2</sub> e
<b>Maritime</b>	10 ktep	34 706,93 tCO <sub>2</sub> e
<b>Double compte Fret</b>		- 848 212,44 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>		<b>1 703 252,58 tCO<sub>2</sub>e</b>

Les émissions liées aux déplacements de personnes sont réparties presque équitablement entre transport routier et aérien.

<sup>35</sup> Bilan Energétique de La Réunion, ARER, Edition 2012, p 36

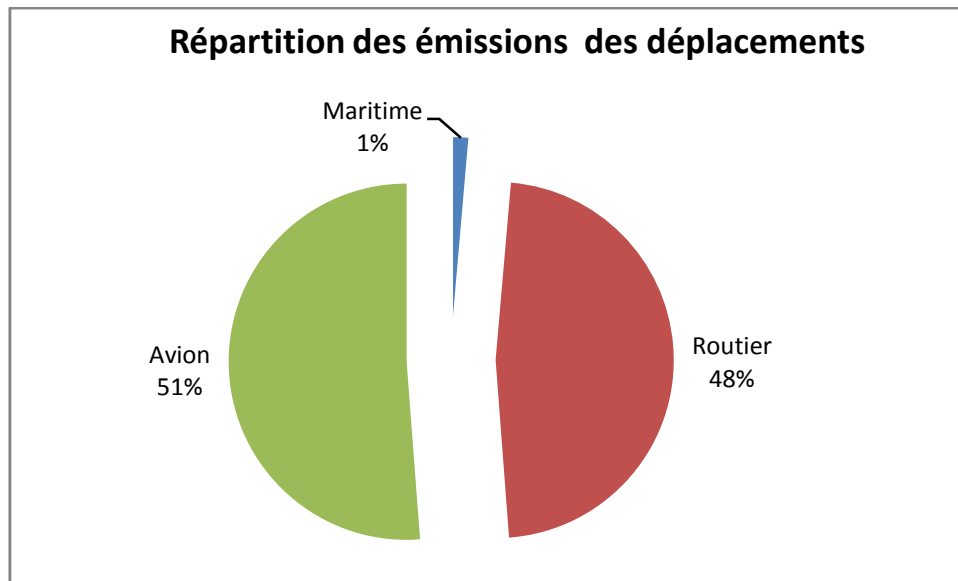


Figure 19 : Répartition des émissions liées aux déplacements de personnes

#### 4.8. Construction et voiries

Dans le poste construction et voiries sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées :

- A la construction de nouveaux bâtiments quelle que soit leur nature,
- A la construction de nouvelles routes sur le territoire,

On comptabilise ici « l'énergie grise » des matériaux c'est-à-dire l'énergie utile pour extraire puis transformer les matériaux de construction. Sont également comptabilisées les consommations de carburants d'un chantier.

Ces informations sont retranscrites dans les facteurs d'émissions spécifiques.

##### 4.8.1. Données et hypothèses prises en compte

L'approche utilisée pour déterminer les émissions liées aux constructions et voiries est une approche par les surfaces pour les bâtiments et par les longueurs de routes et chemins pour les voiries.

Pour obtenir ces données nous nous sommes appuyés sur les données disponibles concernant les permis des construire sur la base SITADEL (portail géomatique) pour l'année 2011.

Surface construite	Hébergement hôtelier	1 029	m <sup>2</sup>
	Bureaux	48 562	m <sup>2</sup>

Surface construite	Commerce	28 490	m <sup>2</sup>
	Artisanat	2 435	m <sup>2</sup>
	Bâtiment industriel	14 205	m <sup>2</sup>
	Exploitation agricole ou forestière	48 996	m <sup>2</sup>
	Entrepôt	27 128	m <sup>2</sup>
	Bât. service public ou d'intérêt collectif	76340	m <sup>2</sup>
	Logements	830533	m <sup>2</sup>
	Surface totale en construction	1 077 718	m <sup>2</sup>

En matière de voirie, une extraction de la Base Route Adresse® de l'IGN a été effectuée (Janvier 2009).

