

RAPPORT NATIONAL D'INVENTAIRE
DES EMISSIONS DE GAZ A EFFETS DE SERRE
DE LA PRINCIPAUTE DE MONACO
1990-2015

*Au titre, de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les
Changements Climatiques et du Protocole de Kyoto*

Septembre 2017



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
RESUME ANALYTIQUE	9
EXECUTIVE SUMMARY	11
1. INTRODUCTION	15
1.1. Généralités sur les inventaires de gaz à effet de serre et les changements climatiques et informations complémentaires requises au titre de l'Article 7, paragraphe 1 du Protocole de Kyoto	15
1.1.1. Cadre général	15
1.1.2. Cadre de réalisation des inventaires des émissions de gaz à effet de serre	15
1.2. Système National d'Inventaire	16
1.2.1. Dispositions prises sur le plan institutionnel pour l'établissement de l'inventaire national	16
1.2.2. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification	16
1.2.2.1. Mise en œuvre	18
1.2.2.2. Entités extérieures	18
1.2.2.3. Contrôle qualité	18
1.2.2.4. Assurance qualité	20
1.3. Préparation des inventaires, collecte des données, traitement et archivage	23
1.3.1. Descriptif synthétique de la préparation des inventaires d'émission	23
1.3.2. Collecte	24
1.3.2.1. Secteur de l'Energie	25
1.3.2.2. Secteur de l'industrie	25
1.3.2.3. Secteur UTCATF	25
1.3.2.4. Secteur des déchets	26
1.3.3. Archivage	26
1.4. Généralité sur les Méthodologies de calculs d'émissions	26
1.4.1. Principe	26
1.4.2. Méthodes de calcul et facteurs d'émissions	27
1.4.3. Pouvoirs de réchauffement globaux	29
1.5. Catégories de sources clés	30
1.5.1. Catégories clés hors UTCATF	30
1.5.1.1. Catégories clés en 2015	30
1.5.1.2. Catégories clés en 1990	31
1.5.2. Catégories clés avec UTCATF	32
1.5.3. Améliorations	32
1.6. Evaluation générale des incertitudes	33
1.7. Evaluation générale du degré d'exhaustivité	33
1.7.1. Couverture temporelle	33
1.7.2. Territoire	33
1.7.3. Substances	33
1.7.4. Sources émettrices	34
1.7.4.1. Secteur de l'énergie	34
1.7.4.2. Processus industriels	34
1.7.4.3. UTCATF	34
1.7.4.4. Déchets	35
2. EVOLUTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	37
2.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2014	37
2.2. Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre	39
2.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre	41
2.4. Evolution des émissions par secteur	44
2.4.1. Secteur Energie	45
2.4.2. Secteur Procédés industriels	46
2.4.3. Secteur Déchets	47
2.4.4. Secteur UTCATF	48

2.5.	Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO ₂	49
3.	ENERGIE (SECTEUR 1 DU CRF)	53
3.1.	Caractéristiques générales du secteur	53
3.2.	Catégories sources 1A - Consommation de combustibles	54
3.2.1.	1A1a Production publique d'électricité et de chaleur.....	54
3.2.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	56
3.2.1.2.	Incinération des déchets solides et des boues d'épuration	56
3.2.1.3.	Déchets incinérés.....	60
3.2.1.4.	Boues d'épuration des eaux incinérées	68
3.2.1.5.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel.....	70
3.2.2.	1A1b Raffinage du pétrole	74
3.2.3.	1A1c Manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie	74
3.2.4.	1A2 Industries manufacturières.....	74
3.2.5.	1A3 Transports	75
3.2.5.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	76
3.2.5.2.	Bilan énergétique.....	79
3.2.5.3.	1A3a Aviation domestique.....	83
3.2.5.4.	1A3b Transport routier	87
3.2.5.5.	1A3c Chemins de fer	99
3.2.5.6.	1A3d Navigation (domestique).....	100
3.2.5.7.	1A3e Autres modes de transport.....	104
3.2.6.	1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel.....	105
3.2.6.1.	Description générale des catégories sources	107
3.2.6.2.	Méthodologies d'estimation des émissions	110
3.2.6.3.	Incertitudes et degré d'exhaustivité.....	110
3.2.6.4.	Cohérence des séries temporelles.....	111
3.2.6.5.	Recalculs	111
3.2.6.6.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique	111
3.2.6.7.	Améliorations	112
3.2.7.	1A4c Agriculture, forêts, pêches	112
3.2.8.	1A5 Divers	112
3.3.	Catégories sources 1B - Emissions fugitives à partir des combustibles	113
3.3.1.1.	1B1 Emissions fugitives à partir des combustibles solides	114
3.3.1.2.	1B2a Emissions fugitives à partir des combustibles liquides	114
3.3.1.3.	1B2b Emissions fugitives de gaz naturel	114
3.3.1.4.	1B2c Emissions due aux torchères et au venting.....	119
3.4.	Catégories sources 1C - Transport, injection et stockage géologique du CO ₂	120
3.5.	1D - Memo Items.....	121
3.5.1.	Soutes internationales - 1D1 International Bunkers	121
3.5.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie	122
3.5.1.2.	Répartition générale de la consommation énergétique.....	122
3.5.1.3.	Aviation internationale (1.D.1.a)	124
3.5.1.4.	Navigation internationale (1.D.1.b)	126
4.	PROCEDES INDUSTRIELS (SECTEUR 2 DU CRF)	129
4.1.	Caractéristiques générales du secteur	129
4.2.	Catégories sources	131
4.2.1.	Catégories sources 2A – Industrie Minière	131
4.2.2.	Catégories sources 2B – Industrie Chimique.....	131
4.2.3.	Catégories sources 2C – Industrie Métallurgique	131
4.2.4.	Catégories sources 2D – Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation des solvants	131
4.2.5.	Catégories sources 2E – Industrie Electronique	133
4.2.6.	Catégories sources 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone	134

4.2.6.1.	Méthodologie de calcul	135
4.2.7.	Catégories sources 2G – Autres usages et fabrication de produits	148
4.2.8.	Catégories sources 2H – Autres	149
4.3.	Méthode d'estimation des émissions	150
4.3.1.	Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO ₂ dues à l'épandage d'enrobés bitumeux	150
4.3.2.	Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO ₂ dues à des activités de nettoyage à sec de vêtements	150
4.3.3.	Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO ₂ dues à des activités d'imprimerie	150
4.3.4.	Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO ₂ dues à des activités de peinture	151
4.3.5.	Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO ₂ dues à des opérations de préservation du bois par des entreprises de menuiserie	151
4.3.6.	Calcul des émissions annuelles de HFC et PFC dues à la climatisation domestique et à la réfrigération commerciale	151
4.3.7.	Calcul des émissions annuelles de HFC-134 dues à la réfrigération domestique	152
4.3.8.	Calcul des émissions annuelles de SF ₆ utilisé dans les appareillages électriques	152
4.3.9.	Calcul des émissions annuelles de SF ₆ utilisé dans les accélérateurs de particules à usage médical	152
4.3.10.	Calcul des émissions annuelles de NO ₂ utilisé pour des applications médicales	153
4.4.	Cohérence temporelle des séries	154
4.5.	Incertitude et degré d'exhaustivité	155
4.6.	Contrôle qualité spécifique à la source et vérifications	156
4.6.1.	La collecte des données sources auprès des interlocuteurs concernés	156
4.6.2.	Le calcul des émissions associées	157
4.6.3.	L'archivage des données	157
4.7.	Recalculs et améliorations réalisées	157
4.8.	Améliorations planifiées	158
5.	AGRICULTURE (SECTEUR 3 DU CRF)	159
6.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE - UTCATF (SECTEUR 4 DU CRF)	161
6.1.	Caractéristiques du secteur	161
6.2.	Définitions et système de classification d'utilisation des terres	163
6.3.	Information sur les approches utilisées pour représenter le territoire	164
6.3.1.	Variation du stock de Carbone	164
6.3.2.	Perte de biomasse due à l'élagage et à l'élimination des déchets verts	166
6.3.3.	Utilisation de fertilisant	166
6.4.	Catégorie 4E- Etablissements	167
6.4.1.	Description	167
6.4.2.	Questions méthodologiques	167
6.4.2.1.	Variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres	167
6.4.2.2.	Emissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts	169
6.5.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles	171
6.6.	AQ/CQ et vérification spécifique à la catégorie	171
6.7.	Recalculs spécifiques au secteur	171
6.7.1.	Recalculs pour l'estimation des variations du stock de carbone	171
6.7.2.	Recalculs pour l'utilisation d'engrais	172
6.7.3.	Bilan des évolutions de calculs	172
6.7.4.	Références	173
7.	DECHETS (SECTEUR 5 DU CRF)	175
7.1.	Caractéristiques du secteur	175
7.2.4.1.	Description de la catégorie source	176
7.3.	Méthode d'estimation des émissions	179
7.3.1.	Emissions de méthane (CH ₄)	179
7.3.2.	Emissions d'Oxyde d'azote (N ₂ O)	180
7.3.3.	Emissions de composé organique volatil non méthanique (COVNM)	182
7.4.	Données d'activités	182

7.4.1.	Détermination des matières organiques totales dans les eaux usées pour les voies de traitement	
(a)	rejet direct en mer (TOW _a) et (b) traitement aérobique (TOW _b)	182
7.4.1.1.	Volumes des eaux traitées et non traitées	182
7.4.1.2.	DBO5 annuelle	184
7.4.1.3.	Détermination des du facteur de correction du méthane (MCF) du procédé de traitement des eaux usées	185
7.5.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles	186
8.	AUTRES SECTEURS	187
9.	EMISSIONS INDIRECTES DE CO ₂ ET D'OXYDES NITREUX	188
10.	NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS	189
10.1.	Explications et justifications concernant les nouveaux calculs	189
10.2.	Recalculs - comparaison pour les années de références et 2014	191
10.3.	Implications sur les niveaux d'émissions	192
10.4.	Implications sur les tendances	193
10.5.	Améliorations planifiées	193
11.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE – PROTOCOLE DE KYOTO (MODULE KP-LULUCF DU CRF)	200
11.1.	Informations générales	200
11.2.	Informations spécifiques aux activités	200
11.3.	Article 3.3	200
11.4.	Article 3.4	200
11.5.	Information relative à l'article 6	200
12.	INFORMATIONS SUR LES UNITES DE REDUCTION DES EMISSIONS, LES UNITES DE REDUCTION CERTIFIEE DES EMISSIONS, LES UNITES DE REDUCTION CERTIFIEE DES EMISSIONS TEMPORAIRES, LES UNITES DE REDUCTION CERTIFIEE DES EMISSIONS DE LONGUE DUREE, LES UNITES DE QUANTITE ATTRIBUEE ET LES UNITES D'ABSORPTION	201
12.1.	Description du registre national	201
12.2.	Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF	202
12.3.	Notifications et erreurs	202
12.4.	Informations accessibles au public	202
12.5.	Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement	202
12.6.	Calcul de la réserve pour la période d'engagement	203
12.7.	Comptabilisation du secteur UTCATF	203
13.	MODIFICATIONS APPORTEES AU SYSTEME NATIONAL	204
13.1.	Nom et coordonnées du responsable du système national d'inventaire désigné par la Partie	204
13.2.	Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire	205
14.	MODIFICATIONS APPORTEES AU REGISTRE NATIONAL	207
15.	INFORMATION SUR LA MINIMISATION DES EFFETS ADVERSES SUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT DES POLITIQUES ET MESURES MISES EN ŒUVRE PAR LA PRINCIPAUTE DE MONACO (ARTICLE 3 PARAGRAPHE 14 DU PROTOCOLE DE KYOTO)	209
15.1.	Description des effets potentiels des politiques et mesures nationales	209
15.2.	Ressources financières et transfert de technologie	209
15.3.	Changements relatifs à la minimisation des effets adverses sur les pays en développement des politiques et mesures mises en œuvre par la Principauté de Monaco (article 3 paragraphe 14 du Protocole de Kyoto)	210
16.	AUTRES INFORMATIONS	211
17.	ANNEXE 1 ANALYSE DES CATEGORIES PRINCIPALES	212
18.	ANNEXE 2 TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES	217

19.	ANNEXE 3 METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES.....	220
19.1.	Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets.....	220
19.1.1.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des déchets solides.....	220
19.1.1.1.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	220
19.1.1.2.	Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle	221
19.1.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des boues d'épuration.....	222
19.1.2.1.	Calcul des émissions annuelles de CH ₄ et de N ₂ O.....	222
19.1.2.2.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	222
19.2.	Annexe 3.B Transport (1A3)	223
19.2.1.	Transport routier (1.A.3.b)	223
19.2.1.1.	Catégories de véhicules (classification IPCC)	223
19.2.1.2.	Types de carburant utilisés.....	223
19.2.1.3.	Calcul de la distance parcourue par type de carburant.....	224
19.2.1.4.	Formule générale de calcul des émissions annuelles des gaz à effet de serre.....	225
19.2.1.5.	Calcul des émissions annuelles des gaz à effet de serre par combustion	226
19.2.2.	Navigation nationale (1A3d).....	236
19.2.2.1.	Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d)	236
19.2.2.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel	236
19.3.	Annexe 3.C Autres secteurs du domaine de l'énergie -(1A4) a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel.....	244
19.3.1.1.	Fioul domestique	244
19.3.1.2.	Gaz naturel.....	245
20.	ANNEXE 4 BALANCE ENERGETIQUE NATIONALE	248
21.	ANNEXE 5 INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES.....	251
21.1.	Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.	251
21.1.1.	Service instructeur.....	251
21.1.2.	Inventaire national:	251
21.1.2.1.	Point de contact.....	251
21.1.2.2.	Auteurs	251
21.1.3.	Registre national d'inventaire	251
21.1.4.	Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les ChangementsClimatiques :252	
21.1.5.	Autres entités	252
21.1.5.1.	Processus d'assurance qualité - contrôle qualité	252
21.2.	Tableaux CRF SUMMARY 2.....	253
21.2.1.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 1990	254
21.2.2.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2015	255

RESUME ANALYTIQUE

Ce rapport présente, pour la période 1990 – 2015, les données de la Principauté de Monaco relatives aux émissions des différents gaz à effet de serre retenus au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Il s'agit principalement des six gaz à effet de serre direct : dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), protoxyde d'azote (N_2O), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF_6). Le trifluorure d'azote (NF_3) n'est pas utilisé à Monaco.

Des données ont également été reportées sur les quatre gaz à effet de serre indirect : le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (NMVOC) et le monoxyde de carbone (CO).

Conformément aux lignes directrices 2006, l'inventaire des sources et la qualité des émissions sont en amélioration continue. Une incertitude globale de 9,35% a été estimée par une méthode de niveau 1 pour l'ensemble de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en 2015.

Les émissions de gaz à effet de serre direct (exprimées en équivalent CO_2) se situent pour l'année 2015 -17,72% en dessous de celles de 1990, hors secteur de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres (UTCATF).

En valeur recalculée, les émissions de la Principauté de Monaco sont passées de 99,31 kt d'équivalent CO_2 pour l'année 1990 à 81,71 kt d'équivalent CO_2 en 2015, hors secteur UTCATF.

En incluant le secteur UTCATF, les émissions sont passées de 99,31 kt d'équivalent CO_2 pour l'année 1990 à 81,78 kt d'équivalent CO_2 en 2015.

Dans l'ensemble, les émissions globales ont augmenté de 1990 à 2000, année pour laquelle la valeur maximale de 107,84 kt d'équivalent CO_2 a été atteinte. Cette augmentation a été suivie d'une tendance décroissante jusqu'en 2015. La valeur très basse de 2006 s'explique par un arrêt de l'usine d'incinération des ordures ménagères lors de la mise à niveau de son système d'épuration des fumées. On observe par la suite une hausse des émissions entre 2012 et 2013 et une forte diminution en 2014.

La contribution des différents gaz à effet de serre est la suivante pour 2015 (en % des émissions en équivalent CO_2 hors UTCATF) : CO_2 84,11% ; HFC et PFC 7,35%, N_2O 4,60% et CH_4 3,81%.

L'énergie, avec 87,64 % des émissions totales en équivalent CO_2 hors UTCATF en 2015, occupe le premier rang des catégories de sources émettrices à Monaco au sens de la classification de la CCNUCC devant les procédés industriels, avec 8,68% et les déchets avec 3,68%.

Par rapport à 1990, les contributions relatives des déchets et des procédés industriels ont fortement augmenté, alors que celle de l'énergie a diminué.

Parmi les catégories clés, les émissions de CO_2 du transport routier représentent environ 26,5% des émissions totales et la combustion de carburants liquides par le secteur de l'industrie environ 24,3%. Ces deux secteurs sont à l'origine de plus de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Entre 1990 et 2015, les émissions des gaz à effet de serre indirect sont orientées à la baisse pour les quatre gaz visés. Cette baisse exprimée en masse est de 54% pour le dioxyde de soufre, de 72% pour le monoxyde de carbone, de 46% pour les composés organiques volatils non méthaniques et de 46% pour les oxydes d'azote.

Concernant le secteur KP-LULUCF, aucune activité susceptible d'être reportée n'existe en Principauté de Monaco.

EXECUTIVE SUMMARY

Data on different greenhouse gases emissions, held under the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), are submitted within this report for the Principality of Monaco over the period 1990-2015.

Six direct greenhouse gases are taking into consideration: carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulfur hexafluoride (SF₆). Nitrogen trifluoride (NF₃) is not used in Monaco.

Data have also been reported for 4 indirect greenhouse gases: sulfur dioxide (SO₂), nitrogen oxide (NO_x), non-methane volatile organic compounds (NMVOC) and carbon monoxide (CO).

In accordance with the 2006 IPCC Guidelines the sources inventory and the estimates quality are in continuous improvement. An overall uncertainty of 9.35% (corresponding to a standard deviation) has been estimated for the whole inventory in 2015.

Direct greenhouse gases emissions (in CO₂ equivalents) are, for 2015, 17.72% below to those reported in 1990, without taking into account the sector of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF).

In recalculated value, the Principality of Monaco's emissions moved from 99.31 kt CO₂ equivalent for the year 1990 to 81.71 kt CO₂ equivalent in 2015, excluding LULUCF. With LULUCF, emissions moved from 99.31 kt CO₂ equivalent for the year 1990 to 81.78 kt CO₂ equivalent in 2015

Global emissions have increased from 1990 to 2000, for which the maximum value of 107.84 kt of CO₂ equivalent has been reached. This increase was followed by a decreasing trend until 2015. The very low value of 2006 is due to an interruption of the household waste incineration plant during its gas cleaning system's upgrade. Thereafter there was an increase in emissions between 2012 and 2013 and an important decrease in 2014.

In 2015, the contribution of different greenhouse gases (in % of emissions in CO₂eq excluding LULUCF) is estimated at 84.11% for CO₂; for HFCs and PFCs at 7.35%, at 4.60% for N₂O and for CH₄ at 3.81%.

In 2015, the Energy sector, representing 87.64% of total emissions in CO₂eq (excluding LULUCF), ranks first category of emitting sources in Monaco as defined in the classification of the UNFCCC while industrial processes sector represent 8.68% and waste sector 3.68 % of total emissions.

Compared to 1990, the relative contributions of waste and industrial processes sectors have greatly increased, while the energy's one decrease.

Among the key categories, the CO₂ emissions from road transport sector account for approximately 26.5 % of total emissions and the combustion of liquid fuels in the industrial sector account for approximately 24.3 %. These two sectors are responsible for around half of emissions of the Principality of Monaco.

Between 1990 and 2015, emissions of indirect greenhouse gases are decreasing for the 4 gases. This decrease, expressed as mass, is of 94% for sulfur dioxide, 72% for carbon monoxide, 46% for non-methane volatile organic compounds and 46.6% for the nitrogen oxides.

Regarding KP-LULUCF sector, none activity is likely to be carried there for the Principality of Monaco.

PARTIE 1 : INVENTAIRE ANNUEL DES EMISSIONS

1. INTRODUCTION

1.1. Généralités sur les inventaires de gaz à effet de serre et les changements climatiques et informations complémentaires requises au titre de l'Article 7, paragraphe 1 du Protocole de Kyoto

1.1.1. Cadre général

Les connaissances scientifiques actuelles ont confirmé que le réchauffement du climat est sans équivoque et que les changements observés sont sans précédent depuis des décennies. Aujourd'hui, il est également établi avec certitude que les activités humaines sont la cause principale du réchauffement observé.

Les conséquences du réchauffement planétaire sont nombreuses. S'il vient directement à l'esprit les impacts environnementaux tels que l'augmentation des températures, la modification du régime des pluies, l'élévation du niveau des mers ou l'augmentation des fréquences des catastrophes naturelles, de nombreux autres bouleversements sont à attendre sur nos modes de vie.

2°C de réchauffement planétaire, c'est le seuil limite que se sont fixés les pays lors de la conférence de Copenhague de 2009 (COP15) afin d'éviter toute interférence dangereuse avec le climat.

Aujourd'hui on estime aussi que cette limite ne garantit pas de changements irrévocables, qui pourraient intervenir même pour un réchauffement supérieur à 1,5 °C. Afin ne pas dépasser ces seuils, les émissions de gaz à effet de serre devront être réduites de 40 % à 70 % d'ici à 2050, voire de 80 % à 90 % si l'on souhaite contenir le réchauffement au seuil de 1.5°C.

Cette prise de conscience internationale des risques liés aux changements climatiques, s'est traduite, dès 1992, par la création de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), lors du sommet de la terre qui s'est tenu Rio de Janeiro.

1.1.2. Cadre de réalisation des inventaires des émissions de gaz à effet de serre

La Principauté de Monaco a adhéré à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques faite à New York le 9 mai 1992 et elle a ratifié cette Convention (Ordonnance Souveraine n° 11.260 du 9 mai 1994).

Lors du dépôt de l'instrument de ratification, la Principauté de Monaco a déclaré qu'en accord avec le sous-paragraphe g de l'Article 4.2 de la Convention elle souhaitait être liée par les dispositions des sous-paragraphe a et b de cet article.

Lors de la Conférence des Parties en décembre 1997 à Kyoto, Monaco a été officiellement porté au nombre des pays figurant dans l'Annexe I de la Convention.

En 1997, les pays signataires de la CCNUCC ont établi à Kyoto le premier accord juridiquement contraignant qui fixait des objectifs de réduction des émissions de GES. Cet accord devait permettre sur la période 2008-2012 a termes de diminuer de 5.2% la production les émissions de GES CO₂ et 4 autres gaz polluants dans les pays industrialisés, par rapport à l'année de référence de 1990,

Par la Loi n° 1.308 du 28 décembre 2005, S.A.S. le Prince Albert II a approuvé la ratification, par la Principauté de Monaco, du Protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adopté le 11 décembre 1997 et entré en vigueur le 27 février 2006.

En application de ses engagements pris dans le cadre de la Convention, la Principauté de Monaco a transmis, en octobre 1994, au Secrétariat de la Convention un premier rapport sur ses émissions de gaz à effet de serre pour l'année 1993. Un second rapport national a été établi en avril 1997 et a également été transmis au Secrétariat de la Convention. Ce rapport était essentiellement constitué par un inventaire des gaz à effet de

serre émis à Monaco en 1996. Un troisième rapport national a été transmis au Secrétariat de la Convention en juillet 1998. Ce rapport présentait l'inventaire des gaz à effet de serre émis à Monaco pendant les années 1990 à 1996 incluse.

Depuis, des Rapports Nationaux d'Inventaires, présentant l'inventaire des gaz à effet de serre émis à Monaco, ont été transmis annuellement jusqu'en 2014 correspondants au dernier rapport de la première période d'engagement 2008-2012.

Monaco est le premier pays figurant à l'Annexe 1 à avoir déposé ses instruments d'acceptation des amendements de Doha instituant la deuxième période du Protocole de Kyoto, le 27 décembre 2013.

Pendant cette période de 8 ans, Monaco a fixé l'objectif de maintenir ses émissions à 22 % en moyenne en dessous de celles de 1990 avec l'objectif de 30 % de réduction à l'horizon 2020.

Par la Loi n° 1.432 du 12 octobre 2016, S.A.S. le Prince Albert II a approuvé la ratification, par la Principauté de Monaco, de l'Accord de Paris à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adopté le 12 décembre 2015 et entré en vigueur le 4 novembre 2016.

Le présent rapport est le troisième rapport d'inventaire de la seconde période d'engagement du Protocole de Kyoto (2013-2020).

1.2. Système National d'Inventaire

1.2.1. Dispositions prises sur le plan institutionnel pour l'établissement de l'inventaire national

La Direction de l'Environnement qui dépend du Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme est le Service Administratif en charge de la planification, de l'établissement et de la gestion des inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre à Monaco dans le cadre du système national prévu en application du paragraphe 1 de l'Article 5 du Protocole de Kyoto.

La Direction de l'Environnement aide à la définition et met en œuvre la politique du Gouvernement dans les domaines du développement durable et de l'environnement, en particulier en matière de climat.

Aussi, la Direction de l'Environnement assure l'établissement des Communications Nationales et des rapports biennaux, la mise en œuvre du registre national d'inventaire et le respect des obligations de reporting, de réponse aux audits, et des processus d'évaluation internationale et de l'examen (IAR) et d'évaluation multilatérale (MA).

La soumission du rapport national d'inventaire se fait par l'intermédiaire du Point Focal National dépendant du Département des Relations Extérieures et de la Coopération – Direction des Affaires Internationales.

1.2.2. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification

La Direction de l'Environnement conduit un Plan d'Assurance Qualité (AQ) – Contrôle Qualité (CQ) dans le cadre de l'établissement de l'inventaire national, et a établi pour ce faire des procédures de contrôle qualité.

Ce plan est établi conformément et sur la base du chapitre 6 des lignes directrices 2006 du GIEC relatives à assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification.

Définitions

Contrôle qualité : Le Plan de contrôle qualité (CQ) a pour objectif la mise en œuvre de mesures, destinées à mesurer et à contrôler la qualité de l'inventaire national pendant son élaboration par un système d'activités techniques systématiques.

La mise en œuvre de ce plan est établie afin de :

- De fournir des vérifications systématiques et cohérentes pour garantir l'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité des données ;
- D'identifier et rectifier les erreurs et omissions ;
- De documenter et archiver le matériel des inventaires et consigner toutes les activités CQ.

Les activités de Contrôle de la qualité (CQ) incluent des méthodes générales, telles que des contrôles de l'exactitude des données et des calculs et l'utilisation de procédure standard approuvée pour les calculs d'émissions, les mesures, l'estimation des incertitudes, l'archivage des informations et la présentation de l'inventaire. Les activités CQ de niveau supérieur incluent des examens techniques des données sur les catégories de source, activités et facteurs d'émission, et des méthodes.

Assurance Qualité : les activités d'Assurance de la qualité (AQ) incluent un système planifié de procédures d'examen mises en œuvre par des personnes n'ayant pas participé directement à la compilation ou au développement de l'inventaire. Les activités d'AQ sont réalisées pour un inventaire terminé à la suite de la mise en œuvre des procédures CQ. Les examens vérifient que les objectifs de qualité relatifs aux données ont été atteints, que l'inventaire représente les meilleures estimations possible des émissions et des absorptions dans l'état actuel des connaissances scientifiques et des données disponibles, et ils sont complémentaires au programme CQ.

La mise en place de du processus de contrôle qualité et d'assurance qualité a pour objectif de garantir que l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre de la Principauté de Monaco réponde aux caractéristiques formulées dans les « Lignes directrices du GIEC-2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre », à savoir :

- **exhaustivité** (completeness) : toutes les sources entrant dans le périmètre défini par l'inventaire doivent être traitées ;
- **cohérence** (consistency) : les séries doivent être homogènes au fil des années ;
- **exactitude / incertitude** (accuracy / uncertainty) : les estimations doivent être aussi exactes que possible compte tenu des connaissances du moment. Ces estimations ne pouvant pas toujours être très précises compte tenu de la complexité des phénomènes mis en jeu et des difficultés à les mesurer ou les modéliser, elles doivent être accompagnées des incertitudes associées ;
- **transparence (transparency)** : les méthodes et les données utilisées doivent être clairement explicitées pour pouvoir être évaluées dans le cadre de la validation et de la vérification. En conséquence, la traçabilité des données est indispensable. Les données doivent être enregistrées et accessibles. Cette caractéristique est également très utile pour la mise à jour ou la comparaison des inventaires ;
- **comparabilité (comparability)** : l'inventaire de Monaco doit autant que possible pouvoir être comparé aux inventaires des autres pays. Cette comparaison peut porter sur les aspects géographiques et temporels aussi bien que sur les sources prises en compte (mêmes sources, mêmes méthodologies dans le même espace-temps). Cette qualité requiert généralement une adéquation avec les autres qualités citées ci-dessus et l'utilisation de référentiels identiques ou au moins compatibles ;
- **confidentialité (confidentiality)** : le respect de certaines règles légales ou contractuelles peut éventuellement limiter l'accès à certaines informations. Les données communiquées dans l'inventaire national doivent respecter les règles de confidentialité qui sont éventuellement définies.
- **ponctualité (timeliness)** : le dispositif d'élaboration de l'inventaire national doit permettre de produire celui-ci dans les délais requis.

1.2.2.1. Mise en œuvre

L'Assurance Qualité (AQ) est réalisée par la Division Energie – Climat – Activités Urbaines (ECAU) de la Direction de l'Environnement, en charge de la réalisation de l'inventaire.

Le Contrôle Qualité est assuré par la Division Soutien – Indicateur – Synthèse (SIS) de la Direction de l'Environnement, ainsi que par des entités extérieures missionnées à cette effet.

L'approbation des rapports nationaux d'inventaire est assurée par le Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme en sa qualité de Ministère de tutelle

1.2.2.2. Entités extérieures

Dans le cadre de la réalisation de l'inventaire 2017, la Direction de l'Environnement s'est appuyée sur une entité extérieure afin de contribuer au processus d'AQ/CQ dans la réalisation de cet inventaire.

CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique).

Le CITEPA est l'organisme chargé de l'établissement de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France.

L'expertise du CITEPA est mise à contribution sur deux aspects des processus d'AQ/CQ.

- Une mission de conseil à la préparation des inventaires en particulier l'application des nouvelles méthodologies de calcul (AQ).
- Une mission de vérification des méthodologies mise en œuvre (CQ).

Il est à noter qu'au cours de l'année 2005 et de l'année 2009, le CITEPA a effectué une mission d'assistance et de conseil concernant les émissions de gaz à effet de serre de la Principauté de Monaco.

Lors de ces missions, les inventaires annuels élaborés par Monaco ont été vérifiés et des prescriptions ont été formulées par cette entité experte indépendante dans le but d'améliorer la qualité et la pertinence des inventaires monégasques.

A la suite de ces prestations de service, des rapports confidentiels ont été remis à la Direction de l'Environnement.

Le CITEPA réalise une nouvelle mission d'assistance et de conseil en 2017. Les éventuelles prescriptions seront prises en compte dans le rapport national d'inventaire 2017, ou à défaut 2018.

1.2.2.3. Contrôle qualité

La Division Energie-Climat-Activités Urbaines (ECAU) a établi un plan général de contrôle qualité qui doit permettre d'assurer l'exactitude, la cohérence, et la traçabilité requise pour les rapports nationaux d'inventaires.

Les tâches de contrôle qualité sont majoritairement assurées par la Division ECAU, mais elles peuvent, en cas de besoin, être confiées aux entités extérieures.

Le contrôle qualité est assuré aux différents niveaux d'établissement des éléments d'inventaire

- Un contrôle qualité dans le cadre du traitement des données.
- Un contrôle de la cohérence entre les données traitées, le RNI et le reporting au sein du CRF reporter.
- Des corrections à l'issue des revues d'inventaires et les éventuelles modifications à apporter sur le traitement des données ou les méthodologies.
- L'intervention des entités extérieures sur le processus de contrôle qualité.

- La traçabilité et l'archivage des éléments issu du processus d'établissement d'inventaire.

Procédures générales de niveau 1 pour l'établissement des inventaires

Activité CQ		Procédures
1	Vérifier que les hypothèses et critères pour la sélection des données sur les activités et les facteurs d'émission sont documentés.	Comparer les descriptions des données sur les activités et les facteurs d'émission à l'information sur les catégories de source et s'assurer qu'elles sont consignées et archivées correctement.
2	Vérifier l'absence d'erreur de transcription dans les entrées de données et les références.	Confirmer que les références bibliographiques sont citées correctement dans la documentation interne. Vérifier par recoupement un échantillon de données d'entrée pour chaque catégorie de source (mesures ou paramètres utilisés pour le calcul) afin de rechercher des erreurs de transcription.
3	Vérifier que les émissions sont calculées correctement	Reproduire un échantillon représentatif des calculs d'émissions. Simuler sélectivement des calculs d'un modèle complexe à l'aide de calculs abrégés pour évaluer l'exactitude relative.
4	Vérifier que les paramètres et les unités d'émission sont consignés correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés.	Vérifier que les unités sont étiquetées correctement dans les feuilles de calculs. Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs. Vérifier que les facteurs de conversion sont corrects. Vérifier que les facteurs d'ajustement temporel et spatial sont utilisés correctement.
5	Vérifier l'intégrité des fichiers de la base de données.	Confirmer que les phases de traitement des données appropriées sont représentées correctement dans la base de données. Confirmer que les relations entre les données sont représentées correctement dans la base de données. Vérifier que les champs de données sont étiquetés correctement et indiquent les spécifications de conception correctes. Vérifier que la documentation appropriée de la base de données et la structure et le fonctionnement du modèle sont archivés.
6	Vérifier la cohérence des données entre les catégories de source.	Identifier les paramètres (données sur les activités, constantes, etc.) communs à plusieurs catégories de source et confirmer la cohérence des valeurs utilisées pour ces paramètres dans les calculs d'émissions
7	Vérifier que le mouvement des données d'inventaires entre les phases de traitement est correct.	Vérifier que les données sur les émissions sont agrégées correctement, des niveaux de présentations inférieurs vers des niveaux supérieurs, lors de la préparation des récapitulatifs. Vérifier que les données sur les émissions sont transcrites correctement entre divers produits intermédiaires
8	Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	Vérifier que les qualifications des personnes apportant une opinion d'experts sur l'estimation de l'incertitude sont appropriées. Vérifier que les qualifications, hypothèses et opinions d'experts sont consignées. Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement Au besoin, dupliquer les calculs d'erreurs ou un petit échantillon des distributions de probabilité utilisé par l'analyse Monte-Carlo.
9	Effectuer un examen de la documentation interne.	Vérifier qu'il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations et permettant la duplication des estimations d'émissions et d'incertitudes. Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivées et stockées pour faciliter un examen détaillé. Vérifier l'intégrité de tout système d'archivage de données par des organisations externes participant à la préparation de l'inventaire.
10	Vérifier les changements méthodologiques et les changements relatifs aux données à l'origine de recalculs.	Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée des séries temporelles pour chaque catégorie de source. Vérifier la cohérence des algorithmes/méthodes utilisées pour le calcul pour la totalité des séries temporelles.
11	Effectuer des vérifications de l'exhaustivité.	Confirmer que les estimations sont présentées pour toutes les catégories de source et pour toutes les années, depuis l'année de référence appropriée jusqu'à la période de l'inventaire courant. Vérifier que les lacunes connues en matière de données, à l'origine d'estimations incomplètes pour des catégories de source, sont documentées.
12	Comparer les estimations à des estimations antérieures.	Pour chaque catégorie de source, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs. En cas de variations importantes ou de variations, par rapport à des tendances prévues, vérifier de nouveau les estimations et expliquer toute différence.

1.2.2.4. Assurance qualité

La Division Soutien-Indicateurs-Synthèses (SIS) assure la mise en œuvre du plan d'assurance qualité.

La mise en œuvre du plan d'assurance qualité est assuré par :

- La connaissance des conditions nationales

En établissant des relations transversales avec les différents acteurs (services des statistiques, société de distribution de l'énergie, gestion des déchets), en conduisant elle-même des études ou en éditant des statistiques, la Division SIS est l'entité centrale de gestion ou de production de données environnementales pour la Principauté de Monaco.

- La connaissance des lignes directrices pour l'établissement des inventaires

La connaissance des données d'entrée et des besoins de reporting permet la gestion et la mise en œuvre des améliorations des inventaires tenant compte à la fois des ressources et du temps nécessaire pour disposer des données et/ou mettre en œuvre des méthodes alternatives, et des nécessités d'améliorations des estimations des émissions de gaz à effet de serre.

La Division SIS vérifie les inventaires des émissions de gaz à effet de serre et les améliorations envisagées. A l'issue de la vérification, si aucune non-conformité n'est identifiée, l'inventaire est proposé au Ministère de tutelle pour publication.

Dans le cadre de la préparation du rapport d'inventaires 2015, les améliorations apportées à la qualité ont été entreprises à partir des recommandations faites au sein du « report on individual review of the annual submissions of Monaco submitted in 2014 »

La conduite de la démarche d'assurance qualité fait également appel à des entités extérieures afin d'identifier les domaines d'améliorations et de s'assurer de la conformité des procédures adoptées

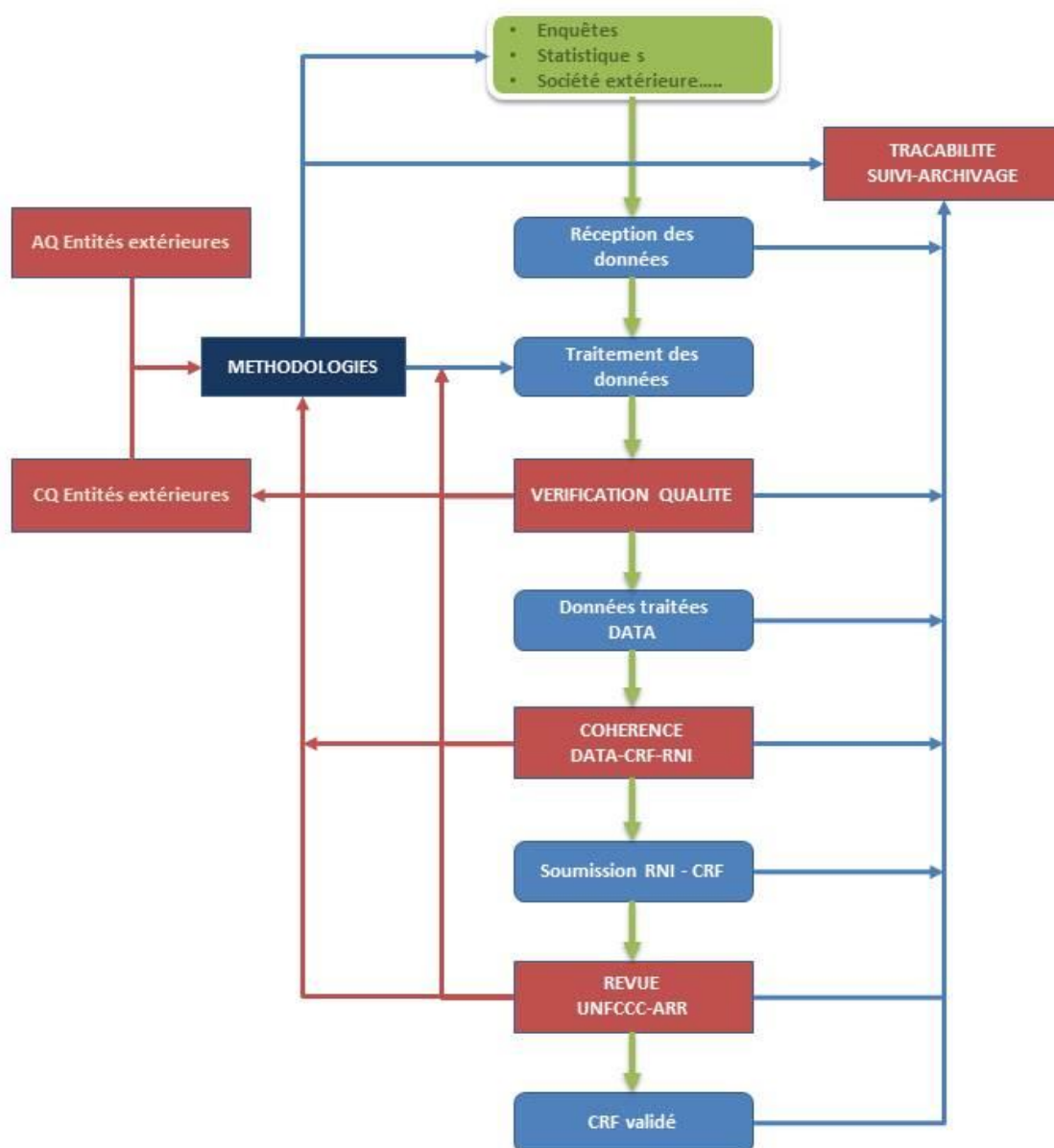
CITEPA.

Dans le cadre de la Préparation de l'application des lignes directrices 2006, une mission confiée au CITEPA « CITEPA 2014, Mission d'assurance du système d'inventaires des GES de la Principauté de Monaco » relative à l'assurance qualité, s'est tenue.

Le rapport qui en est issu a conditionné des améliorations sur les secteurs des :

- questions transversales,
- transport,
- gaz fluorés,
- déchets.

Une seconde mission s'est déroulée en 2016-2017 et a conduit à plusieurs améliorations dans l'estimation des émissions de gaz à effet de serre.



VERIFICATION QUALITE

Un niveau de processus de contrôle qualité est établi et réalisé au sein des systèmes de calculs. Pour chacune des catégories, une fiche de calcul est établie. Ces fiches permettent à partir des données d'activités de construire l'ensemble des données exportables vers le « Online CRF Reporter GHG inventory software (CRF) Web Application »

Ces fiches mettent en œuvre différents dispositifs de vérification, de contrôle des éléments de calculs et de reporting et de suivi des modifications.

Au sein de la fiche sont également notées les références à la documentation, les sources et les hypothèses utilisées pour le calcul.

Un contrôle est également réalisé par la vérification des calculs par un autre membre de l'équipe en charge de l'établissement de l'inventaire.

L'ensemble des étapes de contrôle réalisées permet de vérifier le processus de traitement des données.

Lorsque des modifications méthodologiques ont été apportées, des vérifications de cohérences avec les méthodologies précédemment utilisées sont réalisées. En tant que besoin des entités extérieures ont été impliquées au sein de ce processus par exemple concernant catégorie clé 1A1a « Production énergétique ».

Le processus de vérification qualité a pour objectif de satisfaire aux points 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 des procédures générales de niveau 1 pour l'établissement des inventaires.

COHERENCE DATA-CRF-RNI

Une compilation des émissions parallèles au CRF reporter est réalisée pour disposer à partir des outils internes d'un aperçu de l'ensemble des émissions par catégorie, secteur puis pour l'ensemble des émissions.

Cette opération a pour objectif de vérifier la cohérence du reporting ainsi que la chaîne d'incrémentation du CRF. Elle comprend notamment les vérifications de la donnée d'activité, des niveaux d'émissions, des méthodologies et des facteurs d'émissions entre les différents éléments d'établissement de l'inventaire DATA-CRF-RNI.

Le processus de cohérence a pour objectif de satisfaire aux points 5, 6, 7, 10, 11, 12 des procédures générales de niveau 1 pour l'établissement des inventaires.

Par ailleurs, dans la mesure du possible, les outils mis à disposition par le « Online CRF Reporter GHG inventory software (CRF) Web Application » ont été utilisés « submission checks », en privilégiant, toutefois, une mise en conformité sur les catégories clé et les catégories d'émissions propres à la Principauté.

TRACABILITE SUIVI ET ARCHIVAGE

L'ensemble des documents relatifs à l'établissement et à la gestion de l'inventaire national est classé et archivé de manière centralisée au sein de la Direction de l'Environnement.

Les documents sont archivés dans un local accessible dans le cas de documents papier, ou mis en partage sur l'intranet du Gouvernement de la Principauté dans le cas de fichier ou de base de données informatique.

En outre, afin de faciliter les opérations de recherche, un classement de la documentation a été instauré.

Cette documentation se compose principalement des éléments suivants :

Sur base papier

- Courriers et questionnaires destinés à obtenir les données de base nécessaires à la réalisation des inventaires ;
- Rapport d'inventaires.
- Rapport d'assurance qualité
- Echange AQ CQ avec les entités extérieures

Sur base informatique

- Méthodologie et fiches de traitement des données, Facteurs d'émissions et méthodes de calcul des émissions de gaz à effet de serre utilisés pour les différents secteurs ;
- Documents liés à la mise en œuvre et au suivi de l'Assurance Qualité et du Contrôle Qualité (procédures, plans...) ;
- Calculs des incertitudes conformément aux lignes directrices du GIEC ;
- Manuel d'utilisation du logiciel CRF REPORTER ;
- Publications indépendantes, scientifiques et techniques, ayant trait aux différents secteurs d'activité faisant l'objet de l'inventaire ;
- Rapports nationaux d'inventaires ;
- Liste des personnels qui composent l'équipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre.

Le processus de cohérence a pour objectif de satisfaire aux points 9 des procédures générales de niveau 1 pour l'établissement des inventaires.

1.3. Préparation des inventaires, collecte des données, traitement et archivage

1.3.1. Descriptif synthétique de la préparation des inventaires d'émission

Dans le cadre de la réalisation du rapport national d'inventaire, la Direction de l'Environnement assure et coordonne l'ensemble des tâches d'exécution

Rassembler les données sur les activités, procédés et coefficients d'émission nécessaires pour permettre l'application des méthodes retenues pour estimer les émissions anthropiques de gaz à effet de serre par les sources et leurs absorptions anthropiques par les puits ;

Dresser l'inventaire national conformément au paragraphe 1 de l'Article 7 et aux décisions pertinentes de la Conférence des Parties et/ou de la COP/MOP ;

- Etablir des estimations conformément aux méthodes décrites dans les Lignes directrices révisées (1996) du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, et veiller à ce que des méthodes appropriées soient appliquées pour estimer les émissions provenant des catégories de sources principales ;
- Implémenter les estimations des émissions au sein du CRF Reporter Inventory Software
- Définir les catégories de sources principales selon les méthodes décrites dans le Guide des bonnes pratiques du GIEC (chap. 7, sect. 7.2) ;
- Procéder à une estimation chiffrée des incertitudes pour chaque catégorie de sources et pour l'inventaire dans son ensemble, selon le Guide des bonnes pratiques du GIEC ;
- Assurer la cohérence des séries temporelles conformément aux lignes directrices du GIEC.
- Veiller à ce que la procédure et méthodologie suivie pour calculer ou recalculer des estimations, déjà soumises, des émissions anthropiques de gaz à effet de serre par les sources et de leurs absorptions anthropiques par les puits soit conforme aux lignes directrices du GIEC et aux décisions de la Conférence des Parties et/ou de la COP/MOP ;
- **Mettre en œuvre un plan d'assurance qualité et appliquer des procédures générales de contrôle de la qualité** de l'inventaire conformément à son plan d'assurance et de contrôle de la qualité et selon le Guide des bonnes pratiques du GIEC ;
- **Archiver les données d'inventaire** par année conformément aux décisions pertinentes de la Conférence des Parties et/ou de la COP/MOP. Ces données englobent tous les coefficients d'émission désagrégés, toutes les données d'activité et tous les documents sur la manière dont ces coefficients et ces données ont été produits et agrégés en vue de l'établissement de l'inventaire. Elles englobent aussi la documentation interne sur les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité, les examens externes et internes, les documents sur les sources principales annuelles et l'identification des sources principales ainsi que les améliorations qu'il est prévu d'apporter à l'inventaire ;

Assurer le lien entre les inventaires et le secrétariat de la CCNUCC.

- **Apporter les réponses**, conformément à l'Article 8 du Protocole de Kyoto, aux demandes de clarification des informations concernant l'inventaire découlant des différentes étapes du processus d'examen de ces informations, ainsi que des informations concernant le système national.
- **Pourvoir aux équipes d'examen un accès à toutes les données archivées**, conformément à l'article 8 du Protocole de Kyoto.

Les contacts pour l'établissement de l'inventaire national des gaz à effet de serre demandée au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sont les suivants :

Direction de l'Environnement:

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

Web : <http://www.gouv.mc/Gouvernement-et-Institutions/Le-Gouvernement/Departement-de-l-Equipement-de-l-Environnement-et-de-l-Urbanisme/Direction-de-l-Environnement>

Point de contact pour l'inventaire national:

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : jcarles@gouv.mc

Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les Changements Climatiques :

M. Chloé Petruccelli

Direction des Affaires Internationales

Ministère d'Etat –Place de la Visitation

Tél. : (+377) 98 98 44 16

Fax : (+377) 92 05 19 57

e-mail : cpetruccelli@gouv.mc

L'inventaire national sous la forme du cadre commun de présentation (CRF) et le rapport national d'inventaire sont adressés au Secrétariat de la Convention par le canal gouvernemental de Monaco : Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme et Département des Relations Extérieures et de la Coopération.

1.3.2. Collecte

Les données nécessaires à l'établissement de l'inventaire national sont collectées chaque année par la Direction de l'Environnement auprès de différentes sources :

- Services de l'état.
- Entreprise bénéficiant d'une délégation de Services Public en matière d'énergie, de déchets de traitement des eaux.
- Sociétés privées
- Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA, France)

1.3.2.1. Secteur de l'Énergie

Les données relatives à l'incinération des déchets solides urbains (ordures ménagères et déchets industriels banals) et des boues d'épuration résultantes du traitement des eaux résiduaires urbaines sont obtenues auprès de la Société Monégasque d'Assainissement (SMA) en charge de valorisation énergétique des déchets pour l'ensemble du territoire.

Les données relatives aux pesées en entrée d'usine de valorisation énergétique sont fournies par la Direction de l'Aménagement Urbain, en charge du contrôle de l'entreprise concessionnaire SMA.

Les données relatives à l'utilisation du gaz naturel et du fuel lourd pour la production énergétique à Monaco sont obtenues auprès de la Société Monégasque de l'Électricité et du Gaz (SMEG) société délégataire de l'état en matière de distribution d'électricité, de gaz pour l'ensemble du territoire et de production de chaud et de froid.

Les données relatives à l'utilisation de kérosène par les hélicoptères sont obtenues auprès du Service de l'Aviation Civile (héliport).

Les données relatives au parc automobile sont obtenues auprès du Service des Titres et Circulation qui enregistre les immatriculations sur le territoire.

Les données relatives à la vente de carburants (essence, gazole, fuel) à Monaco sont obtenues auprès de l'Institut Monégasque de la Statistique et des Études Économiques.

Les données relatives à l'utilisation de diester (biodiesel) utilisé par les autobus publics sont obtenues auprès de la Compagnie des Autobus de Monaco (CAM).

Les données relatives à la consommation de fioul domestique à Monaco sont également acquises auprès des sociétés qui distribuent ce combustible auprès des consommateurs de la Principauté.

Certains facteurs d'émissions, données relatives à l'incorporation de biocarburant au sein des carburants, sont fournis par le CITEPA dans le cadre d'une assistance établie notamment dans le programme d'assurance qualité.

1.3.2.2. Secteur de l'industrie

Les données relatives à l'utilisation d'hydrofluorocarbures (HFCs), de perfluorocarbures (PFCs) et d'hexafluorure de soufre (SF6) sont obtenues auprès des sociétés industrielles installées à Monaco et de la Société Monégasque de l'Électricité et du Gaz (SMEG).

Les données relatives à l'utilisation de composés bitumeux sont obtenues auprès du Service des Travaux Publics, de la Direction de l'Aménagement Urbain, ainsi qu'auprès de la SMEG et de la Société Monégasques des Eaux (SMEaux).

Les données relatives aux activités génératrices de composés organiques volatils non méthaniques (NMVOC) sont obtenues auprès des artisans et commerçants installés à Monaco.

Les données relatives à l'utilisation des mousses, des réfrigérateurs domestiques et des aérosols-inhalateurs sont obtenues auprès CITEPA (valeurs françaises) et rapportées à la population monégasque.

1.3.2.3. Secteur UTCATF

Les données relatives aux espaces verts sont fournies par la Direction de l'Aménagement Urbain en charge de la gestion des espaces verts et des jardins publics.

Les données relatives à l'utilisation d'engrais dans le cadre de l'entretien des jardins publics sont obtenues à partir de différentes sources : Direction de l'Aménagement Urbain, Mairie de Monaco, Jardin Exotique, Société des Bains de Mer (SBM). Ces organismes sont chargés du développement et de l'entretien des parcs et jardins publics de Monaco ;

1.3.2.4. Secteur des déchets

Les données relatives au traitement des eaux usées urbaines sont obtenues auprès de la SMEaux.

Les données relatives aux contenus en protéines des eaux résiduaires sont obtenues auprès de la Direction de l'Action Sanitaire de la Principauté (DASA - MC).

1.3.3. Archivage

Toutes les données et copies de courriers sont archivées à la Direction de l'Environnement. L'ensemble des documents justifiant des données d'activités sont archivées dans une salle dédiée.

L'ensemble des données et méthode de calculs sont sauvegardé sous leur format informatique sur les serveurs Gouvernementaux comportant les niveaux adéquats de sécurité et de sauvegarde.

1.4. Généralité sur les Méthodologies de calculs d'émissions

1.4.1. Principe

Les méthodologies d'estimation des émissions de GES sont retenues ou développées avec pour objectifs d'atteindre un niveau requis de précisions et d'incertitude.

Les axes prioritaires de développement se font en fonction des paramètres suivants :

- Des catégories de sources clés, du développement de méthodes spécifiques aux conditions particulières de la Principauté afin d'augmenter le niveau de confiance de l'estimation des catégories les plus contributrices aux émissions globales. Cet objectif vise à la fois à répondre aux exigences de la CCNUCC, mais aussi de témoigner au plus juste des mesures entreprises dans le cadre du Plan Energie Climat de Monaco pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Des recommandations faites dans le cadre des revues d'inventaires.
- Des conditions administratives spécifiques aux petits pays pour la réalisation des inventaires, ainsi que de la nécessité de mise en œuvre et d'évolution de ceux-ci, contraintes aux capacités en temps des équipes chargées de la réalisation des inventaires.
- De la disponibilité des données. Dans les conditions particulières de la Principauté, certaines données sont aisément accessibles, car venant d'un seul fournisseur. D'autre plus difficilement disponible du fait des conditions particulières de taille du pays et d'accords spécifiques avec la France. Dans ces cas le choix de méthode est réalisé en veillant à ne pas sous ou sur estimer les émissions et suivant le principe de ne pas effectuer de double comptage. En cas de besoin d'évolution, la Direction de l'Environnement peut entreprendre des actions visant à obtenir ou calculer les données nécessaires.
- Des difficultés d'obtentions de certaines données qui conduisent à utiliser des données alternatives moins représentatives des conditions nationales, moins précises, mais permettant des estimations satisfaisants aux principes de la CCNUCC.

- De la production de séries temporelles cohérentes et d'assurer la qualité requise pour les années de référence.
- Du respect des obligations légales, notamment au regard de la confidentialité des informations qui sont utilisées pour la réalisation des inventaires ou pour l'obtention des données d'activités.

1.4.2. Méthodes de calcul et facteurs d'émissions

L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre et des puits de carbone à Monaco est établi par la Direction de l'Environnement en suivant, dans toute la mesure du possible, les Lignes Directrices, 2006, du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Les différents secteurs d'activité de la Principauté ont été examinés et les émissions correspondantes ont été chiffrées, lorsque les données de base nécessaires à leur calcul ont pu être obtenues

Dans la mesure où, certains facteurs d'émissions n'étaient pas disponibles, il a été utilisé le Guide servant à l'établissement des inventaires des émissions atmosphériques en Europe (EMEP, CORINAIR) ainsi que des données extraites de la littérature en référence.

Secteur 1 – Energie

				Méthodes			Facteurs d'émission		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Liquid	T1	T3	T3	D	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Gaseous	T2	T3	T3	CS	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Other fossil	T2a	T1	T1	D	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Biomass	T2	T1,T2	T1,T2	D	D	D
1A3a	Transport	Civil Aviation	Jet Kerosene	T1	T1	T1	D	D	D
1A3bi	Transport	Road	Cars Gasoline	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3bi	Transport	Road	Cars Diesel	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3bi	Transport	Road	Cars Biomass	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3bii	Transport	Road	Ldt Gasoline	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3bii	Transport	Road	Ldt Diesel	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3bii	Transport	Road	Ldt Biomass	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3biii	Transport	Road	Hdt Gasoline	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3biii	Transport	Road	Hdt Diesel	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3biii	Transport	Road	Hdt Biomass	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3biv	Transport	Road	MT Gasoline	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3biv	Transport	Road	MT Biomass	T1	T2	T2	D	CS	CS
1A3di	Transport	Domestic navigation	Gas/Diesel oil	T1	T1	T1	D	D	D
1A3di	Transport	Domestic navigation	Gasoline	T1	T1	T1	CS	D	D
1A3di	Transport	Domestic navigation	Biomass	T1	T1	T1	D	D	D
1A4bi	Other	Stationary combustion	Gaseous	T2	T3	T3	CS	D	D
1A4bi	Other	Stationary combustion	Liquid	T1	T3	T1	D	D	D
1B2b5	Fugitive emissions	Natural gas distribution	Natural gas	T3	T3	NO	CS	CS	NO
1D1a	International Bunkers	International aviation	Jet kerosene	T1	T1	T1	D	D	D
1D1b	International Bunkers	International navigation	Gas Diesel oil	T1	T1	T1	D	D	D

1D1b	International Bunkers	International navigation	Gasoline	T1	T1	T1	CS	D	D
1D1b	International Bunkers	International navigation	Biomass	T1	T1	T1	D/CS	D	D

Secteur 2 – Procédés Industriels

			Méthodes			Facteurs d'émission		
			HFC	PFC	SF ₆	HFC	PFC	SF ₆
2	Industrial Processes		CS, T1a	CS, D	T1a	D	D	D
2F	Consumption of Halocarbons and SF6		CS, T1a	CS, D	T1a	D	D	D

Secteur 3 – Agriculture

			Méthodes			Facteurs d'émission		
			HFC	PFC	SF ₆	HFC	PFC	SF ₆
3	Agriculture		NO	NO	NO	NA	NA	NA

Secteur 4 – UTCATF

			Méthodes			Facteurs d'émission		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4E1	Tree crown cover		T1,T2	NO	NO	D	NA	NA
4E1	Other settlement		T1,T2	NO	NO	D	NA	NA
4E1	Direct N ₂ O Emissions from N inputs to Managed Soils		NO	NO	T1	NA	NA	D

Secteur 5 – Déchets

			Méthodes			Facteurs d'émission		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
5D1	Domestic waste water		NO	T1	T1	NO	CS	D

1.4.3. Pouvoirs de réchauffement globaux

Dans le cadre de l'établissement de cet inventaire, les pouvoirs de réchauffement globaux (PRG –GWP) du GIEC AR4 ont été utilisés.

Gaz	PRG-GWP
CO2	1
CH4	25
N2O	298
SF6	22 800
NF3	17 200
C10F18	7 500
C2F6	12 200
C3F8	8 830
C4F10	8 860
C5F12	9 160
C6F14	9 300
c-C3F6	17 340
c-C4F8	10 300
CF4	7 390
HFC-125	3 500
HFC-134	1 100
HFC-134a	1 430
HFC-143	353
HFC-143a	4 470
HFC-152	53
HFC-152a	124
HFC-161	12
HFC-227ea	3 220
HFC-23	14 800
HFC-236cb	1 340
HFC-236ea	1 370
HFC-236fa	9 810
HFC-245ca	693
HFC-245fa	1 030
HFC-32	675
HFC-365mfc	794
HFC-41	92
HFC-43-10mee	1 640

1.5. Catégories de sources clés

Conformément aux recommandations du GIEC, une analyse des catégories clés est effectuée dans cette section. Elle est réalisée globalement sur la base des contributions en CO₂ équivalent des différentes sources à un niveau sectoriel plus fin que celui par défaut et pour les sept gaz à effet de serre direct. Suivant les recommandations du GIEC, cette analyse est effectuée par type de combustible pour les installations de combustion.

Deux analyses différentes sont proposées de niveau T1 :

- la première hors UTCATF₂ permettant d'évaluer les contributions des différentes sources vis-à-vis d'engagement tels que ceux du Protocole de Kyoto,
- la seconde avec UTCATF pour répondre aux recommandations de la CCNUCC.

1.5.1. Catégories clés hors UTCATF

1.5.1.1. Catégories clés en 2015

Le tableau ci-après dresse la liste des catégories clés pour l'année 2015, c'est-à-dire qui représentent 95% des émissions totales hors UTCATF.

Catégorie	Classification	Gaz	Unité	Niveau avec UTCATF	Tendance avec UTCATF	Niveau sans UTCATF	Tendance sans UTCATF	Pourcentage avec UTCATF	Cumul avec UTCATF	Pourcentage sans UTCATF	Cumul sans UTCATF
Road Transportation	Fossil fuels	CO ₂	kt	0,263	0,050	0,264	0,050	26,4%	26,3%	26,5%	26,4%
Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO ₂	kt	0,243	0,066	0,243	0,066	24,3%	50,6%	24,3%	50,7%
Other Sectors	Liquid Fuels	CO ₂	kt	0,150	0,175	0,150	0,175	15,0%	65,6%	15,0%	65,7%
Other Sectors	Gaseous Fuels	CO ₂	kt	0,149	0,048	0,149	0,048	14,9%	80,5%	14,9%	80,6%
Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO ₂ equivalent	0,070	0,058	0,070	0,058	7,0%	87,5%	7,0%	87,6%
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH ₄	kt	0,029	0,024	0,029	0,024	2,9%	90,4%	2,9%	90,5%
Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO ₂	kt	0,026	0,017	0,026	0,017	2,6%	93,0%	2,6%	93,1%
Energy Industries	Biomass	N ₂ O	kt	0,014	0,007	0,014	0,007	1,4%	94,4%	1,4%	94,5%
Other Product Manufacture and Use	no classification	N ₂ O	kt	0,011	0,008	0,011	0,008	1,1%	95,5%	1,1%	95,6%

Il est à noter que seulement 9 catégories forment les catégories clés.

Les émissions de CO₂ du transport routier représentent environ 26,5% des émissions totales, la combustion de carburants liquides par le secteur de l'industrie environ 24,3%. Ces deux secteurs sont à l'origine de plus de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Parmi ces catégories clés, sur les 7 gaz à effet de serre direct, le CO₂ représente 83,4 % des émissions totales hors UTCATF.

Le tableau suivant concerne l'analyse des catégories clés au regard de leur évolution entre 1990 et 2015.

Catégorie	Classification	Gaz	Unité	Niveau avec UTCATF	Tendance avec UTCATF	Niveau sans UTCATF	Tendance sans UTCATF	Pourcentage avec UTCATF	Cumul avec UTCATF	Pourcentage sans UTCATF	Cumul sans UTCATF
Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,15	0,175	0,15	0,175	35,9%	35,9%	35,9%	35,9%
Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,243	0,066	0,243	0,066	13,5%	49,4%	13,6%	49,5%
Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,07	0,058	0,07	0,058	11,9%	61,3%	11,9%	61,4%
Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,263	0,05	0,264	0,05	10,2%	71,5%	10,3%	71,7%
Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,149	0,048	0,149	0,048	9,8%	81,4%	9,9%	81,5%
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,029	0,024	0,029	0,024	4,9%	86,3%	4,9%	86,4%
Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,026	0,017	0,026	0,017	3,5%	89,8%	3,5%	89,9%
Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,007	0,009	0,007	0,009	1,8%	91,6%	1,8%	91,8%
Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,002	0,008	0,002	0,008	1,6%	93,2%	1,6%	93,4%
Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	kt	0,011	0,008	0,011	0,008	1,6%	94,9%	1,6%	95,1%
Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,014	0,007	0,014	0,007	1,4%	96,3%	1,4%	96,5%

Il est à noter que les catégories clés au niveau des émissions sont aussi celles qui présentent la plus forte évolution. Toutefois, 3 catégories nouvelles sont également présentes : le CH₄ lié aux émissions fugitives lors de la distribution du gaz naturel, le N₂O des carburants routiers et le CO₂ des carburants liquides du secteur industriel.

En contrepartie, les émissions de N₂O liés à la biomasse du secteur industriel sortent des catégories clés en termes d'évolution, dans le cas de l'évolution hors UTCATF.

Les 5 premières catégories clés en termes d'évolution sont :

- Les émissions de CO₂ liées à la consommation de carburant liquide pour les autres secteurs de l'énergie qui ont très fortement diminuées ;
- Le CO₂ lié aux autres carburants fossiles dans le secteur de l'industrie de l'énergie qui se stabilise depuis 2003 ;
- Les émissions relatives aux F-gaz qui sont en augmentation constante ;
- La baisse des émissions de CO₂ dans le secteur du transport routier ;
- L'accroissement des émissions de CO₂ relatives au gaz dans les autres secteurs de l'énergie.

1.5.1.2. Catégories clés en 1990

Le tableau ci-après dresse la liste des catégories clés pour l'année 1990, c'est-à-dire qui représentent 95% des émissions totales hors UTCATF.

Catégorie	Classification	Gaz	Unité	Niveau avec UTCATF	Tendance avec UTCATF	Niveau sans UTCATF	Tendance sans UTCATF	Pourcentage avec UTCATF	Cumul avec UTCATF	Pourcentage sans UTCATF	Cumul sans UTCATF
Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,363	0,000	0,363	0,000	36,3%	36,3%	36,3%	36,3%
Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,324	0,000	0,325	0,000	32,4%	68,7%	32,5%	68,8%
Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,163	0,000	0,163	0,000	16,3%	85,0%	16,3%	85,1%
Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,091	0,000	0,091	0,000	9,1%	94,1%	9,1%	94,2%
Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,018	0,000	0,018	0,000	1,8%	95,9%	1,8%	96,0%

Il est à noter qu'en 1990, seulement 5 catégories formaient les catégories clés. Il est à noter que les 4 principales catégories clés de 1990 demeurent en 2015.

Les émissions de CO₂ liées à la consommation de carburant liquide pour les autres secteurs de l'énergie représentaient plus du tiers des émissions de gaz à effet de serre de la Principauté, alors qu'en 2015, elle représente 15% des émissions.

La part des émissions CO₂ dans le secteur du transport routier a également diminuée entre 1990 et 2015 en passant de 32,5% à 26,5%.

La part liée aux émissions de CO₂ liées aux autres carburants fossiles dans le secteur de l'industrie de l'énergie a augmentée entre 1990 et 2015, en passant de 16,3% à 24,3%.

La part liée aux émissions de CO₂ relatives au gaz dans les autres secteurs de l'énergie est en forte augmentation en passant de 9,1% à 14,9% entre 1990 et 2015.

1.5.2. Catégories clés avec UTCATF

Il s'agit d'analyser les catégories clés en y intégrant l'UTCATF en valeur absolue, pour l'année 2015

Les valeurs sont présentées dans les tableaux figurant au paragraphe 1.5.1.

Cette catégorie étant très faible à Monaco, les catégories clés en termes de niveau d'émission et d'évolution des tendances sont identiques aux catégories sans UTCATF. La seule différence concerne les émissions de N₂O liés à la biomasse du secteur industriel qui doivent être considérées comme une catégorie clé dans le cas de l'évolution de la tendance.

Pour l'année 1990, les catégories clés avec UTCATF et sans UTCATF étaient identiques.

1.5.3. Améliorations

Dans le cadre de cet inventaire, une analyse des catégories clés de l'année 1990 a été réalisée.

Dans le cadre de l'amélioration de la transparence des catégories clés, une analyse des catégories clés selon la méthodologie Tier 2 est envisagée dans les prochains rapports d'inventaires.

1.6. Evaluation générale des incertitudes

La Direction de l'Environnement a effectué une analyse des incertitudes associées au calcul des émissions, appliquée à son inventaire soumis en 2017, en suivant la méthode de niveau T1 décrite dans les lignes directrices 2006 du GIEC, Chapitre 6.

Les résultats de cette analyse sont indiqués dans le tableau figurant dans l'Annexe 2 de ce document.

Il ressort de cette analyse que l'incertitude combinée (résultant des incertitudes sur les données d'activité et des incertitudes sur les facteurs d'émission) de la totalité des émissions de gaz à effet de serre à Monaco, calculée pour l'année 2015, est de 9,35 %.

L'incertitude relative à la tendance observée pour les émissions totales entre l'année de base 1990 et 2015 est évaluée à 7,45%.

1.7. Evaluation générale du degré d'exhaustivité

1.7.1. Couverture temporelle

Les émissions de gaz à effet de serre sont pour l'ensemble des secteurs calculé sur la période 1990-2015. L'année de référence est de 1990 pour l'ensemble des secteurs et des substances.

1.7.2. Territoire

L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre couvre l'ensemble du territoire.

1.7.3. Substances

Gaz à effet de serre direct :

CO ₂	Dioxyde de carbone
CH ₄	Méthane
N ₂ O	Protoxyde d'azote (oxyde nitreux)
HFC	Hydrofluorocarbure
(HFC-23, HFC-32, HFC-4310mee, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-227ea, HFC-365mfc, HFC-245fa),	
PFC	Perfluorocarbure
(PFC-14, PFC-116, C ₃ F ₈ , C ₄ F ₈ , C ₄ F ₁₀ , C ₅ F ₁₂ , C ₆ F ₁₄ , C ₁₀ F ₁₈),	
SF ₆	Hexafluorure de soufre
NF ₃ ,	Trifluorure d'azote

Les gaz à effet de serre indirect :

SO ₂	Dioxyde de soufre
CO	Monoxyde de carbone
NO _x	Oxyde d'azote
COVNM / NMVOC	Composé Organiques Volatils Non méthanique.

1.7.4. Sources émettrices

1.7.4.1. Secteur de l'énergie

Les émissions du secteur de la production énergétique sont exclusivement dues au système de tri-génération issu de la valorisation énergétique des déchets comprenant :

- L'incinération des déchets
- L'utilisation d'énergie complémentaire ; fioul et gaz naturel

L'électricité consommée, mais importée de France, n'est pas comptabilisée dans le cadre des inventaires nationaux au titre de la CCNUCC, car produite hors du territoire.

Les émissions calculées à partir de l'approche de référence (vente de carburant) sont couvertes pour l'ensemble du territoire.

La traduction de ces émissions au travers d'une approche sectorielle (Parc automobile et trafic routier) est plus difficile à évaluer compte tenu de la taille du territoire, de l'absence de frontière et de tarif de l'énergie similaire au pays voisin. Ce travail permettant une évaluation précise des émissions de précisions est en cours à partir de méthodologie de modélisation adaptée au contexte de Monaco.

Le trafic lié au transport aérien et à la navigation domestique est inclus dans le total national, tandis que la part relative internationale est rapportée dans le cadre des sources internationales de carburant conformément aux spécifications CCNUCC

Les émissions dues à la consommation de gaz naturel et de fioul sont entièrement couvertes sur le périmètre de l'inventaire par la disponibilité des données d'activités.

En absence de production, les émissions fugitives de gaz naturel n'ont lieu que par la distribution sur le réseau public présent sur le territoire.

1.7.4.2. Processus industriels

En ce qui concerne le secteur des processus industriels, les données d'activité relatives à l'utilisation d'asphalte pour le goudronnage des rues ont pu être obtenues, il a ainsi été possible de calculer les émissions de NMVOC et de CO₂ correspondantes.

Pour ce qui est du calcul des émissions réelles de gaz fluorés (HFC, PFC et SF₆), les données disponibles ne permettent pas l'application d'une méthode Tier 2 et ce, malgré les nombreuses enquêtes effectuées auprès des utilisateurs de ces composés à Monaco.

La méthode appliquée est décrite dans le Rapport National d'Inventaire de la Principauté de Monaco sur les émissions de gaz à effet de serre soumis en 2007 (Chapitre IV – Procédés industriels).

De plus, les émissions de gaz fluorés liées à trois catégories supplémentaires d'activités, inventoriées dans le secteur « Procédés industriels », ont été calculées et rajoutées de 1990 à 2012 dans l'inventaire soumis en 2014. Il s'agit des secteurs : utilisation d'aérosols et d'inhalateurs, utilisation des mousses et réfrigération domestique

En ce qui concerne le secteur de l'utilisation des solvants, les données d'activité disponibles dans le cas de l'application des peintures, des imprimeries, des opérations de traitement du bois et des opérations de dégraissage et de nettoyage à sec ont permis de déterminer les émissions de NMVOC ainsi que celles de CO₂.

1.7.4.3. UTCATF

Les émissions directes et indirectes de N₂O causées par l'utilisation des engrais dans les parcs et les jardins publics de la Principauté ont été estimées suivant la méthode préconisée par le GIEC pour l'ensemble du territoire.

1.7.4.4. Déchets

Concernant le secteur des déchets, seules sont reportées les activités liées au traitement des eaux résiduaire par l'usine de traitement. La valorisation énergétique des déchets, comprenant également le traitement des boues d'épuration, est comptabilisée au sein du secteur 1A1 Production d'énergie. Il n'existe pas d'autre filière de traitement des déchets sur le territoire hormis l'exportation des déchets ultimes.

2. EVOLUTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Ce chapitre propose un aperçu des émissions/séquestration de gaz à effet de serre de Monaco pour l'année 2015, les évolutions observées depuis l'année de référence de 1990 par gaz et par secteurs d'émissions.

2.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2014

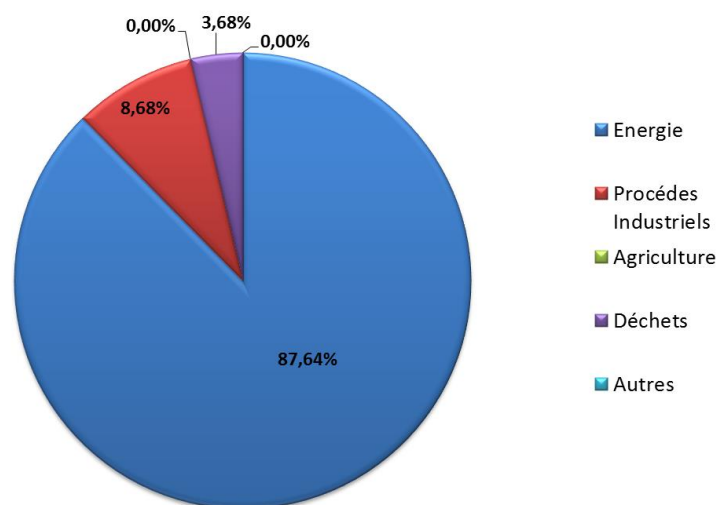
Pour l'année 2015, les émissions globales, secteur UTCATF inclus, sont de : **81,78 kt CO₂ eq**

Pour l'année 2015, les émissions globales, hors secteur UTCATF, sont de : **81,71 kt CO₂ eq**

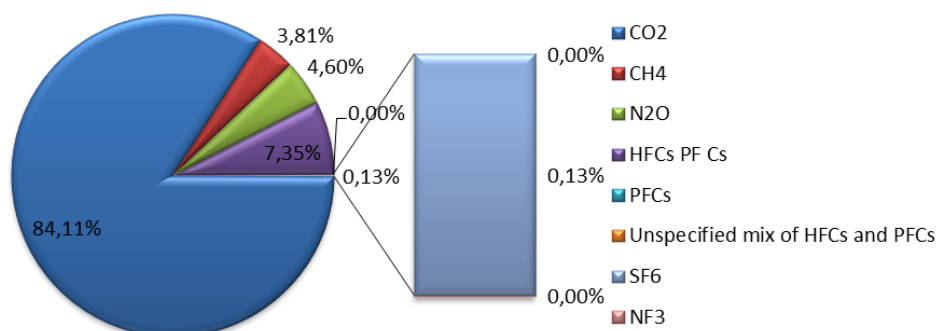
Le polluant le plus contributeur est le CO₂ issu très majoritairement du secteur énergétique qui reste aussi la principale source des émissions de Monaco avec 84,11 % des émissions globales.

Catégorie d'émissions ou de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Mix de HFCs et PFCs non spécifié	NF ₃	Total	Répartition hors UTCATF	Répartition avec UTCATF
	CO ₂ équivalent (kt)									%	%
Energie	68,61	0,70	2,30						71,61	87,64%	87,57%
Procédés industriels et utilisation de produits	0,11	NO,NE	0,86	6,01	NO,IE	0,11	NO	NO	7,09	8,68%	8,7%
Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	0,00%	0,0%
Déchets	NO,IE	2,41	0,60						3,01	3,68%	3,7%
Autres	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00%	0,00
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent sans UTCATF	68,72	3,11	3,76	6,01	0,00	0,11	0,00	0,00	81,71		
UTCATF	0,05	NO,NA	0,01						0,07		0,08%
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent avec UTCATF	68,78	3,11	3,77	6,01	NO,IE	0,11	NO	NO	81,78		
Memo items - International bunkers	25,63	0,05	0,21						25,90		
Aviation	3,00	0,00	0,03						3,03		
Navigation	22,63	0,05	0,19						22,87		
CO ₂ indirect	NE,NO										

Emissions de GES par secteur (hors UTCATF)



Emissions de GES par gaz (hors UTCATF)



2.2. Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre

L'évolution des émissions globales des gaz à effet de serre entre 1990 et 2015 est présentée dans le tableau 10-1 du cadre commun de présentation (CRF).

Hors secteur UTCATF,

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 99,31 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année 2015 sont de : 81,71 kt CO₂ eq

La diminution observée entre 1990 et 2015 est de : -17,60 kt CO₂ eq

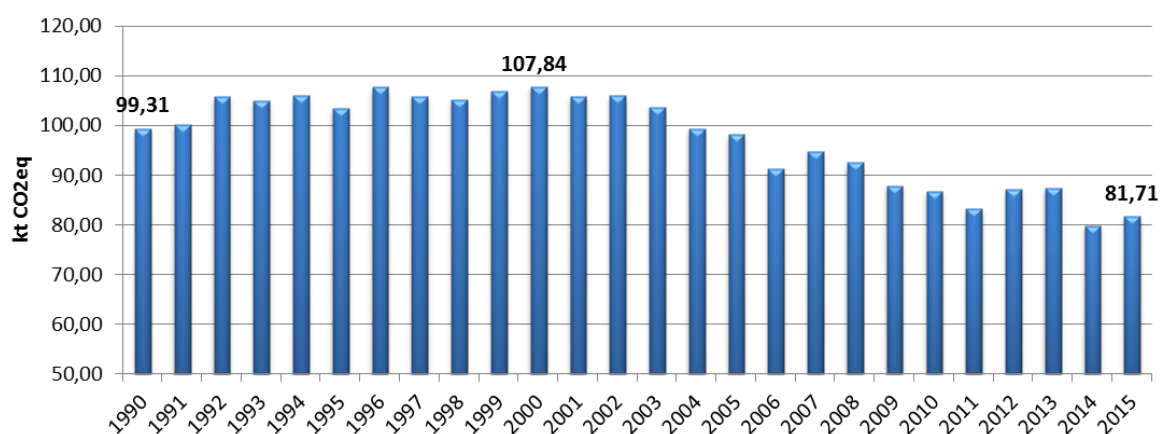
Par rapport à l'année de référence 1990, la variation est de : - 17,72 %.

Le pic maximum des émissions a été observé en 2000 : 107,84 kt CO₂eq.
Depuis ce maximum, la diminution observée a été de : 26,13 kt CO₂eq (24,23%)

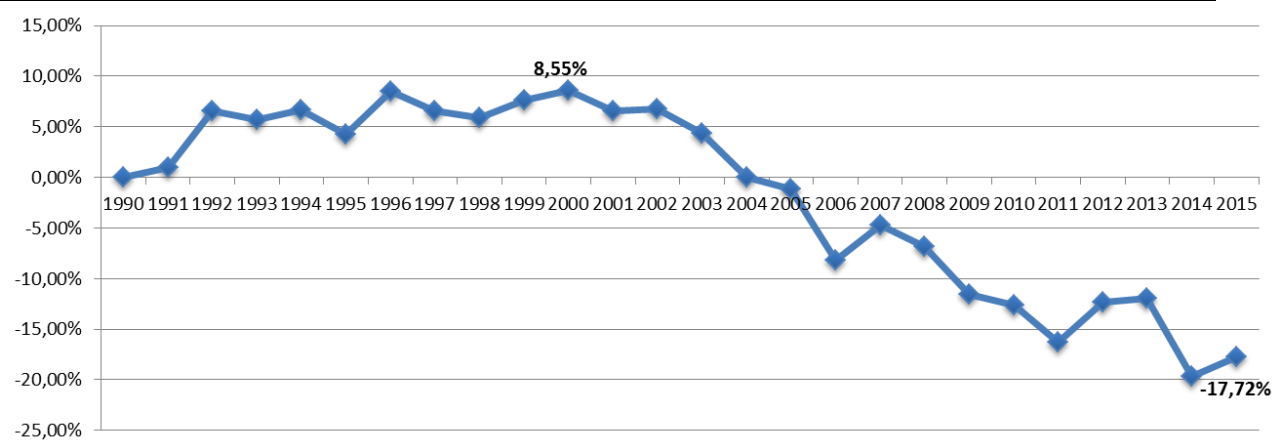
L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 17,72% par rapport à l'année de référence de 1990. Le pic maximum des émissions a été atteint en 2000 avec 107,84 kt CO₂eq. En 2015, les émissions globales étaient de 81,71 kt CO₂eq, ce qui correspond aux émissions enregistrées les plus faibles après l'année 2014.

Avec le secteur UTCATF, les émissions de 1990 sont de 99,31 kt CO₂eq et celles de 2015, de 81,78 kt CO₂eq. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 17,66% par rapport à l'année de référence de 1990.

Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre entre 1990 et 2015



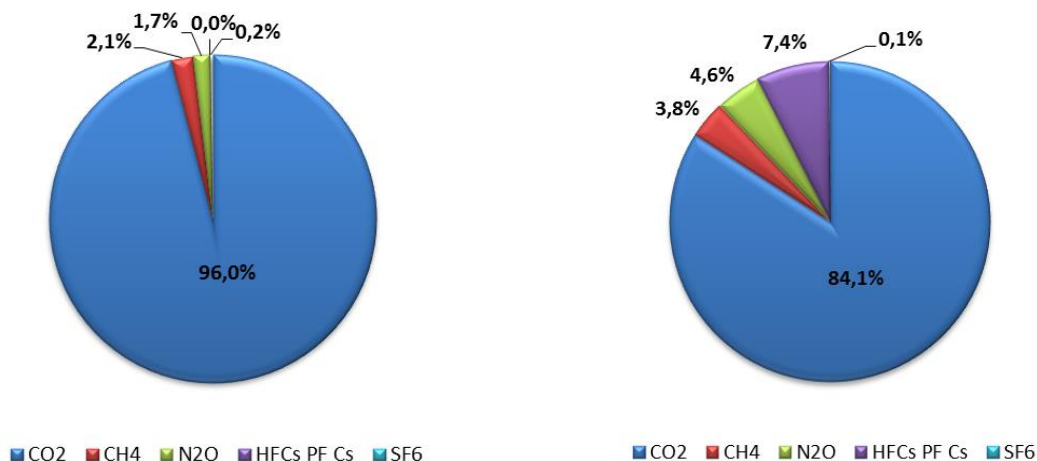
Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre par rapport à 1990



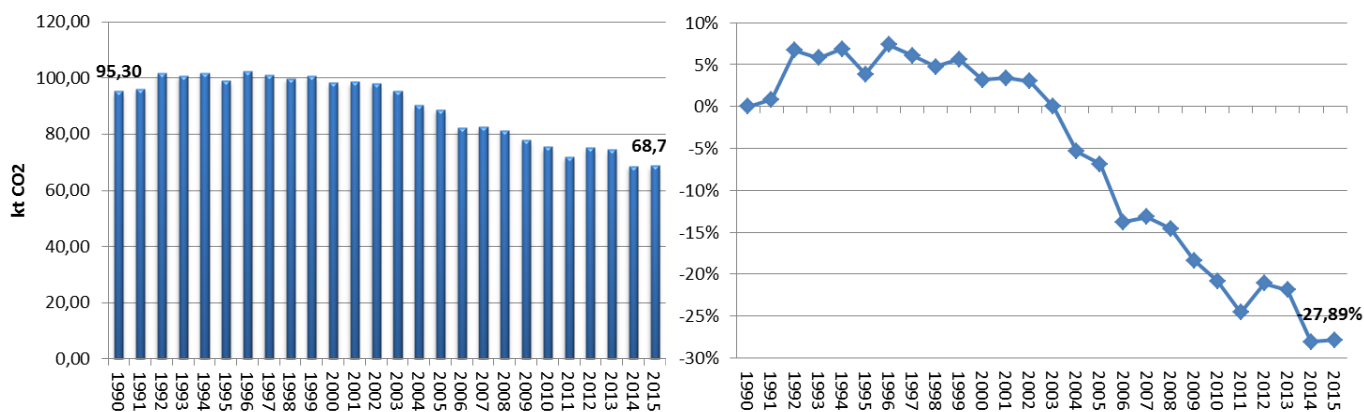
2.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre

L'évolution des émissions des gaz à effet de serre CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆ entre 1990 et 2015 à Monaco est présentée dans les tableaux 10-2 à 10-5 du cadre commun de présentation (CRF) et résumé dans les figures suivantes. Elle est présentée hors UTCATF.

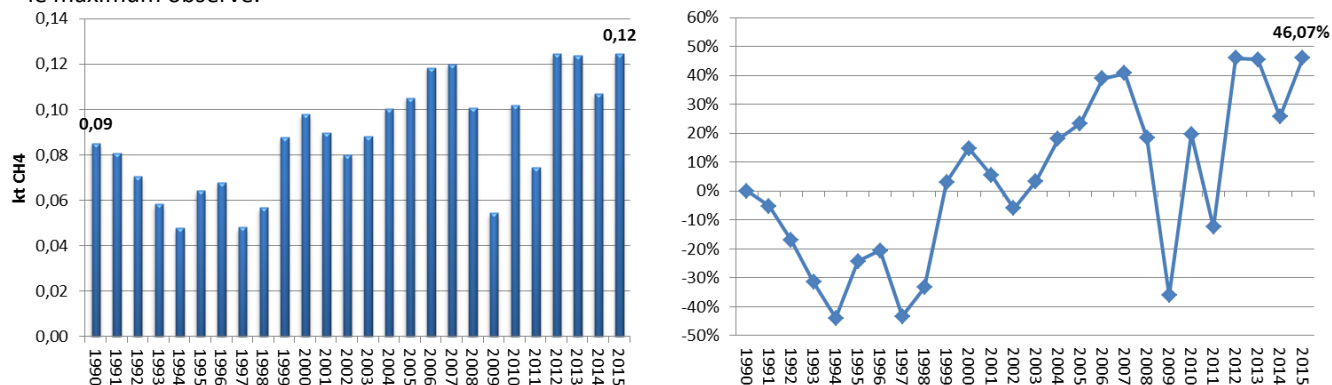
Répartition en 1990 et 2015 des émissions par gaz à effet de serre.



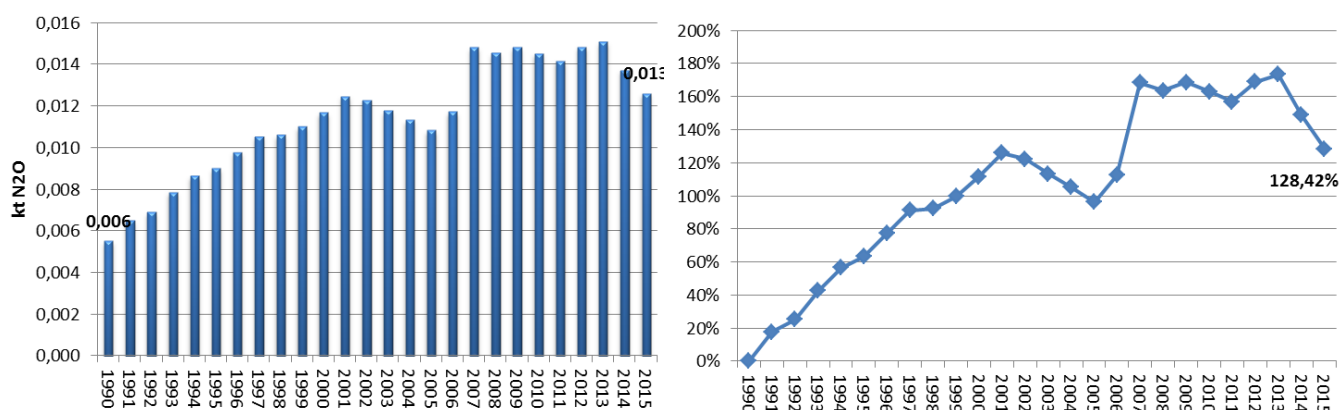
Le principal gaz émis en 2015 reste le CO₂ qui représente 84,1% des émissions globales. Entre 1990 et 2015, les émissions de CO₂ sont passées de 95,30 kt à 68,72kt. Cela représente une diminution de 27,89% des émissions de ce gaz en 2015 par rapport à 1990.



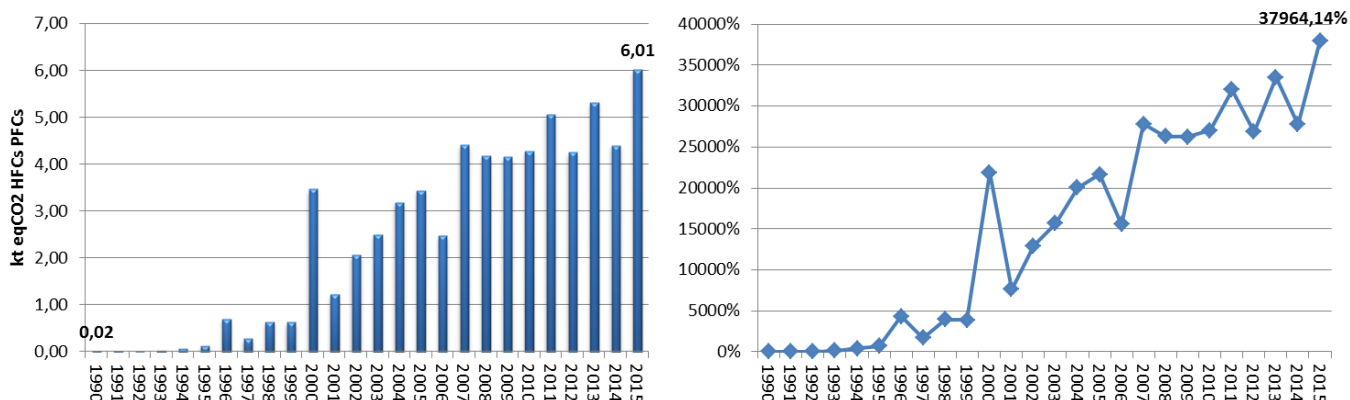
Durant la même période, les émissions de CH₄ sont passées de 0,09 kt en 1990 à 0,12 kt en 2015, qui constitue le maximum observé.



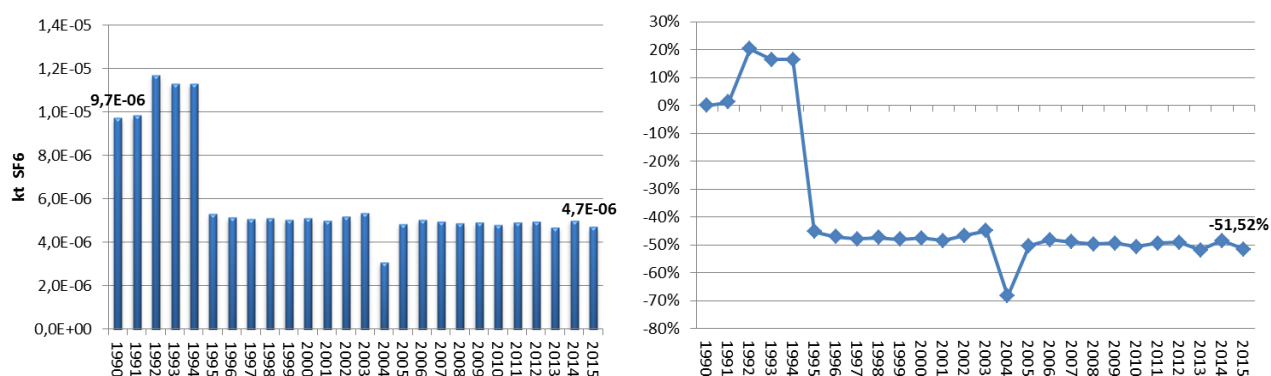
Les émissions de N₂O sont passées de 0,006 kt en 1990 à 0,0126 kt en 2015, avec un maximum observé en 2012 (0,0149 kt).



Les émissions de HFC-PFC sont passées de 0,02 kt CO₂eq en 1990 à 6,01 kt CO₂eq en 2015. L'évolution de secteur est majoritairement due à l'augmentation de l'utilisation des appareils de production de froid et de climatisation.



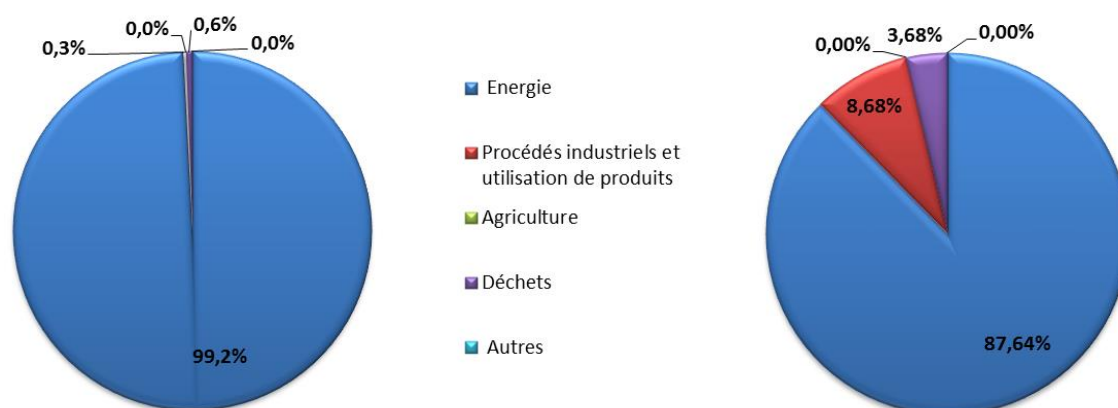
Les émissions de SF₆ sont passées de 9,7 E-6 kt CO₂eq en 1990 à 4,7 E-6 kt CO₂eq en 2015.



	Total (without LULUCF)	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	NF3
	kt CO2 eq	kt	kt	kt	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt	kt
1990	99,31	95,30	0,09	0,01	0,02	NO,IE	9,72E-06	NO
1991	100,27	96,08	0,08	0,01	0,02	NO,IE	9,84E-06	NO
1992	105,80	101,69	0,07	0,01	0,02	NO,IE	1,17E-05	NO
1993	104,95	100,85	0,06	0,01	0,04	NO,IE	1,13E-05	NO
1994	105,97	101,86	0,05	0,01	0,08	NO,IE	1,13E-05	NO
1995	103,53	98,99	0,06	0,01	0,12	NO,IE	5,33E-06	NO
1996	107,74	102,32	0,07	0,01	0,70	NO,IE	5,14E-06	NO
1997	105,84	101,08	0,05	0,01	0,29	NO,IE	5,07E-06	NO
1998	105,15	99,81	0,06	0,01	0,64	NO,IE	5,13E-06	NO
1999	106,88	100,66	0,09	0,01	0,63	NO,IE	5,06E-06	NO
2000	107,84	98,32	0,10	0,01	3,47	NO,IE	5,10E-06	NO
2001	105,85	98,55	0,09	0,01	1,13	0,09	5,01E-06	NO
2002	106,00	98,16	0,08	0,01	1,99	0,07	5,19E-06	NO
2003	103,63	95,30	0,09	0,01	2,45	0,04	5,36E-06	NO
2004	99,35	90,20	0,10	0,01	3,13	0,05	3,09E-06	NO
2005	98,16	88,75	0,11	0,01	3,36	0,08	4,83E-06	NO
2006	91,17	82,13	0,12	0,01	2,38	0,09	5,05E-06	NO
2007	94,66	82,72	0,12	0,01	4,33	0,08	4,97E-06	NO
2008	92,52	81,38	0,10	0,01	4,15	0,02	4,89E-06	NO
2009	87,82	77,77	0,05	0,01	4,14	0,02	4,92E-06	NO
2010	86,73	75,46	0,10	0,01	4,28	NO,IE	4,81E-06	NO
2011	83,14	71,87	0,07	0,01	5,07	NO,IE	4,93E-06	NO
2012	87,06	75,16	0,12	0,01	4,25	NO,IE	4,96E-06	NO
2013	87,46	74,45	0,12	0,02	5,31	NO,IE	4,69E-06	NO
2014	79,81	68,52	0,11	0,01	4,40	NO,IE	5,02E-06	NO
2015	81,71	68,72	0,12	0,01	6,01	NO,IE	4,71E-06	NO

2.4. Evolution des émissions par secteur

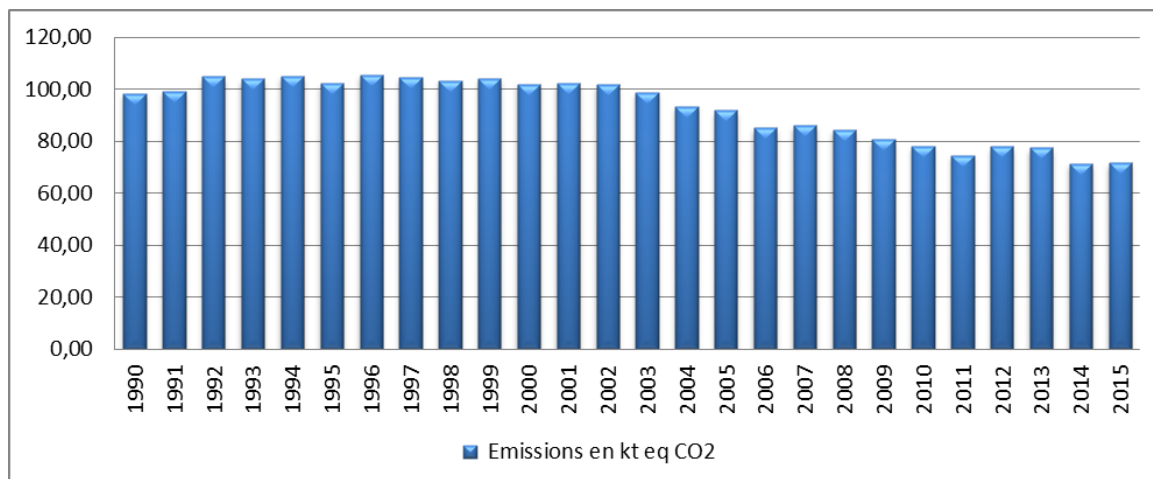
Répartition des émissions de gaz à effet de serre par secteur en 1990 et 2015



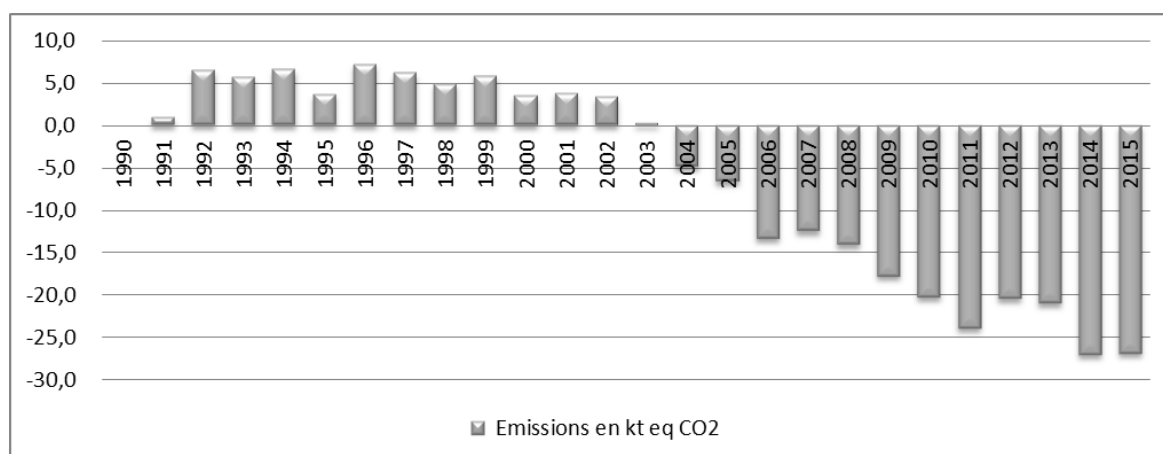
2.4.1. Secteur Energie

Le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre en Principauté est l'Energie.
Entre 1990 et 2015, les émissions sont passées de 98,50 kt CO₂ éq à 71,61 kt CO₂ éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Energie entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Energie par rapport à 1990

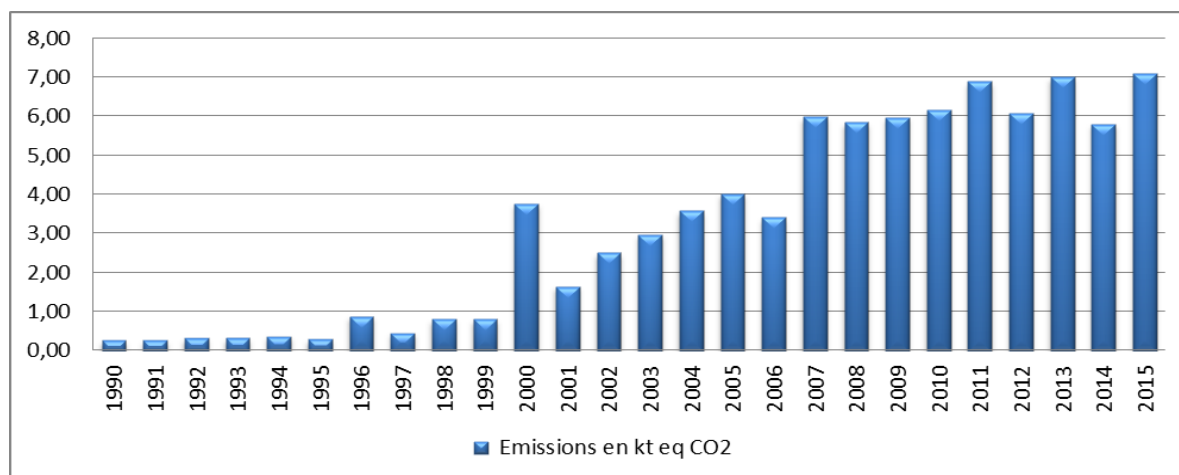


2.4.2. Secteur Procédés industriels

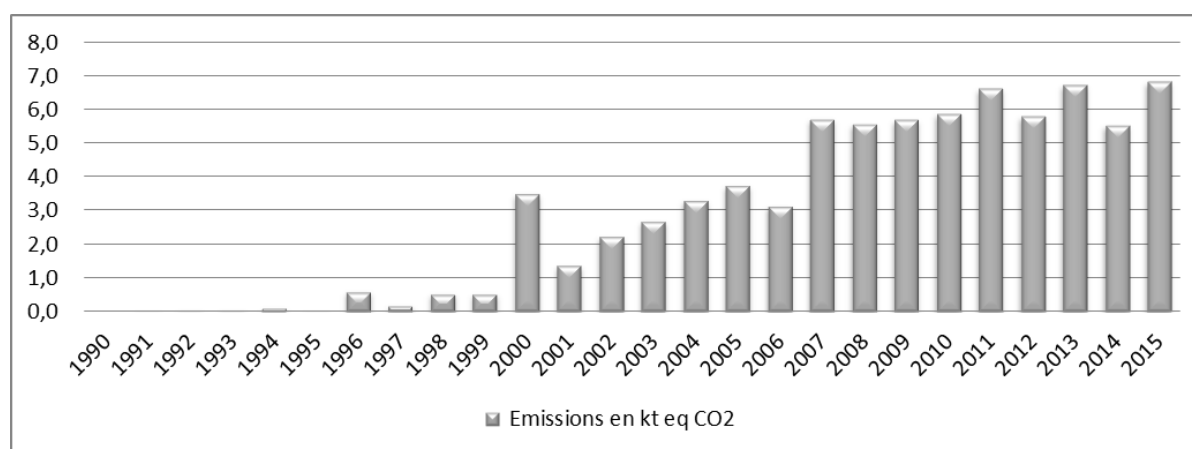
Les émissions du secteur des Procédés industriels sont en augmentation. Elles résultent essentiellement de l'évolution croissante de l'utilisation de la climatisation.