Voiries existantes	Chemin	645,83	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC1	
	Route empierrée	1 184,78	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC1	
	Route à 1 chaussée	5 698,91	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC4	
	Bretelle	45,41	km

	Classe de trafic routier correspondant	TC6	
	Route à 2 chaussées	35,68	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC4	
	Sentier	114,88	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC1	
	Piste cyclable	14,57	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC1	
	Escalier	10,40	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC1	
	Quasi-autoroute	165,69	km
	Classe de trafic routier correspondant	TC7	
	Hypothèse d'amortissement	15	ans

#### 4.8.2. Résultats

Source d'émission	Emissions
<b>Construction de locaux</b>	486 073,33 tCO <sub>2</sub> e
<b>Construction des routes</b>	377 356,43 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>	<b>863 430 tCO<sub>2</sub>e</b>

La construction de bâtiments émet un peu plus que la construction de voiries sur le territoire.

## 4.9. Déchets

Dans le poste déchets sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées :

- A l'incinération des déchets,
- Au recyclage des déchets,
- A la mise en décharges des déchets.

### 4.9.1. Données et hypothèses prises en compte

Les émissions de carbone de ce poste sont liées à la décomposition en carbone ou gaz à effets de serre comme le méthane des déchets lors de l'incinération ou de la biodégradation.

A défaut de facteurs d'émissions spécifiques, sont indiqués ci-dessous les facteurs d'émissions approchants qui ont été utilisés :

Le Projet de Plan révisé d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés fait le bilan des tonnages collectés et traités en 2008<sup>36</sup> :

Nature des déchets	Quantité	Type de traitement	Facteur d'émission
<b>FFOM (Fraction Fermentescible)</b>	100t	Valorisation	Déchets alimentaires compostés
Déchets verts	18 700 t	Mise en CET	Déchets alimentaires enfouis sans captage
Déchets verts	75 287 t	Valorisation	Déchets alimentaires compostés
Déchets verts	4 765 t	Incinération	Déchets alimentaires incinérés sans valorisation
<b>Ordures ménagères</b>	244 500 t	Mise en CET	Déchets alimentaires enfouis sans captage
<b>Encombrants (y compris gravats)</b>	107 900 t	Mise en CET	Métaux – toutes filières sauf recyclage (autres métaux courants)
<b>Encombrants (y compris gravats)</b>	8 350 t	Valorisation	Métaux – recyclage (autres métaux courants)
<b>DDM (Déchets Dangereux des ménages)</b>	40 t	Valorisation	Pas de facteur approchant
<b>Emballage (verre)</b>	6 900 t	Valorisation	Verre – Recyclage (verre flacons moyenne)
<b>Emballage (emballage)</b>	6 095 t	Valorisation	Plastique - Recyclage (plastique moyenne)
<b>Emballage (refus de tri)</b>	5 775 t	Mise en CET	Plastique enfouis - (plastique moyenne)
<b>Journaux Magazines</b>	9 785 t	Valorisation	Papier - Recyclage

<sup>36</sup> Projet de Plan révisé d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés du département de La Réunion, Juin 2011, p 45

Pour ce poste, il est « nécessaire de disposer des poids jetés par nature de matériau, quel que soit ce dernier »<sup>37</sup>. C'est pourquoi les données du PDEDMA ont été rapprochées d'un « matériau » disposant d'un facteur d'émission. Cet exercice n'a pu être réalisé pour les données du Plan Régional D'élimination Des Déchets Industriels Spéciaux (Predis) et des Déchets Autres Que Ménagers Et Assimilés (PREDAMA) en raison de la difficulté à attribuer des types de matériaux aux déchets.

Les émissions du poste Déchets sont donc intrinsèquement sous-estimées. Par ailleurs, les facteurs d'émissions n'ont pas été adaptés au contexte réunionnais.

#### 4.9.2. Résultats

Nature des déchets	Quantité	Emissions
<b>FFOM (Fraction Fermentescible)</b>	100t	11 tCO <sub>2</sub> e
Déchets verts	18 700 t	29 989 tCO <sub>2</sub> e
Déchets verts	75 287 t	8 164 tCO <sub>2</sub> e
Déchets verts	4 765 t	227 tCO <sub>2</sub> e
<b>Ordures ménagères</b>	244 500 t	392 097 tCO <sub>2</sub> e
<b>Encombrants (y compris gravats)</b>	107 900 t	2 927 tCO <sub>2</sub> e
<b>Encombrants (y compris gravats)</b>	8 350 t	227 tCO <sub>2</sub> e
<b>DDM (Déchets Dangereux des ménages)</b>	40 t	
<b>Emballage (verre)</b>	6 900 t	127 tCO <sub>2</sub> e
<b>Emballage (emballage)</b>	6 095 t	112 tCO <sub>2</sub> e
<b>Emballage (refus de tri)</b>	5 775 t	191 tCO <sub>2</sub> e
<b>Journaux Magazines</b>	9 785 t	119 tCO <sub>2</sub> e
<b>Total</b>		<b>434 250,96 tCO<sub>2</sub>e</b>

Les ordures ménagères représentent quasiment 100% des émissions de gaz à effet de serre du poste « déchets ».