Entre 1990 et 2015, les émissions sont passées de 0,27 kt CO₂ éq à 7,09 kt CO₂ éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels entre 1990 et 2015



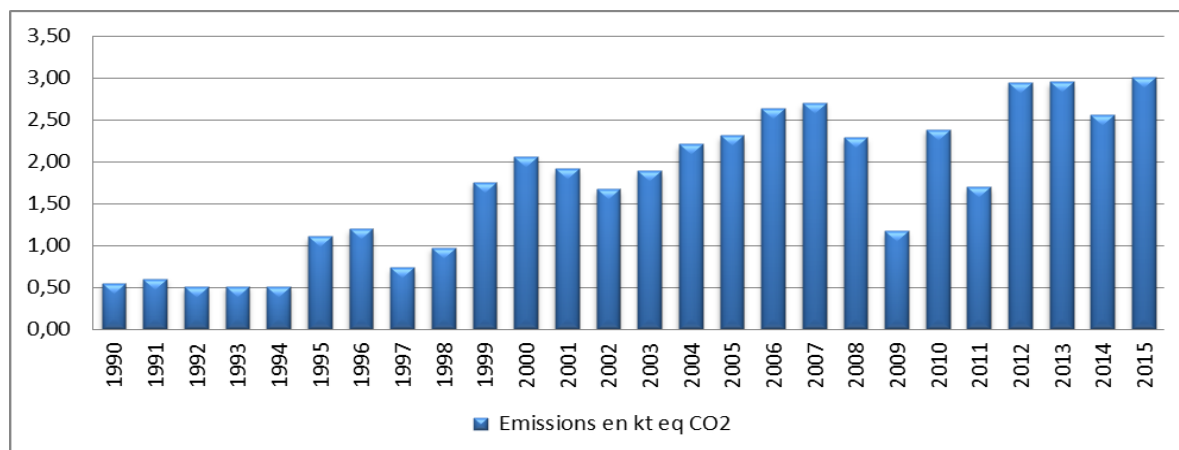
Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels par rapport à 1990



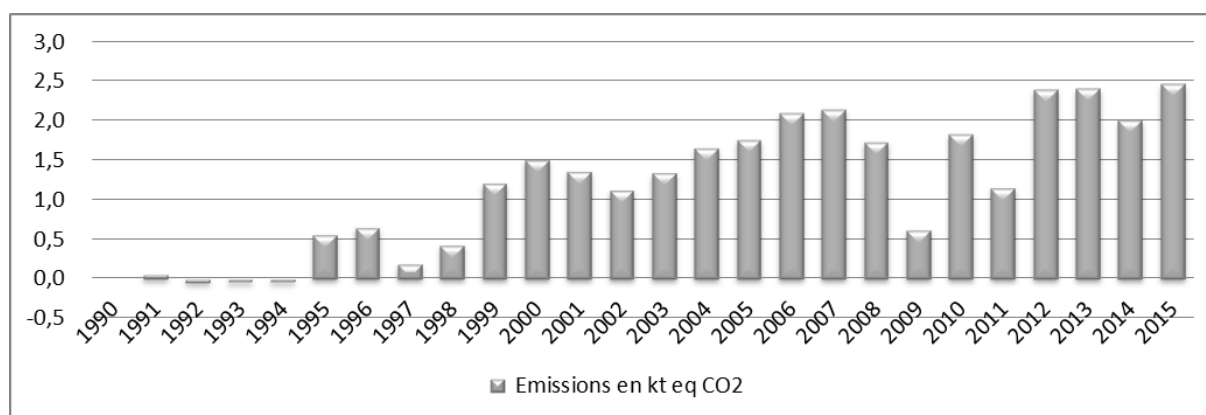
2.4.3. Secteur Déchets

Entre 1990 et 2015, les émissions sont passées de 0,55 kt CO₂ éq à 3,01 kt CO₂ éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets par rapport à 1990

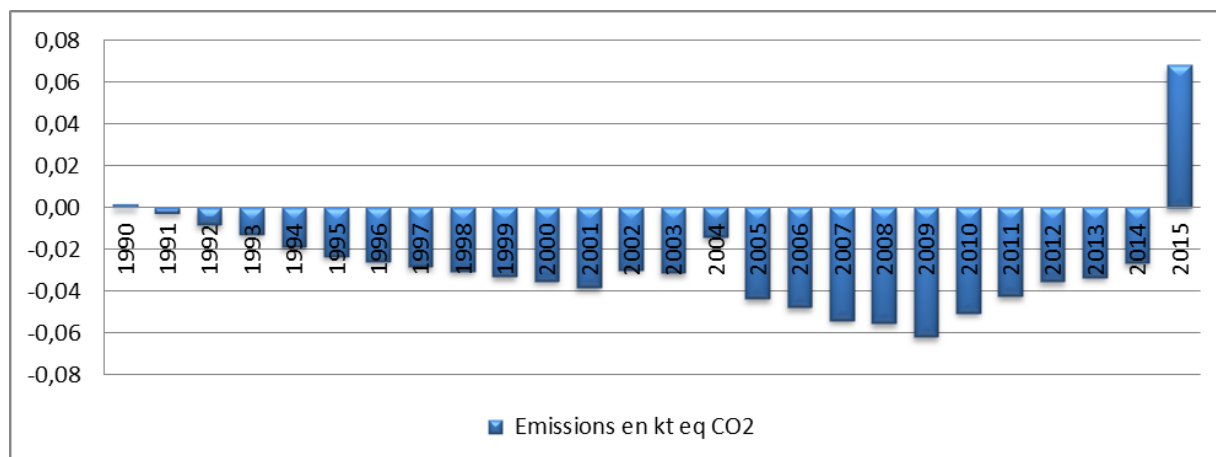


2.4.4. Secteur UTCATF

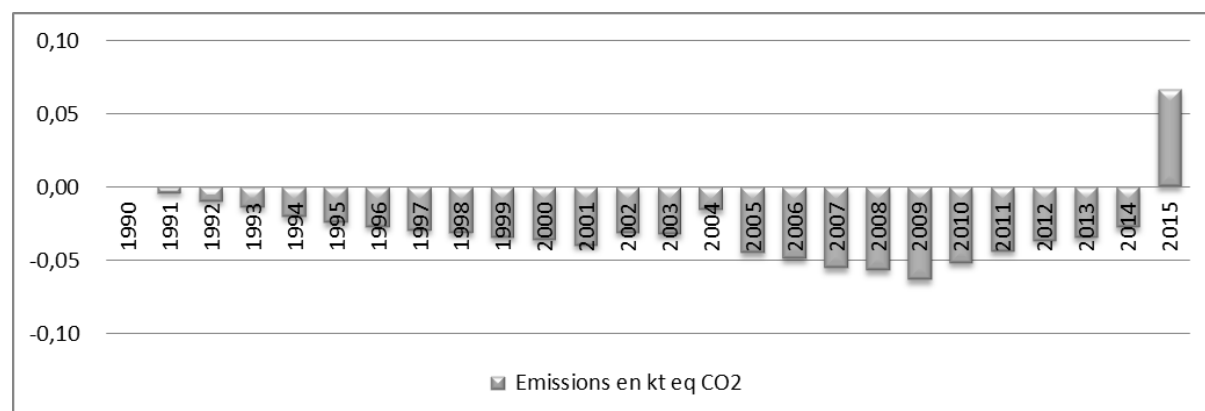
Entre 1990 et 2015, les émissions sont passées de 0,001 kt CO₂ éq à 0,068 kt CO₂ éq.

Ce secteur est relativement stable entre 1990 et 2014. En 2015, on observe une hausse importante des émissions résultant d'une perte de surfaces.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF par rapport à 1990

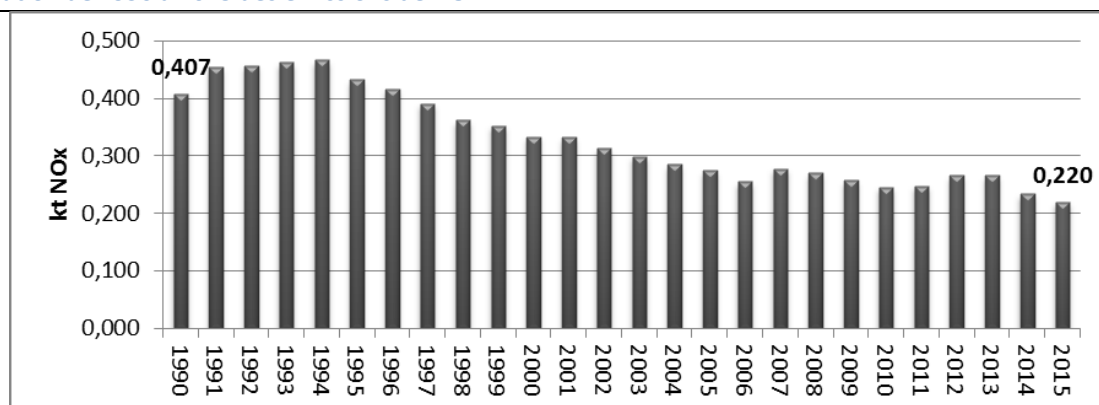


2.5. Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO₂

Cette section vise à représenter les niveaux d'émission des gaz indirects que sont les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM / NMVOC), le monoxyde de carbone (CO) ainsi que le dioxyde de soufre(SO₂).

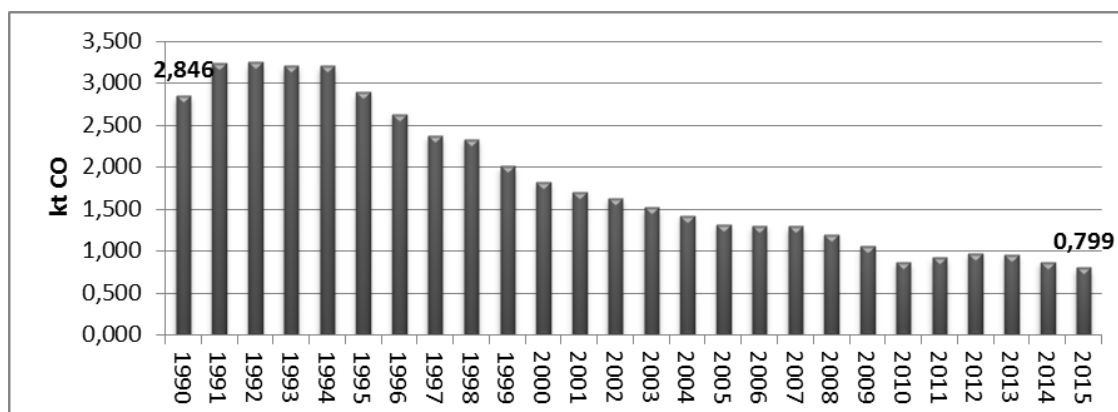
La décroissance des émissions de NO_x est principalement due au sein du secteur de l'énergie à la diminution progressive de l'utilisation du fioul pour le chauffage domestique ainsi qu'à l'amélioration technologique des véhicules automobiles en particulier pour les motorisations diesel.

Evolution de 1990 à 2015 des émissions de NO_x

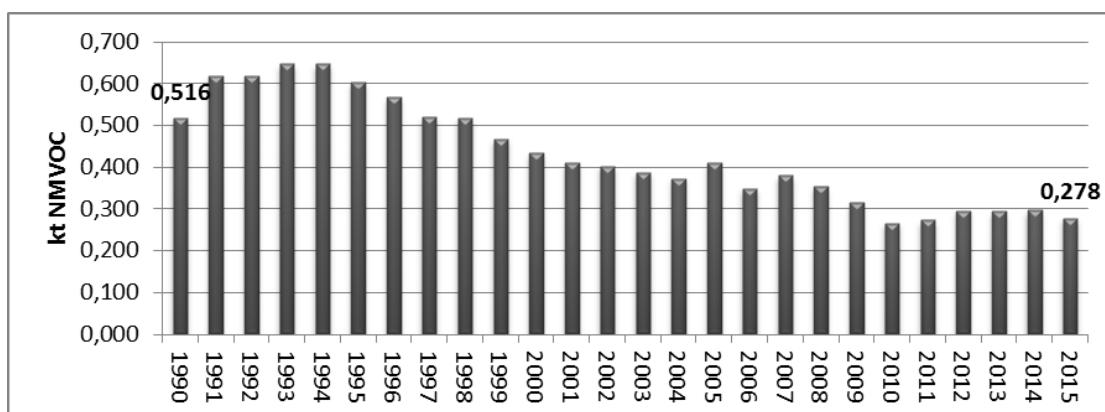


Ces mêmes raisons évoquées dans le cadre des NO_x, contribuent à la diminution progressive des niveaux d'émissions de NMVOC et de CO.

Evolution de 1990 à 2015 des émissions de CO



Evolution de 1990 à 2015 des émissions de NMVOC



La diminution des niveaux de SO₂ émis est la conséquence de la réduction de la teneur en soufre des combustibles pétroliers et à la part, de plus en plus prépondérante, des combustibles peu soufrés.

Evolution de 1990 à 2015 des émissions de SO₂

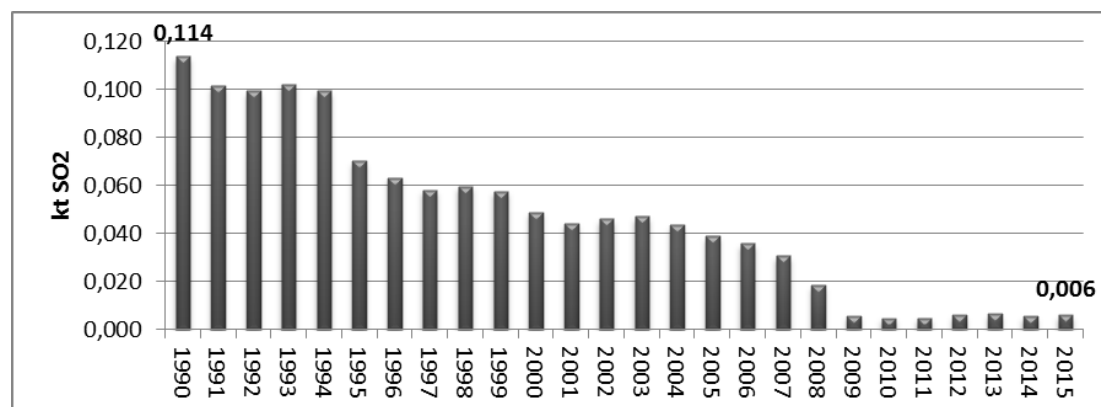


Tableau de l'évolution des émissions de Gaz indirect

	NOx	CO	NM VOC	SO2
	kt	kt	kt	kt
1990	0,407	2,846	0,516	0,114
1991	0,453	3,237	0,616	0,101
1992	0,457	3,245	0,616	0,099
1993	0,462	3,202	0,647	0,102
1994	0,466	3,200	0,647	0,099
1995	0,432	2,886	0,602	0,070
1996	0,416	2,625	0,567	0,063
1997	0,391	2,373	0,518	0,058
1998	0,362	2,328	0,517	0,060
1999	0,351	2,009	0,467	0,058
2000	0,333	1,810	0,433	0,049
2001	0,331	1,691	0,409	0,044
2002	0,313	1,624	0,401	0,046
2003	0,299	1,510	0,386	0,047
2004	0,285	1,414	0,371	0,043
2005	0,274	1,312	0,409	0,039
2006	0,255	1,294	0,348	0,036
2007	0,277	1,292	0,379	0,031
2008	0,269	1,192	0,353	0,019
2009	0,256	1,049	0,314	0,006
2010	0,245	0,867	0,265	0,005
2011	0,247	0,915	0,272	0,005
2012	0,265	0,965	0,294	0,006
2013	0,265	0,954	0,293	0,007
2014	0,234	0,866	0,296	0,006
2015	0,220	0,799	0,278	0,006

3. ENERGIE (Secteur 1 du CRF)

3.1. Caractéristiques générales du secteur

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'énergie en 2015 sont présentés dans les tableaux 1A1, 1A2, 1A3 et 1A4 du cadre commun de présentation (CRF).

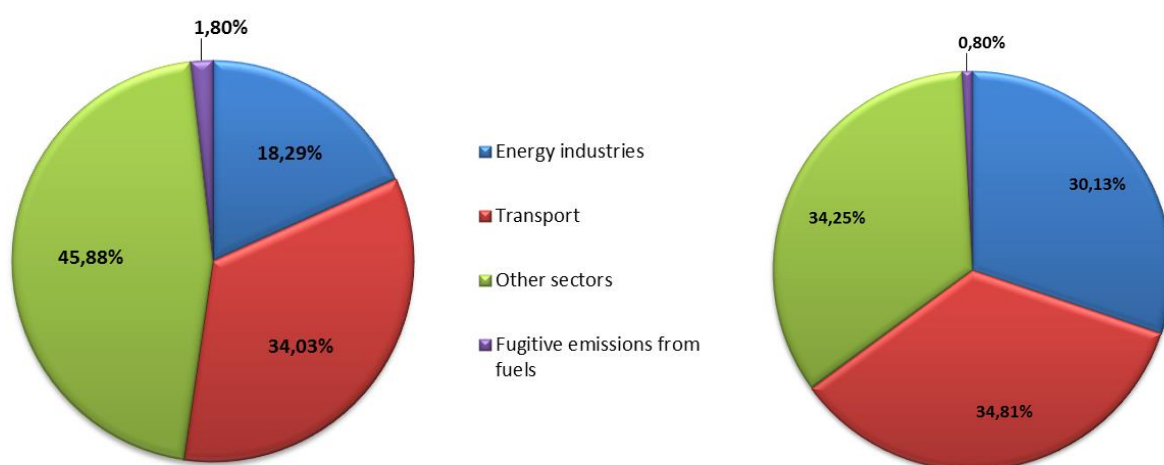
Les émissions du secteur de l'énergie, sont en 2015 de :	71,61 kt CO ₂ eq
--	-----------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	98,50 ktCO ₂ eq
La variation observée entre 1990 et 2015 est de :	- 26,89 kt CO ₂ eq

Soit une variation de :	- 27,30 %.
-------------------------	------------

Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	87,57 % des émissions globales en 2015
Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	99,18 % des émissions globales en 1990

Répartition en 1990 et 2015 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie.



3.2. Catégories sources 1A - Consommation de combustibles

Les émissions du secteur 1A, sont en 2015 de :

71,04 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

96,72 kt eq CO₂

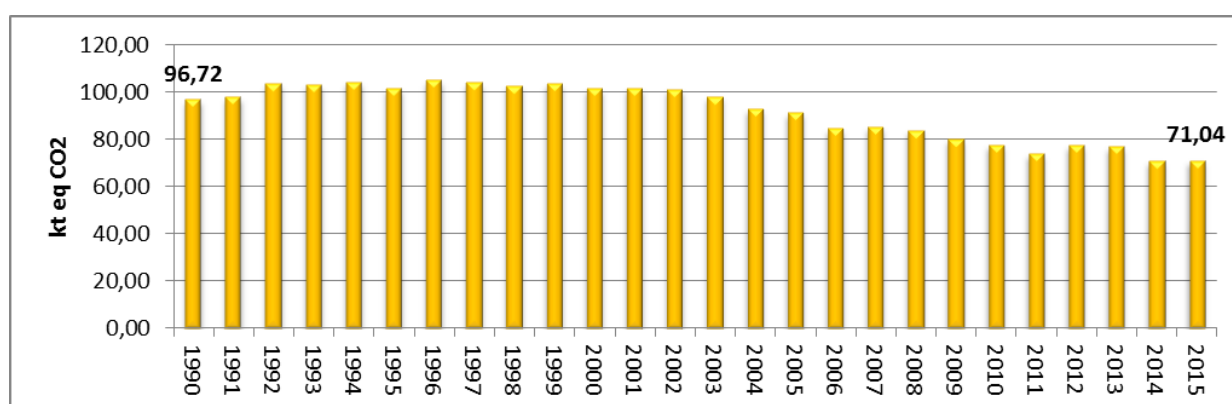
La variation observée entre 1990 et 2015 est de :

- 25,69 kt eq CO₂

Soit une variation de :

- 26,56 %.

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2015



3.2.1. 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur

La catégorie 1.A.1.a " Production publique d'électricité et de chaleur " comprend les émissions issues d'un système de production énergétique basé sur la valorisation énergétique des déchets de Monaco. Ce système comporte :

- Une usine de valorisation énergétique des déchets produisant de la vapeur et de l'électricité ;
- Une usine de transformation de la vapeur en énergie thermique (chaud et froid) et sa distribution par un réseau urbain.

Les catégories sources d'émissions sont classées dans la catégorie de la production combinée de chaud de froid et d'électricité avec :

- La combustion des déchets ménagers et assimilés (DMA) au sein de l'usine de valorisation énergétique des déchets comprenant également la combustion des boues d'épuration au sein de la même unité de traitement des déchets ;
- La combustion de combustible liquide, fioul lourd et de gaz naturel comme énergie complémentaire et de secours à la production de chaud et de froid dans l'usine de transformation de l'énergie thermique.

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2015 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1.A(a).S1. du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la production publique d'électricité et de chaleur sont en 2015 de 21,58 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 18,01 ktCO₂ eq

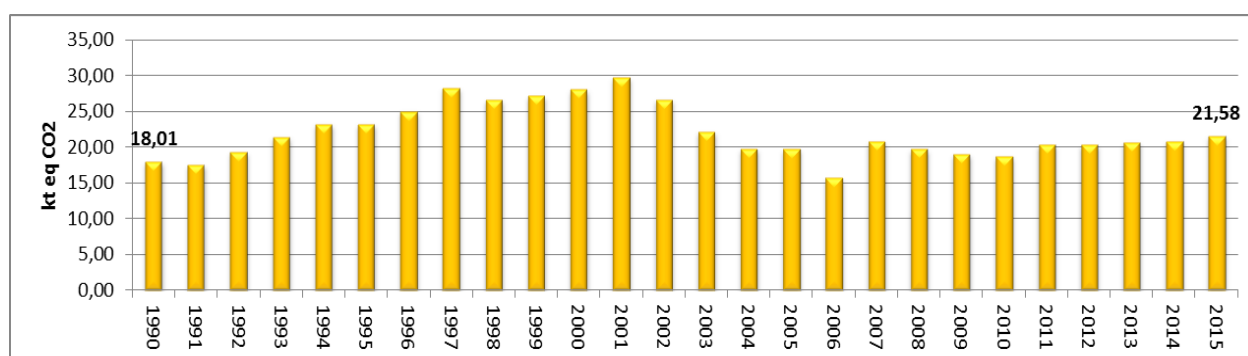
Soit une variation de : +19,79 % (+3,57 kt CO₂ eq)

Les émissions du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel représentent :

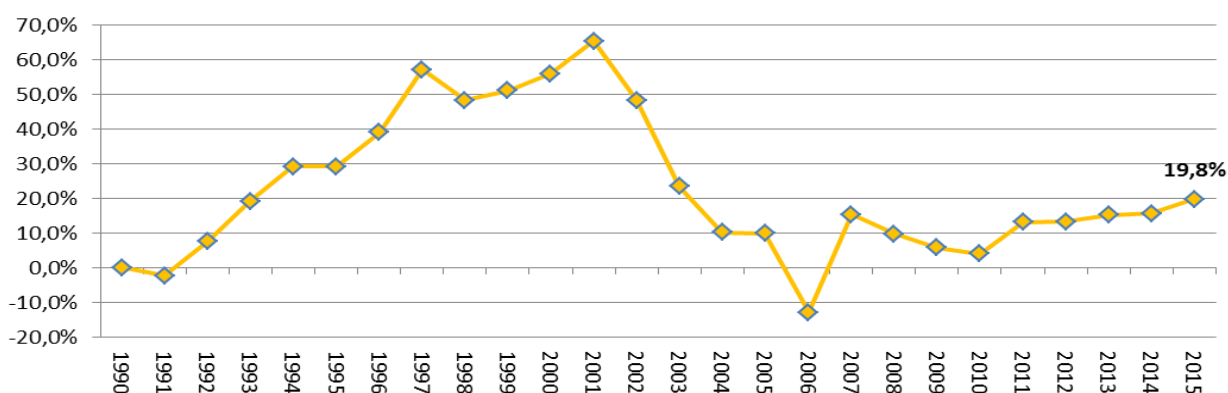
26,39 % des émissions globales (18,14 % en 1990)
30,13 % des émissions du secteur de l'Energie (18,29 % en 1990)

Les émissions de cette catégorie constituent une catégorie clé dans le cadre de cet inventaire principalement par l'incinération des déchets.

Emissions de GES entre 1990 et 2015 de la catégorie - Production publique d'électricité et de chaleur



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - Production publique d'électricité et de chaleur



3.2.1.1. Caractéristiques générales de la catégorie source

L'usine de valorisation énergétique des déchets de Monaco a une capacité maximale de traitement de 80.000 tonnes de déchets par an, comprenant également le traitement des boues humides issues de l'épuration des eaux usées. Cette usine traite les déchets de la Principauté ainsi que ceux de plusieurs communes françaises limitrophes.

La vapeur produite est utilisée en premier lieu pour alimenter un turboalternateur de 2.600 kW raccordé au réseau de distribution opéré par la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG). La vapeur résiduelle alimente les groupes à adsorption et à compresseur centrifuge, générateurs de froid, ainsi que les échangeurs de chaleur de la Centrale de production de chaleur et de froid. L'énergie destinée au chauffage et à la climatisation des bâtiments est distribuée par un réseau urbain.

Le calcul des émissions de cette catégorie tient également compte du gaz naturel et du fioul lourd utilisés pour la production d'énergie thermique du réseau. Cette énergie produite par des chaudières à part est utilisée, au besoin, comme énergie complémentaire ou lors des opérations de maintenance de l'incinérateur, lorsque l'énergie produite par la valorisation énergétique des déchets incinérés par l'usine n'est pas suffisante pour le réseau à alimenter en aval. Jusqu'en 2000, seul le fioul lourd était utilisé, par la suite, une chaudière fonctionnant au gaz naturel a été installée, la chaudière fonctionnant au fioul lourd étant conservée en secours.

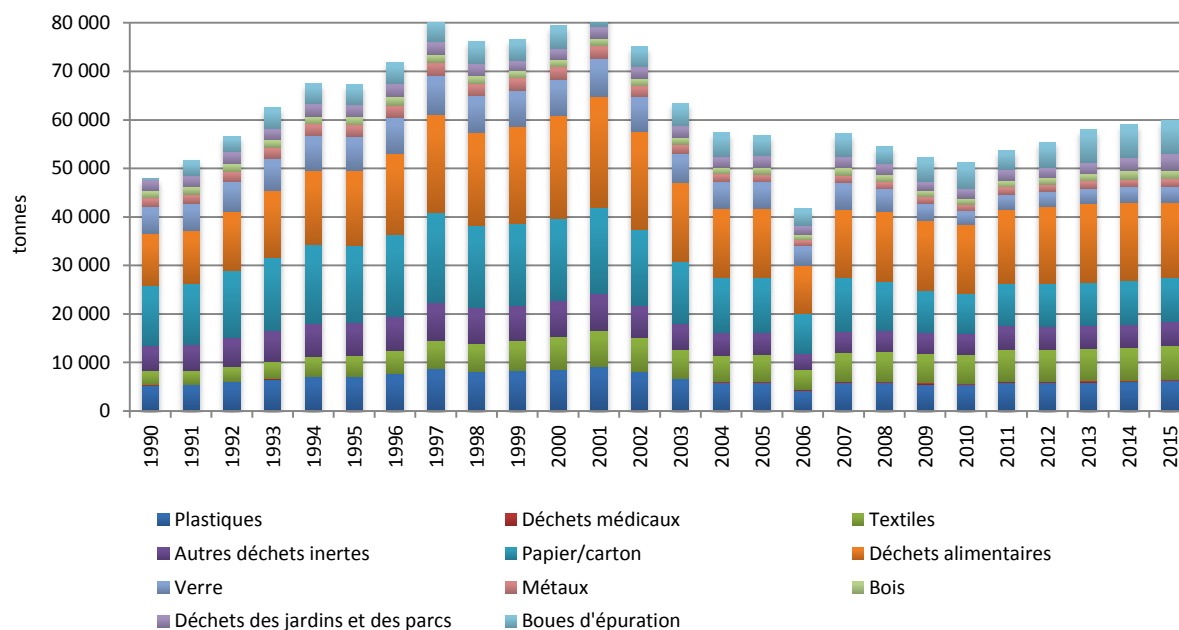
Dans les sections suivantes sont détaillés les aspects relatifs à la combustion des déchets incinérés et des boues d'épuration des eaux, puis à la combustion des carburants utilisés comme énergie complémentaire.

3.2.1.2. Incinération des déchets solides et des boues d'épuration

Les déchets et les boues sont brûlés simultanément au sein de l'incinérateur. Les méthodologies utilisées pour déterminer les émissions de ces deux flux différenciés en entrée d'incinérateur sont décrites par la suite. Nous présentons ici les résultats issus de l'incinération du flux 'déchets plus boues'.

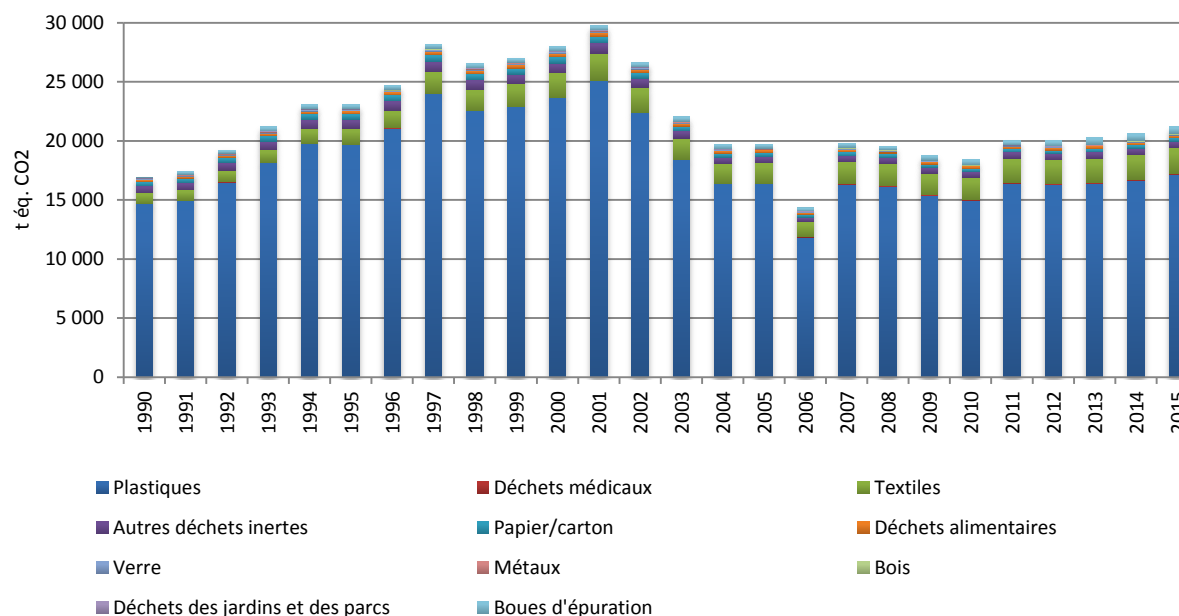
Afin d'avoir une connaissance précise du gisement des déchets incinérés au sein de l'usine d'incinération, par catégories conformes aux lignes directrices 2006 du GIEC sur l'ensemble de la série temporelle, le graphique présentant l'historique des quantités de déchets solides incinérés par type de déchets (en tonnes de poids humide), est fourni ci-dessous. La méthodologie appliquée pour estimer ces quantités est présentée dans le Chapitre 3.2.1.3.1. DONNEES D'ACTIVITES.

Série temporelle des déchets caractérisés sur la période 1990-2015



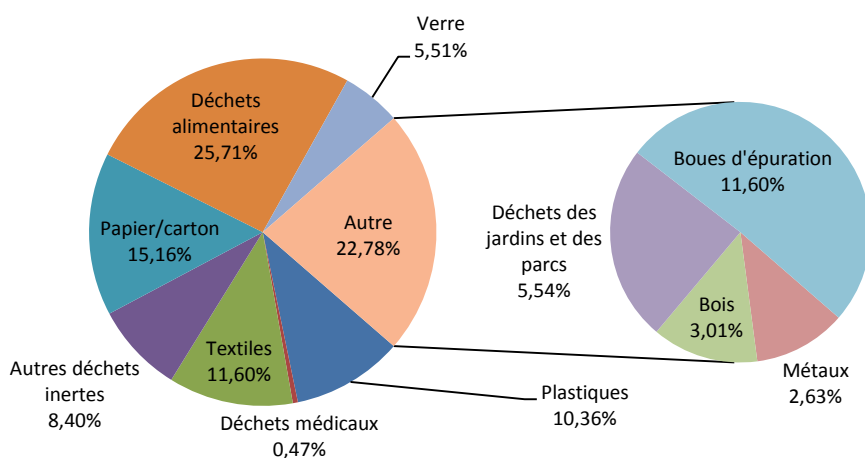
Le graphique suivant présente l'historique des émissions de GES (CH_4 , N_2O et CO_2 d'origine fossile) associées à l'incinération des déchets. La méthodologie appliquée pour estimer ces quantités est présentée dans le Chapitre 3.2.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS SOLIDES.

Répartition des émissions de GES par types de déchets sur la série temporelle 1990-2015



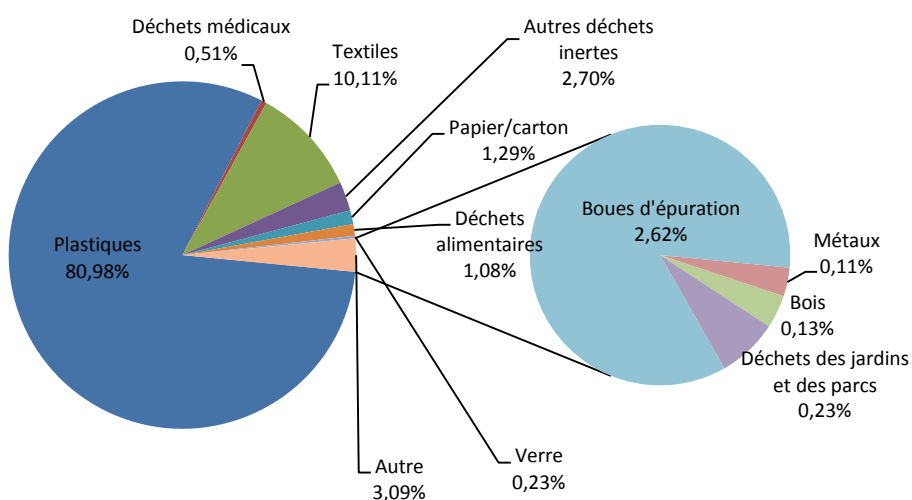
La composition des déchets est présentée en entrée d'usine après caractérisation des déchets en mélange en pourcentage massique (a) et en termes d'émissions de GES pour ces mêmes types de déchets (boues comprises) pour l'année 2015 (b).

Composition des déchets après recaractérisation (a) et répartition des émissions de GES par types de déchets pour l'année 2015 (b)



Répartition massique des tonnages par types de déchets après recaractérisation pour l'année 2015

a)

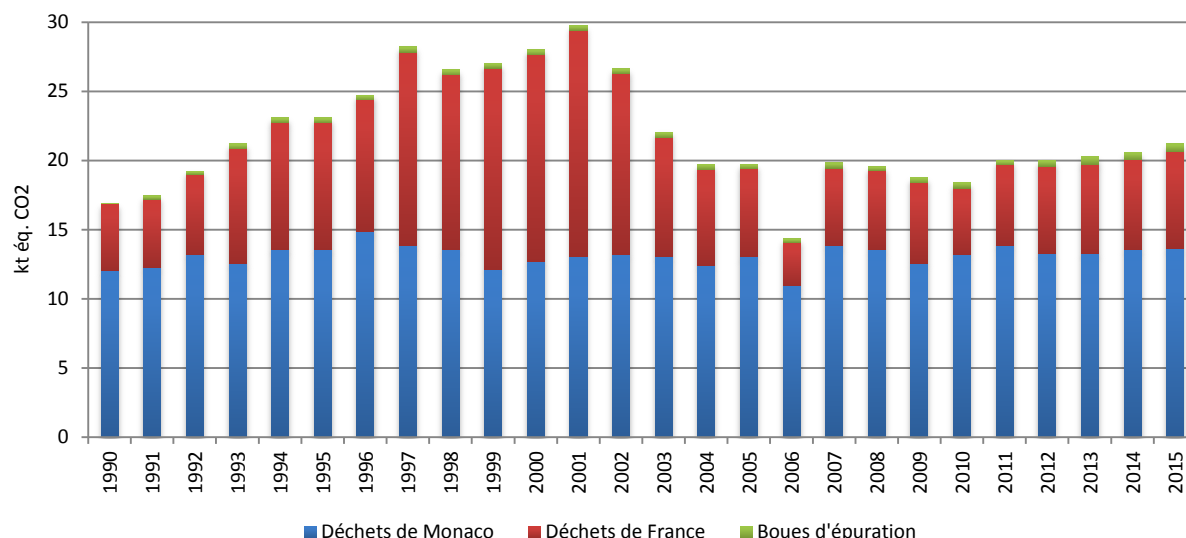


Répartition des émissions de GES en 2015

(b)

Les circonstances nationales relatives au traitement des déchets sont particulièrement importantes pour Monaco, notamment en termes de définition des politiques et mesures. En particulier, une part variable des déchets incinérés provient de France et contribue aux émissions nationales comme le montre le graphique suivant des émissions de GES (CH₄, N₂O et CO₂ d'origine fossile).

Distinction de la part des émissions de GES due aux déchets de Monaco, aux déchets de France et aux boues d'épuration sur la période 1990-2015

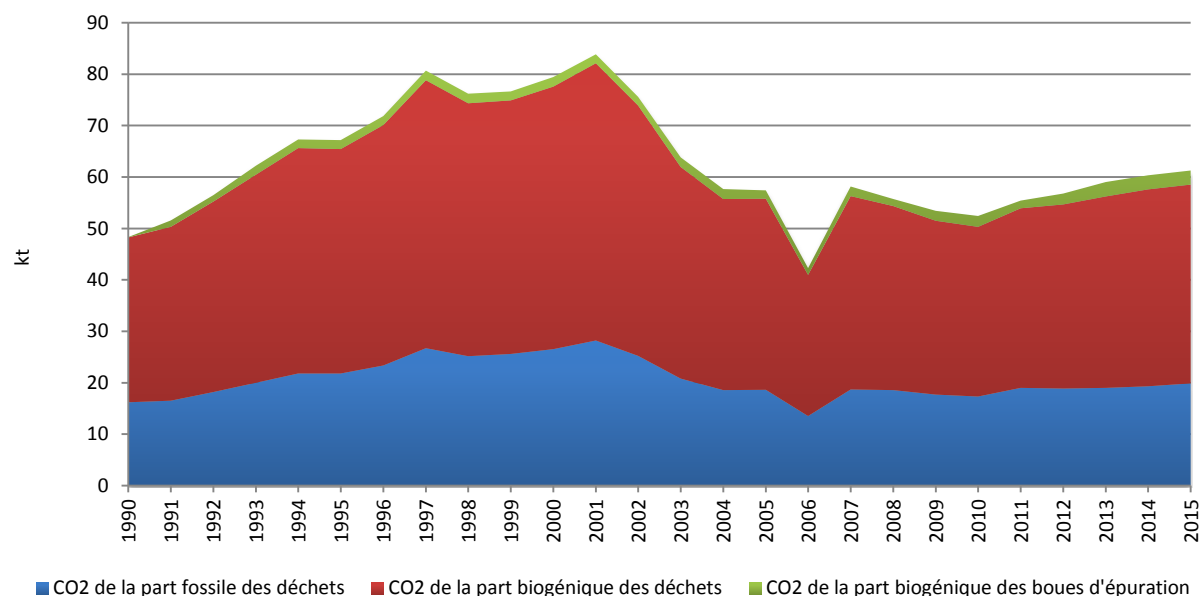


Ce diagramme, présentant les émissions de GES (CH_4 , N_2O et CO_2 d'origine fossile), met en évidence que la part principale des émissions de GES mesurées provient de l'incinération des déchets de Monaco. Cependant la part des émissions dues aux déchets des communes limitrophes est non négligeable mais a tendance à diminuer à partir de 2004 et à se stabiliser à partir de 2012. La contribution des émissions liées à l'incinération des boues d'épuration a quant à elle tendance à augmenter au cours des années.

Une part importante des déchets incinérés est d'origine biomasse. Les émissions associées sont estimées et rapportées dans la catégorie de combustible « *Biomass* » des tables CRF 1.A(a). Mais, conformément aux règles de rapportage, ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le total national.

Le graphique suivant présente les émissions de CO_2 en distinguant la part d'origine fossile de celle d'origine biomasse.

Caractérisation de la part fossile des déchets et de la part biogénique des déchets et des boues d'épuration en kt de CO_2 sur la période 1990-2015



3.2.1.3. Déchets incinérés

3.2.1.3.1. DONNEES D'ACTIVITES

Les calculs d'émissions de GES pour le secteur de l'incinération des déchets se basent sur les tonnages de déchets pesés en entrée d'usine qui sont fournis annuellement par la Société Monégasque d'Assainissement (SMA). Ces tonnages sont présentés au sein du tableau ci-dessous. Les déchets en entrée d'usine en provenance de Monaco sont notés 'Déchets MC' et ceux en provenance des communes limitrophes sont notés 'Déchets FR'. Tous deux sont exprimés en tonnes de poids humide des déchets totaux pesés en entrée d'usine.

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Déchets MC (t)	34 891	35 606	38 220	36 380	39 185	38 977	42 617	39 472	38 494
Déchets FR (t)	12 815	12 956	15 276	21 860	24 108	24 127	24 897	36 617	33 046
MSW (t)	47 706	48 562	53 496	58 240	63 293	63 104	67 514	76 089	71 540

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Déchets MC (t)	34 396	35 840	36 756	37 066	36 391	34 478	36 194	30 160	38 073
Déchets FR (t)	37 886	38 888	42 452	33 892	22 368	17 947	16 371	8 108	14 428
MSW (t)	72 282	74 728	79 208	70 958	58 759	52 425	52 565	38 268	52 501

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Déchets MC (t)	36 158	32 306	33 450	34 783	34 012	34 451	35 541	36 111
Déchets FR (t)	14 797	15 028	12 459	15 067	16 265	16 785	16 735	16 861
MSW (t)	50 955	47 334	45 909	49 850	50 277	51 236	52 276	52 972

En se fondant sur un comptage différencié des volumes de déchets en apport à l'usine d'incinération effectué à partir de 2009, ces tonnages globaux sont ensuite répartis en catégories de déchets référencées par les lignes directrices du GIEC, avec une nouvelle méthodologie de caractérisation des déchets présentée par la suite pour obtenir les catégories de déchets préconisées par les lignes directrices.

A l'occasion du premier inventaire de la seconde période d'engagement (NIR 2015), une méthodologie de calculs de niveau T2 a été développée en conformité avec les lignes directrices 2006 du GIEC.

Le modèle développé s'appuie sur le comptage différencié en entrée de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.), qui permet de distinguer les catégories de déchets suivantes :

- Papier/carton ;
- Plastiques ;
- Médicaments ;
- Déchets verts ;
- Bois ;
- Déchets de soin ;
- Boues de dégrillage ;
- Boues d'épuration des eaux.

Et les catégories de déchets en mélange suivantes :

- Ordures ménagères (O.M. et C.P.O.M.) ;
- Encombrants ;
- Déchets d'Activités Economiques (D.A.E.).

Les données sur le comptage différencié sont disponibles pour la période 2009-2015. Afin d'assurer une cohérence des séries temporelles, une composition moyenne des déchets sur la période 2009-2012 a été déterminée pour être appliquée à l'ensemble de la période 1990-2008. Cette composition moyenne est présentée dans le tableau ci-dessous.

Composition moyenne des déchets de Monaco (déterminée à partir du comptage sur la période 2009-2012)	Proportion en tonnage des catégories (en %)
Ordures ménagères (O.M.)	67,17
Déchets d'activités économiques (D.A.E.)	15,75
Encombrants	2,91
Boues de dégrillage	0,83
Papier/carton	2,15
Médicaments	0,06
Plastiques	0,35
Déchets verts	6,59
Bois	4,11
Déchets de soin	0,08

Parmi ces apports, il subsiste des flux en mélange (rose) qui nécessitent une caractérisation permettant de déterminer une composition des déchets correspondant à des facteurs d'émissions spécifiques donnés par les lignes directrices 2006 du GIEC.

Caractérisation des déchets en mélange (O.M., C.P.O.M., D.A.E. et encombrants)

En l'absence de données spécifiques à la Principauté, la caractérisation des déchets en mélange est basée sur les campagnes nationales de caractérisation des ordures ménagères menées en France par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) en 1993 et en 2007¹. Dans le cadre de cette étude, différents cas ont été distingués, il a été utilisé pour cette caractérisation celui « avec ventilation des éléments fins ».

L'utilisation des données issues du MODECOM 1993 et 2007 permet de traduire l'évolution de la composition des déchets en France notamment en tenant compte de la mise en place progressive d'une politique de tri et de recyclages pendant cette période. A Monaco, la politique de tri a été renforcée plus tardivement sur la période 2007-2010, pour le papier/carton, du verre et des emballages ménagers recyclables.

La prise en compte de ces éléments a permis de déterminer une composition spécifique des déchets de la Principauté. La caractérisation notée MODECOM MC 2007_tri permet de décrire la composition des déchets de la Principauté avec prise en compte de ce tri à partir de 2010.

De ces travaux, trois compositions de déchets ont été déterminées en 1993 (MODECOM MC 1993), 2007 (MODECOM MC 2007) et après 2007 (MODECOM MC 2007_tri) afin de reconstruire une série de données depuis 1990.

Catégorisation des O.M. et C.P.O.M. (en poids humide)

Catégories	MODECOM MC 1993	MODECOM MC 2007	MODECOM MC 2007_tri
Déchets alimentaires	28,74 %	32,49 %	39,88 %
Papier/Carton	25,53 %	21,70 %	16,31 %
Autres déchets inertes	11,56 %	8,17 %	9,67 %
Textiles/Textiles sanitaires	5,73 %	10,70 %	12,99 %
Plastiques	11,16 %	11,30 %	11,78 %
Verre	13,17 %	12,61 %	6,34 %
Métaux	4,12 %	3,03 %	3,02 %

¹ [La composition des ordures ménagères et assimilées en France, ADEME Editions, 2010].

Pour les D.A.E. et les encombrants, une clé de répartition a été utilisée, correspondant à celle des O.M., mais dans laquelle la catégorie des déchets alimentaires a été retirée et le pourcentage massique ventilé sur les autres catégories, pour atteindre un total de 100%.

La caractérisation des déchets en mélange et la reconstruction de la série temporelle a été réalisée selon le schéma suivant :

Années	≤ 1993	1993-2006	2007	2008-2009	≥ 2010
Modèle de composition adopté	OMR (avec ventilation des éléments fins) de 1993	OMR (avec ventilation des éléments fins)	OMR (avec ventilation des éléments fins) de 2007	OMR et collectes sélectives (avec ventilation des éléments fins)	OMR et collectes sélectives (avec ventilation des éléments fins) de 2007
	MODECOM MC 1993	Interpolation linéaire entre MODECOM MC 1993 et 2007	MODECOM MC 2007	Interpolation linéaire entre MODECOM MC 2007 et de 2007_tri	MODECOM MC 2007_tri

Caractérisation des déchets en provenance des communes limitrophes incinérés à Monaco

Dans le cas des déchets en provenance des communes limitrophes françaises, une méthodologie similaire a été appliquée, sans prise en compte de la mise en place spécifique de la politique de tri réalisée sur le territoire de Monaco.

Un tri des médicaments a été mis en place en 2006. Cette spécificité liée aux déchets des communes limitrophes françaises a été intégrée pour la détermination de la composition moyenne de ces déchets.

3.2.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS SOLIDES

Lors des précédents inventaires (jusqu'au NIR 2014 inclus), la méthode d'estimation des GES issue de l'incinération des déchets était calculée à partir d'une méthode de niveau T1 basée sur une quantité totale indifférenciée de déchets incinérés ainsi que d'un facteur d'émission par défaut.

Lors des derniers audits effectués par les experts de l'ERT et en particulier l'*in-country review* réalisée en 2013 [FCCC/ARR/2013/MCO], il a été recommandé à la Principauté d'utiliser une méthodologie de niveau supérieure utilisant un facteur d'émission spécifique.

La part des émissions d'origine fossile des déchets urbains incinérés est distinguée de la part des émissions d'origine biogénique (part biomasse) de ces mêmes déchets pour les gaz CO₂, CH₄ et N₂O.

A partir des données caractérisées, une méthodologie de niveau T2a est utilisée pour le CO₂, T1 pour le CH₄ et le N₂O avec application de facteurs d'émissions par défaut.

Les méthodologies utilisées sont pour la part biomasse de niveaux T2a pour le CO₂ et T1 pour le CH₄ et le N₂O avec application de facteurs d'émissions par défaut.