<sup>37</sup> Manuel Territoire V6.1, p 114

#### 4.10. Fabrication des biens manufacturés

Dans ce poste, sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre engendrées par la fabrication de tout ce qui est amené à être consommé et donc jeté sur le territoire excepté pour les déchets alimentaires dont les émissions liées à la fabrication sont prises en compte dans l'onglet spécifique « Alimentation ».

##### 4.10.1. Données et Hypothèses utilisées

Ce poste utilise directement les données d'entrée du poste déchets pour effectuer le calcul des émissions.

##### 4.10.2. Résultats

Source d'émission	Emissions
<b>Métaux</b>	426 250 tCO <sub>2</sub>
<b>Plastique</b>	28 290 tCO <sub>2</sub>
<b>Verre</b>	10 120 tCO <sub>2</sub>
<b>Carton</b>	12 916 tCO <sub>2</sub>
<b>TOTAL</b>	<b>477 576,37 tCO<sub>2</sub></b>

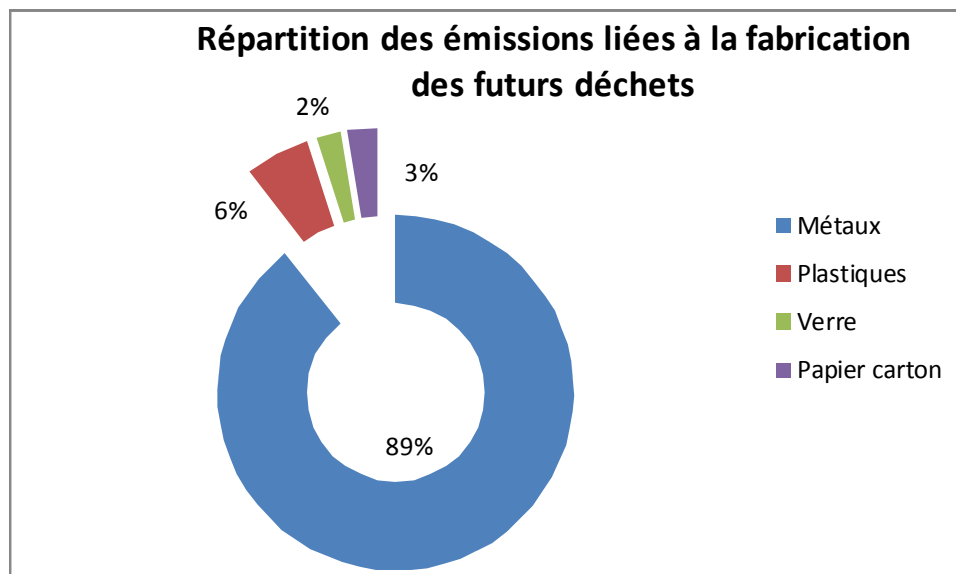


Figure 20 : Répartition des émissions liées à la fabrication des biens manufacturés

Les émissions liées au métal sont les plus importantes. En effet, la fabrication du métal, même recyclé, nécessite une quantité d'énergie importante qui génère des émissions de gaz à effet de serre.