Les teneurs en matière sèche, carbone et carbone fossile des différents types de déchets solides incinérés sont issues du tableau des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 5, Ch. 2, Tab. 2.4. Les calculs sont effectués selon l'équation IPCC, GL 2006, Vol. 5, Eq. 5.2, suivante :

$$Emissions\ CO_2\ part\ d'origine\ f/b(kt) = \sum_i ((MSW \times WF_i) \times [FE_i(CO_2)]_{f/b}) \times \frac{44}{12} \times 10^{-3}$$

Avec :

- MSW : tonnage total de déchets incinérés, hors boues d'épuration, en tonnes de poids humide ('MSW' = 'Déchets MC' + 'Déchets FR') ;
- i : type de déchet incinéré précisé comme suit, à savoir : déchets alimentaires, papier/carton, autres déchets inertes, textiles/textiles sanitaires, plastiques, verre, métaux, déchets médicaux, bois ainsi que déchets des jardins et des parcs ;
- WF_i : fraction massique du déchet incinéré de type i pendant une année (en tonnes de déchets humides), avec $\sum_i WF_i = 1$;
- 44/12 : coefficient de conversion de C en CO_2 ;
- $[FE_i(CO_2)]_{f/b}$: facteur d'émission du CO_2 du composant i de la part d'origine fossile ou biogénique (f ou b) (en tonnes de CO_2 /tonnes de déchets incinérés en poids humide) :
 - $[FE_i(CO_2)]_f = dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i$
 - $[FE_i(CO_2)]_b = dm_i \times CF_i \times (1 - FCF_i) \times OF_i$

Avec :

- dm_i : teneur en matière sèche du déchet de type i en % du poids humide ;
- CF_i : teneur totale en carbone en % du poids sec ;
- FCF_i : fraction de carbone fossile en % du carbone total ;
- OF_i : facteur d'oxydation, (fraction).

Les valeurs des différents paramètres sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Catégories (i)	dm_i	CF_i	FCF_i	OF_i	$[FE_i(CO_2)]_f$	Références	Justification du choix
Déchets alimentaires	0,40	0,38	0,00	1	0,00000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Papier/Carton	0,90	0,46	0,01	1	0,00414	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Autres déchets inertes	0,90	0,03	1,00	1	0,02700	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Textiles/Textiles sanitaires	0,80	0,50	0,20	1	0,08000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Valeur de la catégorie 'Textiles' (LD 2006) afin de ne pas minimiser les émissions de CO ₂ induites par cette catégorie
Plastiques	1,00	0,75	1,00	1	0,75000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Verre	1,00	0,00	0,00	1	0,00000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Métaux	1,00	0,00	0,00	1	0,00000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Déchets médicaux	1,00	0,40	0,25	1	0,10000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.6	Les déchets médicaux sont des déchets secs en Principauté, un choix a été fait de ne pas adopter la valeur par défaut de 0,65 de teneur en matière sèche en % du poids humide [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab. 2.6] mais de choisir à la place une valeur de 1 ce qui est plus en accord avec la spécificité du territoire
Bois	0,85	0,50	0,00	1	0,00000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Déchets des jardins et des parcs	0,40	0,49	0,00	1	0,00000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible

Les valeurs de fractions massiques WF_i sur la série temporelle sont fournies dans le tableau suivant :

	Déchets alimentaires	Papier/ Carton	Autres Déchets inertes	Textiles	Plastiques	Verre	Métaux	Déchets Médicaux	Bois	Déchets des jardins et des parcs
1990	0,223	0,261	0,109	0,060	0,111	0,117	0,039	0,001	0,030	0,048
1991	0,222	0,261	0,109	0,060	0,111	0,117	0,039	0,001	0,031	0,049
1992	0,226	0,261	0,109	0,060	0,112	0,117	0,039	0,001	0,029	0,047
1993	0,236	0,261	0,109	0,060	0,113	0,115	0,039	0,001	0,026	0,041
1994	0,240	0,257	0,107	0,064	0,113	0,113	0,039	0,001	0,025	0,040
1995	0,244	0,253	0,106	0,068	0,113	0,112	0,038	0,001	0,025	0,040
1996	0,247	0,249	0,104	0,072	0,113	0,112	0,037	0,001	0,026	0,041
1997	0,264	0,243	0,103	0,077	0,114	0,107	0,037	0,001	0,021	0,033
1998	0,266	0,239	0,101	0,081	0,114	0,106	0,036	0,001	0,022	0,035
1999	0,279	0,232	0,100	0,086	0,115	0,102	0,035	0,001	0,020	0,030
2000	0,283	0,228	0,099	0,090	0,115	0,101	0,034	0,001	0,020	0,031
2001	0,289	0,222	0,097	0,094	0,115	0,099	0,034	0,001	0,019	0,030
2002	0,285	0,220	0,095	0,098	0,114	0,100	0,033	0,001	0,021	0,033
2003	0,275	0,220	0,092	0,100	0,113	0,103	0,032	0,001	0,025	0,039
2004	0,273	0,217	0,090	0,104	0,113	0,104	0,031	0,001	0,026	0,041
2005	0,271	0,215	0,087	0,107	0,113	0,104	0,031	0,001	0,028	0,044
2006	0,259	0,216	0,083	0,109	0,112	0,109	0,030	0,004	0,030	0,048
2007	0,271	0,209	0,083	0,114	0,112	0,104	0,029	0,004	0,029	0,045
2008	0,285	0,197	0,087	0,120	0,114	0,090	0,029	0,004	0,028	0,045
2009	0,303	0,185	0,091	0,127	0,117	0,076	0,030	0,005	0,028	0,039
2010	0,309	0,177	0,095	0,132	0,118	0,062	0,030	0,004	0,027	0,044
2011	0,307	0,176	0,095	0,132	0,119	0,063	0,030	0,004	0,027	0,047
2012	0,316	0,173	0,095	0,131	0,117	0,062	0,030	0,005	0,027	0,043
2013	0,317	0,173	0,094	0,130	0,116	0,062	0,029	0,005	0,029	0,046
2014	0,307	0,173	0,093	0,129	0,115	0,061	0,029	0,005	0,035	0,052
2015	0,291	0,171	0,095	0,131	0,117	0,062	0,030	0,005	0,034	0,063

Les valeurs de tonnages correspondant aux fractions massiques fournies précédemment par type de déchet incinéré sont données à titre indicatif dans l'Annexe 3.

Pour le CH_4 , les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.4 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch. 5] avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 5, Ch. 5, Tab. 5.3.

Pour le N_2O , les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.5 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5] avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 5, Ch.5, Tab. 5.6.

$$Emissions\ CH_4\ (kt) = \sum_i (MSW \times WF_i) \times FE\ (CH_4) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ N_2O\ (kt) = \sum_i (MSW \times WF_i) \times FE\ (N_2O) \times 10^{-9}$$

Avec :

- MSW : tonnage total de déchets incinérés, hors boues d'égouts, en tonnes de poids humide ('MSW' = 'Déchets MC' + 'Déchets FR') ;
- i : type de déchet incinéré précisé comme suit, à savoir : déchets alimentaires, papier/carton, autres déchets inertes, textiles/textiles sanitaires, plastiques, verre, métaux, déchets médicaux, bois ainsi que déchets des jardins et des parcs ;
- WF_i : fraction massique du déchet incinéré de type i pendant une année (en tonnes de déchets humides), avec $\sum_i WF_i = 1$;
- Les valeurs des FE pour le CH_4 et le N_2O sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	<i>FE</i>	Références	Justification du choix
<i>FE (CH₄)</i>	0,2 kg/kt	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.3	A Monaco, l'incinération des déchets se fait en continu via l'utilisation d'un foyer mécanique
<i>FE (N₂O)</i>	50 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6	A Monaco, l'incinération des déchets se fait en continu via l'utilisation d'un foyer mécanique

Pour le calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et SO₂, les FE sont issus des données de l'EMEP/EEA *emission inventory guidebook* 2013, Tab.3-1 [5.C.1.a *Municipal waste incineration* GB2013] et sont reportés dans l'Annexe 3.

Les méthodologies pour NO_x, CO, NMVOC et SO₂ sont détaillées en Annexe 3 de ce rapport.

3.2.1.3.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

Les données sont considérées comme exhaustives, d'une part de par la nature de l'importation des différents flux de déchets qui n'est gérée que par une seule entreprise concessionnaire de l'Etat à savoir la Société Monégasque d'Assainissement (SMA) et d'autre part par la connaissance précise des tonnages de déchets en entrée d'usine d'incinération.

Concernant les valeurs d'incertitudes, la méthodologie utilisée étant différente dans le cas du CO₂ et du CH₄/N₂O, la détermination de ces incertitudes décrite ci-dessous a été effectuée de façon distincte pour les deux cas.

Incertitudes pour le CO₂

Pour les incertitudes sur les données d'activité une valeur par défaut de ±5%, inscrite dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol. 5, Ch. 5, §5.7.2] a été adoptée pour les déchets solides incinérés, pour palier à une erreur humaine dans les pesées ou dans le *reporting* des données.

Afin de déterminer l'incertitude sur les facteurs d'émissions utilisés, en l'absence de valeurs spécifiques à Monaco, un choix a été fait d'apprécier l'incertitude sur la valeur par défaut du facteur d'émission pour chaque catégorie de déchet, utilisée dans le cadre de nos calculs et donnée dans les lignes directrices. Pour apprécier la précision sur la valeur choisie, la différence entre la valeur par défaut et les valeurs minimales et maximales qui la bornent a été calculée. Cette différence est exprimée en % par rapport à la valeur par défaut.

Les valeurs utilisées pour les calculs d'incertitudes sont issues des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 5, Ch. 2, Tab. 2.4.

Pour calculer l'incertitude globale pour chaque catégorie de déchets, la formule suivante a été utilisée afin de combiner l'incertitude de chaque facteur ('Teneur totale en carbone en % de poids sec' (*CF_i*) et 'Fraction de carbone fossile en % du carbone total') :

$$I_{globale} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$$

Avec :

- $I_{globale}$ = % total de l'incertitude d'une catégorie (ex : % total de la catégorie 'Textiles') ;
- I_n = % d'une catégorie en fonction d'un facteur (ex : % de la catégorie 'Textiles' par rapport au facteur CF_i).

La formule de l'incertitude combinée est extraite des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 1, Ch. 3, équation 3.1. L'incertitude des facteurs d'émissions correspond à l'incertitude globale calculée précédemment.

Incertitudes pour le CH₄ et le N₂O

Pour les incertitudes sur les données d'activités une valeur par défaut de $\pm 5\%$, inscrite dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol. 5, Ch. 5, §5.7.2] a été adoptée pour les déchets incinérés, pour palier à une erreur humaine dans les pesées ou dans le *reporting* des données.

Les facteurs d'émissions de CH₄ et N₂O utilisés étant des valeurs par défaut [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch. 5, Tab. 5.3 et 5.6], comme décrit dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol. 5, Ch. 5, §5.7.1], les incertitudes sur le facteur d'émission considérées sont de $\pm 100\%$.

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.2.1.3.4. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Pour la valorisation énergétique des déchets la cohérence de la série temporelle s'applique aux données d'activité qui sont déterminées par :

- La disponibilité des tonnages globaux sur la période 1990-2015 ;
- Les pesées de déchets différenciés en entrée d'usine d'incinération réalisées de 2009-2015 ;
- La caractérisation des déchets en mélange sur la période 1990-2015.

Tonnages globaux

Les tonnages globaux incinérés sont les données relevées par l'usine dans le cadre de son exploitation et utilisées dans le cadre des calculs effectués lors de la CP1.

Comptage différencié des apports

Les données sur le comptage différencié en entrée d'usine d'incinération sont disponibles pour la période 2009-2015.

Afin d'assurer une cohérence des séries temporelles, une moyenne des apports en déchets sur cette période a pu être déterminée pour être appliquée à l'ensemble de la période 1990-2008. La composition moyenne est décrite au sein de la description méthodologique ci-dessus.

Caractérisation des déchets en mélange sur la période 1990-2015

La série temporelle a intégralement été reconstruite avec la méthode décrite précédemment pour permettre une caractérisation des déchets en mélange assurant la cohérence des séries temporelles et reflétant l'évolution temporelle observée en Principauté suite aux différentes mesures mises en place.

A l'aide de la caractérisation des déchets en mélange et de la reconstruction de la série temporelle, il est alors possible de représenter la caractérisation des déchets reconstruite avec la composition moyenne (2009-2012) en entrée de l'U.I.R.U.I. D'après ce diagramme, nous notons que les déchets en mélange correspondent à un fort % du tonnage mesuré en entrée d'usine.

3.2.1.3.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

La méthodologie de caractérisation des déchets développée par la Direction de l'Environnement a bénéficié d'une vérification d'assurance qualité par le CITEPA préalablement à sa validation.

3.2.1.3.6. AMELIORATIONS

Dans le cadre de la réactualisation de l'usine d'incinération des déchets prévue courant 2017-2020, des campagnes de caractérisation des déchets sont programmées.

Les résultats de ces caractérisations pourraient permettre de préciser les calculs présentés précédemment concernant l'incinération des déchets et, le cas échéant, de recalculer la valeur d'un facteur d'émission spécifique des gaz à effet de serre à la Principauté de Monaco.

3.2.1.4. Boues d'épuration des eaux incinérées

En parallèle des déchets solides, les boues d'épuration des eaux sont injectées directement au sein de l'incinérateur et font l'objet d'un comptage différencié et d'une méthodologie de calcul des émissions de GES spécifique, qui est décrite dans la suite de cette section.

3.2.1.4.1. DESCRIPTION DE LA CATEGORIE DES BOUES D'EPURATION DES EAUX

Les eaux résiduaires sont traitées par une seule unité de traitement, l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER), implantée dans le sous-sol d'un immeuble industriel du quartier de Fontvieille.

Depuis 1991, les boues d'épuration sont issues du traitement primaire (physicochimique-floculation) et secondaire (filtre biologique sur support biocarbone) des eaux.

Les boues produites par les processus d'épuration de l'UTER peuvent suivre deux filières :

- Un traitement thermique par incinération avec les déchets ménagers et assimilés ;
- L'exportation pour valorisation agricole ou une mise en décharge.

Le traitement thermique est la voie de traitement prioritaire. Il est effectué sur le territoire par l'usine de valorisation énergétique des déchets (U.I.R.U.I.). Les deux unités de traitement (UTER et U.I.R.U.I.) étant voisines, les boues produites sont injectées directement dans les fours de l'U.I.R.U.I. sous forme liquide (environ 73% d'eau).

La seconde filière de traitement est l'exportation des boues hors du territoire pour leur valorisation agricole dans des unités de compostage ou à défaut pour leur mise en décharge. Cette voie de traitement est utilisée lors des arrêts techniques ou accidentels des installations, ou dans le cas du dépassement des capacités d'incinération des boues.

Les émissions directes de CO₂ produites par l'incinération des boues n'ont pas été incluses dans le bilan des émissions de gaz à effet de serre, le carbone présent dans ces boues étant d'origine biogénique. Seules sont comptabilisées les émissions de CH₄ et de N₂O au sein de cette catégorie. Les calculs des émissions annuelles de CH₄ et N₂O ainsi que les valeurs des FE utilisés pour l'incinération des boues d'épuration sont reportés dans l'Annexe 3.

Pour le calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et SO₂, les FE sont issus des données de l'EMEP/EEA *emission inventory guidebook* 2013, Tab.3-1 [5.C.1.b Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge GB2013] et sont reportés dans l'Annexe 3.

Les méthodologies pour NO_x, CO, NMVOC et SO₂ sont détaillées en Annexe 3 de ce rapport.

3.2.1.4.2. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

La collecte des eaux résiduaires est réalisée sur l'ensemble du territoire et l'UTER est la seule unité de traitement. Les données produites par l'UTER et utilisées comme données d'activité dans le cadre du calcul d'émissions sont donc exhaustives et représentent l'ensemble de l'activité du pays.

Une partie des eaux résiduaires traitées par l'UTER a pour provenance des communes françaises limitrophes. La part de boues issue du traitement conjoint de ces eaux n'est pas différenciée et les émissions correspondantes sont reportées dans le cadre de ce rapport.

Les données d'activité sont directement issues des mesures physiques effectuées par l'usine de traitement. Les poids sont déterminés par pesée sur l'ensemble des volumes produits et déviés.

Les siccités sont déterminées par analyse de la teneur en eau en sortie des différents processus de concentration des boues puis compilées pour obtenir des valeurs moyennes.

Depuis la fin 2014, une analyse du carbone organique total (COT) est demandée dans le cadre des analyses chimiques effectuées sur les boues d'épuration.

Les incertitudes relatives aux données d'activité sont donc limitées et résultent uniquement des erreurs liées aux mesures physique et physicochimiques (pesée - teneur en eau).

Conformément aux lignes directrices et en l'absence de donnée spécifique, il a été appliqué un facteur d'incertitude par défaut de 5% sur les tonnages de boues incinérées sur la base du poids humide (5.72 Incertitudes liées aux données d'activité).

La teneur en eau des boues est issue d'un échantillonnage et d'une mesure de laboratoire. L'incertitude qui est associée à cette mesure est faible et l'analyse des données actuellement disponibles sur la matière sèche montre un intervalle de confiance (95%) inférieur à 2% sur la valeur brute de siccité.

Les incertitudes liées à l'application de facteurs d'émissions par défaut pour le CH₄ et le N₂O sont les plus importantes. Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude de $\pm 100\%$.

3.2.1.4.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Les données d'activité sont basées sur des mesures de tonnages de boues incinérées pour l'ensemble de la série temporelle.

Les données relatives à la teneur en matière sèche sont également basées sur les données mesurées.

En l'absence de donnée pour certaines années, et en absence de tendance, il a été utilisé une valeur moyenne de remplacement.

Analyse des variations

L'usine de traitement des eaux (UTER) a été opérationnelle à partir de 1989. Le système de transfert des boues vers l'usine de valorisation énergétique (U.I.R.U.I.) a été réalisé dans le courant de l'année 1990 où seulement 219 tonnes de boues humides ont été transférées vers l'incinérateur. Les volumes restants ont été évacués vers les filières de valorisation agricole. Le système de traitement thermique a véritablement été opérationnel à partir de 1991.

En 2008, un renforcement du système d'épuration (floculation, clarification et optimisation de la filtration biologique) et des capacités de transfert des boues vers l'U.I.R.U.I., a conduit à une augmentation de la production et de l'incinération de boues les années suivantes.

Les variations interannuelles des émissions liées aux boues restent cependant directement dépendantes des quantités incinérées. Aussi, les baisses de volumes observés les années 2005, 2008, et 2011 sont directement liées à des arrêts techniques des installations de l'UTER en 2008 et 2011 ou de l'U.I.R.U.I. en 2005 et 2006.

3.2.1.5. Combustion du fioul lourd et du gaz naturel

3.2.1.5.1. DESCRIPTION DE LA CATEGORIE LIEE A LA COMBUSTION DU FIOUL LOURD ET DU GAZ NATUREL

Des combustibles sont utilisés par l'usine de production de chaud et de froid urbain en complément ou en substitution de la vapeur fournie par la valorisation énergétique des déchets.

Du **fioul lourd** et du **gaz naturel** sont consommés lors des arrêts techniques de l'usine de valorisation des déchets (absence de fourniture de vapeur) ou lorsque la demande en chaud excède les capacités de productions énergétiques par la vapeur.

Pour cette catégorie, le calcul des émissions est basé sur la consommation en combustible par l'unité de production. Seule une approche sectorielle est utilisée.

Les émissions de la combustion du fioul lourd et du gaz naturel dans la catégorie 1A1 sont en 2015 de :

0,376 kt CO₂ eq

1A1a Production énergétique combustible liquide (fioul lourd):

0,150 kt CO₂ eq

1A1a Production énergétique combustible gazeux (gaz naturel):

0,226 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

1,105 ktCO₂ eq

Pour le combustible liquide (fioul lourd):

1,105 ktCO₂ eq

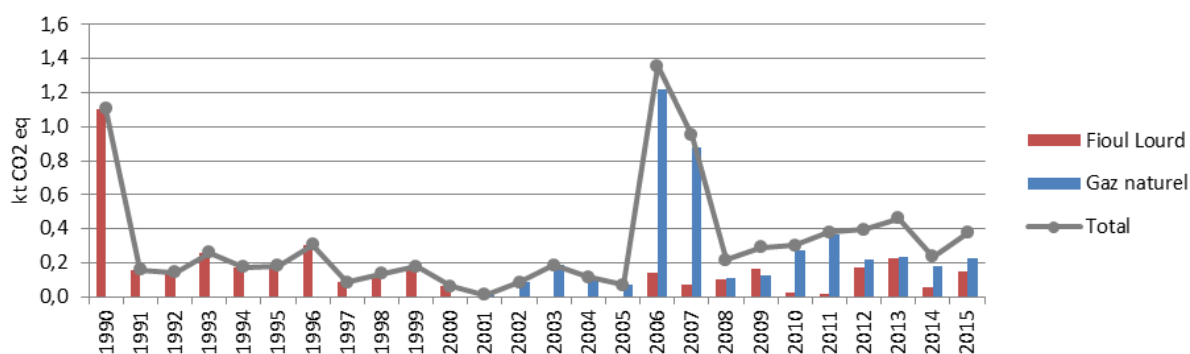
Pour le combustible gazeux (gaz naturel):

0,000 ktCO₂ eq

Soit une variation de :

- 65,9 % (-0,729 kt CO₂ eq)

Évolution des émissions par la combustion de gaz et de fioul lourd en kt CO₂eq.



	1990	1995	2000	2005	2010	2015
	kt CO ₂ eq					
Emissions totales	1,105	0,183	0,061	0,069	0,304	0,376
Emissions fioul lourd	1,105	0,183	0,061	0	0,028	0,150
Emissions gaz naturel	0	0	0	0,069	0,276	0,226
CO ₂	1,103	0,182	0,061	0,069	0,302	0,375
CH ₄	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
N ₂ O	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001

Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre émis au sein de cette catégorie.

3.2.1.5.2. ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'ÉVOLUTION DE LA CATÉGORIE – DONNÉES D'ACTIVITÉS

Les combustibles utilisés au sein de cette catégorie sont du fioul lourd ou du gaz dans des chaudières mixtes, pouvant utiliser l'un ou l'autre des combustibles.

Les données d'activité, consommation de fioul lourd (m³) et de gaz naturel (GWh), ont été fournies par la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG), concessionnaire de l'usine de production de chaud et de froid depuis 1990.

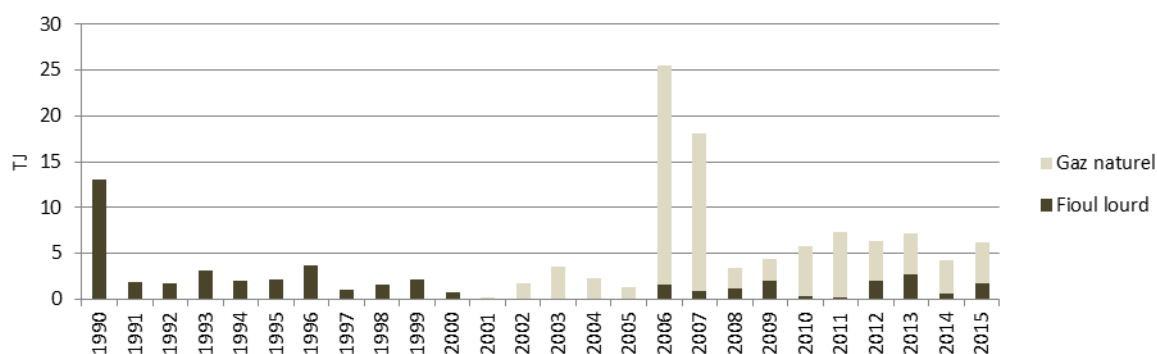
Jusqu'en 2000, seule l'utilisation du fioul était possible. Depuis le gaz naturel est privilégié. Cependant, la possibilité d'utilisation du fioul lourd est conservée afin de sécuriser la production d'énergie thermique.

Les augmentations des consommations observées en 2006 et 2007 sont principalement la conséquence d'arrêts techniques de l'usine de valorisation énergétique des déchets, notamment pour le renforcement des capacités de traitement des fumées.

Des variations ont également pour origine l'augmentation des puissances raccordées au réseau de chaud et de froid, ainsi qu'aux conditions climatiques.

Dans ce contexte, ce poste d'émissions est très faible, et les émissions principalement liées à des contraintes techniques se montrent très hétérogènes.

Évolution des données d'activité : énergie consommée par la combustion de gaz et de fioul lourd (TJ).



3.2.1.5.3. METHODOLOGIE DE CALCUL

Les émissions étant issues d'une seule unité (type) de combustion par chaudières, les méthodologies utilisées sont de niveaux 2 ou 3 pour le CH₄ et le N₂O et le CO₂ du gaz naturel. Un facteur d'émission par défaut de niveau 1 est utilisé pour les émissions de CO₂ du fioul lourd.

Facteurs et conversion

		Facteurs	Sources
Gaz naturel	Conversion PCS-PCI	0,9	
Fioul lourd	Masse volumique	980,5 kg/m ³	Dossier du comité professionnel du pétrole
Fioul lourd	Pouvoir calorifique	40 GJ/t (PCI)	Bilan énergétique de la France 2013, page 140 - Annexe 3 - équivalences énergétiques
Fioul lourd	Fraction oxydée	1	LD 2006, GIEC –Vol. 2, Ch. 2, page 2.6 et Equation 2.1

Facteurs d'émission

Combustible	Gaz	Facteurs d'émission	Niveau	Sources
Gaz naturel	CO ₂	*	T2	Basé sur le facteur d'émission français fourni par le CITEPA
	CH ₄	1 kg/TJ	T3	LD 2006, GIEC -Vol.2, Ch. 2, Tables 2.6
	N ₂ O	1 kg/TJ	T3	

	NO _x	89 kg/TJ	T2	EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 page 26 (1.A.1.a Tier 2 emission factors for source category 1.A.1.a, dry bottom boilers using natural gas)
	CO	39 kg/TJ	T2	
	NM VOC	2,6 kg/TJ	T2	
	SO _x	0,281 kg/TJ	T2	
Fioul lourd	CO ₂	77 400 kg/TJ	T1	LD 2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab. 2.2
	CH ₄	0,9 kg/TJ	T3	LD 2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab. 2.6
	N ₂ O	0,4 kg/TJ	T3	
	NO _x	142 kg/TJ	T2	EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 tab 3,11 page 25 Emissions factor for source cat 1A1a using residual oil
	CO	15,1 kg/TJ	T2	
	NM VOC	2,3 kg/TJ	T2	
	SO _x	495 kg/TJ	T2	

*Le facteur d'émission français est utilisé, car le gaz naturel est exclusivement importé de France. Les facteurs d'émission sont en cohérence avec les facteurs par défaut du GIEC de 56 100 kg/TJ (54 300 kg/TJ -58 300 kg/TJ).

	1990-2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
kg/TJ	56 534	56 418	56 465	56 658	56 582	56 615	56 377	56 418

Equation générale

Les émissions de la catégorie sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, équation 2.2, pour les combustibles : fioul lourd et gaz naturel :

$$Emissions_{GES} = \sum Emissions_{GES,combustible}$$

Emissions liées à la combustion de fioul lourd

Consommation énergétique

Consommation Fioul lourd (TJ)

$$= Consommation (m^3) * masse volumique \left(\frac{kg}{m^3} \right) * Pouvoir calorifique \left(\frac{GJ}{t} \right) * 10^{-6}$$

Emissions CO₂: calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.1.

$$Emissions_{CO2} \text{ Fioul lourd (kt)} = \text{Fioul lourd (TJ)} * FE_{CO2} \text{ Fioul lourd} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^{-6}$$

Emissions CH₄: calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.3.

$$Emissions_{CH4} \text{ Fioul lourd (kt)} = \text{Fioul lourd (TJ)} * FE_{CH4} \text{ Fioul lourd} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^{-6}$$

Emissions de N₂O: calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.3.

$$Emissions_{N2O} \text{ Fioul lourd (kt)} = \text{Fioul lourd (TJ)} * FE_{N2O} \text{ Fioul lourd} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^{-6}$$

Gaz à effets de serre indirects : Les émissions de (x) NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.3.

$$Emissions(x) \text{ Fioul lourd (kt)} = \text{Fioul lourd (TJ)} * x * FE_{(x)} \text{ Fioul lourd} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^{-6}$$

Combustion de gaz naturel

Consommation énergétique

*Conso Gaz naturel (TJ) = Gaz naturel (GWh PCS) * Conversion PCS PCI Gaz naturel*

Emissions CO₂: calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.1.

$$Emissions_{CO2} \text{ Gaz naturel (kt)} = \text{Gaz naturel (TJ)} * FE_{CO2} \text{ Gaz naturel} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^{-6}$$

Emissions CH₄: calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ Gaz\ naturel = Gaz\ naturel\ (TJ) \times FE\ CH_4\ Gaz\ naturel\ \left(\frac{kg}{TJ}\right) * 10^{-6}$$

Emissions de N₂O calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ Gaz\ naturel = Gaz\ naturel\ (TJ) \times FE\ N_2O\ Gaz\ naturel\ \left(\frac{kg}{TJ}\right)$$

Gaz à effets de serre indirects : Les émissions de (x) NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch. 2, équation 2.3.

$$Emissions\ x\ Gaz\ naturel = Gaz\ naturel\ (TJ) \times FE\ \alpha\ Gaz\ naturel\ \left(\frac{kg}{TJ}\right)$$

3.2.1.5.4. RECALCULS ET AMELIORATIONS APORTEES

Des précisions ont été apportées aux facteurs d'émission du CO₂ pour la combustion du Gaz Naturel. Cette actualisation est issue de l'évolution des facteurs d'émission utilisés pour le gaz consommé en France (source CITEPA), en rappelant que le gaz consommé à Monaco est exclusivement importé de France.

Le tableau suivant montre l'évolution des facteurs.

FE NIR2015	1990-2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FE NIR 2017 kg/TJ	56 534	56 418	56 465	56 658	56 582	56 615	56 377	56 418
FE NIR2016 kg/TJ	56 500	56 400	56 500	56 700		56 600		-

Pour les autres calculs, il n'y a pas de modification par rapport au rapport National d'Inventaire des émissions de 2015.

3.2.1.5.5. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

Compte tenu des sources d'émission de cette catégorie, qui ne comprend qu'une seule unité de production énergétique, ainsi que de la connaissance des combustibles utilisés, dont les volumes sont fournis par le gestionnaire, il est admis que la totalité des émissions est couverte.

3.2.1.5.6. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Les données d'activité sur l'ensemble de la période ont été fournies par le gestionnaire pour l'utilisation du fioul lourd et de gaz naturel. La continuité des données d'activités est assurée sur l'ensemble de la période.

En dehors de l'utilisation de facteurs d'émissions par défaut, la cohérence du calcul des émissions de CO₂ par la combustion du gaz naturel est assurée par l'utilisation d'un facteur d'émission du gaz naturel importé de France évoluant sur une base annuelle.

3.2.2. 1A1b Raffinage du pétrole

L'activité industrielle de raffinage de produit pétrolier est inexistante à Monaco. Les produits pétroliers utilisés en Principauté sont importés dans leur totalité.

Il n'existe pas d'émissions de GES liées à cette catégorie, la clé de notation « NO » a été utilisée.

3.2.3. 1A1c Manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie

L'activité de manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie est inexistante à Monaco.

Il n'existe pas d'émissions de GES liées à cette catégorie, la clé de notation « NO » a été utilisée.

3.2.4. 1A2 Industries manufacturières

Il n'existe pas d'industrie métallurgique, sidérurgique et de chimie lourde à Monaco.
Ceci permet de considérer les émissions correspondantes comme inexistantes pour ce secteur.

Aussi, la clé de notation « NO » a été utilisée.

3.2.5. 1A3 Transports

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2015 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1A(a)s3 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur du transport sont en 2015 de **24,93 kt CO₂ eq**

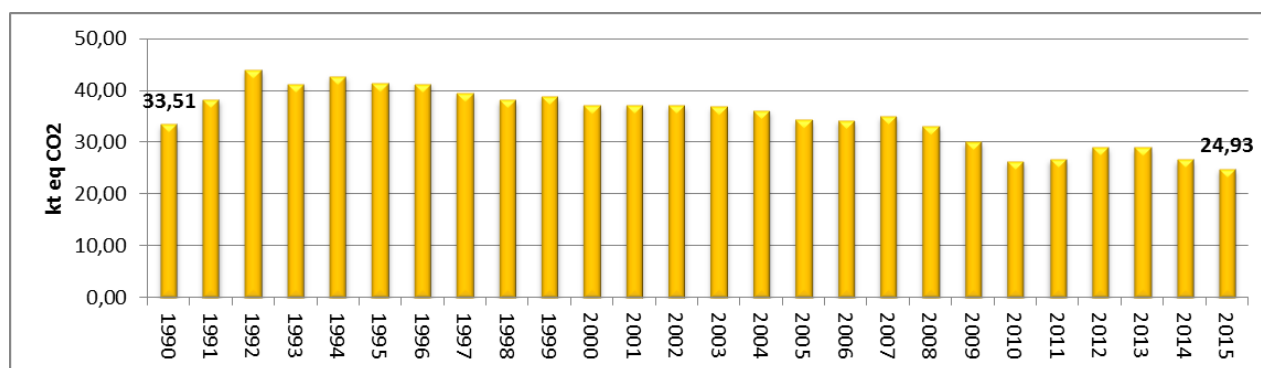
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 33,51 ktCO₂ eq

Soit une variation de : **-25,62 % (8,59 kt CO₂ eq)**

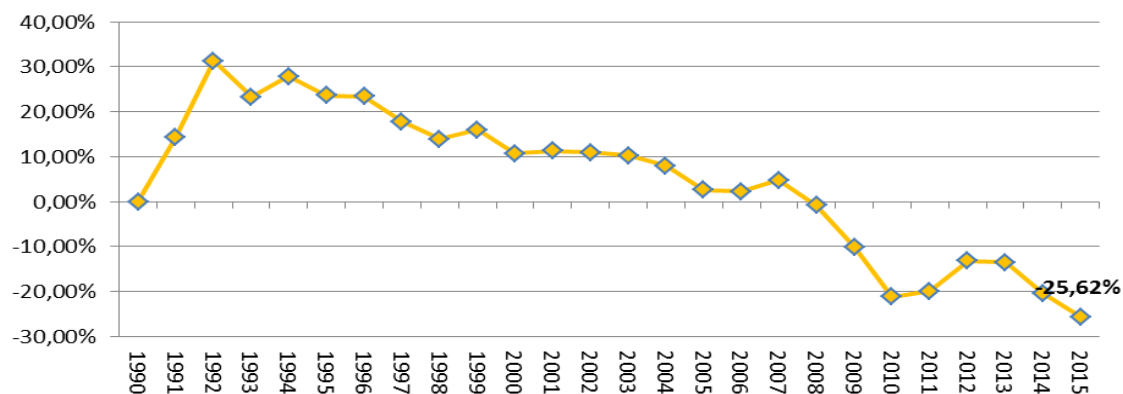
Les émissions du secteur du transport représentent :

30,48 % des émissions globales (33,75 % en 1990)
34,81 % des émissions du secteur de l'Energie (34,03 % en 1990)

Evolution des émissions de GES du secteur des transports entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de GES du secteur des transports par rapport à 1990



3.2.5.1. Caractéristiques générales de la catégorie source

Les émissions de GES du transport à Monaco ont pour origine les catégories sources suivantes :

- **L'aviation civile domestique (1A3a)**

Les émissions liées au transport aérien ont pour origine l'activité et la vente de carburant de l'héliport de Monaco.

- **Le transport routier (1A3b)**

Les émissions liées au transport routier ont pour origine la vente de carburant et la circulation automobile à Monaco.

- **La navigation domestique (1A3d)**

Les émissions liées au transport maritime ont pour origine la vente de carburant pour la navigation et l'activité portuaire.

Les émissions de GES de la part internationale des émissions de l'aviation civile internationale et de la navigation internationale sont reportées au sein du secteur 1D1 « Memo items international bunker fuel ».

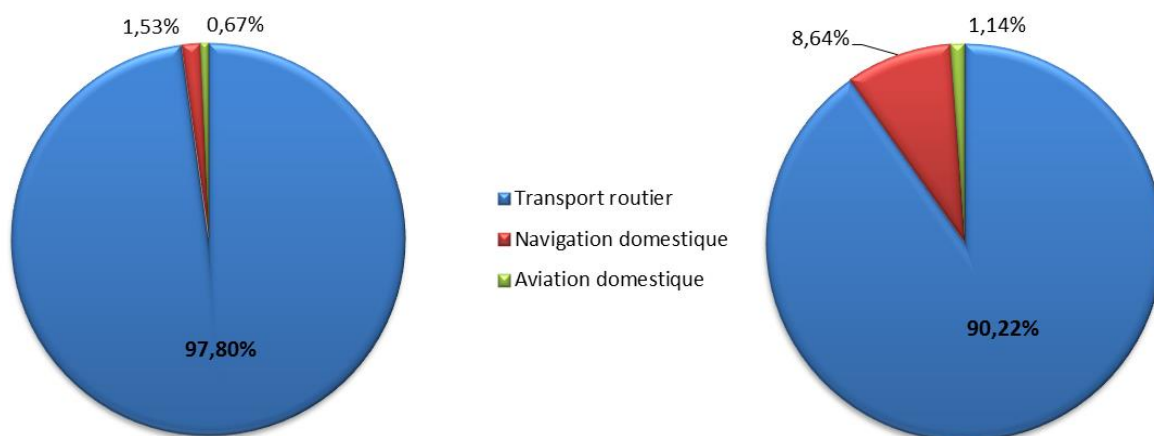
Le transport routier reste prépondérant dans les émissions de cette catégorie. Avec 22,49 kt CO₂eq cette part représente en 2015 plus de 90% des émissions du transport. Les émissions du secteur du transport routier sont cependant en décroissance et constituent, en volume, le principal facteur d'évolution de l'ensemble du secteur

La part issue de l'aviation civile correspond à environ 1.14 % des émissions du transport. Au cours de la période 1990-2015, les valeurs ont varié entre un minima de 0,11 ktCO₂eq en 2011 et un maxima de 0,66 ktCO₂eq en 2004 sans montrer de tendance d'évolution marquée.

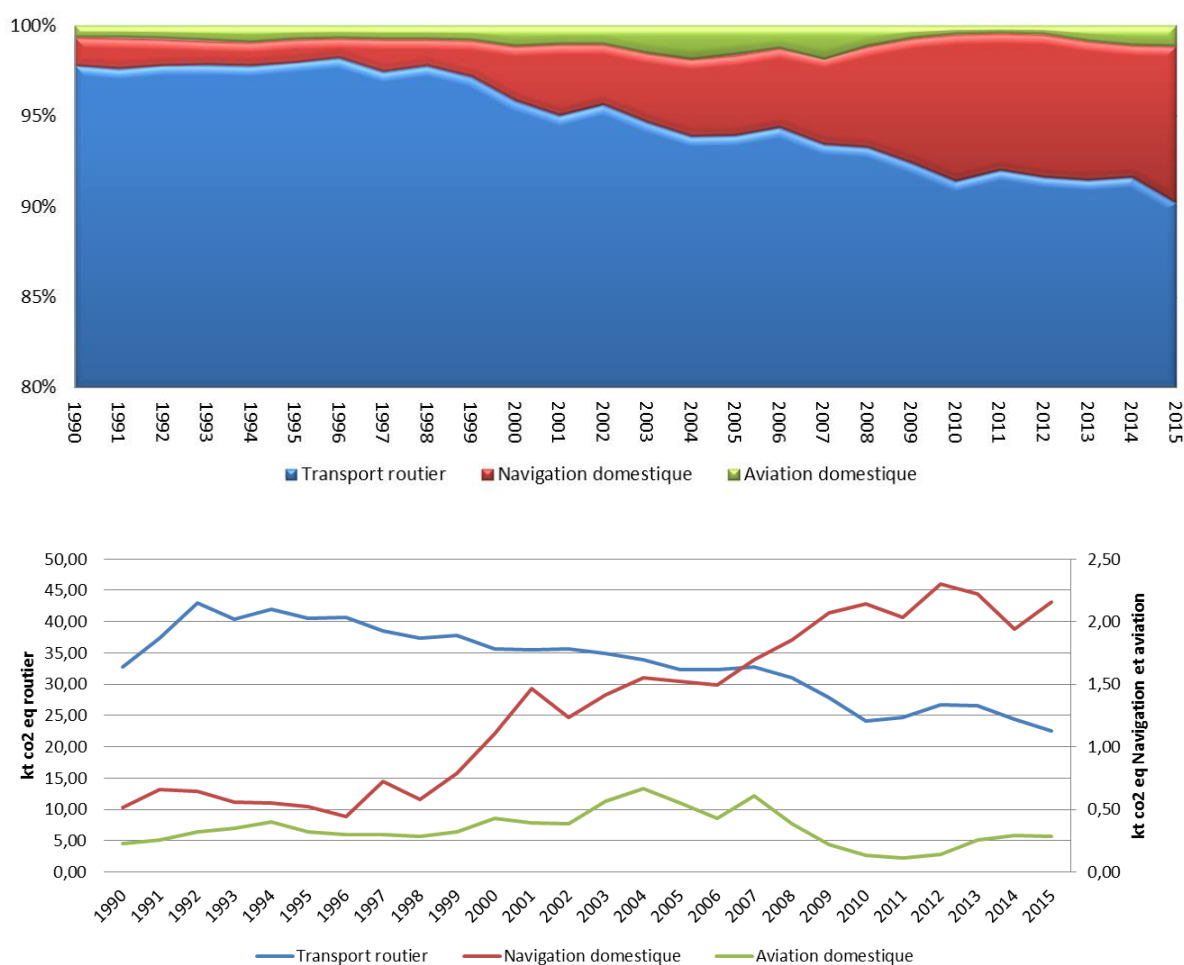
Les émissions de la navigation nationale, en forte croissance, tendent à se stabiliser depuis 2012 avec un minima de 0,45 ktCO₂eq en 1996 et un maxima de 2,30 ktCO₂eq en 2012.

Les caractéristiques générales des émissions de ce secteur sont représentées dans les graphiques et le tableau ci-après.

Répartitions des émissions de GES du transport en 1990 et 2015



Evolution de la répartition et des émissions des catégories sources du transport



Evolution de la répartition et des émissions des catégories sources du transport

	Transport routier	Navigation domestique	Aviation domestique	Total	Evolution
	kt co2 eq	kt co2 eq	kt co2 eq	kt co2 eq	% ref 1990
1990	32,78	0,51	0,22	33,51	0%
1991	37,41	0,66	0,26	38,33	14%
1992	43,02	0,65	0,32	43,99	31%
1993	40,42	0,55	0,35	41,32	23%
1994	41,90	0,55	0,40	42,85	28%
1995	40,59	0,52	0,32	41,44	24%
1996	40,60	0,45	0,30	41,35	23%
1997	38,46	0,72	0,30	39,47	18%
1998	37,32	0,58	0,28	38,18	14%
1999	37,75	0,79	0,32	38,85	16%
2000	35,58	1,10	0,43	37,11	11%
2001	35,45	1,46	0,39	37,30	11%
2002	35,56	1,24	0,39	37,19	11%
2003	34,97	1,41	0,56	36,94	10%
2004	33,96	1,55	0,66	36,18	8%
2005	32,30	1,53	0,55	34,38	3%
2006	32,35	1,50	0,43	34,28	2%
2007	32,80	1,69	0,61	35,11	5%
2008	30,99	1,85	0,38	33,22	-1%
2009	27,85	2,07	0,22	30,14	-10%
2010	24,15	2,14	0,13	26,42	-21%
2011	24,69	2,03	0,11	26,84	-20%
2012	26,66	2,30	0,14	29,10	-13%
2013	26,52	2,22	0,26	29,00	-13%
2014	24,45	1,94	0,29	26,67	-20%
2015	22,49	2,15	0,28	24,93	-26%

3.2.5.2. Bilan énergétique

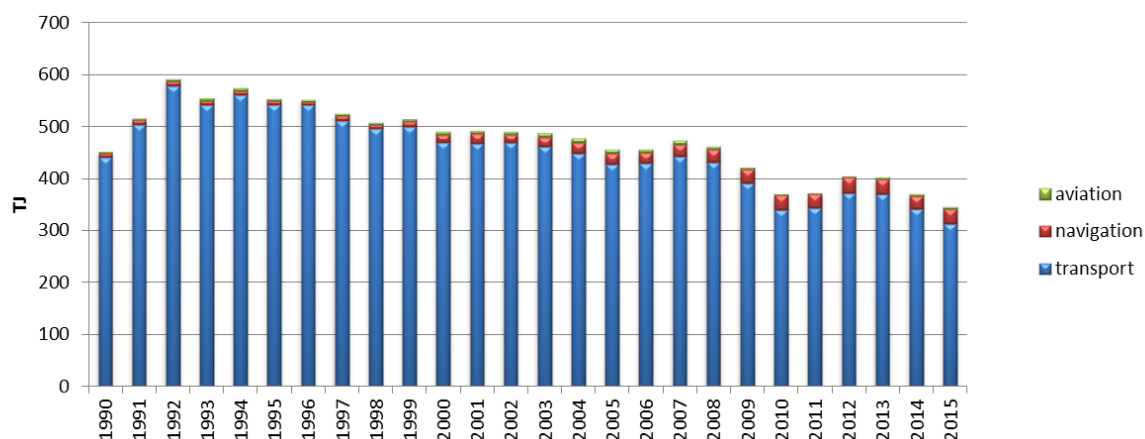
Comme pour les émissions de GES la majorité de la consommation énergétique est issue du transport routier. La tendance d'évolution est également identique à celle des émissions de GES.

La consommation énergétique du transport est passée de 451,50 Tj en 1990 à 371,89 Tj en 2014, soit une diminution de 17,4%.

Dans le même temps, la proportion de biocarburant au sein de la consommation a évolué de 0 à 21,78TJ.

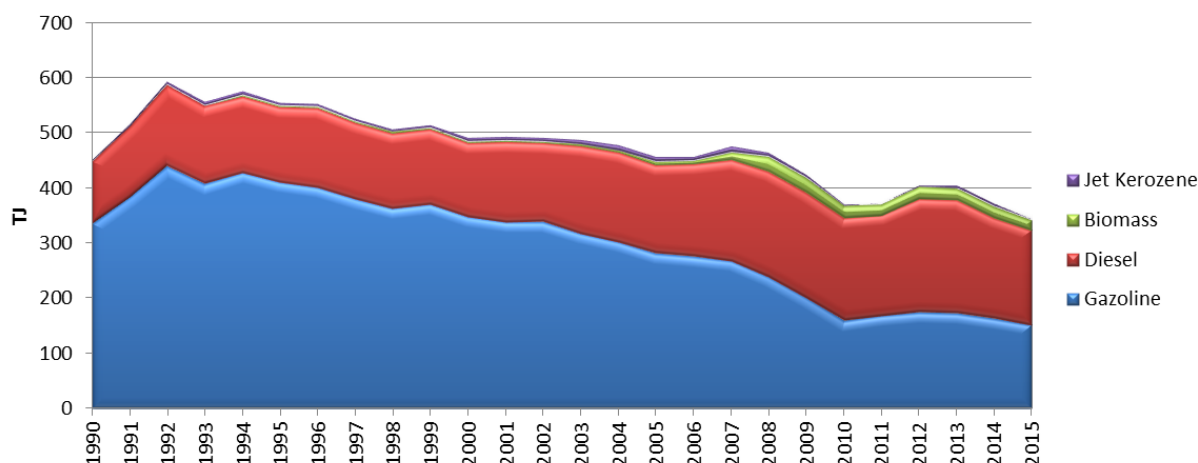
Le biocarburant représente aujourd'hui 5,84% du carburant consommé.

Evolution de la consommation énergétique des transports

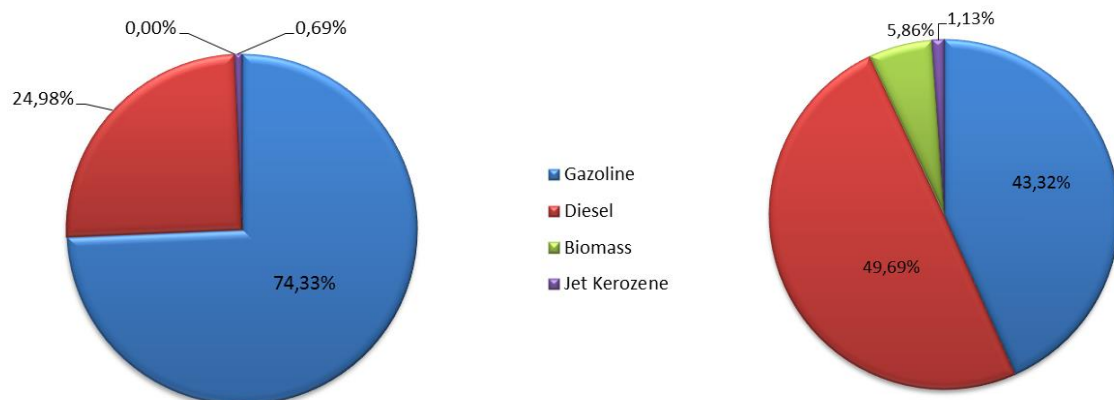


Evolution et répartition de l'utilisation des carburants par catégorie source de transport. La biomasse est constituée de la part d'agro carburant intégrée au sein de l'essence (gazole) et du diesel (Diesel Oil).