De manière usuelle, ce poste est largement sous-estimé. En effet, les produits manufacturés complexes dans leur fabrication ont été écartés des déchets comptabilisés car ils sont mis en décharge et n'émettent pas de gaz à effet de serre. Toutefois, la production de ce type de bien est consommatrice d'énergie et émet beaucoup de gaz à effet de serre. Selon le bilan carbone Angers Loire Métropole, les émissions de carbone liées à la fabrication de biens de consommation se répartissent comme suit :

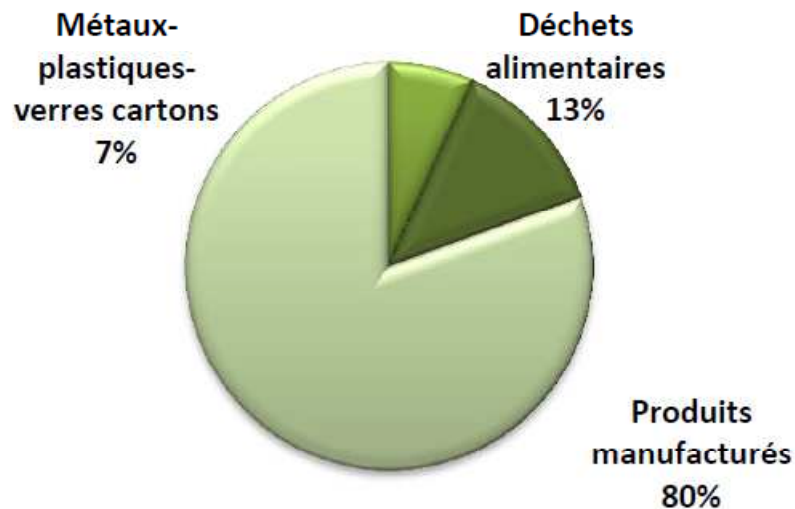


Figure 21 : Typologie de répartition des émissions liées à la fabrication des biens de consommation

D'après cette répartition, il faudrait ajouter 80% des émissions à ce poste pour prendre en compte les produits manufacturés. Ainsi, les émissions de ce poste deviennent :

Source d'émission	Emissions
<b>Métaux</b>	426 250 tCO <sub>2</sub> e
<b>Plastique</b>	28 290 tCO <sub>2</sub> e
<b>Verre</b>	10 120 tCO <sub>2</sub> e
<b>Carton</b>	12 916 tCO <sub>2</sub> e
<b>Produits manufacturés</b>	5 458 076 tCO <sub>2</sub> e
<b>TOTAL</b>	<b>5 935 652 tCO<sub>2</sub>e</b>

Bien que ce poste puisse doubler l'empreinte carbone du territoire, il est à considérer avec beaucoup de précautions et ne doit pas constituer une priorité d'action du fait :

- De son incertitude intrinsèque, chaque fabricant pouvant avoir un impact différent,
- Le territoire n'a pas beaucoup de levier pour faire évoluer l'impact environnemental des biens manufacturés.



### 4.11. Alimentation

Dans le poste alimentation sont prises en compte les émissions de gaz à effet de serre liées à la production de tout ce qui est consommé en vue de l'alimentation des habitants de la Réunion.

#### 4.11.1. Données et hypothèses prises en compte

L'approche a été effectuée à partir du nombre de repas pris chaque année sur le territoire. L'île de La Réunion comprenant 833 000 habitants (en 2010<sup>38</sup>), correspond à 608 090 000 repas par an à dominante végétale et poulet.

A noter que le poste « Agriculture » est aussi à vocation alimentaire. On peut estimer qu'il existe donc un double compte pour ces deux postes. En se rappelant que la part de culture est surtout attribuable à la culture de la canne, non alimentaire. Nous pouvons considérer que seul l'impact de l'élevage pourrait être double compté. L'AGRESTE 2010<sup>39</sup> donne les taux de couverture du marché local par les filières.

Dès lors, nous pouvons considérer que 26% des émissions de l'élevage bovin et 41% des émissions de l'élevage porcin et 46% des émissions de l'élevage de volaille ont été double comptées.

Bêtes	Taux de couverture du marché	Emissions liées à l'élevage	Emissions double comptées
Viande bovine fraîche, congelée, préparée ...	26%	52 400 tCO <sub>2</sub> e	13 624,01 tCO <sub>2</sub> e
Viande porcine fraîche, congelée, préparée ...	41%	14 537,77 tCO <sub>2</sub> e	5960,49 tCO <sub>2</sub> e
Volailles fraîches, congelées, préparées ...	46%	66 890,21 tCO <sub>2</sub> e	30769,50 tCO <sub>2</sub> e
<b>Total</b>			50 354 tCO <sub>2</sub> e

Le nombre de repas consommés sur le territoire émet chaque année **478 890 tCO<sub>2</sub>e**.

Il faut soustraire à ce total, les émissions double comptées.