Répartition de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2015

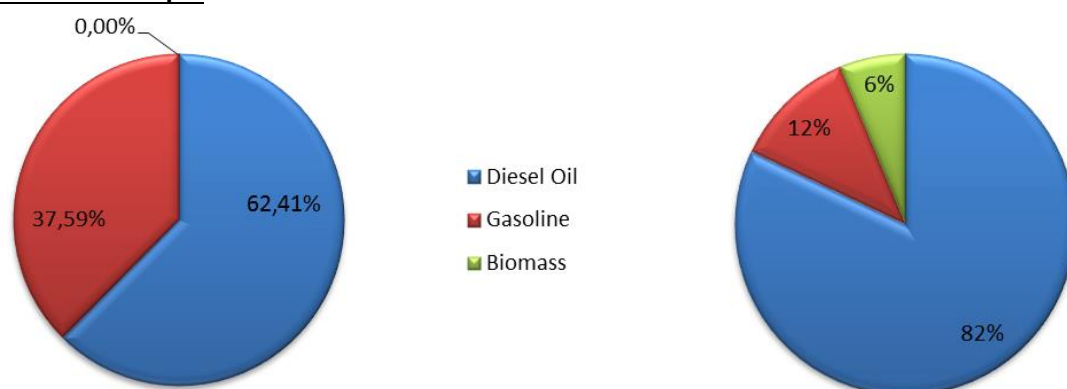


Evolution de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2015

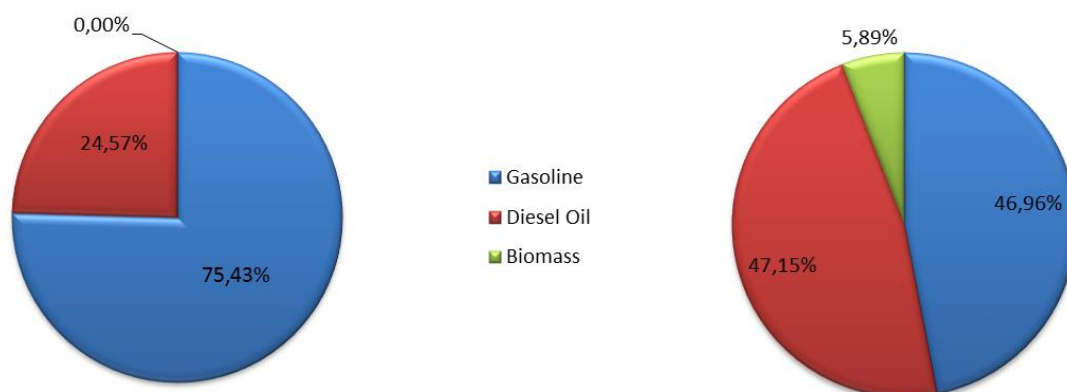


Répartition de la consommation énergétique par carburant et catégories source de transport en 1990 et 2015

Navigation domestique



Transport routier



Aviation domestique

Evolution de la consommation énergétique par carburant



Evolution de la consommation énergétique par carburant et catégorie en 1990 et 2015

	Gazoline TJ	Diesel TJ	Biomass TJ	Jet Kerosene TJ
1990	335,62	112,77	0,00	3,12
1991	383,89	128,75	0,00	3,57
1992	439,88	147,97	0,06	4,49
1993	407,99	141,94	0,53	4,83
1994	428,04	139,60	1,08	5,57
1995	410,50	137,53	1,49	4,46
1996	401,35	144,04	2,27	4,15
1997	379,80	139,10	2,86	4,12
1998	362,89	137,72	2,79	3,93
1999	370,94	136,48	2,75	4,44
2000	348,00	134,12	2,98	5,95
2001	338,15	146,48	2,99	5,42
2002	338,91	143,51	2,99	5,38
2003	317,05	160,24	2,90	7,83
2004	301,82	164,03	2,98	9,22
2005	281,42	162,15	5,12	7,67
2006	276,36	167,46	6,85	5,90
2007	267,43	185,00	14,07	8,45
2008	238,56	192,16	27,55	5,31
2009	200,44	192,86	27,33	3,03
2010	159,05	187,45	23,01	1,83
2011	168,18	183,77	19,82	1,58
2012	175,21	206,46	22,22	1,92
2013	172,67	206,21	22,05	3,56
2014	162,92	184,18	21,83	4,01
2015	150,88	173,07	20,39	3,95

	Transport routier			Navigation domestique			Aviation domestique
	Gasoline TJ	Diesel Oil TJ	Biomass TJ	Diesel Oil TJ	Gasoline TJ	Biomass TJ	Jet Kerosene TJ
1990	333,03	108,47	0,00	4,30	2,59	0,00	3,12
1991	380,59	123,18	0,00	5,57	3,30	0,00	3,57
1992	436,23	142,94	0,06	5,03	3,64	0,00	4,49
1993	404,80	137,70	0,53	4,25	3,19	0,01	4,83
1994	424,94	135,31	1,06	4,29	3,10	0,02	5,57
1995	407,65	133,36	1,47	4,17	2,85	0,03	4,46
1996	399,34	140,08	2,23	3,96	2,01	0,04	4,15
1997	375,26	133,98	2,80	5,13	4,54	0,06	4,12
1998	360,34	132,53	2,74	5,20	2,55	0,05	3,93
1999	367,84	129,03	2,68	7,46	3,10	0,07	4,44
2000	343,66	123,66	2,86	10,45	4,34	0,12	5,95
2001	333,28	131,78	2,83	14,70	4,87	0,16	5,42
2002	334,67	131,18	2,85	12,34	4,24	0,13	5,38
2003	312,81	145,58	2,75	14,66	4,23	0,15	7,83
2004	297,85	147,24	2,81	16,80	3,97	0,17	9,22
2005	277,71	145,42	4,83	16,73	3,70	0,29	7,67
2006	272,72	151,05	6,51	16,40	3,64	0,34	5,90
2007	263,90	165,86	13,29	19,14	3,53	0,79	8,45
2008	235,26	170,69	26,10	21,47	3,30	1,46	5,31
2009	196,37	169,24	25,57	23,62	4,07	1,76	3,03
2010	155,70	162,18	21,27	25,27	3,36	1,74	1,83
2011	164,80	159,94	18,22	23,83	3,38	1,60	1,58
2012	171,40	179,49	20,34	26,98	3,80	1,88	1,92
2013	169,17	180,00	20,24	26,21	3,50	1,81	3,56
2014	159,66	161,53	20,10	22,65	3,26	1,74	4,01
2015	147,28	147,87	18,46	25,21	3,60	1,93	3,95

3.2.5.3. 1A3a Aviation domestique

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'aviation domestique en 2015 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'aviation domestique sont en 2015 de : 0,28 kt CO₂ eq

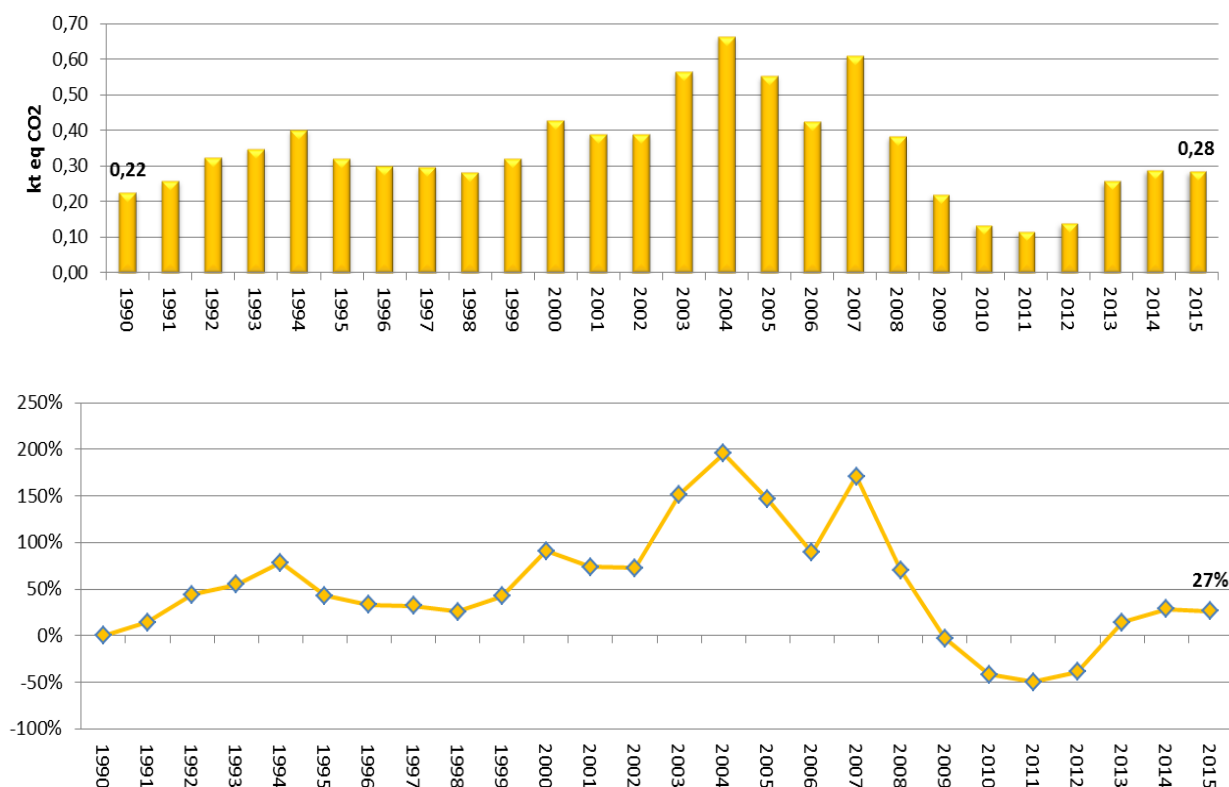
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,22 ktCO₂ eq

Soit une variation de : + 27 % (0,06 kt CO₂ eq)

Les émissions du secteur de l'aviation domestique représentent :

- 0,35 % des émissions globales (0,23% en 1990)
- 0,40 % des émissions du secteur de l'Energie (0,23% en 1990)
- 1,08 % des émissions du secteur des transports (0,67% en 1990)

Evolution des émissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2015



3.2.5.3.1. CARACTERISTIQUE GENERALE DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions liées au transport aérien ont pour origine l'Héliport de Monaco de code AITA : MCM et de code OACI : LNMC.

L'Héliport de Monaco est sous la gestion d'un Service de l'Etat monégasque, le Service de l'Aviation Civile, dont les prérogatives sont, en particulier :

- La gestion de l'espace aérien et de l'héliport, ainsi que la tutelle technique des hélisturfaces.
- Le suivi de l'application des accords bilatéraux et internationaux de transport aérien, la participation aux travaux des organisations internationales en la matière, dont la Principauté est membre.

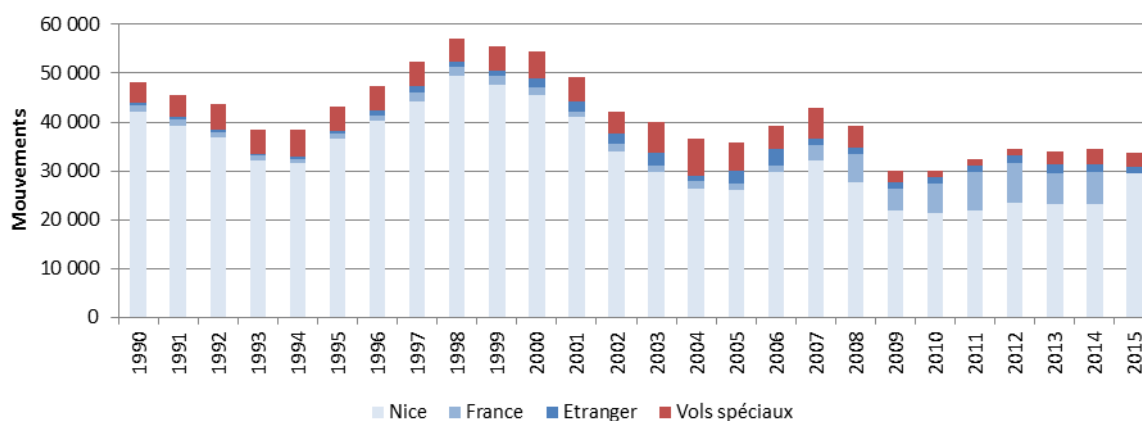
Le trafic aérien de l'héliport est donné par le nombre de mouvements enregistré annuellement correspondant à un décollage ou un atterrissage .

Les données disponibles actuellement permettent de différencier les vols domestiques des vols internationaux. La grande majorité des trajets des hélicoptères concerne des vols directs entre l'héliport de Monaco et l'aéroport de Nice situé en France, avec une escale à cet aéroport.

D'autres vols ont des destinations étrangères au territoire.

Les vols « Spéciaux » comprenant des vols d'aéroclubs, des vols techniques ou des baptêmes de l'air, sont majoritairement constitués par des vols où le décollage et l'atterrissage sont effectués sur le territoire national sans escale. Ces vols ont été considérés dans leur intégralité comme vols nationaux.

Aviation civile : nombre de cycles de décollage et d'atterrissage (mouvements) en fonction des destinations

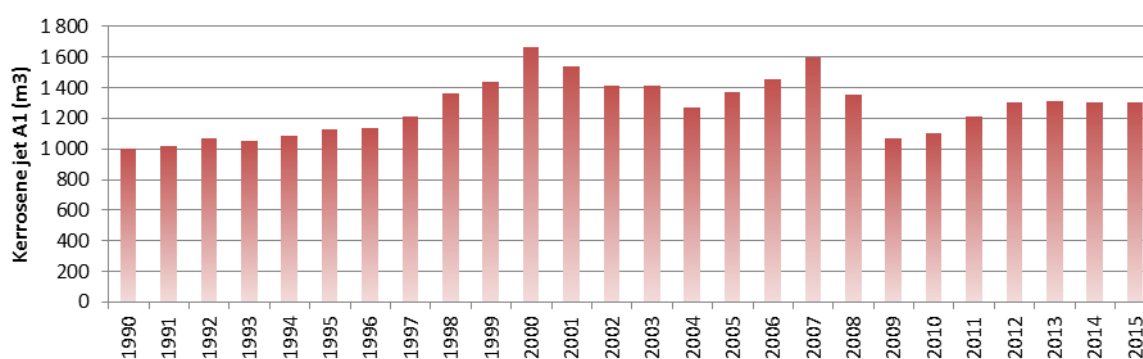


Basées sur l'activité d'un seul héliport, les données d'activité du trafic aérien, ainsi que les émissions de GES associées peuvent montrer des variations interannuelles importantes. Elles sont liées à la fois aux variations du nombre de passagers de la ligne régulière avec l'aéroport de Nice, ainsi qu'aux différents services que peuvent proposer les compagnies aériennes : vols promotionnels, ouverture de lignes saisonnières, vols techniques...

3.2.5.3.2. CALCUL DES EMISSIONS DE GES

En absence de données complémentaires (émissions des cycles LTO - consommation spécifique de carburant par LTO, par vol de croisière et destination), les estimations des émissions de GES sont réalisées à partir d'une méthode de Tier 1 basé sur les données d'activité du carburant distribué à l'héliport de Monaco, et le nombre de mouvements (décollage ou atterrissage) tenant compte d'une distinction entre les mouvements nationaux et les mouvements internationaux.

Aviation civile : Carburant distribué à l'héliport de Monaco



Les émissions sont calculées selon l'équation 3.6.(IPCC, GL2006-Vol2), avec des facteurs d'émission par défaut (D) IPCC, GL2006-Vol2, Tab 3.6.5)

$$\text{Emissions Aviation civile} = \text{carburant}_{\text{Jet A1}} (TJ) \times \text{facteurs d'émissions} \left(\frac{kg}{TJ} \right) * 10^6$$

Facteur d'émissions :

Gaz	Méthode	Facteurs d'émissions (kg/TJ)
CO ₂	T1	71500
CH ₄	T1	0,5
N ₂ O	T1	2

Gaz	Facteurs d'émissions	Unités
NO _x	250	kg/Tj
CO	38,8	g/kg fuel
NM VOC (HC)	8	g/kg fuel
SO ₂	0,99	g/kg fuel

(EMEP Guide book 2009 1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation, Tab3,16 Germany, page 31)

Comptabilisation des émissions liées à l'aviation civile 1A3a

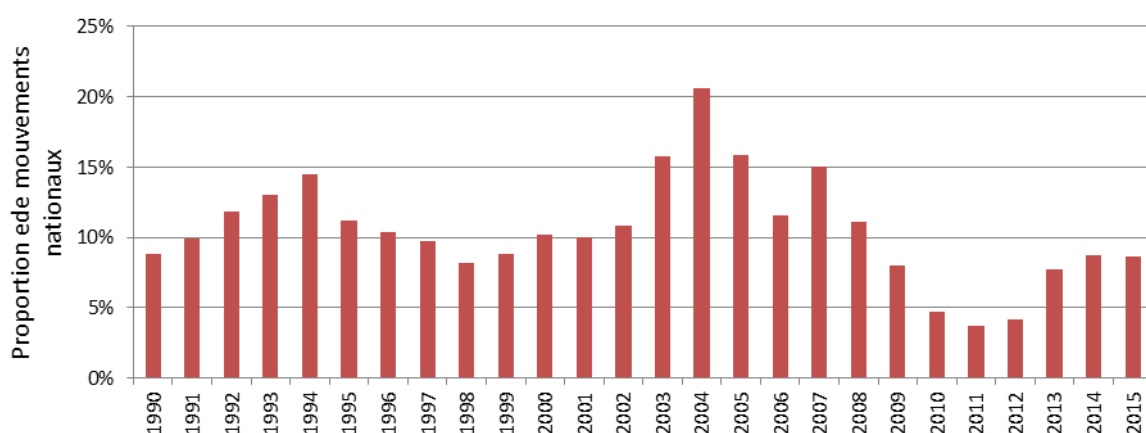
Conformément aux Lignes directrices GIEC 2006, les émissions liées aux vols domestiques (nationaux) ont été incluses au sein de la section « 1A3a Aviation Domestique » de la catégorie « 1A3 Transport » du Rapport national d'inventaire.

La répartition de l'utilisation du carburant vendu en fonction du type de mouvement n'est pas connue. Cette répartition est réalisée à partir du ratio entre le nombre de mouvements nationaux (aviation domestique) et de mouvements internationaux (aviation internationale) :

$$\text{Ratio mouvements nationaux} = \text{Vols spéciaux (n)} / \text{Totalité des mouvements(n)}$$

$$\begin{aligned} \text{Emissions Aviation domestique (ktCO}_2\text{eq)} \\ = \text{Emissions Aviation civile(ktCO}_2\text{eq)} \times \text{Ratio mouvement nationaux} \end{aligned}$$

Aviation civile : Ratio des mouvements nationaux de l'aviation civile



Les émissions liées à l'aviation internationale sont comptabilisées dans la catégorie « mémos items (International Bunkers : Aviation) » table 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Incertitude et degré d'exhaustivité

Utilisation de carburant automobile non routier :

Il n'existe pas de consommation spécifique de carburant automobile dans l'héliport. Les émissions qui seraient toutefois liées à ce secteur sont comptabilisées au sein du secteur du « transport routier » (1A3b).

Contrôle qualité spécifique à la catégorie source

Il n'y a pas de procédure de contrôle qualité spécifique à la catégorie source.

Recalculs

Il n'a pas été effectué de recalcul spécifique pour cette catégorie

Amélioration

Des échanges sont entrepris avec le Service de l'Aviation Civile. Des améliorations ou consolidations de données pourront intervenir suivant les disponibilités de données ou la création de nouvelles données d'entrée : amélioration de la comptabilisation des vols nationaux uniquement- estimation des niveaux de carburants par vols, approche sectorielle de l'utilisation des carburants.

3.2.5.4. 1A3b Transport routier

Les émissions et puits de carbone de la catégorie de transport routier sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

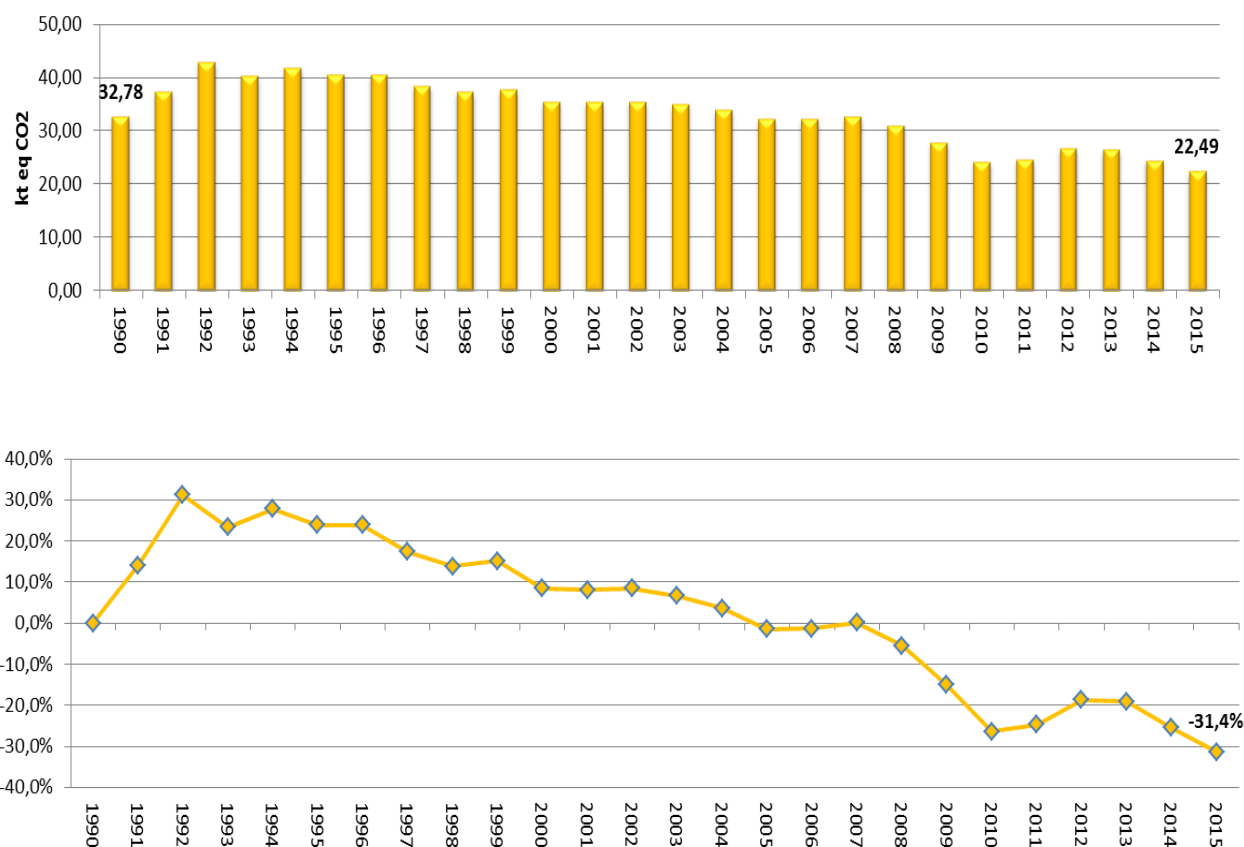
Les émissions du secteur du transport routier sont en 2015 de : 22,49 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 32,78 ktCO₂ eq

Soit une variation de : -31,38 % (-10,29kt CO₂ eq).

Les émissions du secteur de transport routier représentent :
 29,90 % des émissions globales (33,0% en 1990)
 34,14 % des émissions du secteur de l'Energie (33,28% en 1990)
 91,66 % des émissions du secteur des transports (97,80 % en 1990)

Evolution des émissions de GES du transport routier entre 1990 et 2015



3.2.5.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions liées au transport routier ont pour origine les ventes de carburants spécifiques au transport routier et le trafic routier à Monaco.

Sont également compris dans cette catégorie, les émissions liées à l'utilisation de carburants routiers sur les zones portuaires, sur l'héliport ou pour des applications non routières (engin de chantier en particulier).

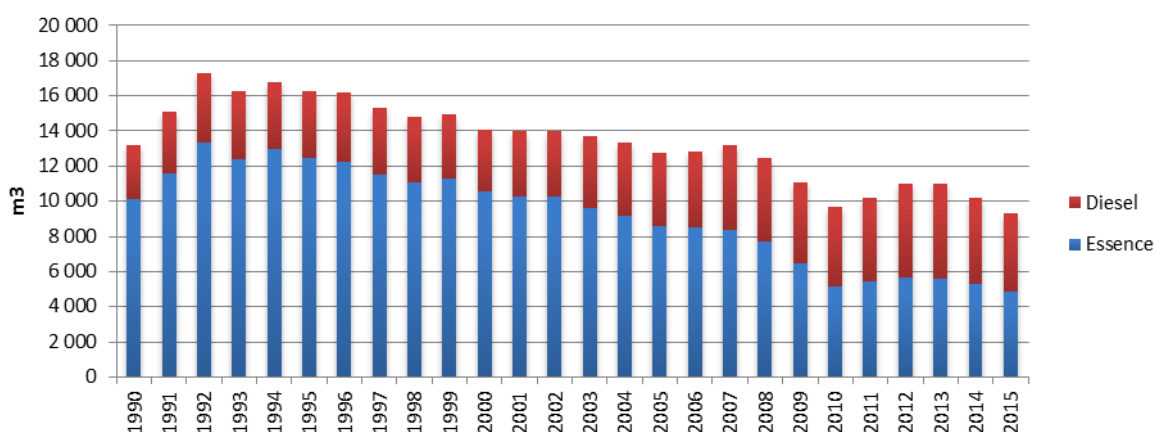
Pour le CO₂, les émissions sont calculées sur la base des ventes de carburants routiers sur le territoire, les émissions de CH₄ et de N₂O sont calculées sur les données d'activité réparties à partir du parc de véhicules et du trafic routier.

Ventes de carburants

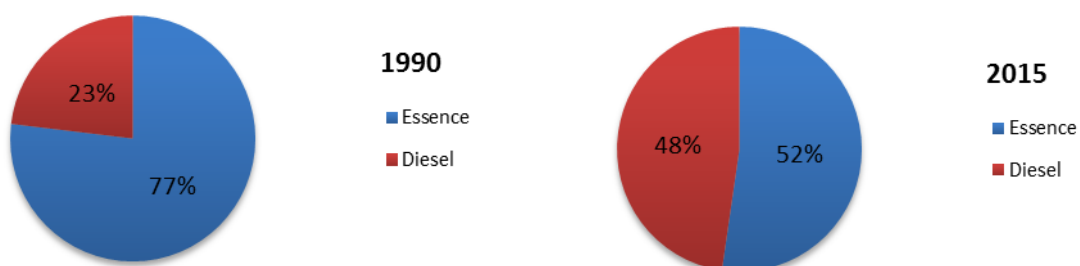
Les carburants vendus sont exclusivement de l'essence (gasoline) et du diesel (diesel oil).

Les données d'activité sont représentées dans les graphiques ci-après. On constate une diminution progressive de la vente de carburants à Monaco et l'augmentation de la proportion de diesel distribué.

Distribution de carburant en Principauté (m³)



Proportion des carburants vendus par type en 1990 et 2015



Parc automobile

Le parc routier de Monaco est divisé sur la période de 1990-2015 en 4 catégories :

- véhicules personnels (Cars - C) ;
- utilitaire léger (LDT) ;
- utilitaires lourds (HDT) ;
- deux roues (MT).

Ces données d'activité ont été fournies sous cette forme de 1990 à 2013 par le service de l'Etat en charge de l'immatriculation des véhicules.

La catégorie des véhicules lourds comprend à la fois les camions de transport dont le poids total est supérieur à 3,5 tonnes, les bus, bus urbains, les engins spéciaux et de chantier immatriculé à Monaco.

La catégorie des motocyclettes est aussi divisée en sous-catégories dans le cadre de l'évaluation des émissions.

En 2014, la méthodologie d'extraction de la base de données a été modifiée en faveur de données plus détaillées. Des décalages sont apparus dans la répartition des catégories de véhicules, en particuliers concernant les véhicules lourds (HDT) par rapport aux anciennes extractions. Des travaux sont actuellement entrepris afin d'assurer la cohérence des séries temporelles des données d'entrée.

3.2.5.4.2. CALCUL DES EMISSIONS DE GES

Les paramètres qui ont été pris en compte pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre par les véhicules sont l'évolution du parc des véhicules immatriculés à Monaco depuis 1990 sur la base des différentes catégories définies par le GIEC (*Greenhouse gas inventory, Reference manual, Volume 3, Tableaux I - 35 à I - 42*) et les quantités de carburants vendus chaque année à Monaco (gazole, supercarburant, essence sans plomb).

En particulier, les valeurs par défaut suivantes, recommandées par le GIEC pour les carburants européens, ont été utilisées pour effectuer les calculs :

✓ facteur d'émission pour l'essence :	73,00 tonnes CO ₂ / Térajoule
✓ facteur d'émission pour le diesel :	74,00 tonnes CO ₂ / Térajoule
✓ PCI de l'essence :	43,5 Gigajoules / tonne
✓ PCI du gazole :	42,4 Gigajoules / tonne

La méthode utilisée correspond à niveau 1 (Tier 1) pour l'évaluation des niveaux d'émission du CO₂ basée sur les ventes de carburants, et un niveau de méthode 2 (Tier 2) avec des facteurs d'émission spécifiques par défaut pour le CH₄ et le N₂O. Les calculs sont détaillés en Annexe 3 du présent rapport.

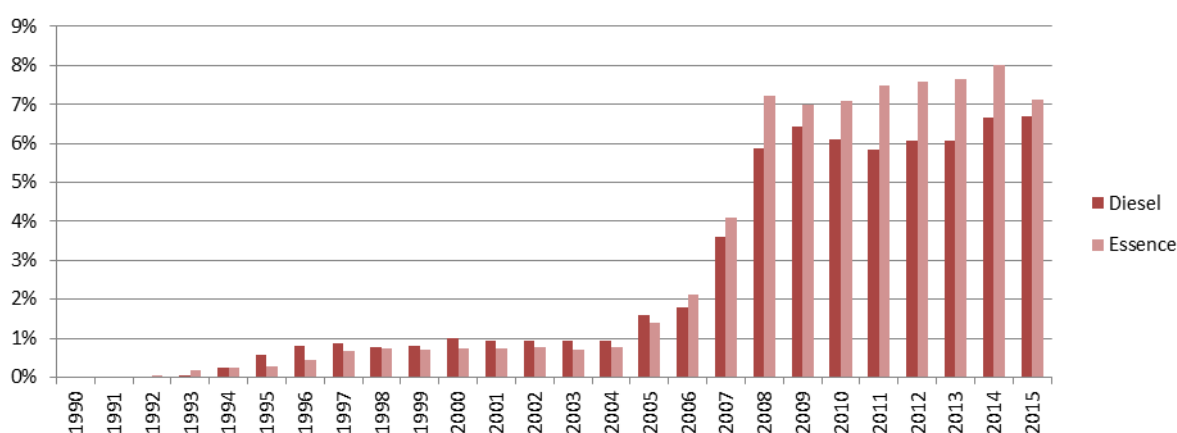
Part de biocarburant dans le carburant vendu

Le carburant vendu à Monaco est le même que celui qui est vendu en France, au même tarif, en application de la Convention fiscale et douanière entre Monaco et la France.

Le taux de biocarburant qu'il contient est donc régi par les Directives Européennes en la matière. Celles-ci ont imposé une augmentation de la proportion de biocarburants dans l'essence et le gazole vendu.

Les pourcentages de biomasse contenue par carburant (EMHV pour le gazole et éthanol pour l'essence) sont fournis par le CITEPA et détaillés en Annexe 3.

Part de biocarburant dans les carburants



Cas particulier des autobus de Monaco

La consommation de carburant par les autobus de la Compagnie des Autobus de Monaco avait été incluse, jusqu'à l'inventaire de l'année 2002, dans le calcul des émissions de gaz à effet de serre du transport routier. La totalité des autobus utilise du diester (carburant contenant 70% de gazole et 30% d'ester méthylique de colza). L'ester méthylique de colza étant un carburant d'origine biologique, la consommation correspondante de ce carburant n'avait pas été prise en compte pour le calcul des émissions.

Conformément aux recommandations de l'équipe internationale d'experts qui a procédé à l'examen de l'inventaire national pour l'année 2002, les émissions de gaz à effet de serre par les autobus de la Compagnie des Autobus de Monaco ont été retirées de l'inventaire national pour l'année 2006. En effet, le diester utilisé n'est pas vendu sur le territoire de la Principauté, mais directement acheté en France.

Energie pour le transport routier

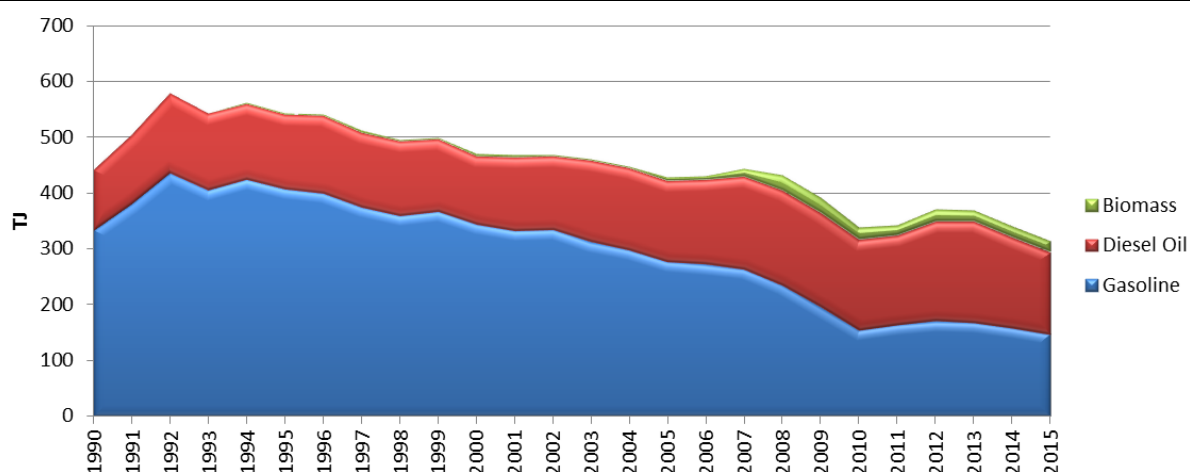
La consommation énergétique du transport routier est en diminution depuis 1992.

L'évolution de la répartition de cette consommation montre une nette augmentation de la part de la part du diesel qui passe de 24,6 % à 47,2 % de 1990 à 2015.

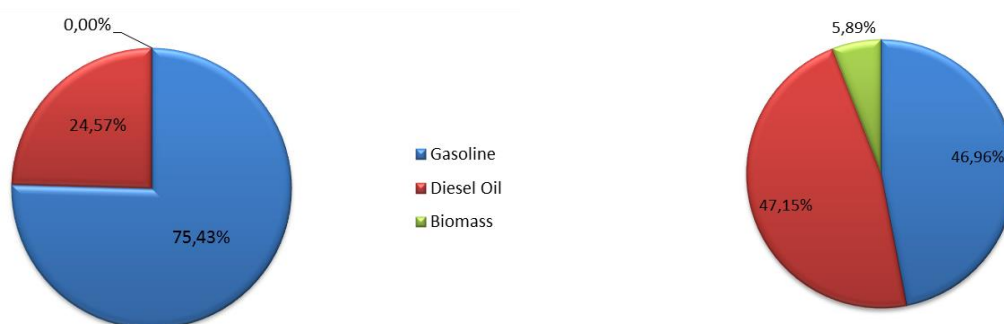
Cette augmentation est due à la proportion plus importante des véhicules diesel dans le parc de véhicules personnels, mais aussi à l'augmentation du parc de véhicules utilitaires légers et lourds.

Sur la période, l'intégration de biocarburants au sein des carburants routiers se traduit par une part biomasse de 5,89% dans l'énergie consommée par cette catégorie.

Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2015



Distribution de l'utilisation de l'énergie pour le transport routier en 1990 et 2015 par énergie



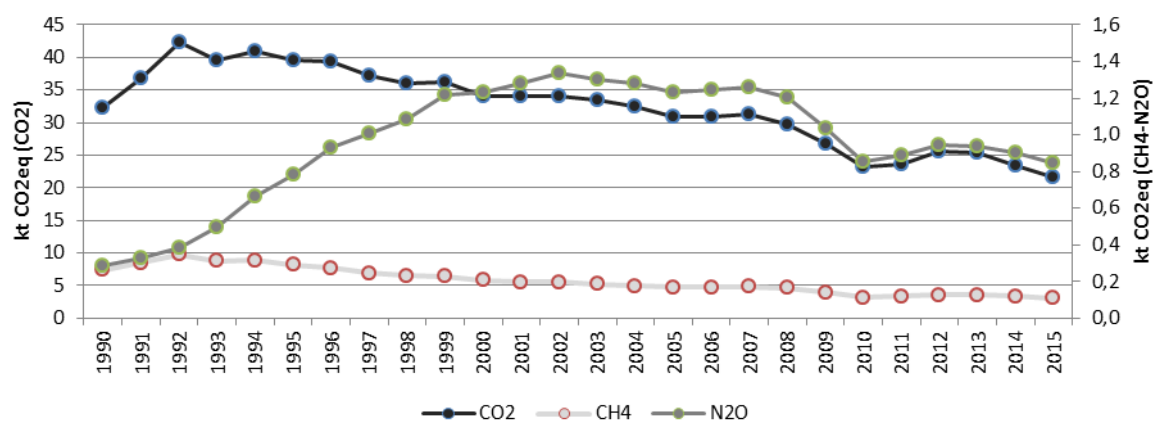
Evolution des émissions par gaz

Les émissions de CO₂ sont prépondérantes, mais en diminution. Elles sont directement corrélées aux ventes de carburants.

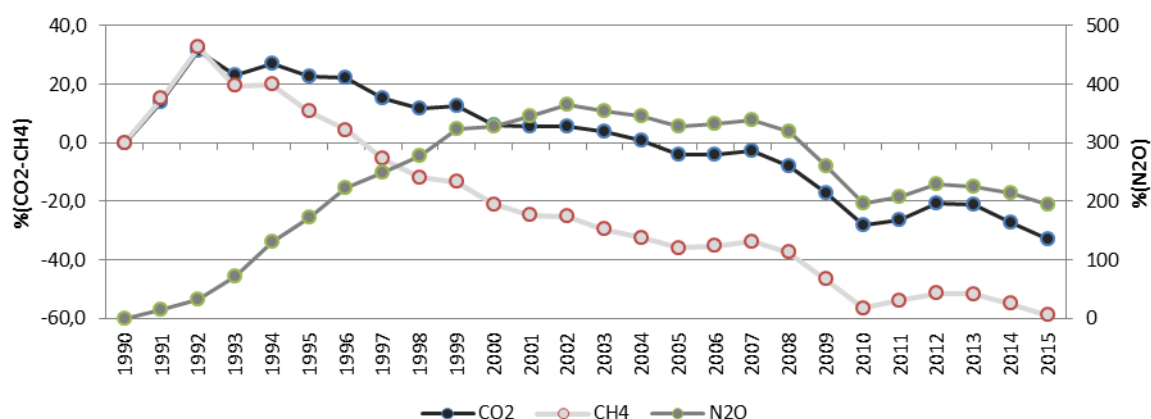
Les émissions de CH₄ dépendante de la qualité de la combustion et des ventes sont également en diminution.

Les émissions de N₂O ont fortement augmenté jusqu'en 2002, en corrélation avec l'augmentation de la proportion de véhicules diesel, avant d'enregistrer une baisse.

Evolution des émissions du transport routier par gaz



Variation des émissions du transport routier par gaz, par rapport à la référence de 1990



	CO2	CH4	N2O	total
	kt CO2eq	kt CO2eq	kt CO2eq	kt CO2eq
1990	32,23	0,26	0,29	32,78
1991	36,78	0,30	0,33	37,41
1992	42,29	0,35	0,38	43,02
1993	39,61	0,31	0,50	40,42
1994	40,92	0,31	0,66	41,90
1995	39,52	0,29	0,78	40,59
1996	39,40	0,27	0,93	40,60
1997	37,20	0,25	1,01	38,46
1998	36,01	0,23	1,08	37,32
1999	36,30	0,23	1,22	37,75
2000	34,15	0,21	1,23	35,58
2001	33,98	0,20	1,28	35,45
2002	34,03	0,20	1,33	35,56
2003	33,48	0,18	1,30	34,97
2004	32,51	0,18	1,28	33,96
2005	30,90	0,17	1,23	32,30
2006	30,94	0,17	1,24	32,35
2007	31,37	0,17	1,26	32,80
2008	29,62	0,16	1,20	30,99
2009	26,67	0,14	1,04	27,85
2010	23,18	0,11	0,85	24,15
2011	23,68	0,12	0,89	24,69
2012	25,59	0,13	0,94	26,66
2013	25,46	0,13	0,93	26,52
2014	23,43	0,12	0,90	24,45
2015	21,54	0,11	0,84	22,49

Evolution en 2015 par rapport à 1990

kt CO2eq	-10,69	-0,15	0,56	-10,29
% Variation	-33,16%	-58,82%	+193,39%	-31,38%

Evolution des émissions par catégorie de véhicules

Les postes d'émission du secteur du transport routier ont pu être divisés, sur la période 1990-2015, en 4 catégories :

- véhicules personnels (Cars) ;
- utilitaire léger (LDT inf 3.5t) ;
- utilitaires lourds, bus, bus urbain, et engins spéciaux (HDT sup 3.5t) ;
- deux roues (MT).

Les émissions dues aux véhicules personnels représentent environ 76% des émissions et restent prépondérantes sur l'ensemble de la période 1990-2015.

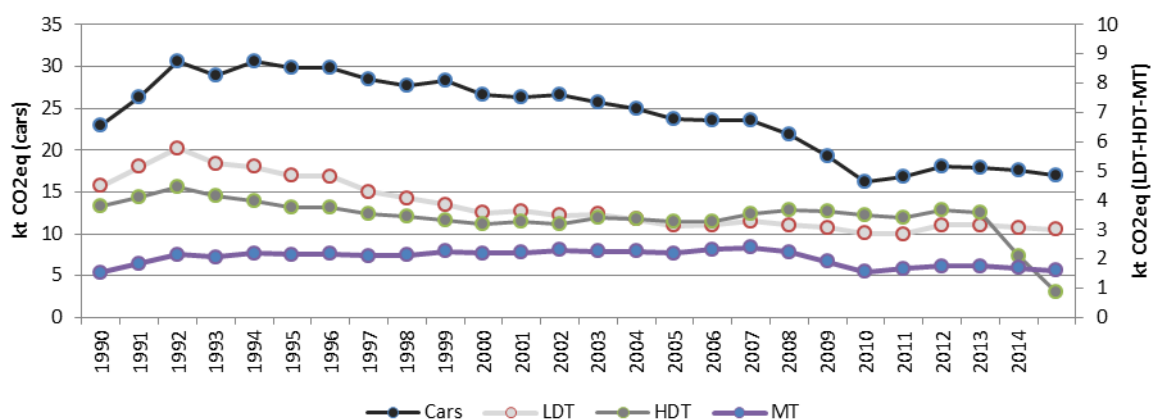
Ces émissions enregistrent cependant une baisse de 22,94 ktCO₂ eq à 16,98 kt CO₂ eq (-26.0 %) en corrélation avec la vente des carburants.

Le second poste d'émissions de la catégorie est en 1990 le secteur des utilitaires légers qui suit la même tendance que les véhicules personnels, mais avec une réduction des émissions de 1,50 kt CO₂eq entre 1990 et 2015, soit environ -33.3% de réduction des émissions.

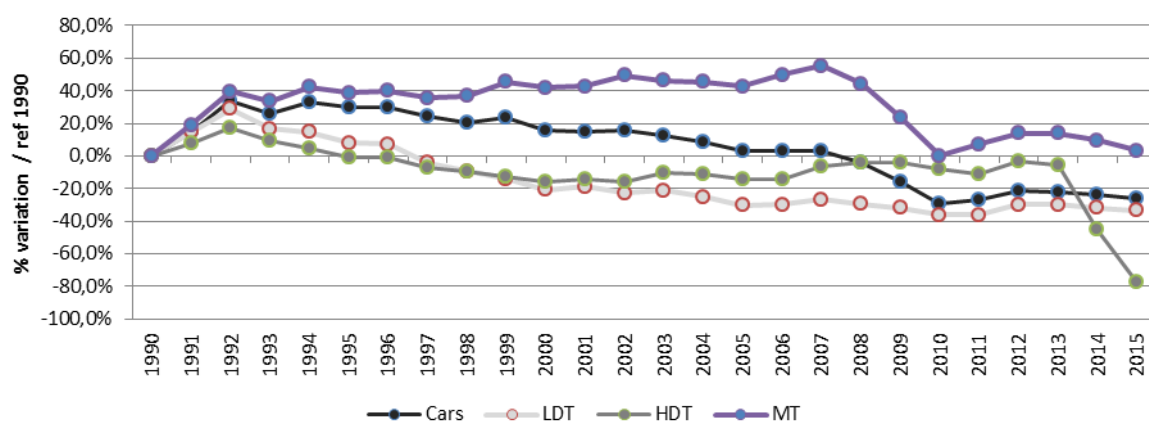
Les émissions relatives aux utilitaires lourds, bus et engins spéciaux sont évaluées pour 2015 à 0.85 ktCO₂eq avec une diminution évaluée à environ 78%.

L'augmentation des émissions dues aux deux roues témoigne d'un transfert vers ce mode de déplacement (+3.2%). En 2015, le niveau d'émission est de 1,59 ktCO₂eq .

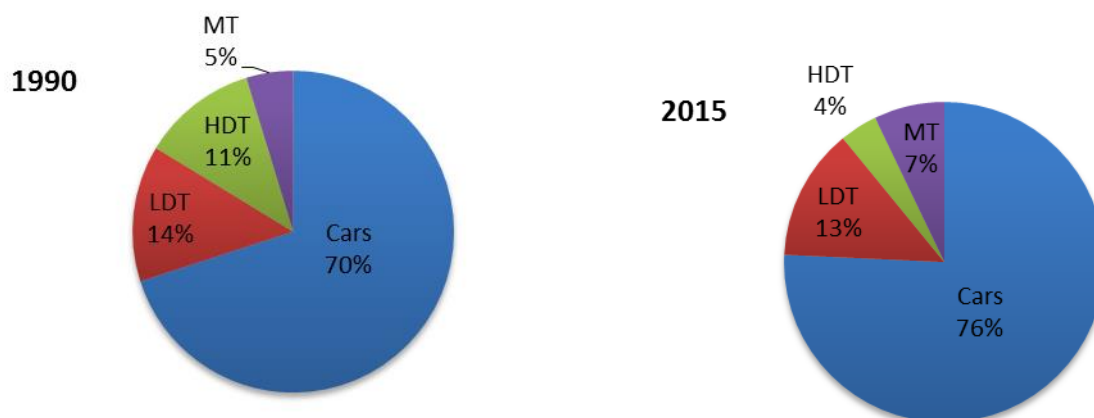
Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicules



Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicule par rapport à 1990



Répartitions des émissions du transport routier par catégorie de véhicule en 1990 et 2015



Emissions de GES du transport routier par catégories de véhicules

	Cars	LDT	HDT	MT	total
	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq
1990	22,94	4,49	3,80	1,54	32,78
1991	26,34	5,15	4,09	1,84	37,41
1992	30,63	5,79	4,45	2,16	43,02
1993	28,95	5,25	4,17	2,06	40,42
1994	30,59	5,15	3,97	2,19	41,90
1995	29,83	4,85	3,76	2,14	40,59
1996	29,84	4,82	3,78	2,16	40,60
1997	28,52	4,30	3,54	2,10	38,46
1998	27,70	4,07	3,43	2,11	37,32
1999	28,32	3,86	3,32	2,25	37,75
2000	26,63	3,56	3,20	2,19	35,58
2001	26,36	3,64	3,25	2,20	35,45
2002	26,58	3,48	3,20	2,31	35,56
2003	25,77	3,53	3,41	2,26	34,97
2004	25,00	3,35	3,37	2,25	33,96
2005	23,69	3,14	3,27	2,20	32,30
2006	23,62	3,15	3,27	2,31	32,35
2007	23,57	3,29	3,55	2,40	32,80
2008	21,94	3,16	3,66	2,23	30,99
2009	19,22	3,06	3,65	1,91	27,85
2010	16,24	2,87	3,50	1,55	24,15
2011	16,79	2,86	3,39	1,66	24,69
2012	18,07	3,15	3,68	1,76	26,66
2013	17,95	3,15	3,68	1,76	26,44
2014	17,53	3,07	2,08	1,69	24,37
2015	16,98	2,99	0,85	1,59	22,42
Evolution 1990-2015					
ktCO ₂ eq	-5,97	-1,50	-2,95	0,05	-10,36
%	--26,01	-33,32	--77,56	3,25	-31,61

Contexte d'interprétation de l'évolution des émissions

Du fait de la superficie du territoire de la Principauté, 2 km² dans sa totalité, et de l'activité économique, le volume du trafic routier de la Principauté est issu à la fois de la flotte de véhicules résidente, mais aussi d'un important volume de véhicules étrangers ; travailleurs résidents hors du territoire, visiteurs, touristes.

Dans ce contexte d'échange transfrontalier important, le parc roulant à Monaco (véhicules monégasques et étrangers) peut être alimenté en carburants par des revendeurs internes ou externes au territoire. De même, des véhicules étant alimentés en carburant à Monaco peuvent également circuler en territoire tiers.

Aussi, les bilans correspondants obtenus par l'application de la méthode décrite ci-dessus doivent donc être interprétés avec précaution dans les conditions nationales particulières de la Principauté.

Pour autant, des efforts importants sont consacrés à la mise en œuvre d'une politique de mobilité en faveur d'une réduction des nuisances relative au transport routier, en particulier les émissions de polluants atmosphériques et les GES :

- Développement d'infrastructures améliorant les déplacements
- Amélioration des liaisons piétonnières : de nouvelles liaisons mécaniques piétonnières sont régulièrement mises en place.
- Investissement dans le réseau de transports publics (bus) de Monaco
 - Amélioration de la cadence des bus et de l'information aux voyageurs,
 - Remplacement de la flotte de bus par des bus hybrides au diester.
 - Tarification incitative.
 - L'intégralité des bus roule au diester (30% biodiesel, 70% diesel)
- Investissement destiné à améliorer la desserte ferroviaire et l'attractivité du transport ferroviaire pour l'accès à Monaco : achat de rames de trains régionaux, participation à l'amélioration des gares et l'agrandissement des quais dans le département français voisin,...
- Politique de soutien à l'acquisition de véhicules propre.

Associées à l'amélioration technologique des véhicules (diminution des consommations et des émissions de polluants) et à l'incorporation progressive de biocarburants, ces différentes mesures peuvent d'avoir eu une influence sur la baisse des émissions observées.

Cependant, l'établissement d'une relation précise et quantifiée entre la baisse des émissions et les dispositifs mis en place est difficile à mettre en évidence du fait de la variabilité des facteurs externes pouvant influencer la vente de carburants Monaco.

3.2.5.4.3. ASSURANCE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE

Les données de ventes de carburant pour le transport routier sont obtenues à partir de deux sources de données pour être consolidées : Enquête spécifique auprès des revendeurs – Services de statistiques (vente de carburants).

3.2.5.4.4. RECALCULS ET COHERENCE DE LA SERIE TEMPORELLE

Biocarburants

Le tableau des compositions de carburants en France utilisé fin 2013 avait été entièrement réévalué pour toute la série temporelle. Ce tableau nous est fourni annuellement par le CITEPA qui a pu se baser sur les données réelles d'incorporation volumique de biomasse sur toute la série. Les valeurs d'émission antérieures s'en trouvent précisées.

Préalablement à l'édition de ce rapport, des précisions relatives aux teneurs en biocarburants pour les années 2013-2015 sont intervenues. Les recalculs relatifs à ces modifications ont été apportés dans le cadre de cet inventaire.

Flotte de véhicules

A partir de 2014, un nouveau type d'extraction est effectué sur la base de données pour la flotte de véhicule de Monaco. Cette nouvelle extraction donne des incohérences sur l'évolution et la répartition du nombre de véhicules au sein des catégories (VP-LDT-HDT et MT) en particulier concernant les véhicules lourds (HDT) en 2014.

La Direction de l'Environnement travaille actuellement pour assurer une cohérence temporelle au sein de cette répartition.

3.2.5.4.5. AMELIORATION

A la suite des recommandations, faites notamment au travers du rapport FCCC/ARR2013MCO relatif à la mise en œuvre de méthodologies plus précises pour l'estimation des émissions du secteur routier à l'aide par exemple d'outils de modélisation de type COPERT, la Direction de l'Environnement a initié les travaux relatifs à l'amélioration des estimations des émissions de GES du transport routier.

Cette mise en œuvre s'inscrit également dans le cadre de l'amélioration de l'estimation des émissions, notamment entre les approches de référence et sectorielles, dans le contexte des conditions nationales particulières, de la nature du trafic routier et des ventes de carburant.

A cette fin, la Direction de l'Environnement, s'est attaché en 2013 les services d'INFRAS AG afin d'initier les travaux pour une estimation par approche sectorielle à l'aide d'une modélisation basée sur l'outil HBEFA.

Cette méthodologie est basée sur :

- La composition du parc de véhicules et du parc de véhicules roulant.
- Les données de trafics routier comprenant : la totalité des kilométrages parcourus par véhicule et par an pour chaque catégorie de situation de trafic désagrégée et le nombre de start and stop du véhicule utilisé pour le calcul des départs à froid et des données d'évaporation.
- La modélisation des émissions à partir du modèle qui désagrège les données d'entrée du trafic par la composition de la flotte de véhicules et établit le lien avec les facteurs d'émission respectifs.

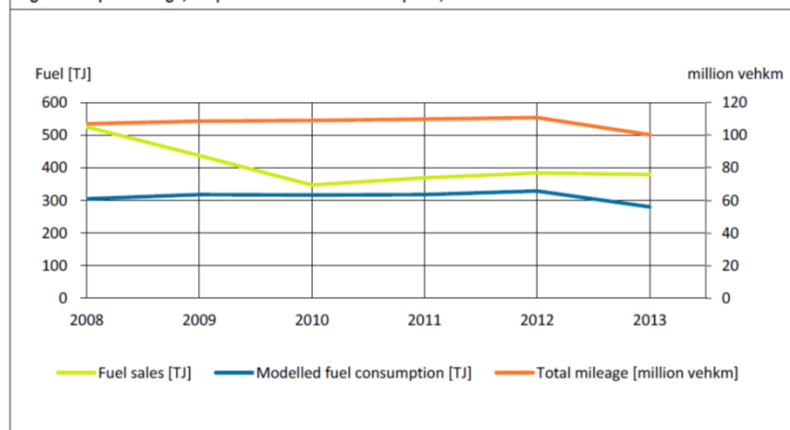
Cependant, en absence de certaines données d'activité des hypothèses ont été prises à la fois sur le parc roulant et les kilométrages parcourus par catégorie de véhicules. Aussi, les premiers résultats ont montré des résultats sensiblement différents entre les deux approches de calcul sur les consommations énergétiques et les émissions de GES.

La consommation de carburant (gazoline diesel) et de l'ordre de 300 TJ par an, alors que les ventes de carburants sont significativement plus importantes entre 370 et 525 TJ/an

En moyenne, la consommation modélisée de carburant sous-estime les ventes de 20 %. Toutefois, cette contradiction peut varier suivant les années.

En outre, alors que l'évolution de la consommation annuelle d'énergie modélisée est parallèle à celle des kilométrages, la variation de vente de carburant suit une tendance différente.

Figure 7: Input mileage, output modelled fuel consumption, and fuel sales 2008-2013.



En regardant séparément l'essence et le diesel (Table 4), la sous-estimation est plus importante pour l'essence (30 % moyenne) que pour le diesel (13 %).

Table 4: Comparison of HBEFA fuel consumption/CO₂ emission results with Monaco statistics.

Year	Petrol	Diesel	CO ₂
HBEFA results (fuel consumption, CO₂ emissions [t/a])			
2008	3'243	3'806	22'487
2009	3'083	4'274	23'531
2010	2'982	4'345	23'460
2011	2'925	4'428	23'549
2012	2'978	4'642	24'448
2013	2'719	3'769	20'853
Fuel sales, CO₂ estimated by MC [t/a]			
2008	5'728	6'423	25'707
2009	4'769	5'348	27'348
2010	3'786	4'245	27'477
2011	4'025	4'514	27'605
2012	4'190	4'698	25'241
2013	4'138	4'640	25'221
Deviations [% (HBEFA - MC)]			
2008	-43%	-41%	-13%
2009	-35%	-20%	-14%
2010	-21%	2%	-15%
2011	-27%	-2%	-15%
2012	-29%	-1%	-3%
2013	-34%	-19%	-17%

Table 5: Greenhouse gas emissions in t/a by year, vehicle category and pollutant.							
Pollutant	VehCat	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CH ₄	pass. car	2.5	2.2	1.9	1.8	1.7	1.7
CH ₄	LCV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH ₄	HGV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH ₄	urban bus	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
CH ₄	motorcycle	3.7	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8
CH₄	TOTAL	6.3	5.8	5.3	5.0	4.8	4.6
CO ₂	pass. car	13'873	13'828	13'767	13'792	13'725	11'907
CO ₂	LCV	992	1'011	1'025	1'045	1'049	963
CO ₂	HGV	2'410	2'467	2'403	2'489	2'434	820
CO ₂	urban bus	2'126	3'111	3'124	3'041	4'020	3'815
CO ₂	motorcycle	3'086	3'114	3'141	3'183	3'219	3'348
CO₂	TOTAL	22'487	23'531	23'460	23'549	24'448	20'853
FC	pass. car	4'369	4'356	4'337	4'344	4'323	3'751
FC	LCV	313	319	323	330	331	305
FC	HGV	759	777	757	784	767	258
FC	urban bus	675	988	992	966	1'278	1'213
FC	motorcycle	972	981	989	1'003	1'014	1'055
FC	TOTAL	7'088	7'420	7'398	7'427	7'713	6'581
N ₂ O	pass. car	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.18
N ₂ O	LCV	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
N ₂ O	HGV	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02
N ₂ O	urban bus	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08	0.09
N ₂ O	motorcycle	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
N₂O	TOTAL	0.35	0.36	0.37	0.39	0.42	0.37

Emissions de gaz à effet de serre

Les résultats des émissions de gaz à effet de serre issus du modèle sont détaillés en table 6 et les facteurs d'émission induits en table 7.

Table 6: Total greenhouse gas emissions in t CO ₂ eq/a.							
Gas	GWP	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		t CO ₂ eq/a					
CO ₂	1	22'487	23'531	23'460	23'549	24'448	20'853
CH ₄	25	158	145	134	125	119	114
N ₂ O	298	105	109	111	117	126	110
Sum		22'750	23'784	23'704	23'792	24'693	21'078

Table 7: Implied emission factors of greenhouse gases by fuel type.								
Gas	Fuel type	Unit	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CO ₂	Petrol	t/TJ	72.99	72.99	72.99	72.99	72.99	72.99
	Diesel	t/TJ	74.88	74.88	74.88	74.88	74.88	74.88
CH ₄	Petrol	kg/TJ	43.70	41.73	39.84	38.06	35.44	37.33
	Diesel	kg/TJ	0.90	0.81	0.75	0.70	0.64	0.71
N ₂ O	Petrol	kg/TJ	1.07	1.00	0.96	0.91	0.85	0.85
	Diesel	kg/TJ	1.24	1.27	1.34	1.47	1.59	1.69

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer les contradictions observées.

Les ventes de carburants ne sont pas représentatives des carburants actuellement consommés à Monaco. Les différences entre la vente de carburant et le kilométrage total au cours du temps indiquent que :

- le kilométrage moyen effectué et les ventes de carburant ne sont pas corrélés dans la réalité, ce qui implique des variations de la répartition des ventes entre la France et Monaco au travers des années ;
- les données d'entrée du modèle et les hypothèses prises ne représentent pas une solution réelle.

Conséquemment, il a été choisi, en coordination avec INFRAS AG, de ne pas retenir les données issues du modèle pour le rapport de l'année 2013 sans une consolidation préalable des données d'entrée afin notamment de ne pas amener une sous-estimation des émissions de cette catégorie.

A cette suite, la Direction de l'Environnement a entrepris un travail de consolidation de ces données d'entrée en relation avec les autres services de l'Etat.

Ces travaux de modélisation des émissions se poursuivent dans le cadre d'un partenariat signé avec l'association régionale de surveillance de la qualité de l'air AirPACA. Les premiers résultats seront proposés lors de la soumission 2018.

En outre, la Direction de l'Environnement procède à l'actualisation de l'outil de calcul des émissions pour l'approche de référence. Les résultats de ces travaux sont également attendus pour la soumission 2018 de l'inventaire national.

3.2.5.5. 1A3c Chemins de fer

Les chemins de fer de Monaco sont intégrés au réseau français de chemins de fer. Les lignes qui traversent la Principauté de Monaco sont électrifiées depuis 1969 et intégralement souterraines depuis 1999.

Elles n'engendrent, par conséquent, aucune émission de gaz à effet de serre.

En absence d'émissions de cette catégorie sur le territoire de la Principauté les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.2.5.6. 1A3d Navigation (domestique)

Les émissions et puits de carbone du secteur de la navigation domestique en 2014 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de la navigation domestique sont en 2014 de : 2,15 kt CO₂ eq

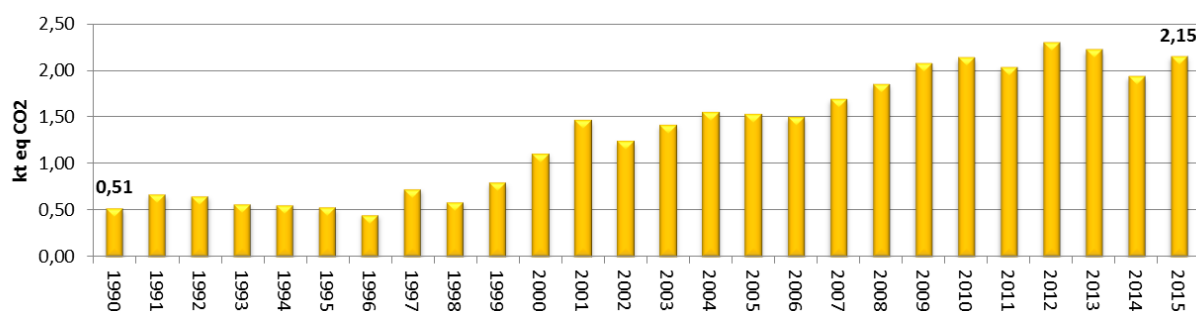
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,51 ktCO₂ eq

Soit une variation de : + 318,7% (1,64 kt CO₂ eq).

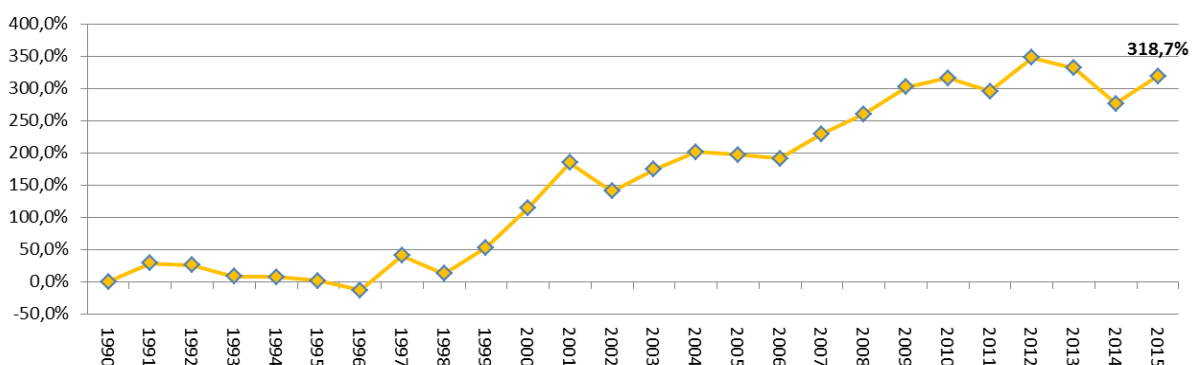
Les émissions du secteur de la navigation domestique représentent :

- 2,37 % des émissions globales (0,52% en 1990)
- 2,70 % des émissions du secteur de l'Energie (0,52% en 1990)
- 7,26 % des émissions du secteur des transports (1,53 % en 1990)

Evolution des émissions de GES de la navigation domestique entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de GES de la navigation domestique par rapport à 1990



Les émissions de la navigation domestique sont en forte augmentation de 0,51 à 2,15 ktCO₂eq en corrélation avec les ventes de carburants.

3.2.5.6.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions liées au transport maritime ont pour origine les ventes de carburants liées à l'activité maritime des deux ports de Monaco : Port Hercule (700 unités), Port de Fontvieille (275 unités).

Les deux ports de Monaco abritent des activités de plaisances et de loisirs, des escales de croisières, ainsi que l'activité professionnelle permettant d'assurer le fonctionnement des ports et l'entretien des infrastructures. Il n'y a pas, au sein des Ports de Monaco, d'activité liée au transport de personnes ou de marchandises.

Les deux ports de Monaco sont situés au cœur de la ville et dédiés à la plaisance ainsi qu'aux escales de navires de croisière.

Les quais sont intégrés à la ville et tous les véhicules qui y circulent sont des véhicules urbains dont la consommation de carburant relève du secteur « transport routier » (1A3b).

3.2.5.6.2. CALCUL DES EMISSIONS DE GES

L'évaluation des émissions annuelles de gaz à effet de serre imputables à la navigation est effectuée à partir :

- Des quantités annuelles de carburants (gazole, supercarburant, essence sans plomb) vendus par les distributeurs sur les ports de Monaco.
- De la part attribuable à la navigation domestique de l'utilisation de ces carburants.

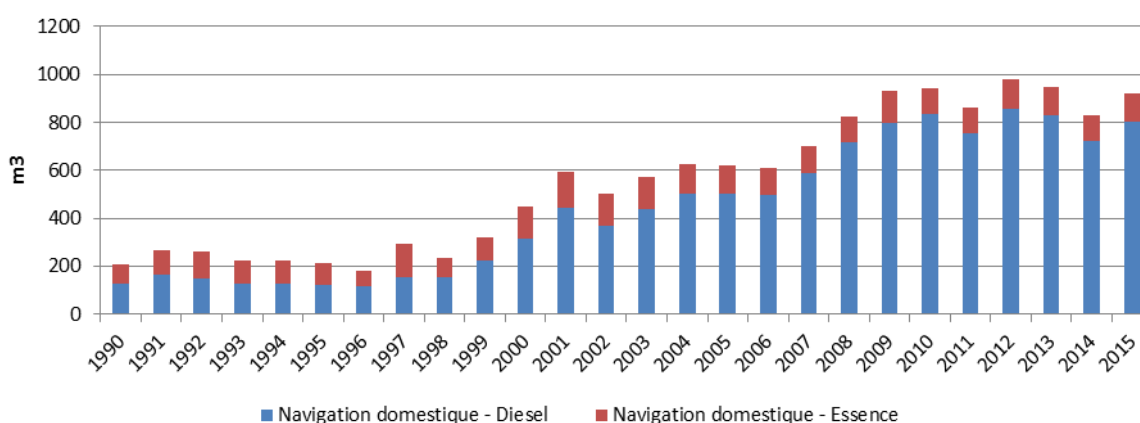
Conformément aux lignes directrices GIEC 2006, les émissions liées à la navigation domestique (nationale) sont incluses au sein de la section « 1A3d Navigation Domestique » de la catégorie « 1A3 Transport » du Rapport National d'Inventaire.

Les émissions liées à la navigation internationale sont comptabilisées dans la catégorie « mémos items (International Bunkers : Navigation) » table 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Carburants

Les données de vente de carburants (gazole, supercarburant, essence sans plomb) sont recueillies auprès de L'Institut Monégasque des Statistiques et des Etudes Economique de la Principauté. La vente de carburant est réalisée par une seule station d'avitaillement dans le Port Hercule et par des avitaillements par camion pour les plus grosses unités, pouvant être réalisée par d'autres fournisseurs. Les données de ventes de carburants à destination de la navigation domestique sont présentées dans le graphique ci-après.

Vente de carburant à destination de la navigation domestique



L'équipe internationale d'experts qui a examiné l'inventaire national de Monaco pour l'année 2003 a demandé (paragraphe 45 du rapport FCCC/ARR/2005/MCO) que Monaco corrige le facteur d'émission appliqué pour l'essence (74,94 t CO₂ / TJ), jugé trop élevé, et le remplace par le facteur d'émission par défaut recommandé par le GIEC. En application de cette recommandation, des facteurs d'émission de 73,00 tonnes CO₂ / Térajoule

pour l'essence et 74,00 tonnes CO₂ / Térajoule pour le gazole ont été appliqués au calcul des émissions par les bateaux dans le cadre de l'inventaire de l'année 2009.

Le pourcentage de biomasse contenu dans les carburants et les facteurs d'émissions sont fournis par le CITEPA. Suivant les indications du « CRF REPORTER help desk » ce secteur a été placé en 1.AA.5.B - Biomass used for Navigation.

Pour la soumission 2016, la même procédure de calcul a été utilisée.

La méthode de calcul utilisée pour ce secteur est une méthode de niveau T1, détaillée en Annexe 3 de ce rapport.

Détermination de la part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation.

Conformément aux recommandations figurant dans les paragraphes 46 et 47 du rapport FCCC/ARR/2005/MCO, la Direction de l'Environnement, de l'Urbanisme et de la Construction a mené en 2005 une enquête auprès des utilisateurs des bateaux stationnés dans les ports de Monaco afin de déterminer la part des émissions dues à la navigation nationale et celle qui peut être attribuée à la navigation internationale.

Pour cette enquête, les critères adoptés pour effectuer cette différenciation étaient ceux qui ont été recommandés par le GIEC pour la définition des trajets maritimes nationaux et internationaux (Cf. Tableau 2.8 Chapitre II – Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre IPCC 1996).

Les détails méthodologiques sont explicités en Annexe 3 de ce rapport : « Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation ».

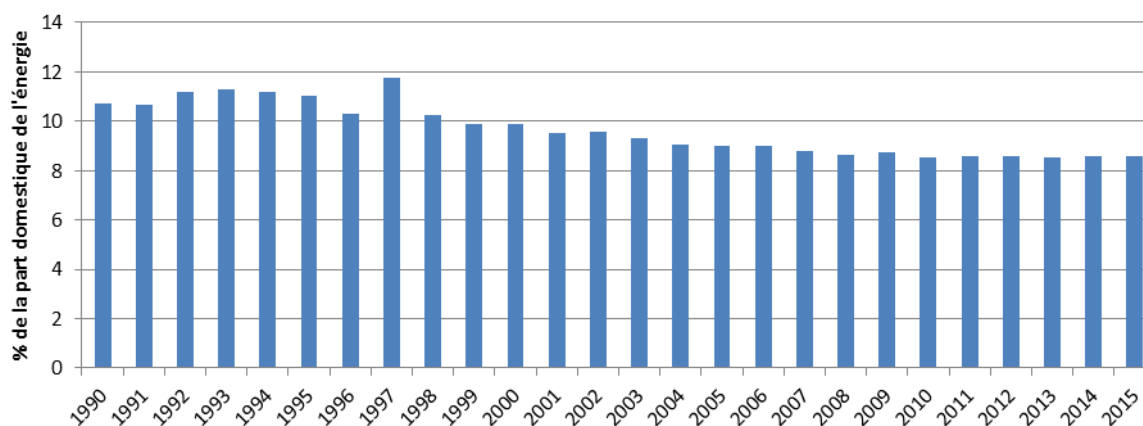
Selon les résultats obtenus, les coefficients proposés pour la part de la navigation nationale par rapport aux carburants commercialisés en Principauté sont: 8,30% pour le gazole et 27,34% pour l'essence.

Résultats

Consommation énergétique

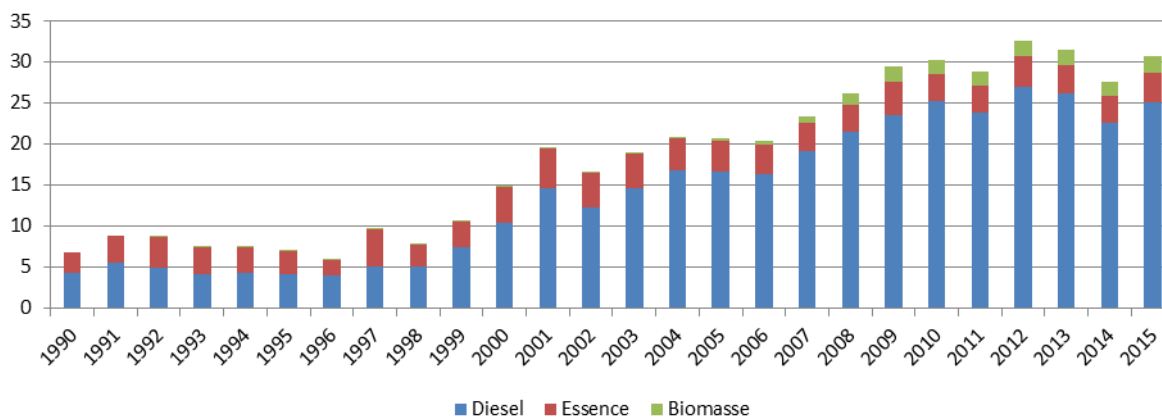
Rapportée à la consommation énergétique, l'évolution de part domestique de l'énergie consommée évolue de 10,7% à 8,6% entre 1990 à 2015. Elle est présentée dans le graphique ci-après.

Part domestique de la consommation énergétique de la navigation

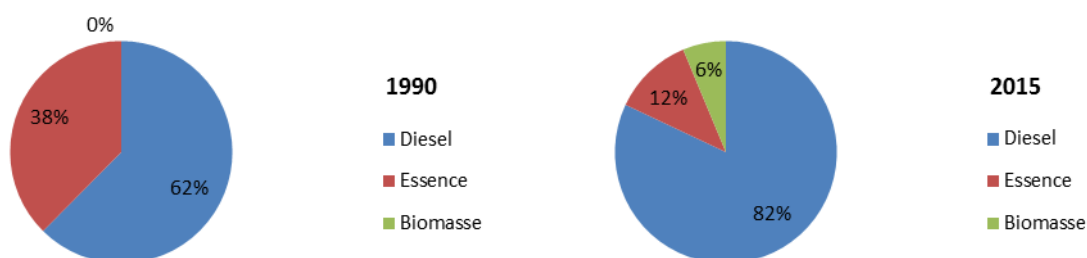


La consommation énergétique issue de la vente de carburants et de la répartition domestique de la consommation est en augmentation sur la période. Une stabilisation est cependant observée depuis 2013, corrélée aux ventes de carburants.

Consommation énergétique de la navigation domestique



Répartition de la consommation énergétique de la navigation domestique en 1990 et 2015



3.2.5.6.3. INCERTITUDES ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Il a été retenu une incertitude de 5% sur les données d'activités et des incertitudes de 5% sur le facteur d'émissions du CO₂ et de 40% pour le CH₄ et N₂O.

3.2.5.6.4. CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE SOURCE

Les données de ventes de carburant sont obtenues à partir de deux sources de données pour être consolidées : Enquêtes auprès des distributeurs de carburants – Services de statistiques (vente de carburants).

3.2.5.6.5. RECALCULS

La part d'introduction de biomasse au sein des carburants et les facteurs d'émissions sont fournis par le CITEPA. Une consolidation des données est opérée et peut conduire à une modification de la part de la biomasse au sein des carburants distribués.

3.2.5.6.6. AMELIORATIONS PLANIFIEES

Des améliorations relatives à l'estimation des émissions de la catégorie de la navigation domestique sont planifiées pour la réalisation des prochains inventaires.

- Modernisation de l'outil de calculs des émissions de GES dans le cadre de l'évolution globales des estimations des émissions de GES du secteur du transport.
- Réactualisation en 2016 de l'enquête relative à la détermination de la part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation.

Ces améliorations devraient intervenir, suivant l'avancée des travaux, dans le cadre de la réalisation du rapport 2018.

3.2.5.7. 1A3e Autres modes de transport

Il n'est pas observé à Monaco d'autre émission au sein de la catégorie du transport, les clés de notation « NO » « NA » ont été utilisées.

3.2.6. 1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel

Les émissions de ce secteur ont pour origine l'utilisation de combustible liquide et gazeux (fioul léger domestique et gaz naturel) par les catégories 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel, essentiellement pour le chauffage des bâtiments.

Les catégories sources d'émissions comptabilisées au sein de ce secteur concernent la combustion de gaz naturel (1.A.4.b.i) et de fioul domestique (1.A.4.b.i) destinée très majoritairement au chauffage des bâtiments.

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel en 2015 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1.A.4.s.4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel sont en 2015 de

24,53 kt éq. CO₂

Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de :

45,19 kt éq. CO₂

Soit une variation de :

-45,72 % (-20,66 kt éq. CO₂)

Les émissions du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel représentent :

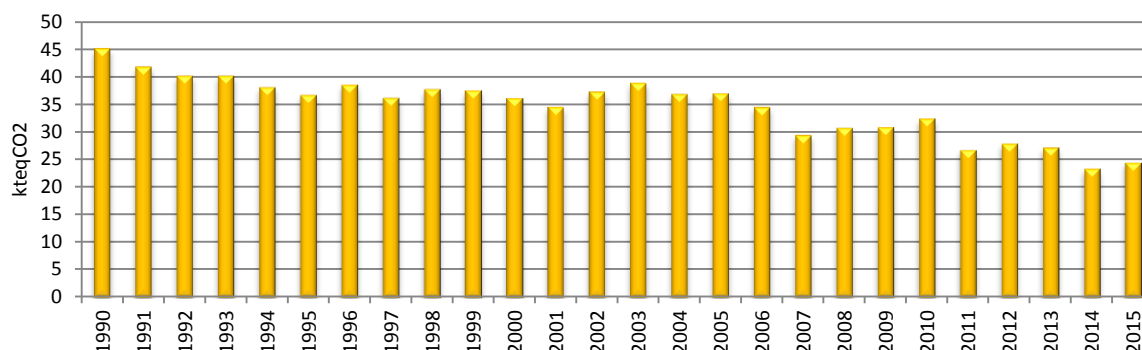
29,99 % des émissions globales (45,51 % en 1990)
34,25 % des émissions du secteur de l'Energie (45,88 % en 1990)

Les émissions de cette catégorie constituent une catégorie clé dans le cadre de cet inventaire.

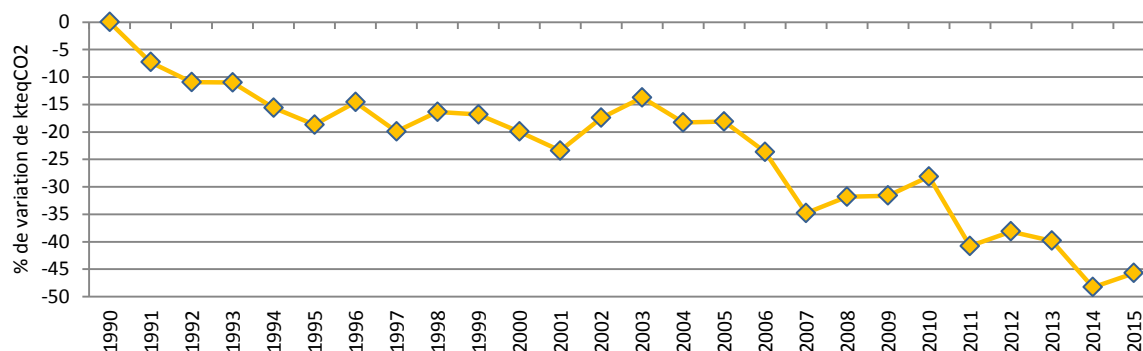
Individuellement, les catégories sources d'émissions : combustion de gaz naturel (1.A.4.b.i) et combustion de fioul domestique (1.A.4.b.i), constituent aussi des catégories clés.

Il s'agit également de la catégorie qui présente la plus forte diminution en kt éq. CO₂ avec -20,66 kt éq. CO₂ par rapport à 1990.

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2015 de la catégorie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



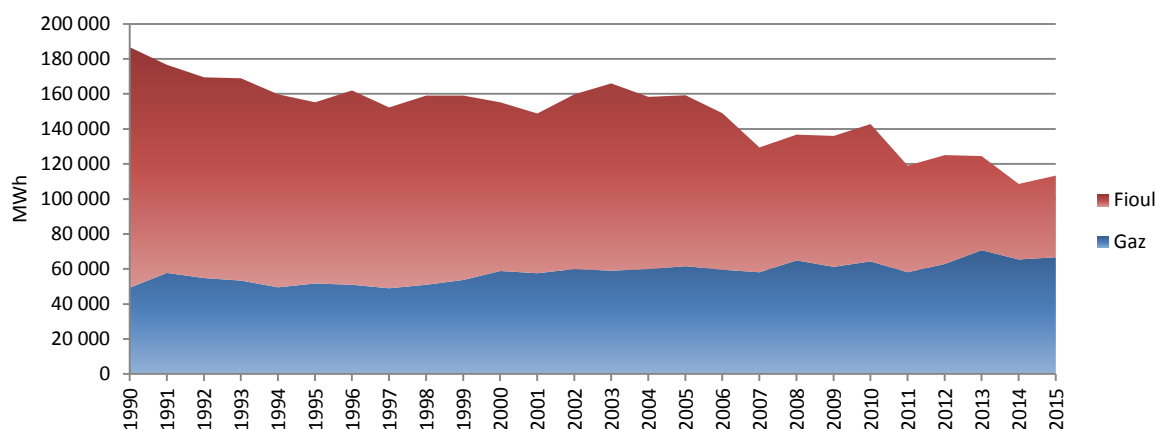
	Emissions de GES			% de variation par rapport à l'année de réf. 1990		
	Gaz Naturel	Fioul	Total	Gaz Naturel	Fioul	Total
	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂	%	%	%
1990	9,1	36,1	45,2	0,0	0,0	0,0
1991	10,6	31,3	41,9	16,8	-13,3	-7,3
1992	10,1	30,2	40,2	11,0	-16,5	-10,9
1993	9,8	30,4	40,2	8,1	-15,8	-11,0
1994	9,1	29,0	38,1	0,2	-19,6	-15,6
1995	9,5	27,2	36,7	4,9	-24,6	-18,7
1996	9,4	29,2	38,6	3,2	-19,1	-14,6
1997	9,0	27,2	36,2	-0,8	-24,7	-19,9
1998	9,4	28,4	37,8	3,2	-21,3	-16,4
1999	9,9	27,7	37,6	8,7	-23,3	-16,8
2000	10,8	25,4	36,2	19,1	-29,7	-19,9
2001	10,6	24,0	34,6	16,5	-33,5	-23,4
2002	11,0	26,3	37,3	21,5	-27,2	-17,4
2003	10,9	28,1	39,0	19,7	-22,1	-13,7
2004	11,0	25,9	36,9	21,5	-28,3	-18,3
2005	11,3	25,7	37,0	24,8	-28,9	-18,1
2006	11,0	23,5	34,5	20,7	-34,8	-23,7
2007	10,7	18,8	29,5	17,9	-48,0	-34,8
2008	12,0	18,9	30,8	31,7	-47,8	-31,8
2009	11,2	19,7	30,9	23,7	-45,5	-31,6
2010	11,8	20,7	32,5	30,1	-42,8	-28,1
2011	10,7	16,0	26,8	17,9	-55,6	-40,8
2012	11,6	16,4	28,0	27,5	-54,6	-38,1
2013	13,0	14,1	27,2	43,7	-60,8	-39,8
2014	12,0	11,4	23,4	32,0	-68,5	-48,3
2015	12,2	12,3	24,5	34,9	-66,0	-45,7

3.2.6.1. Description générale des catégories sources

3.2.6.1.1. BILAN ENERGETIQUE

Les politiques entreprises se traduisent par une diminution progressive des émissions de GES de cette catégorie. L'énergie produite à partir du fioul domestique est en forte baisse. Cette baisse est en partie compensée par une utilisation du gaz naturel en substitution.

Consommation énergétique de la catégorie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



	Fioul	Gaz naturel	Total	Variation -1990
	MWh	MWh	MWh	%
1990	137 247	49 300	186 547	0,0
1991	118 928	57 600	176 528	-5,4
1992	114 658	54 700	169 358	-9,2
1993	115 580	53 300	168 880	-9,5
1994	110 389	49 400	159 789	-14,3
1995	103 474	51 700	155 174	-16,8
1996	111 071	50 900	161 971	-13,2
1997	103 324	48 900	152 224	-18,4
1998	108 024	50 900	158 924	-14,8
1999	105 328	53 600	158 928	-14,8
2000	96 419	58 700	155 119	-16,8
2001	91 318	57 443	148 761	-20,3
2002	99 856	59 898	159 754	-14,4
2003	106 851	59 000	165 851	-11,1
2004	98 393	59 906	158 299	-15,1
2005	97 593	61 504	159 097	-14,7
2006	89 456	59 524	148 980	-20,1
2007	71 319	58 126	129 445	-30,6
2008	71 692	64 901	136 593	-26,8
2009	74 772	61 124	135 897	-27,2
2010	78 507	64 218	142 725	-23,5
2011	60 980	58 020	119 000	-36,2
2012	62 246	62 800	125 046	-33,0
2013	53 742	70 730	124 472	-33,3
2014	43 271	65 270	108 541	-41,8
2015	46 672	66 630	113 302	-39,3

3.2.6.1.2. EMISSIONS DE GES

Combustion de gaz naturel (1.A.4.b.i)

En 2015, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont représenté 12,25 kt d'équivalent CO₂, correspondant à 48,92% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont augmenté de +32,63%.

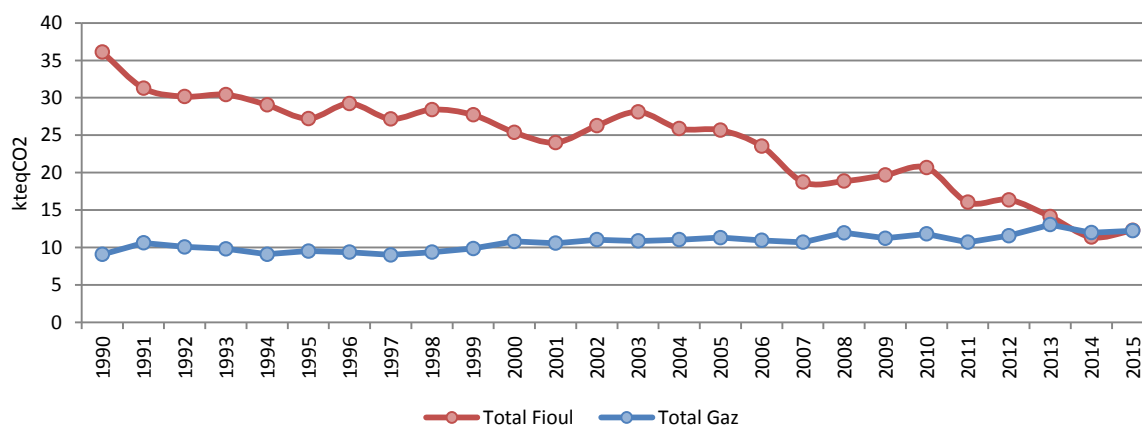
Le principal gaz émis est le CO₂ avec 12,18 kt éq. CO₂ émis, correspondant à 99,43% des émissions de gaz naturel. Vient ensuite le N₂O avec 0,06 kt éq. CO₂, correspondant à 0,53% des émissions, puis le CH₄ avec 0,005 kt éq. CO₂, correspondant à 0,04% des émissions.

Combustion de fioul domestique (1.A.4.b.i)

En 2015, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont représenté 12,28 kt d'équivalents CO₂, correspondant à 51,08% des émissions du secteur. Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont diminué de -65,99%.

Le principal gaz émis est le CO₂ avec 12,25 kt éq. CO₂ émis, correspondant à 99,74% des émissions de fioul domestique. Vient ensuite le N₂O avec 0,03 kt éq. CO₂, correspondant à 0,24% des émissions, puis le CH₄ avec 0,003 kt éq. CO₂, correspondant à 0,02% des émissions.

Emissions de GES par catégorie source - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



3.2.6.1.3. DONNEES D'ACTIVITES

Les données actuellement disponibles ne permettent pas de distinguer les émissions du secteur commercial/institutionnel (1A4a) de celles du secteur résidentiel (1A4b). Pour cette raison, les émissions du secteur 1A4a sont reportées comme IE dans les tableaux du cadre commun de présentation (CRF) et sont incluses dans celles du secteur 1A4b.

Jusqu'à l'inventaire de l'année 2003, les évaluations correspondantes des émissions de gaz à effet de serre ont été effectuées à partir des quantités annuelles de fioul léger domestique et de gaz naturel commercialisées à Monaco pour assurer le chauffage des immeubles et le fonctionnement des cuisinières à gaz.

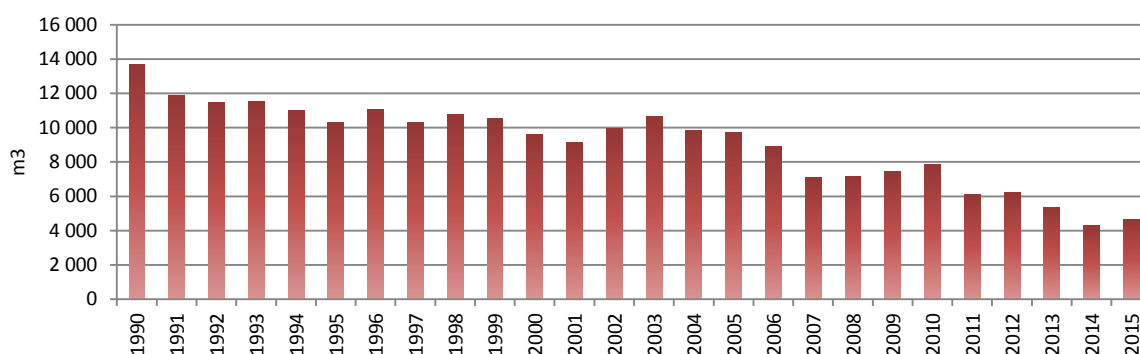
A partir de l'inventaire de l'année 2004, l'estimation de ces émissions est basée sur la quantité de fioul domestique consommée à Monaco (et achetée en partie par les utilisateurs résidant à Monaco auprès de fournisseurs situés en France). Cette quantité a pu être déterminée grâce à une enquête approfondie effectuée auprès des entreprises monégasques et françaises concernées.

3.2.6.1.4. COMBUSTION DE FIOUL DOMESTIQUE

Les données relatives au fioul domestique consommé sont recueillies chaque année auprès des distributeurs de fioul domestique français et monégasques opérant à Monaco. Ce mode de calcul permet une meilleure estimation des émissions de gaz à effet de serre engendrées par la combustion du fioul domestique à Monaco.

Cette nouvelle méthode de calcul appliquée au secteur est conforme aux recommandations du GIEC qui suggère, en ce qui concerne les combustibles, d'utiliser les quantités réellement consommées dans le pays (à la différence des carburants, pour lesquels il convient de se baser sur les quantités vendues dans le pays).

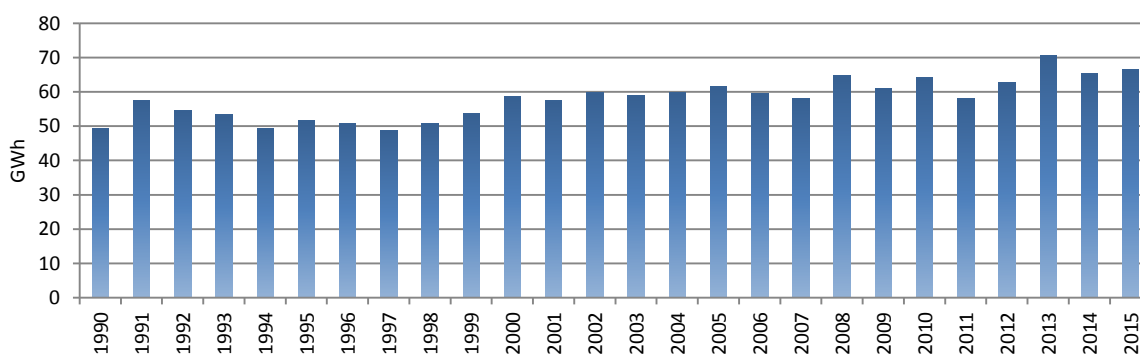
Consommation de fioul domestique - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



3.2.6.1.5. COMBUSTION DE GAZ NATUREL

Pour le gaz naturel, la donnée d'activité prise en compte est l'ensemble du gaz naturel distribué à Monaco, (hormis l'utilisation par le secteur 1A1 Production énergétique) par la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz qui est l'unique concessionnaire de la Principauté à importer et distribuer du gaz et de l'électricité.

Consommation de gaz naturel - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



3.2.6.1.6. ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'EVOLUTION DES DONNEES D'ACTIVITES

Depuis le 16 septembre 2003, une Ordonnance Souveraine interdit l'installation de centrales de chauffage au fioul dans le cadre de constructions neuves. Ce dispositif réglementaire conduit à un remplacement progressif des installations au fioul par des installations au gaz naturel ou par des installations utilisant des énergies renouvelables (pompe à chaleur ou énergie solaire).

3.2.6.2. Méthodologies d'estimation des émissions

Les émissions totales du secteur sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, équation 2.2.

Les niveaux des méthodologies d'estimation des émissions sont détaillés dans le tableau ci-après :

		Méthodes			Facteurs d'émissions		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A4bi	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A4bi	Fioul Domestique	T1	T3	T1	D	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

3.2.6.3. Incertitudes et degré d'exhaustivité

A Monaco ce secteur ne comprend que les émissions imputables à la combustion de combustibles dans les bâtiments commerciaux, institutionnels et résidentiels.

Les activités relatives aux autres catégories d'émissions n'ont pas cours au sein de la Principauté.

Les données sont considérées comme exhaustives, d'une part de par la nature de l'importation et de la distribution du gaz naturel qui n'est gérée que par une seule entreprise concessionnaire de l'Etat, à savoir la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) et, d'autre part, par la connaissance précise de la distribution du fioul domestique en Principauté.

Pour les incertitudes sur les données d'activité une valeur par défaut de $\pm 5\%$, inscrite dans les lignes directrices 2006, a été adoptée pour le gaz naturel et le fioul domestique consommé (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tableau 2.15 et §2.4.2 *Activity data uncertainties*).

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émission de chaque gaz à effet de serre, les valeurs par défaut ont été appliquées, comme expliqué dans le Chapitre 2 du Volume 2 des lignes directrices 2006 du GIEC (§2.4.1 *Emission factor uncertainties* p.2.39 et 2.40).

Afin de ne pas minimiser les incertitudes, et n'ayant pas de valeur locale mesurée à Monaco, un choix a été fait d'opter pour le cas du pays présentant les valeurs d'incertitudes les plus élevées. Le cas de la Norvège a donc été adopté pour quantifier les incertitudes liées à l'application de facteurs d'émission par défaut pour le CH₄ et le N₂O.

Conformément aux lignes directrices il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude de $\pm 100\%$ pour le CH₄ (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, Table 2.14, Norvège, Rypdal 1999) et de $\pm 200\%$ pour le N₂O (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, Table 2.14, Norvège, Rypdal 1999).

Le cas de la Norvège a été conservé pour quantifier l'incertitude liée à l'application des facteurs d'émission pour l'évaluation des émissions de CO₂.

Ainsi, dans le cas du gaz naturel, une valeur d'incertitude de $\pm 3\%$ a été adoptée et dans celui du fioul domestique, une valeur de $\pm 7\%$ a été utilisée (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, Tableau 2.13, Norvège, Rypdal 1999).

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.2.6.4. Cohérence des séries temporelles

Pour ce secteur, les données d'activités n'ont pas évolué par rapport aux précédents inventaires.
Les catégories sources considérées ici restent des catégories clés.

3.2.6.5. Recalculs

Le gaz naturel provenant de France, le facteur d'émission du CO₂ retenu est le facteur d'émission national français, car celui-ci est évolutif en fonction des années.

Dans le cadre de l'AQ/CQ effectuée par le CITEPA en mars 2017, le CITEPA a fourni les valeurs actualisées de ce facteur d'émission du CO₂ du gaz naturel à la Principauté de Monaco (valeurs utilisées dans le cadre de l'inventaire national de la France pour leur NIR 2017).

Nous notons que la modification de la valeur du FE du CO₂ sur l'ensemble de la série temporelle n'a pas sensiblement fait évoluer les valeurs d'émissions calculées. En général les émissions ont tendance à très légèrement augmenter avec l'application du nouveau facteur d'émission sur la série temporelle (de l'ordre de +0,06%).

	Soumission NIR 2016 (en kt éq. CO ₂)	Soumission NIR 2017 (en kt éq. CO ₂)	% d'évolution dû à l'application du nouveau FE
1990	9,08	9,08	+0,059
1991	10,61	10,60	+0,059
1992	10,08	10,07	+0,059
1993	9,82	9,81	+0,059
1994	9,10	9,09	+0,059
1995	9,52	9,52	+0,059
1996	9,38	9,37	+0,059
1997	9,01	9,00	+0,059
1998	9,38	9,37	+0,059
1999	9,87	9,87	+0,059
2000	10,81	10,81	+0,060
2001	10,58	10,58	+0,060
2002	11,03	11,03	+0,060
2003	10,87	10,86	+0,060
2004	11,04	11,03	+0,060
2005	11,33	11,32	+0,060
2006	10,97	10,96	+0,060
2007	10,71	10,70	+0,060
2008	11,96	11,95	+ 0,080
2009	11,24	11,23	+0,032
2010	11,82	11,82	-0,061
2011	10,71	10,72	-0,074
2012	11,58	11,58	-0,031
2013	13,05	13,04	+0,026
2014	11,99	12,04	-0,391

3.2.6.6. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique

L'assurance qualité est en partie externalisée auprès du CITEPA pour l'utilisation de facteurs d'émission correspondant à ceux des combustibles importés de France, comme le gaz naturel.

Gaz Naturel

L'équipe chargée du calcul des émissions de la catégorie vérifie la cohérence des données d'activités disponibles auprès de différentes sources : données d'enquêtes RNI, données recueillies auprès du Service Administratif en charge du contrôle de la concession de distribution de l'électricité et du gaz, données du rapport annuel d'activités SMEG.

Fioul domestique

L'équipe chargée du calcul des émissions de la catégorie vérifie la cohérence des données d'activités disponibles auprès de différentes sources : données d'enquêtes RNI, données recueillies auprès des distributeurs.

3.2.6.7. Améliorations

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une feuille de route de développement durable, la SMEG est en charge de la constitution d'une base de données des usages de l'énergie. Les premiers résultats de cette base devraient, au plus tôt en 2018, permettre de distinguer l'origine domestique, commerciale ou industrielle des consommations d'énergie.

3.2.7. 1A4c Agriculture, forêts, pêches

Il n'y a pas d'émissions liées à cette catégorie à Monaco, les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.2.8. 1A5 Divers

Il n'y a pas d'émissions liées à cette catégorie à Monaco, les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.3. Catégories sources 1B - Emissions fugitives à partir des combustibles

A Monaco, les émissions de GES dues aux émissions fugitives à partir des combustibles sont exclusivement dues à la distribution du gaz naturel en réseau et présentées dans la catégorie 1B2b ci-dessous.

Les émissions fugitives comptabilisées sont constituées majoritairement de CH₄, mais aussi de CO₂. Elles ont pour origine la distribution de gaz naturel via un réseau sur le territoire de Monaco.

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2015 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1.B.2 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions fugitives à partir des combustibles sont en 2015 de

0,58 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

1,78 ktCO₂ eq

Soit une variation de :

-67.6 % (-1,20 kt CO₂ eq)

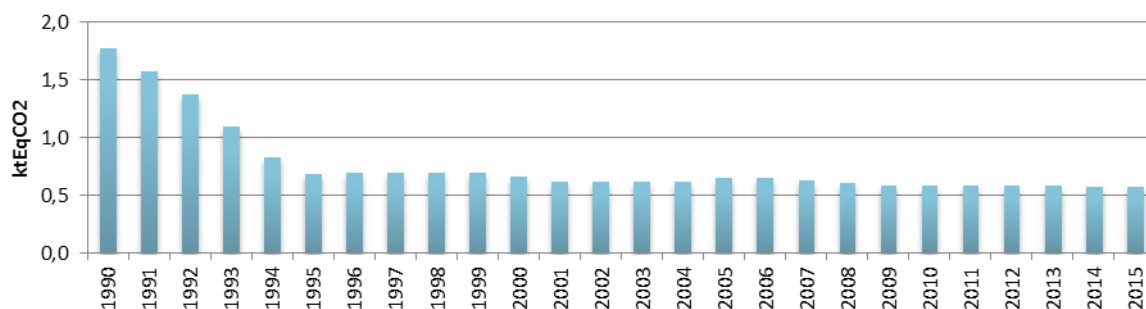
Les émissions fugitives à partir des combustibles représentent :

0,70 % des émissions globales (1,79 % en 1990)

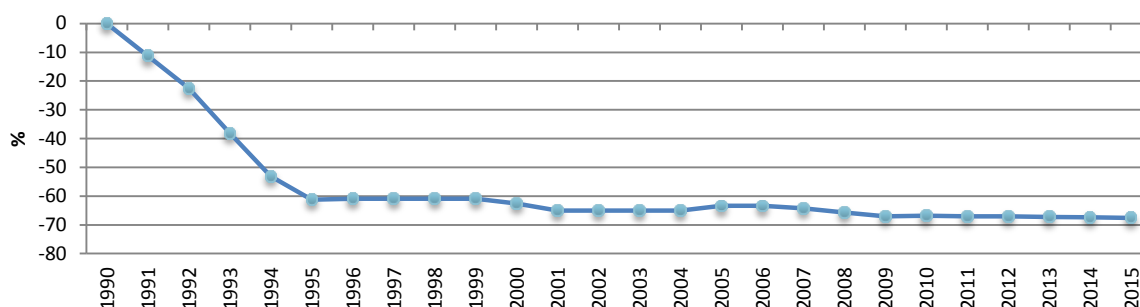
0,80 % des émissions du secteur de l'énergie (1,80 % en 1990)

Cette catégorie ne constitue pas une catégorie clé, par rapport à l'année de référence de 1990 où le niveau d'émissions était de 1,78 ktEqCO₂. Cette catégorie présente une diminution de 67,6 %

Evolution des émissions fugitives à partir des combustibles entre 1990 et 2015



Evolution des émissions fugitives à partir des par rapport à 1990



3.3.1.1. 1B1 Émissions fugitives à partir des combustibles solides

Cette catégorie concerne les émissions fugitives de gaz à effet de serre à partir des activités minières ou des industries de transformation des combustibles solides.

Ces activités n'ayant pas cours à Monaco, les émissions correspondantes à cette catégorie sont considérées comme nulles.

Les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.3.1.2. 1B2a Émissions fugitives à partir des combustibles liquides

Les émissions fugitives à partir des combustibles liquides concernent l'activité relative à la distribution de combustibles pour le secteur du transport et des combustions stationnaires (secteur 1B2a v).

Les émissions fugitives à partir des cuves de stockage des carburants à Monaco n'ont pas été estimées dans le cadre de cet inventaire. Les quatre principales stations-service de distribution de carburant sont munies de cuves à double paroi étanches avec des événements à clapets. L'approvisionnement en carburant est réalisé avec un récupérateur de vapeur obligatoire.

Des dispositifs de récupération de vapeur au bec des volucompteurs ont aussi été installés dans les trois principales stations-services qui sont aussi équipées de dispositifs de récupération de « Stage 1 » et « Stage 2 ».

Les émissions ont par conséquent été considérées comme négligeables.

Les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.3.1.3. 1B2b Émissions fugitives de gaz naturel

La distribution de gaz naturel sur le territoire constitue à Monaco le seul poste d'émission de la catégorie (1B2b iv Émissions fugitives de gaz naturel).

Les émissions de cette catégorie ont été estimées par une méthodologie de Tier 3 prenant en compte la composition des éléments constitutifs du réseau de distribution de Monaco.

Cette méthode a été mise en œuvre sur la base des recommandations de l'équipe d'experts (ERT) ayant examiné l'inventaire en septembre 2013 dans l'hypothèse où une bonne connaissance des éléments du réseau était possible.

Une actualisation de cette méthode est réalisée dans le cadre de cet Inventaire.

3.3.1.3.1. RESEAUX DE DISTRIBUTION DE GAZ

Les données sur le réseau et les équipements sont été obtenues auprès du distributeur et gestionnaire de l'importation et la distribution de gaz naturel à Monaco : la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG).

L'actualisation des données est réalisée annuellement dans le cadre d'une demande effectuée auprès de la SMEG.