#### 4.11.2. Résultats

L'alimentation émet chaque année **428 536 tCO<sub>2</sub>e**.

<sup>38</sup> Insee, RP 1990 à 2008, estimations de population 2009 et 2010, projection de population 2040.

<sup>39</sup> Agreste La Réunion - Données agricoles et rurales - Février 2010

## 5. Puits carbone

Les UTCF, Utilisation des Terres, leurs Changements et la Forêt, correspond à la prise en compte des puits de gaz à effet de serre à l'échelle d'un territoire. Les récoltes, les forêts et prairies, absorbent une partie des gaz à effet de serre produits.

L'IEGES<sup>40</sup> donne l'UTCFC pour l'année 2010 à hauteur de - **695 992 tCO<sub>2</sub>e**.

L'évolution des surfaces (déforestation, constructions sur des terres agricoles,...) peut largement réduire cette capacité d'absorption, ces UTCFC doivent donc être préservées dans le temps pour ne pas risquer d'augmenter l'impact carbone du territoire.

## 6. Incertitudes

La détermination des données d'activités peut être approchée lorsqu'il n'existe pas de mesure précise. De plus, les facteurs d'émissions sont des moyennes. Pour prendre en compte ces deux sources d'approximation, un pourcentage d'incertitude est calculé pour chaque donnée et pour chaque facteur d'émission.

L'incertitude globale est la prise en compte de ces deux incertitudes. Les résultats donnés dans cette étude sont arrondis et compris dans une fourchette plus ou moins importante selon la façon dont ont été obtenues les données.

Ci-dessous sont représentées les incertitudes globales des postes modélisés via l'outil Bilan Carbone®.

---

<sup>40</sup> Inventaire régional des émissions de gaz à effet de serre pour l'île de La Réunion, ARER, 2010, p 30.

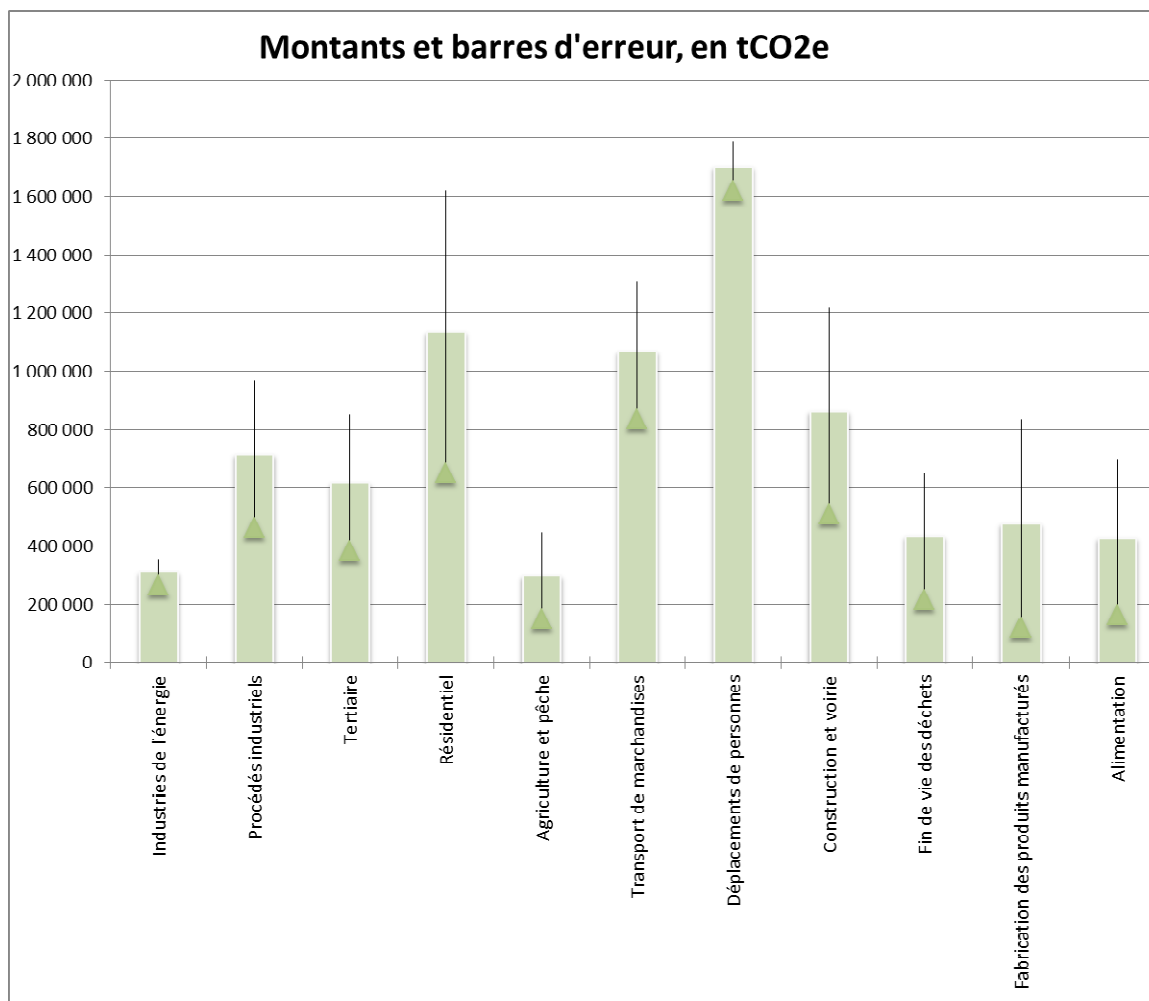


Figure 22 : Marges d'incertitudes par poste

L'incertitude moyenne du Bilan Carbone® du Conseil Général de La Réunion est de 38 %.

## 7. Vulnérabilité économique

Pour estimer la vulnérabilité économique du territoire à la hausse du prix de l'énergie, différentes simulations ont été faites :

- Scénario 1 : Prix du baril de pétrole passant de 100\$ à 150\$, **pourrait s'apparenter à un scénario à horizon 2020**
- Scénario 2 : Prix du baril de pétrole passant de 100\$ à 200\$
- Scénario 3 : Prix du baril de pétrole passant de 100\$ à 250\$, **pourrait s'apparenter à un scénario à horizon 2050.**
- Scénario 4 : Prix du baril de pétrole passant de 100\$ à 300\$

Le taux de change est fixé à 1,30 dollar par euro.

Les hypothèses suivantes ont été également exploitées :

- Le prix du gaz est impacté à 80% par le prix du baril,

- Le prix du charbon est impacté à 55% par le prix du baril,
- Le charbon représente 57% des intrants pour l'industrie de l'énergie,
- L'énergie intervient à hauteur de 20% dans les émissions de l'agriculture.

Le poste Industrie de l'Énergie apparaît ici en intégralité afin de souligner sa dépendance aux fluctuations des prix des énergies fossiles.