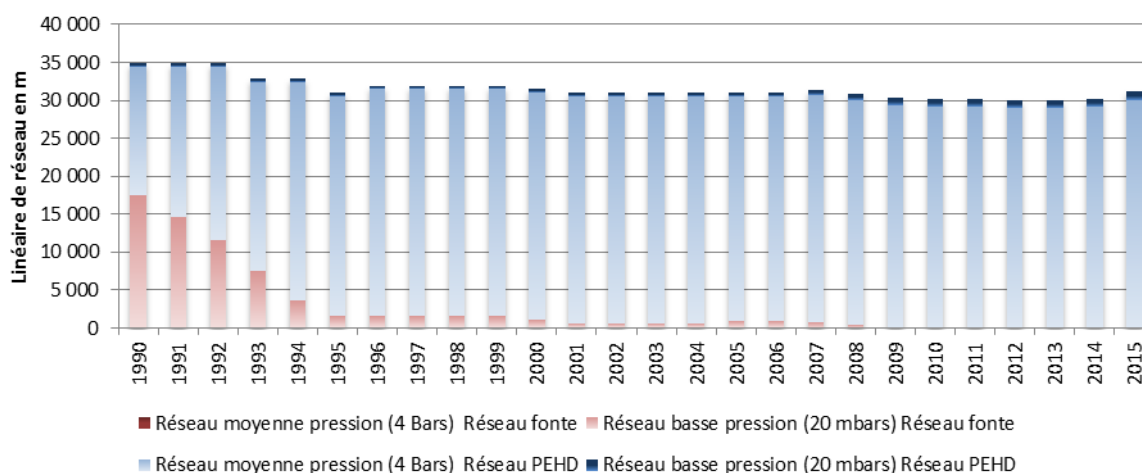
Le réseau est aujourd'hui majoritairement constitué par des canalisations PEHD et remplacement de la fonte. Le gaz est distribué à moyenne pression (4 bars), mais en majorité à basse pression 20 mbar.

Les données sur les longueurs de réseau, par matériaux, pour toute la période ont été reconstruites avec la meilleure précision possible dans le cadre d'un travail de recherches d'archives cartographiques, réalisé par la SMEG, à la demande de la Direction de l'Environnement, à la suite de la revue de septembre 2013.

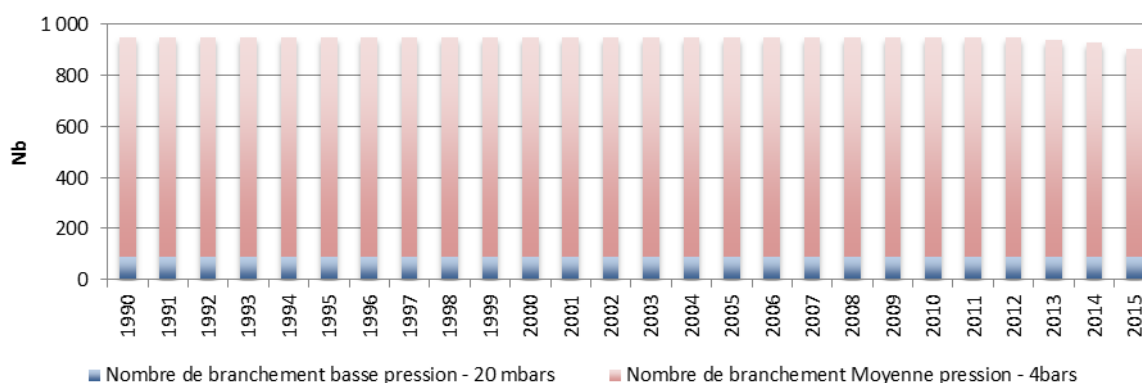
Les nombres d'équipements de distribution et branchements basse et moyenne pression sont également recensés annuellement. Au cours de cette période, il n'y a pas eu d'évolution des postes sources au nombre de 3.

L'ensemble de ces deux jeux de donnée a permis de disposer de la connaissance précise du réseau permettant d'appliquer la méthodologie de Tier 3.

Evolution des longueurs de réseau par matériaux et par pression de service



Evolution des nombre d'équipements – branchements de moyenne et basse pression



3.3.1.3.2. METHODOLOGIE

La méthodologie suit les recommandations de l'équipe d'experts 2013. Elle prend en compte à la fois les équipements et les longueurs de réseau, ainsi que des émissions liées au fonctionnement routinier et non routinier, selon les équations proposées par le « Compendium of green house gas emissions methodologies for the oil and gas industry – API – August 2009 ».

Le compendium API comporte des facteurs d'émission pour le CO₂. Ceux-ci ont aussi été pris en compte et les émissions correspondantes ont été reportées dans le secteur 1B2b iv.

Ces facteurs d'émission ont été établis pour une composition de gaz de 93,4 mol% de CH₄ et 2.0 mol% de CO₂. Le fournisseur de gaz de Monaco ne fournit pas la composition exacte du gaz distribué, toutefois le gaz distribué dans le sud de la France et importé à Monaco est de type H (haut pouvoir calorifique). La composition de ce gaz d'importation est estimée à des valeurs proches de celle du compendium ; 94.21% de CH₄ et 0.28% de CO₂.

Les émissions sont constituées des linéaires du réseau de distribution, des équipements branchements et des émissions non-routinières.

$$E_{\text{gaz,distribution}} = E_{\text{gaz,réseau}} + E_{\text{gaz,Equipements}} + E_{\text{gaz,opération non routinière}}$$

Avec

$$E_{\text{gaz,réseau}} = E_{\text{gaz,PEHD 20mb}} + E_{\text{gaz, PEHD 4bars}} + E_{\text{gaz,fonte 20mb}} + E_{\text{gaz,fonte 4bars}}$$

$$E_{\text{gaz,equipements}} = E_{\text{Equipements 20mb}} + E_{\text{Equipement 4bars}} + E_{\text{Poste Source}}$$

$$E_{\text{gaz,opération non routinière}} = E_{\text{Equipements 20mb}} + E_{\text{Equipement 4bars}} + E_{\text{Poste Source}}$$

Emissions liées au linéaire du réseau de distribution

$$E_{\text{gaz, pression, matériaux}} = L_{\text{réseau}}(\text{km}) * FE_{\text{Gaz,pression,matériaux}}(\text{kg / km / an})$$

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 6–10 du Compendium API, les émissions concernent le CH₄ et le CO₂.

Emissions linéaire réseau Moyenne pression - 4 bars	FE issus du tableau 6-10 du compendium API	Kg/km/an
	FE de CH ₄ pour le PEHD	195.6
	FE de CH ₄ pour la fonte	2845
	FE de CO ₂ pour le PEHD	11.73
	FE de CO ₂ pour la fonte	280
Emissions linéaire réseau basse pression - 20mbars	FE issus du tableau 6-10 du compendium API	Kg/km/an
	FE de CH ₄ pour le PEHD	195.6
	FE de CH ₄ pour la fonte	2845
	FE de CO ₂ pour le PEHD	11.73
	FE de CO ₂ pour la fonte	280

Emissions liées aux équipements :

$$E_{\text{pression, équipements}} = N_{\text{Équipements}} * FE_{\text{pression, équipement}} (\text{kg / unité / an})$$

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 6–8 du Compendium API, ces émissions concernent le CH₄.

Emissions liées aux équipements	FE issus du tableau 6-8 du compendium API	Kg/unité/an
Branchements moyenne pression	MP 4bar R-Vault 40-100 psig (chambre de reg)	14.5
Branchements basse pression	MP 20 mb R-Vault 40-100 psig (chambre de reg)	14.5
Postes sources	Postes sources M&R<100 psig	720

Emissions relatives aux opérations non routinières

$$E_{\text{opérations non routinières}} = L_{\text{totale Réseau}} * FE_{\text{opérations}} (\text{kg / unité / an})$$

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 5-27 du Compendium API, ces émissions concernent le CH₄

	FE issus du tableau 5.27 du compendium API	Kg CH4/km/an
Purges	Pipeline blowdowns based on main and service length)	20,01
Incidents	Pipeline mishaps (dig ins based on mains and service length)	18,89
Soupapes de surpressions	FE Pressure relief valves (based on mains lengths)	0.5959
Entretien t d'équipements	M&R station maintenance upsets	2.895

3.3.1.3.3. Assurance qualité spécifique

Une comparaison a été effectuée avec les différents facteurs d'émission voisins et permet de situer les émissions de Monaco dans une fourchette cohérente d'émissions.

3.3.1.3.4. EVALUATION DES INCERTITUDES

Les incertitudes ont été estimées pour cette catégorie en prenant en compte les incertitudes sur les facteurs d'émission fournies dans le Compendium API. Les incertitudes sur les données d'activité (longueur de réseau) sont faibles et estimées à +/- 10% compte tenu de la précision de la donnée mise à disposition par la SMEG.

Les incertitudes liées à l'utilisation facteurs d'émissions du compendium API sont listé ci-dessous

Emissions linéaire réseau Moyenne pression - 4 bars	Tableau 6-10 du compendium API	Incertitude %
	FE de CH4 pour le plastique	260
	FE de CH4 pour la fonte	77
	FE de CO2 pour le plastique	261
	FE de CO2 pour la fonte	81,5
Emissions linéaire réseau basse pression - 20mbars	Tableau 6-10 du compendium API	Incertitude %
	FE de CH4 pour le PLASTIQUE	260
	FE de CH4 pour la fonte	77
	FE de CO2 pour le PLASTIQUE	261
	FE de CO2 pour la fonte	81,5
Emissions liées aux équipements	Tableau 6-8 du compendium API	Incertitude %
	MP 4bar R-Vault 40-100 psig (chambre de reg)	79,9
	MP 20 mb R-Vault 40-100 psig (chambre de reg)	79,9
	Postes sources M&R<100 psig	334
Emissions relatives aux opérations non routinières	Tableau 5-27 du compendium API	Incertitude %
	EF Pipeline blowdowns based on main and service length)	117
	EF Pipeline mishaps (dig ins based on mains and service lenght)	2600
	FE Pressure relief valves (based on mains lengths)	19300

3.3.1.3.5. APPRECIATION QUALITATIVE SUR LES RESULTATS

Le principal facteur d'influence des émissions de ce secteur est l'évolution de la composition du réseau de distribution. Ce réseau a été considérablement rénové (remplacement des canalisations en fonte par du PEHD) entre 1990 et 1995. Il en résulte une importante variation des émissions entre ces deux dates. Les émissions se stabilisent ensuite.

3.3.1.3.6. RECALCULS

Conformément à la remarque intervenue dans le cadre de la revue du rapport national d'inventaire 2015, le calcul des émissions liées aux équipements avait été rectifié pour prendre en compte le caractère horaire du facteur d'émission donné par le compendium API dans le cadre du rapport 2016.

Dans le cadre du rapport réalisé en 2017 des évolutions méthodologiques ont été mise en œuvre:

- Abandon des émissions liées à la part d'oxydation du facteur d'émissions linéaire (tab 6.10 du compendium API).
- Intégration des émissions non routinière des postes sources (Tab 5.27 du comp API)
- Utilisation du facteur d'émission du tableau 6.8 du Compendium API (fugitive émissions factors for distribution M&R stations - R-Vault 40-100 psig) de 1.45E-2 tonne CH₄ station/year et du facteurs du même tableau que les émissions pour les postes sources (M&R>100 psig) de 0.72 tonne CH₄ station/year

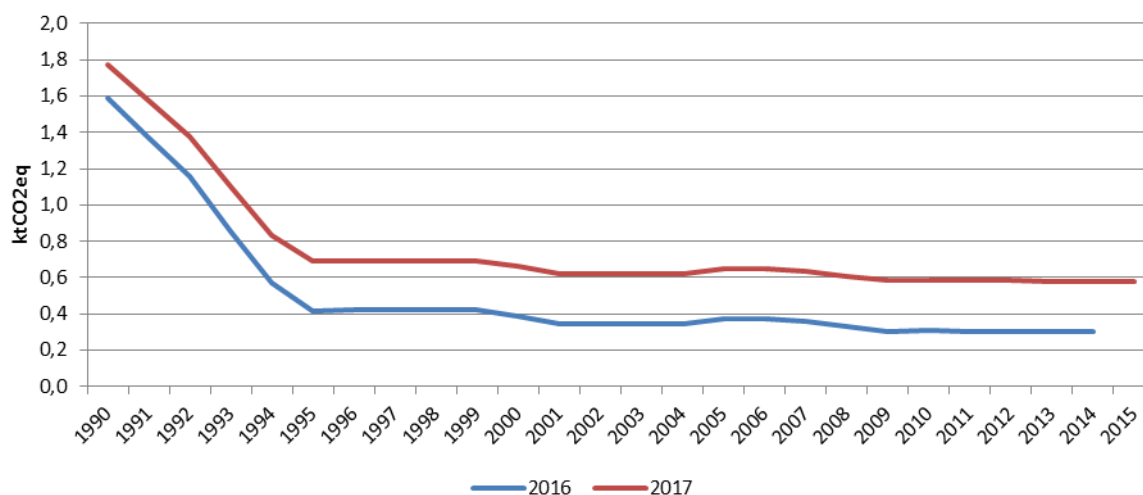
Les effets de ces modifications sont présentés dans le tableau et le graphe ci-après.

			1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	1,586	1,371	1,156	0,857	0,570	0,415	0,421	0,421	0,421	0,421
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	1,776	1,576	1,377	1,099	0,833	0,688	0,694	0,694	0,694	0,694

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	0,389	0,343	0,343	0,343	0,343	0,374	0,374	0,357	0,330	0,304
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	0,665	0,622	0,622	0,622	0,622	0,650	0,650	0,635	0,609	0,586

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	0,308	0,305	0,305	0,304	0,304	
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	0,589	0,586	0,586	0,582	0,579	0,576

Recalculs - Evolution des émissions fugitives



3.3.1.4. 1B2c Emissions due aux torchères et au venting

Cette catégorie concerne les émissions fugitives de gaz à effet de serre à partir des activités minières ou des industries de transformation des combustibles solides.

Ces activités n'ayant pas cours à Monaco, les émissions correspondantes à cette catégorie sont considérées comme nulles.

Les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

3.4. Catégories sources 1C - Transport, injection et stockage géologique du CO₂

L'activité de transport, d'injection et de stockage géologique du CO₂ n'a pas cours à Monaco.

Il n'existe pas d'émission ou de stockage de CO₂ lié à cette catégorie, les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisés.

3.5. 1D - Memo Items

3.5.1. Soutes internationales - 1D1 International Bunkers

Les émissions et puits de carbone de la catégorie des soutes internationales (international bunkers) relatives aux transports pour 2015 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2015 de

25,90 kt CO₂ eq

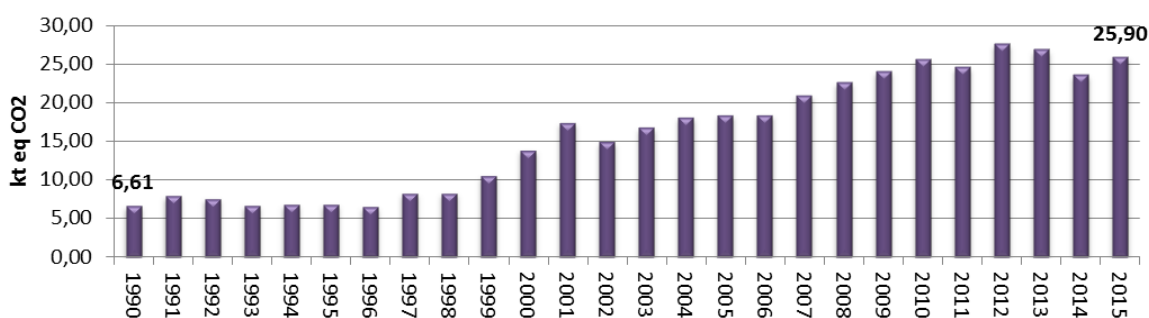
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

6,61 ktCO₂ eq

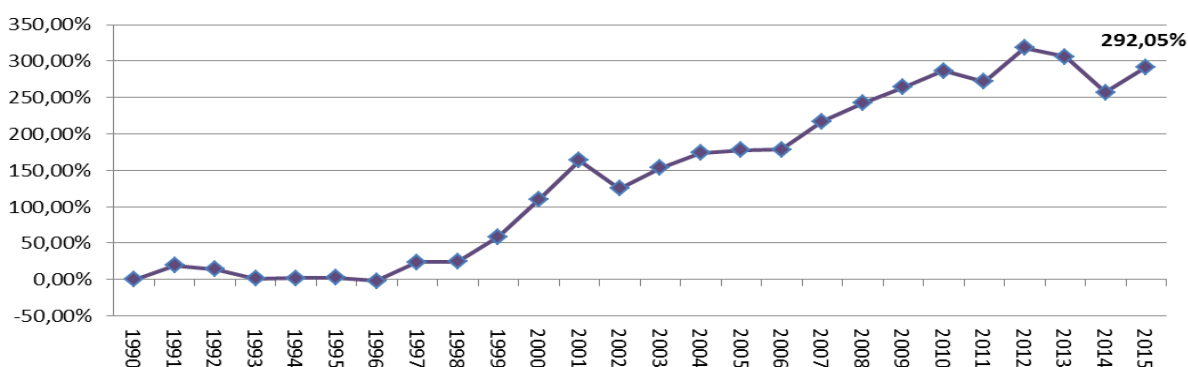
Soit une variation de :

+ 292,05 % (19,29 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2015



Les émissions des soutes internationales sont passées de 6,61 ktCO₂eq en 1990 à 25,90 ktCO₂eq en 2015, soit une augmentation de 19,29 ktCO₂eq.

Cette augmentation est principalement due à l'augmentation de la vente de carburant pour la navigation internationale.

3.5.1.1. Caractéristiques générales de la catégorie

Les émissions des soutes internationales sont composées par les émissions de :

- L'aviation internationale (1.D.1.a) ;
- La navigation internationale (1.D.1.b).

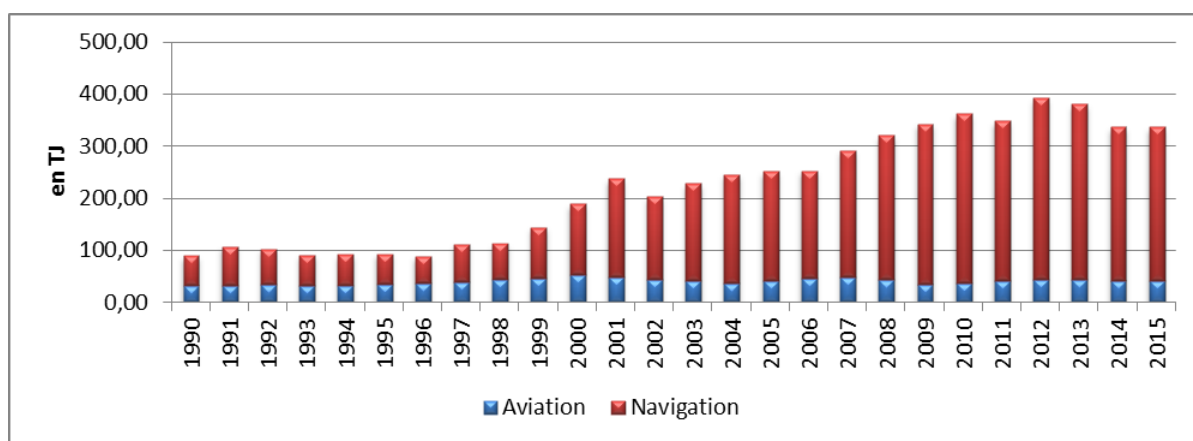
Pour ces deux catégories, les caractéristiques générales, les facteurs d'émissions et formules de calculs sont strictement identiques à celle développée respectivement pour les catégories :

- 1.A.3.a Aviation domestique ;
- 1.A.3.d Navigation Domestique.

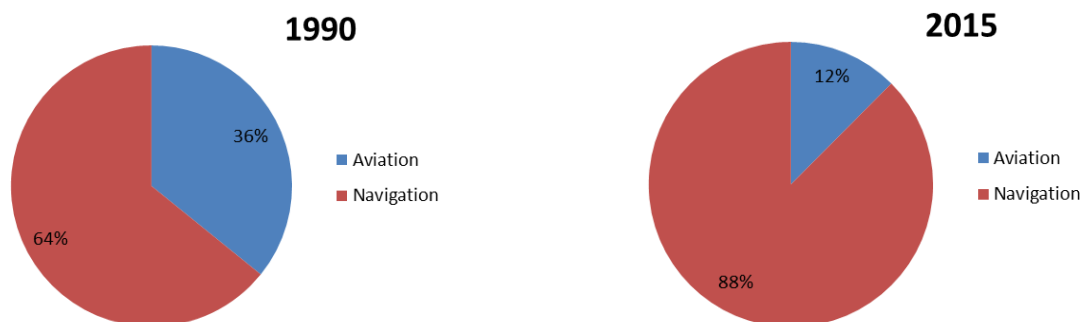
Les méthodes d'estimation des parts nationale et internationale des carburants consommés sont détaillées dans les Chapitres 1.A.3.a Aviation domestique et 1.A.3.d Navigation Domestique.

3.5.1.2. Répartition générale de la consommation énergétique

Evolution de la consommation énergétique des soutes internationales



Répartition de la consommation énergétique des soutes internationales



En 1990, la consommation énergétique de la navigation représentait les deux tiers des soutes internationales.
En 2015, la navigation représente 88% de la consommation de ce secteur.

En 2015, la répartition de l'évaluation des parts domestique et nationale de l'énergie consommée pour l'aviation civile et la navigation est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Aviation		Navigation	
	1990	2015	1990	2015
Part domestique %	8,85	8,59	10,70	8,60
Part internationale %	91,15	91,41	89,30	91,40

3.5.1.3. Aviation internationale (1.D.1.a)

Les émissions et puits de carbone de la catégorie de l'aviation internationale sont présentés dans les tableaux 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2015 de

3,03 kt CO₂ eq

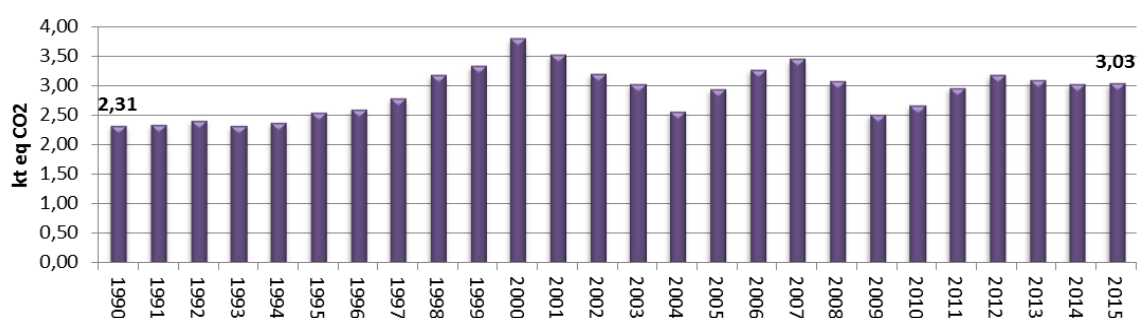
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

2,31 ktCO₂ eq

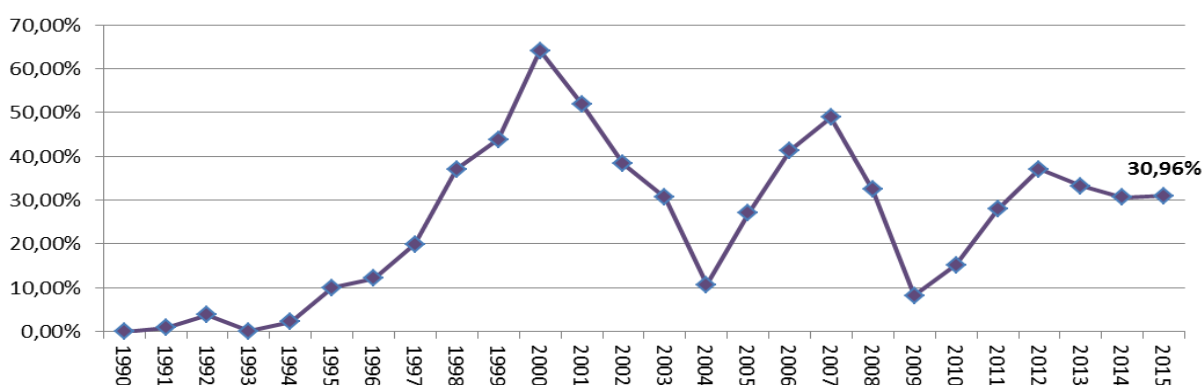
Soit une variation de :

+ 30,96 % (0,72 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2015 des soutes internationales –Aviation civile



Evolution des émissions de GES par rapport 1990 des soutes internationales –Aviation civile



Les émissions de GES pour ces catégories sont supérieures à l'année de référence sur l'ensemble de la période. Ces variations sont dépendantes de deux paramètres : l'activité Héliportuaire, qui se traduit par la vente de carburant, et le type de vol effectué.

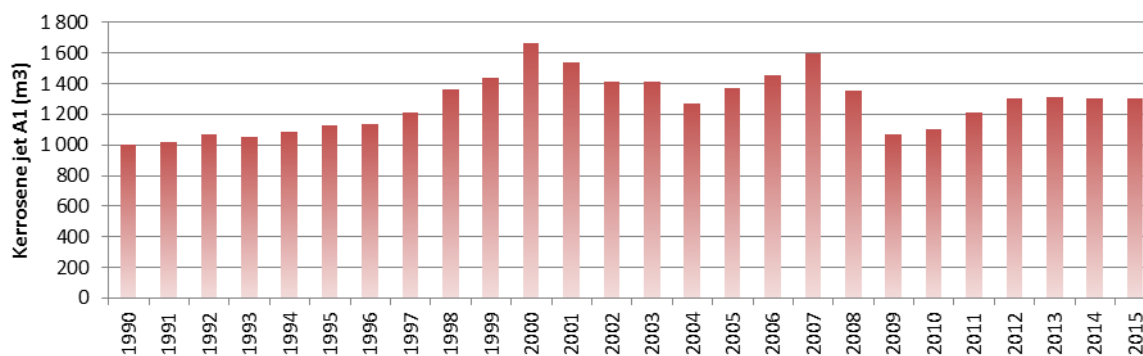
Aussi, de ces variations indépendantes, il n'est pas observé de tendances continues de variation des émissions sur la période.

Le seul carburant vendu par l'héliport de Monaco est le Kérosène pour aviation (Jet Kérosène), dont la consommation s'élève à 1305 m3 en 2015.

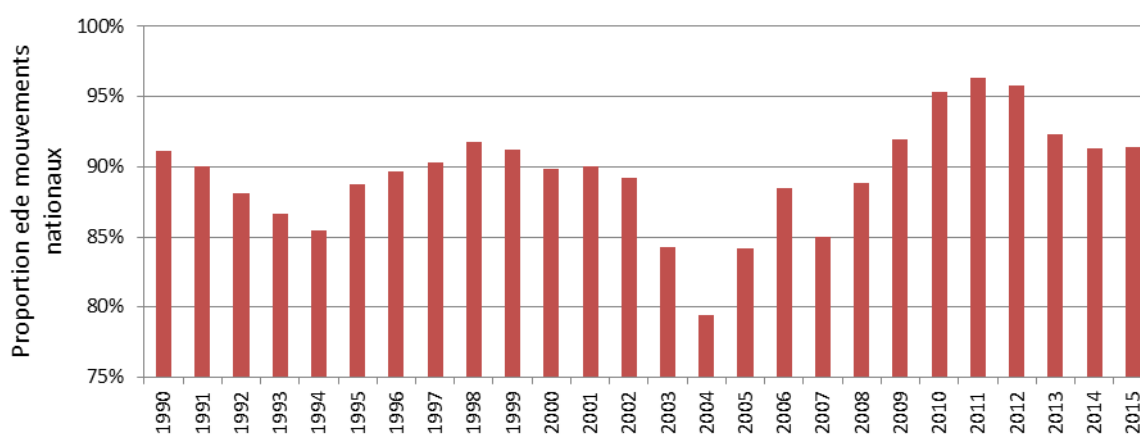
La proportion de vols internationaux enregistrés par l'héliport de Monaco par rapport au nombre total de vols est de 91,4%, en 2015.

Les variations annuelles de ces paramètres sont présentées dans les graphiques ci-après.

Evolution des ventes annuelles de Kérosène sur l'héliport de Monaco



Evolution de la répartition des vols nationaux et internationaux effectués



Les méthodologies d'estimation des émissions sont identiques à celle utilisée pour la catégorie de l'aviation domestique.

3.5.1.4. Navigation internationale (1.D.1.b)

Les émissions et puits de carbone de la catégorie de l'aviation internationale sont présentés dans les tableaux 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2015 de

22,87 kt CO₂ eq

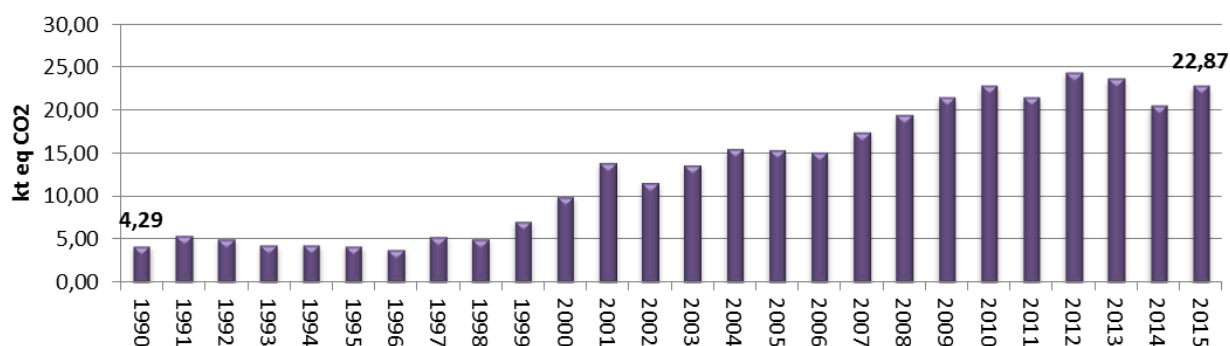
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

4,29 ktCO₂ eq

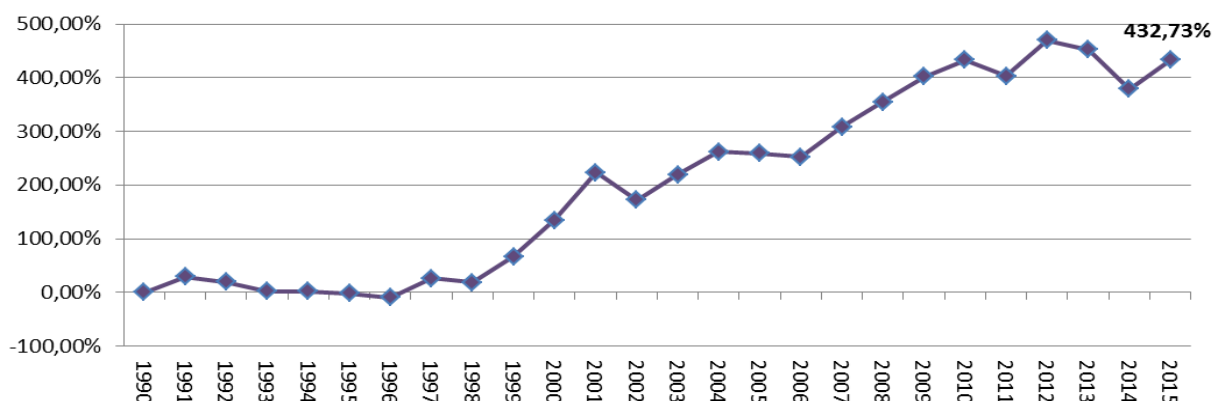
Soit une variation de :

+ 432,73 % (18,58 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES des soutes internationales – Navigation internationale



Evolution des émissions de GES par rapport 1990 des soutes internationales – Navigation internationale

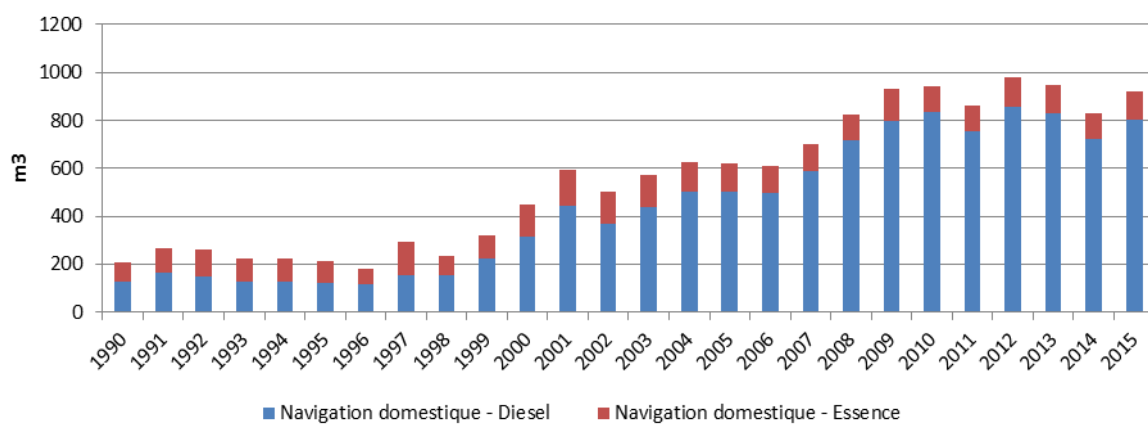


Les émissions de GES pour cette catégorie montrent une forte augmentation sur la période + 22,87 ktCO₂eq, ce qui représente une augmentation de 432,73%.

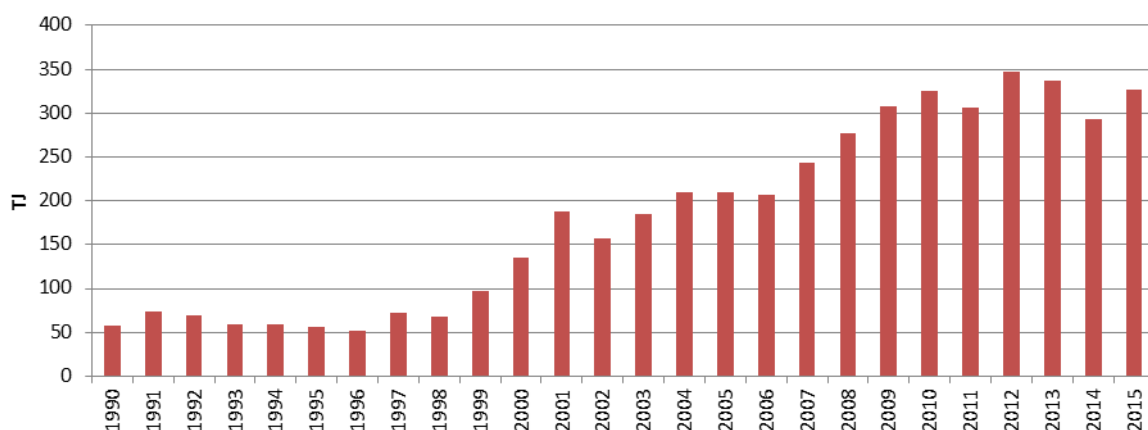
Cette augmentation est directement corrélée aux ventes de carburants.

Les carburants vendus sur le port de Monaco sont de l'essence et du diesel, dont la répartition est présentée ci-dessous.

Ventes de carburants pour la navigation nationale et internationale



Consommation énergétique de la navigation internationale



4. PROCÉDES INDUSTRIELS (Secteur 2 du CRF)

4.1. Caractéristiques générales du secteur

Les émissions de ce secteur en 2015 sont présentées dans le tableau 2 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'Industrie sont en 2015 de : **7,089 kt CO₂ eq**

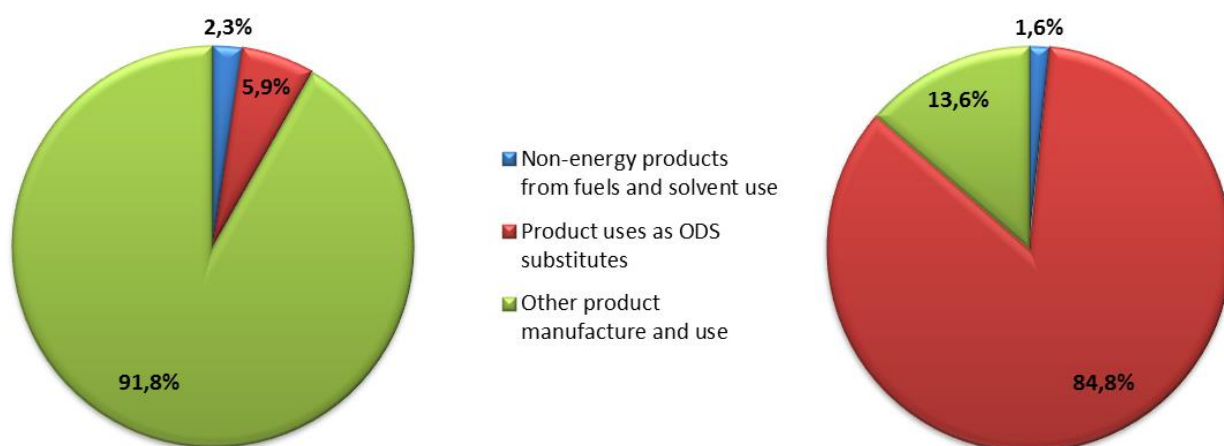
Les émissions de ce secteur, pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,267 kt CO₂ eq**

Soit une variation de : **+2650,64 % (+6,822 kt CO₂ eq.)**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **8,67% des émissions globales en 2015**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **0,27% des émissions globales en 1990**

Répartition en 1990 et 2015 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'Industrie



Caractéristiques générales

La totalité des émissions de ce secteur ont été calculées selon les « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre » et, le cas échéant, dans le « EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update July 2014 ».

La majorité des émissions de ce secteur sont issues de la réfrigération et du conditionnement d'air pour les secteurs résidentiel, industriel, commercial et mobile, ainsi que de la catégorie des « Autres usages et fabrication de produits ».

L'absence à Monaco d'industries lourdes, de cimenteries, d'industries chimiques de production d'ammoniaque ou d'acide nitrique, d'industries de production de fer et d'acier, de fonderies d'aluminium et de magnésium, permet de considérer les émissions liées à ces activités comme nulles.

L'évolution des émissions du secteur montre une forte variabilité interannuelle. Ces variations résultent :

- D'une part, des quantités de gaz frigorigène achetées annuellement par les entreprises monégasques ;
- D'autre part, de l'intervention plus ou moins importante de fournisseurs étrangers à Monaco, qui peuvent librement opérer dans le pays et donc influencer de manière importante sur les statistiques des entreprises nationales. L'utilisation de gaz par ces entreprises étrangères est comptabilisée dans leur pays d'origine.

Par ailleurs, l'inventaire soumis en 2014, à la demande de l'ERT 2012 et avec l'appui technique du CITEPA, fait apparaître des émissions associées de CO₂. Ces émissions ont pu être calculées sur toute la période et pour tous les sous-secteurs dont les émissions étaient précédemment reportées dans la catégorie « Utilisation de solvants et d'autres produits ».

Enfin, l'inventaire soumis en 2016 a fait apparaître une amélioration pour le calcul des émissions de GES associées à la climatisation mobile. La connaissance qualitative de la flotte de véhicules immatriculés à Monaco depuis 1990 a été affinée, grâce notamment à un traitement statistique de la base de l'équipementier BEHR-HELLA.

4.2. Catégories sources

4.2.1. Catégories sources 2A – Industrie Minière

Cette activité étant inexistante à Monaco, les émissions correspondantes ont été considérées comme nulles.

4.2.2. Catégories sources 2B – Industrie Chimique

Cette activité étant inexistante à Monaco, les émissions correspondantes ont été considérées comme nulles.

4.2.3. Catégories sources 2C – Industrie Métallurgique

Cette activité étant inexistante à Monaco, les émissions correspondantes ont été considérées comme nulles.

4.2.4. Catégories sources 2D – Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation des solvants

Les émissions et puits de carbone du secteur des produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation des solvants en 2015 sont présentés dans le tableau 2D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de NMVOC (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques) et de CO₂ résultent des activités d'imprimerie, de menuiserie (conservation du bois), de pressing (dégraissage et nettoyage à sec), d'épandage d'enrobés bitumeux et de peinture.

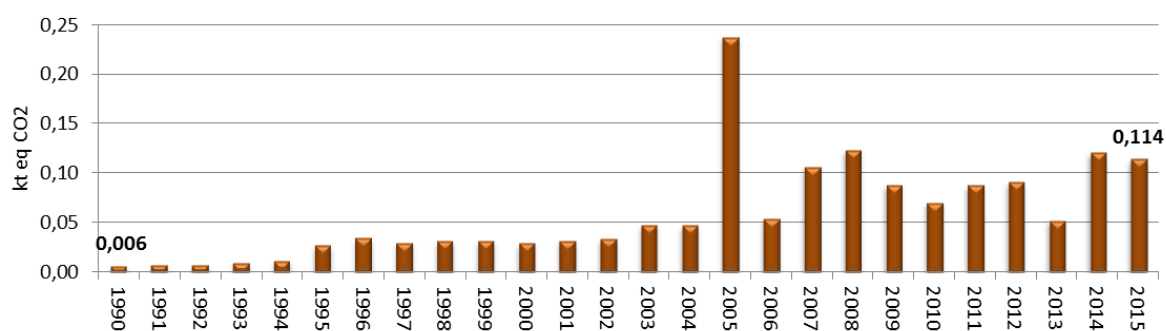
Les émissions du secteur de l'Industrie 2D sont en 2015 de : **0,114 kt CO₂ eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,006 ktCO₂ eq**

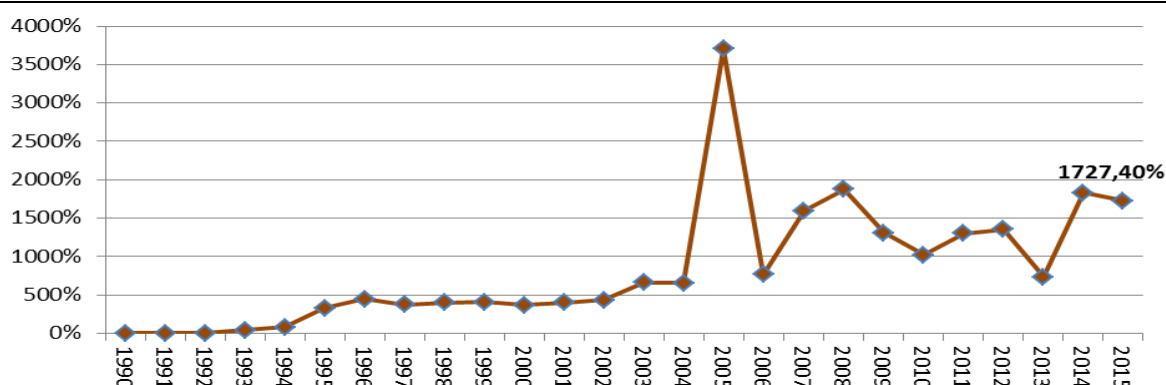
Soit une variation de : **+ 1727,40 % (+0,108 kt CO₂ eq)**

Les émissions du secteur de l'Industrie 2D représentent : 0,140% des émissions globales en 2015
Les émissions du secteur de l'Industrie 2D représentent : 0,006 % des émissions globales en 1990

Emissions de GES entre 1990 et 2015 de la catégorie - Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation des solvants



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation des solvants



Méthodologie de calcul

Les calculs ont été établis en utilisant la méthodologie « EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 ». Les émissions de N₂O n'ont toutefois pas pu être déterminées, faute de connaître des facteurs d'émission susceptibles de s'appliquer dans le cas de ces activités.

Une enquête annuelle est réalisée par la Direction de l'Environnement auprès des imprimeries, entreprises de peinture, pressings et menuiseries.

Après deux mois, s'il n'y a pas eu de réponse au courrier, jusqu'à deux rappels peuvent être effectués. De plus, l'inventaire des entreprises implantées à Monaco est vérifié annuellement avec les services de l'état compétents et ce, afin d'éviter toute erreur de recensement de ces dernières.

- Entreprises de peinture « Paint application » (Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les dix-neuf (18) PME monégasques de ce secteur d'activité sont interrogées annuellement afin qu'elles communiquent : la quantité et le type de peinture (acrylique, glycérophtalique, époxy, polyuréthane...) consommée pendant l'année, ainsi que la quantité et la nature des solvants consommés pendant l'année.

Pour le présent inventaire, les entreprises de peinture recensées sont : ALPHABAT, DECO PLUS, EGPM, ENTREPRISE GENERALE DE PEINTURE JEAN TUBINO ET FILS, ENTREPRISE GENERALE DE PEINTURE MARIO PARISI, GROUPE BENEDETTI, INSOBAT, LUCIEN GAVIORNO & FILS, MARTINI, MONACO PEINTURE, MONACOLOR, MONTE-CARLO RENOVATION, PAOLO CALIENDO, POGGI ET FILS, RENOV' A 9, S.E.R.B.A.T., SALVATORE CALDERONE, SARL ENTREPRISE CALABRO et VIOTTI ET SOULIER MONACO.

- Pressings « Dry cleaning » (Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les pressings de la Principauté de Monaco sont interrogés annuellement afin qu'ils communiquent : la quantité et la nature des solvants consommés pendant l'année, la quantité de vêtements nettoyés à sec pendant l'année ainsi que le type de machine de nettoyage à sec utilisée.

Il est à noter que pour ce secteur d'activité, beaucoup de commerces ne sont plus que des points d'apport pour lesquels les opérations de pressing se font hors des frontières de Monaco. Ainsi, sur 9 pressings implantés à Monaco, 5 n'étaient pas en 2015 de simples points de dépôt.

Pour l'inventaire, les pressings « actifs » recensés sont : CLINN'MATIC, MONACO PRESSING 2, PAPALINS PRESSING, PRESS NET et PRESSING SUPERCLEAN.

La totalité des machines installées à Monaco sont de type « machine de lavage à sec fonctionnant en circuit fermé ».

- Épandage d'enrobés bitumeux « Road paving with asphalt »
(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Bien qu'il n'y ait pas de production et de combustion d'asphalte, sur le territoire monégasque, une enquête est entreprise annuellement auprès des deux (2) sociétés privées (SM Eaux et SMEG) et des deux (2) Services de l'Etat (Direction des Travaux Publics et Direction de l'Aménagement Urbain) qui procèdent à de l'épandage de bitume dans le cadre de leurs activités. Les NMVOC correspondants ont ainsi pu être évalués à partir de 1990. Cette procédure d'enquête est désormais systématisée.

- Imprimeries « printing »
(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les quatre (4) PME monégasques de ce secteur d'activité sont interrogées annuellement afin qu'elles communiquent : la quantité et la nature des solvants consommés pendant l'année, la quantité d'encre consommée pendant l'année ainsi que le type de machine utilisée pour l'impression.

Les imprimeries recensées sont : ETABLISSEMENTS DO-RO, G.S. COMMUNICATION, IMPRIMERIE LA ROUSSE, IMPRIMERIE TESTA et MULTIPRINT MONACO.

- Menuiseries « Wood preservation »
(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les huit (8) artisans de la Principauté de Monaco sont interrogés annuellement afin qu'ils communiquent les quantités de bois massif qui ont fait l'objet d'un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité.

Les menuiseries recensées sont : ARREDO BOIS, DECOBOIS, LES ATELIERS DU BOIS, LUCIEN GAVIORNO & FILS, M.E.A., MARIO PIEIRIMARCHI, MENUISERIE-EBENISTERIE ROSSI et PAOLO CALIENDO.

4.2.5. Catégories sources 2E – Industrie Electronique

Cette activité étant inexistante à Monaco, les émissions correspondantes ont été considérées comme nulles.

4.2.6. Catégories sources 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone

Les émissions et puits de carbone du secteur de l’utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone en 2015 sont présentés dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

Pour suivre la classification définie par le GIEC, les émissions de HFC et PFC ont été classées dans ce secteur. L’utilisation de la plupart de ces fluides est due à la réfrigération et au conditionnement d’air des secteurs résidentiel, industriel, commercial et mobile.

Les émissions du secteur de l’Industrie 2F sont en 2015 de : 6,01 kt CO₂ eq

Les émissions pour l’année de référence (1990) recalculée sont de : 0,02 ktCO₂ eq

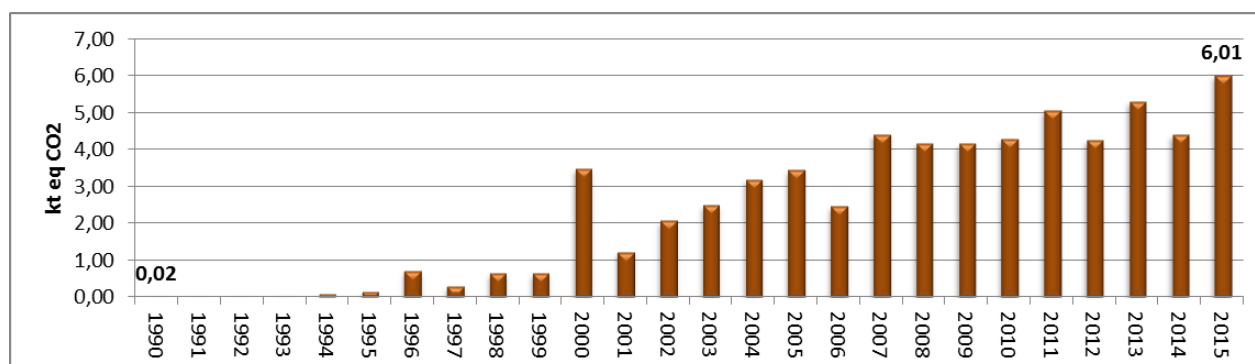
Soit une variation de : + 37964 % (5,993 kt CO₂ eq)

Les émissions du secteur de l’Industrie 2F représentent : 7,3 % des émissions globales en 2014

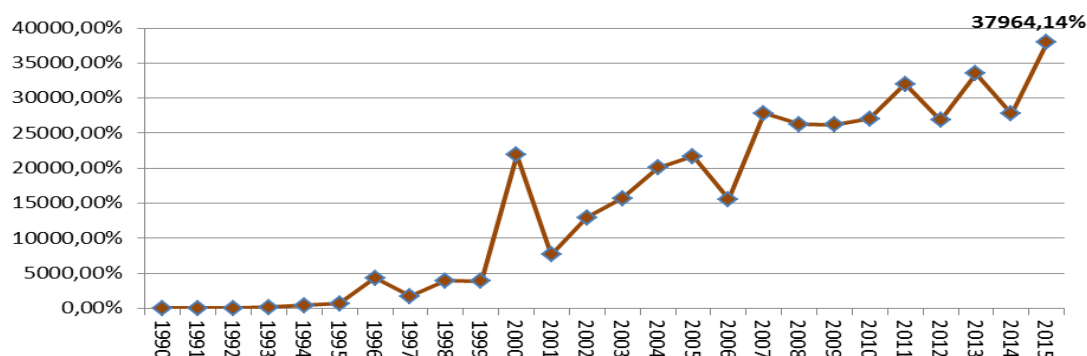
Les émissions du secteur de l’Industrie 2F représentent : 0,02 % des émissions globales en 1990

L’augmentation importante des émissions de ce secteur résulte d’une part de la généralisation des systèmes de climatisation dans les véhicules et de la part croissante de locaux disposant de ces équipements

Emissions de GES entre 1990 et 2015 de la catégorie 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone



4.2.6.1. Méthodologie de calcul

Jusqu'à l'inventaire de l'année 2003, l'évaluation des émissions annuelles de HFC, PFC et SF6 avait été effectuée par le calcul des émissions potentielles de ces gaz fluorés, sur la base des quantités annuelles importées en Principauté. Il convient de noter qu'il n'y a pas à Monaco de production de ces substances, et que les quantités de gaz fluorés détruites ou recyclées chaque année ne le sont pas sur le territoire de la Principauté, mais dans des sites agréés en France après réexportation.