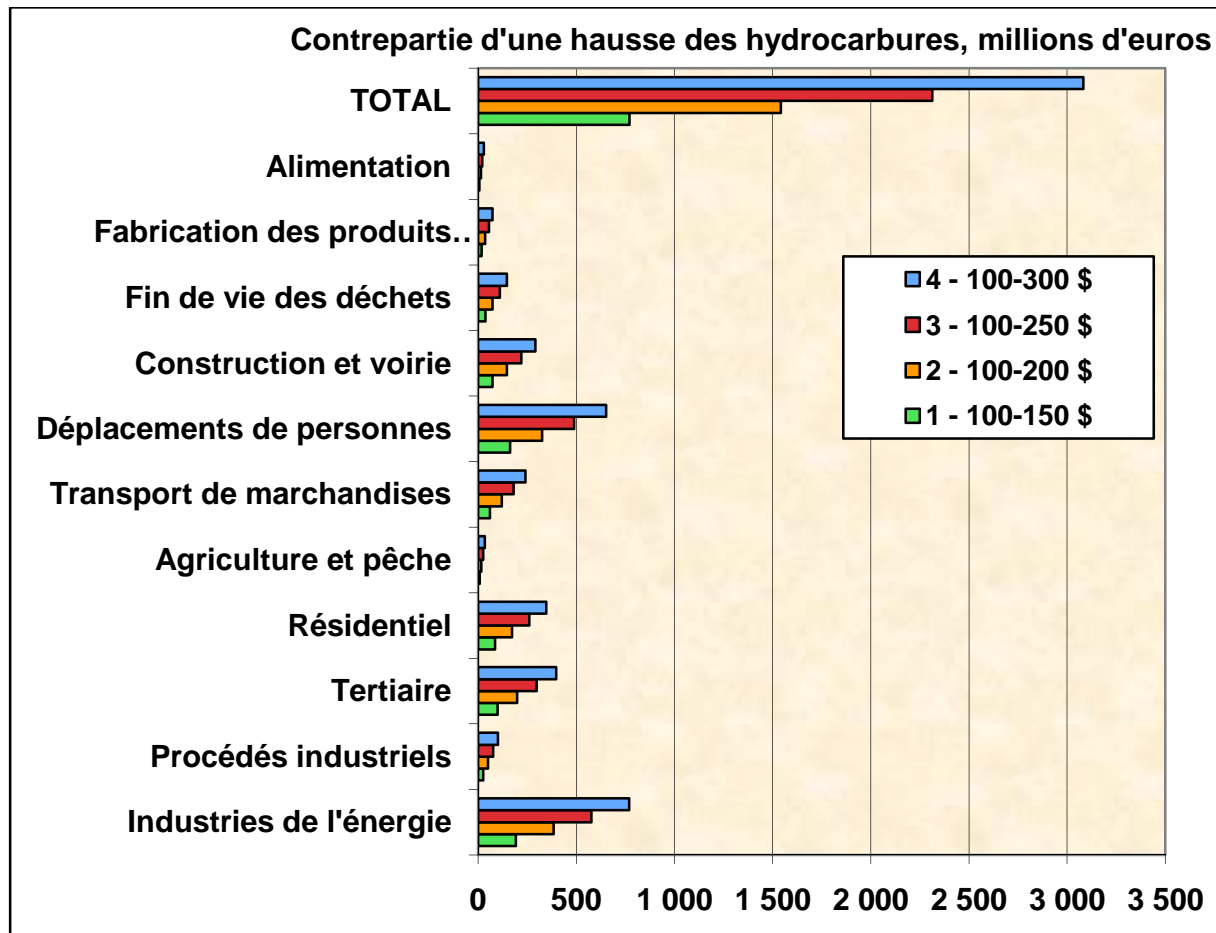


Figure 23 : Dépendance financière aux variations du prix des hydrocarbures

Ce graphique permet de mettre en avant l'importance pour La Réunion de trouver une alternative à la consommation d'énergies fossiles notamment dans la production d'électricité. En effet, selon les différents scénarios d'évolution du prix de l'énergie, les dépenses du territoire seront majorées de 771 à 3 083 millions d'euros.

Les postes qui souffriront le plus sont :

- L'industrie de l'énergie puisqu'elle est fortement dépendante du prix des énergies fossiles et donc par ricochet l'industrie, le secteur tertiaire et le budget électricité des ménages. On estime le surcoût à horizon 2020 à 192 millions d'euros.
- Le poste déplacement qui lui aussi est directement dépendant du prix du pétrole pour la détermination du prix du carburant. On estime le surcoût à horizon 2020 à 163 millions d'euros.

Néanmoins on peut relever que tous les secteurs seront sensibles à une variation du prix du baril de pétrole, directement ou indirectement.

## 8. Conclusion

Le Bilan Carbone Territoire de la Réunion fait apparaître que près de 72 % des émissions sont liées à 5 postes :

- Les déplacements de personnes sur le territoire (routier) ou en avion lors des déplacements extra-insulaires,
- Les consommations d'électricité par les ménages,
- Les consommations d'électricités dans les bâtiments tertiaires,
- Le transport de marchandises tant par voie routière que lors des approvisionnements en avion ou en bateaux.
- La construction et voirie dont l'impact est lié à la production des matériaux utilisés.

Au regard des capacités d'influence du Conseil Général sur ces postes mais aussi du potentiel de progrès, les axes de réflexion suivants ont été retenus :

- Les émissions liées à la production d'énergie,
- Des émissions directes et indirectes importantes liées au transport de marchandises par voie routière et aux déplacements de personnes également par voie routière,
- Des émissions liées aux consommations d'électricité des secteurs tertiaires et résidentiels.

Ce Bilan Carbone aura permis de faire émerger ces trois orientations majeures, qui alimenteront les ateliers thématiques du PCET, en vue d'identifier des pistes d'actions.

**L'objectif étant désormais d'identifier les actions permettant de répondre à l'enjeu : diviser par 4 les émissions de carbone d'ici à 2050.**