L'équipe internationale d'experts qui a examiné l'inventaire national de Monaco pour l'année 2003 a demandé (paragraphe 61 du rapport FCCC/ARR/2005/MCO) que Monaco estime les émissions réelles de gaz fluorés, au moins pour certaines sources, et fournisse également des estimations des émissions de ces substances par d'autres sources telles que les agents moussants contenant des HFC qui sont utilisés dans l'industrie des matières plastiques, les extincteurs, les bombes aérosol, les solvants, etc.

En 2005 et 2007, la Direction de l'Environnement, de l'Urbanisme et de la Construction a diligenté une enquête auprès de tous les acteurs économiques susceptibles, de par leur activité, d'émettre de telles substances : entreprises du secteur de la climatisation et de la réfrigération (sans possibilité de faire la distinction commerciale et/ou résidentielle), concessionnaires automobiles, entreprises de transformation de matières plastiques, sociétés spécialisées dans la fourniture et l'entretien de systèmes d'extinction d'incendies. Les résultats de cette enquête ont montré que des HFC et PFC n'étaient utilisés que par les sociétés exerçant leur activité dans le secteur de la climatisation et de la réfrigération.

Pour l'évaluation des émissions liées à l'utilisation de HFC, PFC, les documents utilisés pour la méthodologie de calcul sont les « Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux » ainsi que les « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ».

De plus, toujours à la demande de l'ERT 2012 et avec l'appui technique du CITEPA, une méthode d'estimation des émissions associée a été élaborée en corrélant les données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque pour les activités suivantes :

- Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs ;
- Utilisation de mousses ;
- Réfrigération domestique.

En outre, à la suite des recommandations formulées par l'ERT au cours de l'in-country Review de 2013, des améliorations ont été apportées par Monaco pour l'estimation des émissions de :

- HFC-134a pour la réfrigération domestique (2.F.1.b « Domestic Refrigeration ») ;
- HFC-134a pour la climatisation mobile (2.F.1.e « Mobile Air-Conditioning »).

Il est à noter que ces améliorations ont été ensuite validées par l'ERT.

Enfin, il n'y a pas en Principauté de Monaco d'activités susceptibles d'être source d'émissions de NF₃.

4.2.6.1.1. REFRIGERATION DOMESTIQUE (SECTEUR 2.F.1.B)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Une méthode d'estimation des émissions associée a été utilisée jusqu'à l'inventaire 2011.

Cette méthode utilisait un ratio entre les données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque.

A la suite de l'in-country Review, une nouvelle méthode basée sur la population, un recensement des équipements réalisés en 2008 pour les données d'activité et utilisant les facteurs d'émission par défaut a été mise au point et validé par l'ERT. Cette méthodologie utilise l'équation 3.42 des recommandations du GIEC et les données incluses dans le tableau 3.22 des recommandations du GIEC.

4.2.6.1.2. HFC ET PFC UTILISES POUR LA CLIMATISATION RESIDENTIELLE ET COMMERCIALE (SECTEURS 2.F.1.A ET 2.F.1.F)

(Méthode T2b)

Pour ce qui concerne les fluides (HFC et PFC) utilisés dans le secteur réfrigération commerciale et/ou climatisation résidentielle, une enquête annuelle est réalisée auprès des vingt (21) frigoristes et entreprises de climatisation de Monaco. Cette investigation permet de connaître : les quantités de gaz importées au cours de l'année (gaz de remplacement et gaz destiné à la mise en service de nouveaux appareils) et les quantités de fluides récupérées pour élimination ou recyclage dans des centres spécialisés en France.

Il est à noter que les sociétés locales ne sont pas en mesure de différencier les quantités de fluides utilisées pour la réfrigération commerciale ou la climatisation résidentielle et que ce sont les mêmes sociétés qui interviennent indifféremment dans les deux cas.

Compte tenu de ces éléments, la méthodologie utilisée correspond à l'équation 7.9 des « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ».

Les frigoristes et entreprises de climatisation recensés sont : BREZZO FRERES, CLIMATEC, CLIMATHERM, CLIMATIS, COMETH-SOMOCLIM, CONFORT SANITAIRE, CONFORT HABITAT SERVICE, FREM, GAVIORNO, G.T.I.A. Climatisation et Ventilation, HOME ELECTRIC ENERGIE, HONEYWELL, H.M.C., MAINTENANCE CLIMATISATION SERVICE, MULTITECH MONACO, MONTERASTELLI & Cie, NOARO FRERES, ROFAX, SOGET, SQUARELECTRIC et TECHNO.

4.2.6.1.3. HFC ET PFC UTILISES POUR LA CLIMATISATION DES VEHICULES (SECTEUR 2.F.1.E)

La catégorie 2.F.1.e concerne les émissions GES qui ont pour origine la climatisation mobile.

Les émissions et puits de carbone de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile sont en 2015 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1.A(a).S1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile sont en 2015 de	1,984 kt CO₂eq
---	----------------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	0,00	ktCO₂ eq
---	-------------	----------------------------

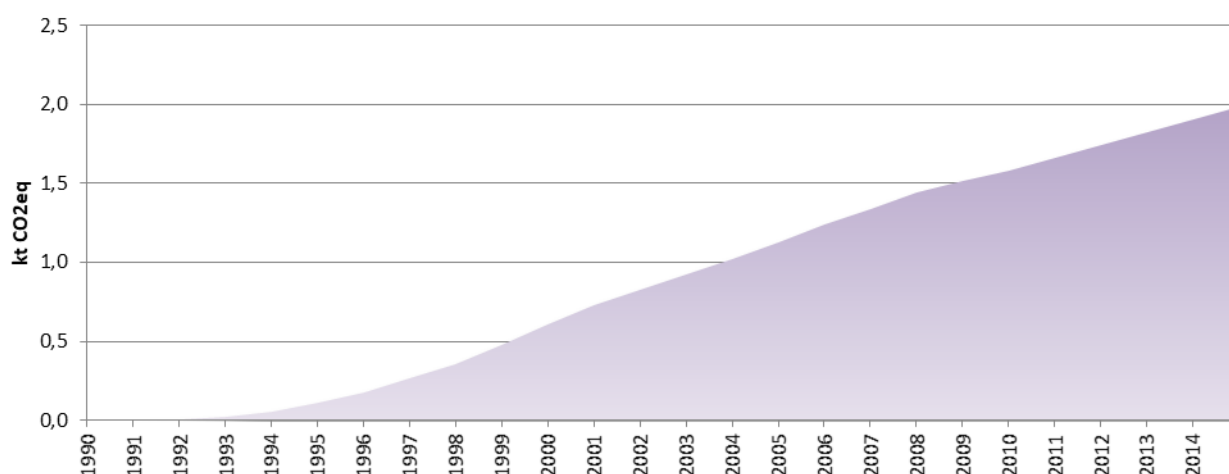
Soit une variation de :	1,984	kt CO₂ eq
--------------------------------	--------------	-----------------------------

Les émissions catégorie 2.F.1.e climatisation mobile représentent :

2,42% des émissions globales (0,00% en 1990)

27,99 % des émissions du secteur des procédés industriels (0,00 % en 1990)

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2015 pour la climatisation mobile



Caractéristiques générales de la catégorie source

Le calcul des émissions de la catégorie source est basé sur une méthodologie « approche par facteur d'émission » de Tier 2a, basé sur des données d'activités et des facteurs d'émission spécifiques, selon l'équation 7.10 du volume 3 Chapitre 7 des lignes directrices 2006 du GIEC.

$$E_{total,t} = E_{containers,t} + E_{charge,t} + E_{lifetime,t} + E_{end\ of\ life,t}$$

$E_{containers,t}$ = émissions liées à la gestion des conteneurs de fluides frigorigènes.

$E_{charge,t}$ = émissions liées à la charge de fluides frigorigènes : connexion et déconnexion du conteneur fluide frigorigène et du nouvel équipement à charger.

$E_{lifetime,t}$ = émissions annuelles issues des banques de fluides frigorigènes associées aux six sous applications pendant le fonctionnement (émissions fugitives et ruptures) et la maintenance.

$E_{end\ of\ life,t}$ = émissions du système de mise au rebut.

En absence d'activité relative aux managements de container de gaz, de charge d'émissions d'équipement neuf, et de gestion de système en fin de vie, les émissions de la catégorie source ne concernent que celle qui se produite durant la durée de vie l'équipement.

$$E_{total,t} = E_{lifetime,t}$$

Afin d'estimer les émissions qui ont lieu pendant la durée d'utilisation des équipements l'équation générale 7.13 du Chapitre 7 du volume 3.2 est utilisée.

$$E_{lifetime,t} = B_t * \frac{x}{100}$$

$E_{lifetime,t}$ = quantité totale de HFC émise pendant le fonctionnement du système au cours de l'année t, kg

B_t = quantité de HFC chargée dans les systèmes existants au cours de l'année t (par sous-application), kg

x = taux d'émission annuel (c'est à dire, facteur d'émission) de HFC de chaque banque de sous application pendant le fonctionnement, prenant en compte les fuites moyennes annuelles et les émissions moyennes annuelles pendant la maintenance, %

L'équation générale 7.13 du Chapitre 7 du volume 3.2 est déclinée pour chaque année en fonction des variables suivantes.

Pour le stock de gaz B_t

- Les types de véhicules : Véhicule personnel (VP) et véhicules utilitaires légers (VUL).
- L'année de production des véhicules : De 1970 à 2015
- Les caractéristiques de la flotte : A partir des données des marques automobiles représentant 75% de la flotte pour les VP, et 80% pour les VUL
- Le gaz utilisé: R134a,
- La quantité de véhicules climatisés : Pour chaque année de 1990 à 2015

Pour le facteur d'émissions x

- Le pourcentage de fuite Par année de production de 1970 à 2015

Les bilans B_t et x sont reportés dans les tableaux suivants

Détermination du stock B_t et du facteur d'émissions x sont présentés dans les sections suivantes

Stock de Gaz Bt par type de véhicules par gaz en tonnes

Année	Stock VP	Stock VUL	Bt (VP+VUL)
1990	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,000
1992	0,025	0,000	0,025
1993	0,091	0,000	0,091
1994	0,240	0,013	0,253
1995	0,470	0,032	0,502
1996	0,828	0,063	0,891
1997	1,364	0,093	1,457
1998	2,132	0,145	2,278
1999	3,140	0,207	3,347
2000	4,183	0,306	4,489
2001	5,134	0,419	5,553
2002	5,975	0,502	6,477
2003	6,753	0,588	7,341
2004	7,545	0,672	8,217
2005	8,371	0,775	9,146
2006	9,212	0,903	10,115
2007	9,966	1,013	10,979
2008	10,757	1,090	11,847
2009	11,238	1,226	12,465
2010	11,694	1,345	13,039
2011	12,307	1,436	13,744
2012	12,906	1,508	14,414
2013	13,605	1,549	15,155
2014	14,220	1,614	15,834
2015	14,863	1,652	16,515

Facteur d'émission par type de véhicules et par gaz en % de perte par an

Année	FE induit VP	FE induit VUL
	R134a	R134a
1990		
1991		
1992	15	
1993	15	
1994	15	15
1995	15	15
1996	14,08	12,01
1997	12,70	10,90
1998	11,04	10,06
1999	10,02	9,63
2000	9,45	9,35
2001	9,12	9,18
2002	8,92	9,10
2003	8,78	9,05
2004	8,68	9,01
2005	8,60	8,98
2006	8,53	8,95
2007	8,49	8,93
2008	8,45	8,91
2009	8,43	8,90
2010	8,41	8,89
2011	8,39	8,89
2012	8,38	8,89
2013	8,37	8,89
2014	8,36	8,88
2015	8,35	8,88

Détermination du stock Bt et du facteur d'émissions x

Gaz couvert pour le bilan

Sur la période 1990-2015 seul un gaz de climatisation listé au sein des gaz couvert par l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre est présents au sein de la flotte de véhicule le R-134a

Dénomination	Nom	PRG (GWP)
R-134a	C ₂ H ₂ F ₄ 1,1,1,2-tétrafluoroéthane.	1430 (GIEC AR4)

A partir de 1991, le gaz R-12 est remplacé par le gaz R-134a. Dès 1996 l'ensemble des véhicules neufs sont équipés avec des systèmes fonctionnant au R-134a.

A partir de 2011, on commence à observer une substitution du R-134a par le gaz R-1234yf.

Les gaz R-12 et R-1234yf recensés au sein des systèmes de climatisation mobile ne sont pas comptabilisés au sein de ce bilan.

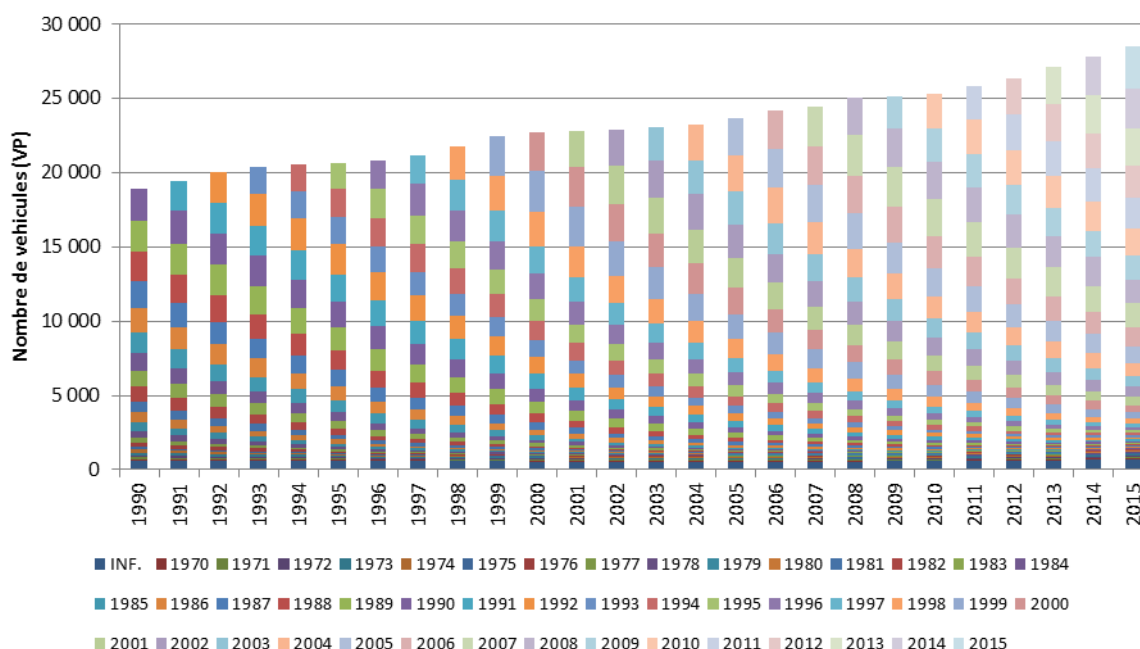
Stock de gaz (Bt)

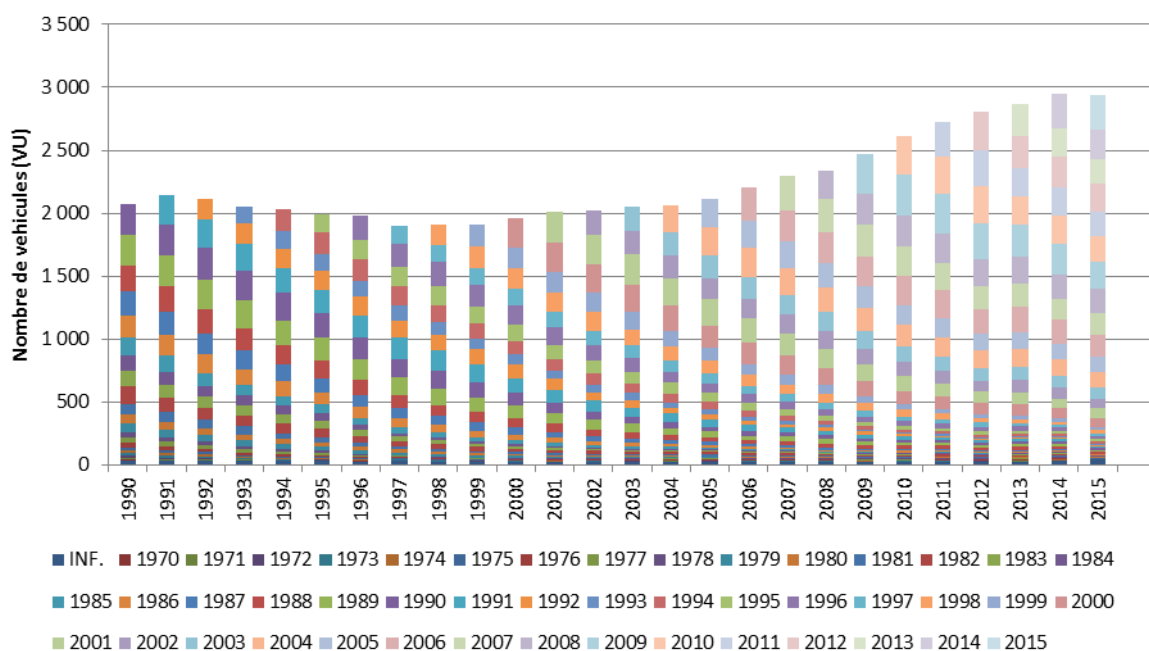
Le stock de gaz est déterminé à partir de la flotte de véhicules personnels (VP) et des petits utilitaires (VUL), immatriculés à Monaco pour chaque année depuis 1990 et en fonction de la date de première mise en circulation des véhicules (année de production du véhicule).

Flotte de véhicules

La flotte de véhicule est établie à partir de la base des immatriculations des véhicules (VP et VUL). Les informations fournies permettent de mettre en relation le nombre et la date de première mise en circulation de véhicules (correspondant à l'année de production du véhicule).

Nombre et âge des véhicules de la flotte de VP et VUL entre 1990 et 2015





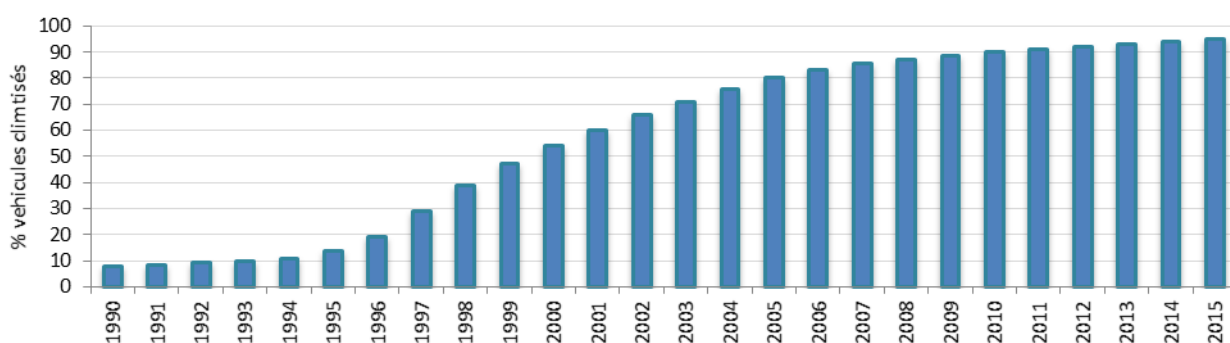
Nombre de véhicules climatisés

En absence de données relatives au nombre réel de taux d'équipement de climatisation présent au sein de la flotte de Monaco, une estimation a été réalisée à partir d'un document de l'ADEME

La climatisation automobile – impact énergétique et environnemental- Stéphane Barbusse et Laurent Gagnepain, mai 2001 - 159 p. - Réf. 4343, <http://www.ademe.fr/climatisation-automobile-impact-energetique-environnemental>

La proportion de véhicules climatisés a été appliquée au VP et VUL.

Pourcentage de véhicules climatisés entre 1990 et 2015



Gaz de climatisation au sein des véhicules : type, répartition par type et quantité

Une analyse a été conduite afin de déterminer pour chaque année :

- Les types de gaz de climatisation utilisés
- La répartition en % de chaque gaz pour chaque année de production des véhicules.
- La quantité de gaz contenue, par gaz et par année de production des véhicules.

Cette étude s'est basée sur des données de l'équipementier automobile Behr-Hella qui donne pour chaque marque, modèle et suivant l'année de production, le type de gaz utilisé, la quantité de gaz contenue.

Behr Hella, Refregerant and oil filling quantities - Passenger cars and commercial vehicles 2014-2015, <http://www.fylldinac.nu/AC.pdf>

Afin d'établir des paramètres spécifiques à la flotte monégasque, ces paramètres ont été déterminés à partir des marques représentant 75 % du parc total pour les VP et 80% de du parc total pour les VUL. Cette analyse a été réalisée sur la base de données des véhicules immatriculés de 2014 permettant de faire cette distinction.

Les 15 marques suivantes représentent 75% du parc de VP:

Audi, BMW, Citroën, Fiat, Ford, Land rover, Mercedes, Mini, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Smart, Toyota, Volkswagen.

Les 8 marques suivantes représentent 80% du parc de VUL :

Citroën, Fiat, Ford, Iveco, Mercedes-Benz, Nissan, Peugeot, Renault

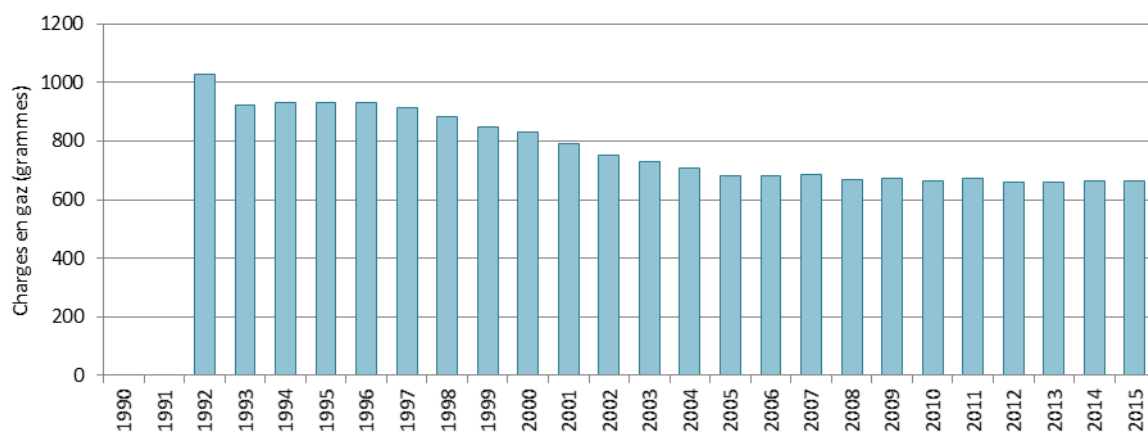
Les résultats sont présentés ci-après.

Quantité de gaz contenue, par gaz et par année de production des véhicules

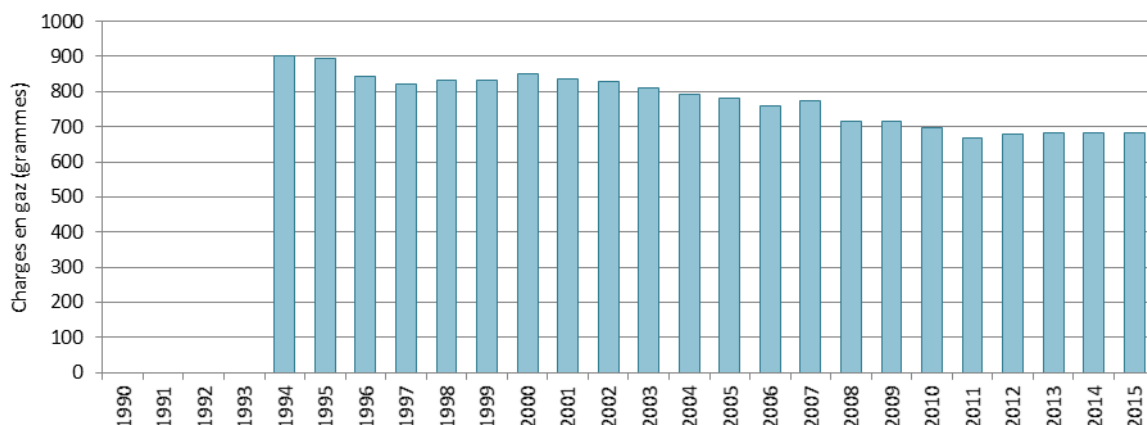
Pour chaque marque, une quantité moyenne de R134a a été calculée suivant l'année de production des véhicules.

La charge moyenne par année de production des véhicules pour l'ensemble de la flotte est établie distinctement pour les VP et de VUL en tenant compte de la proportion de la marque au des marques les plus représentées.

Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les véhicules personnels (VP)



Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les utilitaires légers (VUL)

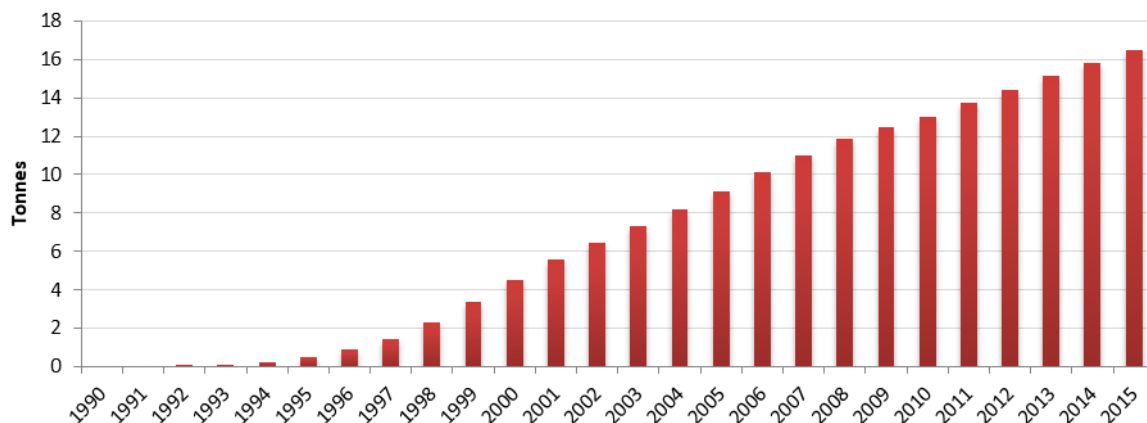


Cette méthodologie donne pour les véhicules particuliers une valeur moyenne de charge en R-134a, de 790 grammes sur la période 1999-2003. A titre de comparaison la valeur donnée par l'étude « *Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Shwarz and harnish* » donne sur pour 276 véhicules étudiés sur la même période une valeur moyenne de charge de 756 grammes.

Stock de gaz (BT)

Le stock de gaz est établi en associant les données de la flotte de véhicules climatisés (nb de véhicules, par année, par date de production et par type de gaz utilisé) avec la charge moyenne des véhicules climatisés (grammes de gaz par année de production et par type de gaz utilisés).

Stock de gaz (Bt) au sein de la flotte automobile (VP+VUL) entre 1990 et 2014



Facteurs d'émissions (x)

Le choix des facteurs d'émission s'est basé sur l'étude : *Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Shwarz and harnish Prepared for the European Commission (DG Environment) by Winfried Schwarz (Öko-Recherche) & Jochen Harnisch (Ecofys)- 17. April 2003* : dont la référence est également proposée au sein des Lignes directrices du GIEC (Volume 3, chapter 7, table 7.9 Estimates for charge, lifetimes and emissions factors for refrereration and air conditioning system).

Cette étude réalisée en 2003 propose un facteur d'émission spécifique pour les systèmes de conditionnement d'air mobile de seconde génération, monté dans les modèles européens à partir de 1996.

Le facteur d'émission est calculé à partir d'une émission mesurée en quantité sur 276 modèles, comprise entre 52,4 et 53,9 grammes de gaz par système de climatisation et par an.

Le pourcentage d'émission calculé pour une charge moyenne de 756 grammes et compris entre 6,93 et 7,13 % de gaz par an.

L'intervalle mesuré est de 28.8 g/an (3.8%) pour les meilleurs systèmes et de 81.9 (10.8%) pour les plus mauvais.

Aussi, il a été choisi d'utiliser la valeur de 7.13 % qui correspond à la valeur haute du facteur d'émission calculée pour cette étude.

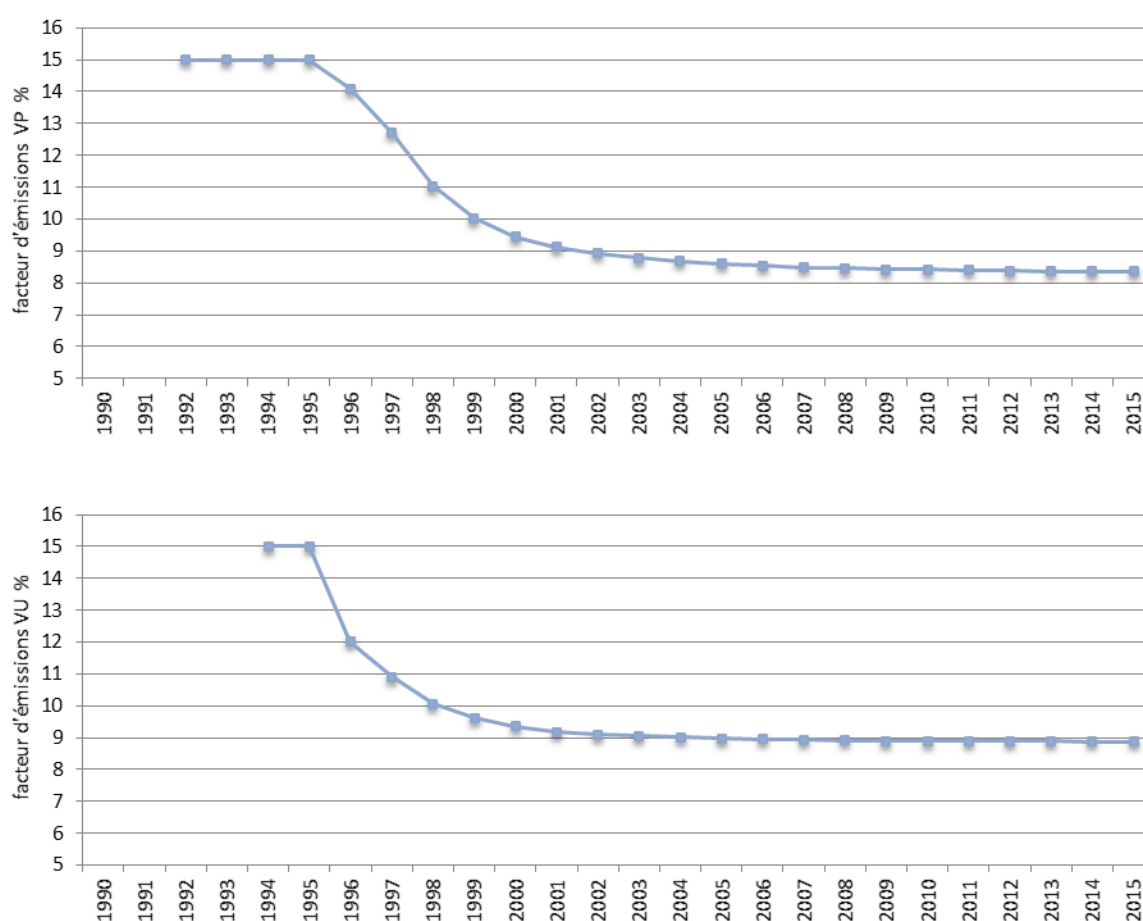
Ce facteur est appliqué aux seuls véhicules européens construits après 1996.

La quantité de véhicules européens est établie, à partir du fichier des immatriculations de 2014, à 85% de la flotte pour les VP et 87% de la flotte pour les VUL.

Dans tous les autres cas, un facteur d'émission par défaut de 15% est utilisé (Volume 3, chapter 7, table 7.9 Estimates for charge, lifetimes and emissions factors for refrigeration and air conditioning system).

Les facteurs d'émission spécifiques à la flotte de véhicules de Monaco sur la période 1990-2015 sont présentés dans la figure ci-après.

Evolution des facteurs d'émissions au sein de la flotte automobile (VP et VUL) entre 1990 et 2015



Recalculs

Dans le cadre de l'inventaire des émissions établi en 2013, la catégorie 2.F.1.e est devenue une catégorie clé d'émission pour Monaco.

Le rapport établis pour le calculs des émissions 2014 présentait une évolution méthodologique d'estimation des émissions du niveau T1 au niveau T2a basé sur des données spécifiques du pays (CS) pour le stock (Bt) de gaz et le facteur d'émission (x), en remplacement des valeurs par défaut données par le tableau 7.9 du volume 3 Chapitre 7 des lignes directrices 2006 de l'IPCC.

Cependant les émissions relatives à l'utilisation des gaz R12 et R-1234yf ont été intégré par erreur au bilan des émissions de gaz à effet de serre de cette catégorie.

A l'occasion de de l'établissement des émissions de l'année 2015, cette erreur est rectifié et un recalcul des émissions de gaz à effet de serre de cette catégorie est réalisé sur l'ensemble de la période.

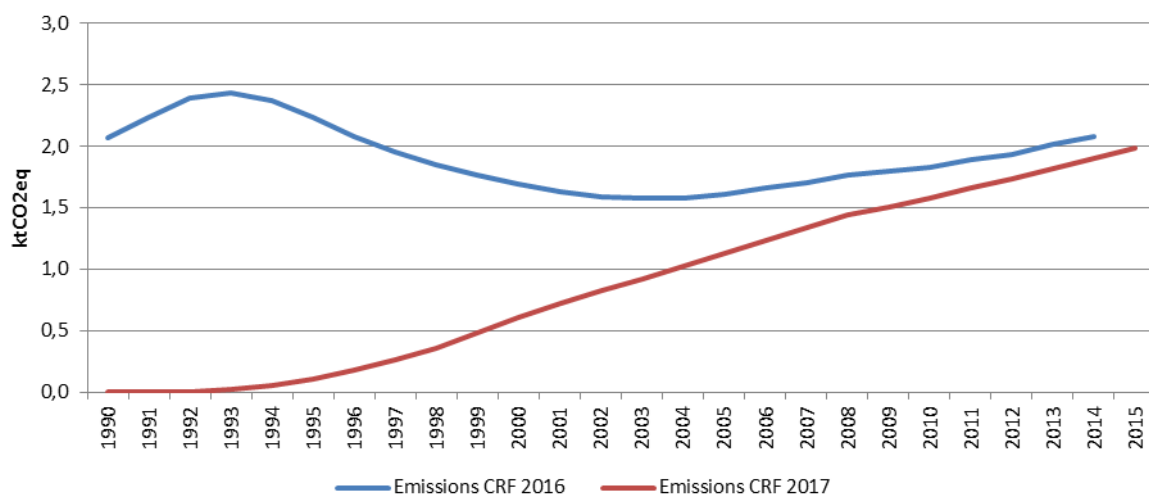
Les effets sur les émissions de gaz à effet de serre sont présentés dans le tableau et le graphique ci-dessous.

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	2,068	2,238	2,389	2,440	2,374	2,238	2,082	1,953	1,855	1,773
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	0,000	0,000	0,005	0,020	0,054	0,108	0,178	0,262	0,358	0,479

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	1,692	1,627	1,593	1,583	1,583	1,616	1,663	1,704	1,766	1,794
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	0,606	0,725	0,828	0,924	1,023	1,129	1,240	1,339	1,440	1,511

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Emissions CRF 2016	kt CO2 eq	1,829	1,891	1,932	2,013	2,081	
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	1,577	1,660	1,739	1,825	1,904	1,984

Evolution des facteurs d'émissions au sein de la flotte automobile (VP et VUL) entre 1990 et 2014



Cohérence des séries temporelles

Les données du parc automobile sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle.

La catégorisation du parc par marque est effectuée à partir des données Behr Hella 2014-2015 qui couvre des années de production de véhicules cohérentes pour effectuer les calculs sur la série temporelle 1990-2015.

L'évolution de la quantité de véhicules climatisés couvre également l'ensemble de la période de calcul.

L'évolution du facteur d'émission est basée sur une étude 2003 dont les résultats sont extrapolés pour couvrir l'ensemble de la série temporelle, cette extrapolation utilise comme limite les facteurs d'émission par défaut pour les données plus anciennes, ainsi que le facteur établi en 2003 pour les données les plus récentes.

Incertitude et degré d'exhaustivité

L'approche développée sur l'ensemble du parc automobile de Monaco paraît exhaustive. Un élargissement à la climatisation des poids lourds pourrait être envisagé dans le cadre d'une consolidation de la base de données relative à la flotte de véhicules, et de la recherche de facteurs d'émission spécifiques à cette catégorie.

Le développement de la nouvelle méthodologie a également permis d'établir des facteurs d'incertitude spécifiques.

Concernant le facteur d'émission x, selon l'étude « Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Shwarz and harnish », l'erreur standard sur le facteur d'émission mesuré est établie à 0.29% sur 7.13% soit une erreur de 4.1% rapportée 100%

Concernant la variable Bt, l'incertitude globale est moins aisée à estimer lorsque que l'on considère l'ensemble des paramètres intervenant dans le calcul. Si l'on se réfère aux éléments fournis par l'étude « *Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Shwarz and harnish* », la valeur moyenne de charge en gaz pour 276 véhicules étudiés est de 756 grammes. Sur la même période, la méthodologie développée pour Monaco donne une valeur de charge moyenne de 790 grammes soit une différence de 4.3% par rapport à la valeur mesurée sur l'échantillonnage de l'étude.

Aussi, l'ordre de grandeur de cette différence (environ 5%) apparaît plus en conformité et en cohérence avec l'utilisation de données spécifique au pays par rapport à la valeur de 20% actuellement utilisée sur l'ensemble du secteur 2F. A défaut de plus de précisions sur cette valeur, l'incertitude sur cette catégorie est estimée arbitrairement à 10% sur la donnée d'activité, tenant en compte de l'ajustement qui devrait intervenir dans le cas d'une prise en compte des véhicules lourds.

Améliorations prévues

Les principales améliorations projetées sur ce secteur sont la consolidation des données (Bt) et des facteurs d'émission (x) en fonction de la disponibilité de nouvelles données. Une veille technique et documentaire est constituée afin d'actualiser les calculs et de préciser les estimations sur la série temporelle.

4.2.6.1.4. UTILISATION DE MOUSSE (SECTEUR 2.F.1.E)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Avec l'appui technique du CITEPA, et compte tenu de l'absence de données statistiques spécifiques produites en Principauté de Monaco, une méthode d'estimation des émissions associée a été élaborée en corrélant les données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque. Les émissions ont pu être calculées sur toute la période.

4.2.6.1.5. UTILISATION D'AEROSOLS ET D'INHALATEURS (SECTEUR 2.F.4.A)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Avec l'appui technique du CITEPA et compte tenu de l'absence de données statistiques spécifiques produites en Principauté de Monaco, une méthode d'estimation des émissions associée a été élaborée en corrélant les

données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque. Des émissions ont pu être calculées sur toute la période.

4.2.7. Catégories sources 2G – Autres usages et fabrication de produits

Les émissions du secteur « Autres usages et fabrication de produits » en 2015 sont présentés dans le tableau 2G du cadre commun de présentation (CRF).

Cette catégorie regroupe les émissions des gaz à effet de serre issus des autres usages non reportés dans les Catégories sources 2 précédentes. Les secteurs sont divers et les GES correspondants également (N₂O, SF₆, PFC et HFC).

Les émissions du secteur de l'Industrie 2F sont en 2015 de : 0,966 kt CO₂ eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,245 ktCO₂ eq

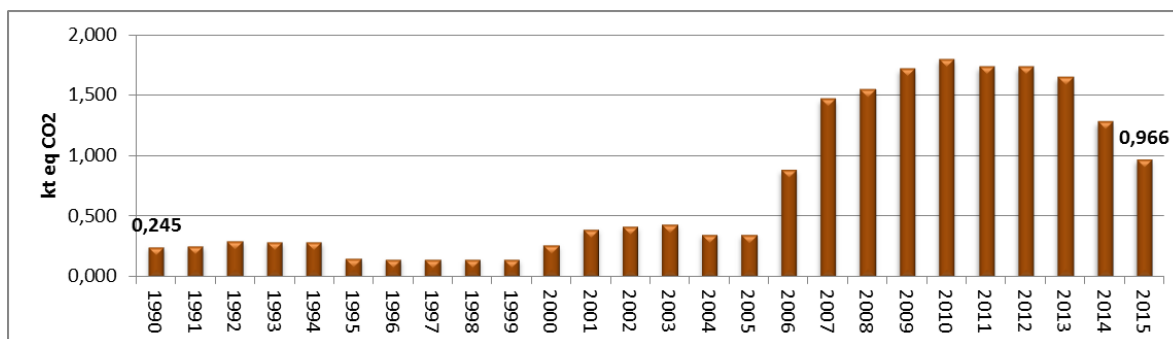
Soit une variation de : + 293,8% (0,721 kt CO₂ eq)

Les émissions du secteur de l'Industrie 2F représentent : 1,18% des émissions globales en 2015

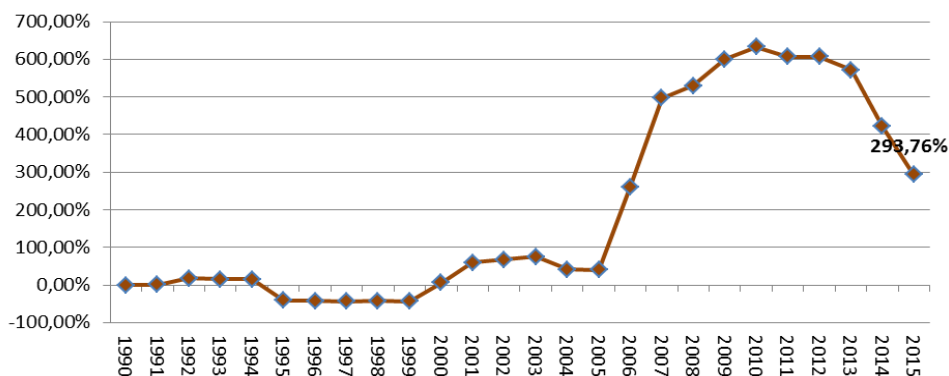
Les émissions du secteur de l'Industrie 2F représentent : 0,25% des émissions globales en 1990

L'augmentation des émissions de ce secteur est liée à l'activité médicale.

Emissions de GES entre 1990 et 2014 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits



- **SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (secteur 2.G.1)**

(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

A Monaco, seule la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) met en œuvre des équipements utilisant du SF₆.

Dans un souci de transparence, des précisions ont été demandées pour ce qui concerne la dénomination des différentes valeurs fournies lors de l'enquête annuelle. En outre, il a été demandé à la SMEG si elle pouvait inventorier son parc d'appareils suivant la typologie (appareil de commutation MV, HV ou transformateur à gaz) afin d'affiner les émissions associées.

La méthodologie de calcul utilisée est de niveau 1, à l'aide de l'équation 8.1

- **SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules (secteur 2.G.2.b)**

(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

La Principauté de Monaco dispose, depuis 1992, d'un accélérateur de particules localisé au Centre Hospitalier Princesse Grace (CHPG) pour les soins de radiothérapie. A l'aide de l'équation 8.18 des Lignes directrices du GIEC 2006, des émissions associées ont pu être calculées sur toute la période.

- **N₂O utilisé comme anesthésiant et/ou analgésique (secteur 2.G.3.a)**

(Méthode D avec facteur d'émission D)

La Principauté de Monaco dispose, sur son territoire, de trois entités qui utilisent du N₂O comme agent anesthésiant et/ou analgésique : Le Centre Hospitalier Princesse Grace (CHPG), le Centre Cardio-Thoracique et l'Institut Monégasque de Médecine du Sport (IM2S). Une enquête est menée annuellement afin de connaître les quantités utilisées et pouvoir calculer les émissions associées selon l'équation 8.24 des Lignes directrices du GIEC 2006. Il est à noter que l'IM2S a ouvert ses portes en 2006, d'où l'apparition d'un accroissement significatif des émissions associées à partir de cette date.

- **N₂O utilisé comme gaz propulseur d'aérosols (secteur 2.G.3.b)**

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Avec l'appui technique du CITEPA, une méthodologie a été élaborée pour Monaco. Ainsi, on suppose que l'intégralité du N₂O contenu dans les boîtiers est émise dans l'atmosphère. La consommation de N₂O totale a été calculée à partir du nombre d'aérosols alimentaires vendus à Monaco et de données complémentaires transmises par le CFA (Comité Français des Aérosols). Un taux moyen de N₂O de 6 g/unité (transmis par l'un des deux plus gros conditionneurs d'aérosols de crème chantilly en France) est ensuite appliqué pour en déduire les émissions qui sont considérées constantes sur toute la période.

4.2.8. Catégories sources 2H – Autres

Cette activité étant inexistante à Monaco, les émissions correspondantes ont été considérées comme nulles.

4.3. Méthode d'estimation des émissions

Cette partie vise à détailler les méthodes d'estimation des émissions utilisée pour le secteur industrie.

4.3.1. Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO₂ dues à l'épandage d'enrobés bitumeux

(2.D.3.b « Road paving with asphalt »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update july 2014)

EQUATION GENERALE

$$E_{pollutant} = AR_{production} * EF_{pollutant}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{production}$ = quantité (en tonnes) d'enrobé épandu sur la chaussée pendant l'année

$EF_{pollutant}$ = facteur d'émission : 16 grammes par tonne d'enrobé utilisée

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{pollutant} \times 0,85 \times (44/12)$

4.3.2. Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO₂ dues à des activités de nettoyage à sec de vêtements

(2.D.3.f « Dry cleaning »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update july 2014)

EQUATION GENERALE

$$E_{pollutant} = AR_{production} * EF_{pollutant}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{production}$ = quantité de vêtements nettoyés par an (en kilogrammes)

$EF_{pollutant}$ = facteur d'émission : 40 grammes par kilo de vêtement nettoyé

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{pollutant} \times 0,85 \times (44/12)$

4.3.3. Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO₂ dues à des activités d'imprimerie

(2.D.3.h « Printing »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update july 2014)

EQUATION GENERALE

$$E_{pollutant} = AR_{production} * EF_{pollutant}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{production}$ = quantité d'encre consommée par an (en kilogrammes)

$EF_{pollutant}$ = facteur d'émission : 500 grammes par kilo d'encre consommée

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{pollutant} \times 0,85 \times (44/12)$

4.3.4. Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO₂ dues à des activités de peinture

(2.D.3.d « Paint application »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update july 2014)

EQUATION GENERALE

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} * EF_{\text{pollutant}}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{\text{production}}$ = quantité de peinture consommée par an (en kilogrammes)

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission : 150 grammes par kilo de peinture consommée

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{\text{pollutant}} \times 0,85 \times (44/12)$

4.3.5. Calcul des émissions annuelles de NMVOC et CO₂ dues à des opérations de préservation du bois par des entreprises de menuiserie

(2.D.3.i, 2.G « Wood preservation »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update july 2014)

EQUATION GENERALE

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} * EF_{\text{pollutant}}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{\text{production}}$ = quantité de bois qui a subi un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité par an (en m³) ;

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission : 1 m³ de bois nécessite 24 kg de conservateur contenant des solvants et 1 kg de conservateur contenant des solvants représente un potentiel d'émissions de 945 g de NMVOC.

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{\text{pollutant}} \times 0,85 \times (44/12)$

4.3.6. Calcul des émissions annuelles de HFC et PFC dues à la climatisation domestique et à la réfrigération commerciale

(2.F.1.a « Commercial refrigeration » et 2.F.1.f « Stationary air conditioning »)

Méthode T2b (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

L'équation 7.9 a été utilisée afin de calculer les émissions associées est la suivante :

EQUATION 7.9

DETERMINATION DES EMISSIONS DE FLUIDE FRIGORIFIQUE PAR BILAN MASSIQUE

$$\text{Émissions} = \text{ventes annuelles de nouveau fluide frigorigène} - \text{charge totale du nouvel équipement} + \text{charge totale originelle de l'équipement retirée} - \text{quantité de la destruction intentionnelle}$$

Les émissions de HFC et PFC sont basées sur les quantités de fluides frigorigènes commercialisées chaque année, déduction faite des quantités de fluides frigorigènes usagés récupérées pour destruction (qui sont exportées vers des sites agréés en France). En outre, une enquête complémentaire a permis d'établir que les entrepreneurs reçoivent toujours les appareillages neufs vides et les fluides (destinés à ces derniers ou à effectuer des apports complémentaires) à part.

4.3.7. Calcul des émissions annuelles de HFC-134 dues à la réfrigération domestique (2.F.1.b « Domestic refrigeration »)

Méthode T2a (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

L'équation 7.13 a été utilisée afin de calculer les émissions associées est la suivante :

EQUATION 7.13 SOURCES DES EMISSIONS PENDANT LA DUREE DE VIE DE L'EQUIPEMENT

$$E_{\text{durée-de-vie},t} = B_t * \frac{X}{100}$$

Des données d'activité (population de Monaco) ont été obtenues auprès de l'IMSEE, sur la base de deux recensements de la population effectués en 2000 et 2008 et qui comprenaient l'inventaire des appareils de réfrigération domestiques.

Par ailleurs, le nombre d'équipements de réfrigération domestique a été extrapolé pour la période 1990-2013. Selon les « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre » (tableau 7.9), une charge moyenne $M_i = 0,275$ kg par équipement a été retenue.

Selon des informations publiées dans « Inventaires et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions 2004, données de base, ARMINES 60588, ADEME France », le niveau moyen de réfrigérant dans les équipements ne devrait pas dépasser 0,2 kg (valeur maximale basée sur les équipements de grande capacité (330 litres) et la charge élevée de gaz dans les équipements (0,6 g / litre)).

Selon les « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre » (tableau 7.9), un facteur d'émission moyen de $x = 0,3$ % a été retenu.

Il est à noter que cette méthodologie a été validée par l'ERT qui a procédé à l'analyse des réponses apportées par Monaco aux « Potential Problems and Further Questions from the ERT formulated in the course of the 2013 review of the greenhouse gas inventories of Monaco submitted in 2013 »

4.3.8. Calcul des émissions annuelles de SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (2.G.1 « Electrical equipment »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

La SMEG est la seule entité de Monaco qui gère des appareillages électriques utilisant du SF₆.

L'équation 8.1 a pu être utilisée sur toute la période, depuis 1990 :

EQUATION 8.1

METHODE PAR FACTEUR D'EMISSION PAR DEFAUT

Emissions totales = émissions lors de la fabrication + émissions lors de l'installation de l'équipement +
émissions lors de l'utilisation de l'équipement + émissions lors de la mise au rebut de l'équipement

Il est à noter que la fabrication et la mise au rebut sont effectuées hors de Monaco et que les émissions associées sont considérées comme nulle. En outre, une enquête complémentaire a permis de différencier les appareillages selon la nomenclature proposée : appareils de commutation MV, appareils de commutation HV et transformateurs à isolation gazeuse.

Les facteurs d'émission contenus dans les tableaux 8.2 à 8.4 ont ainsi pu être utilisés, notamment pour ce qui concerne la phase d'utilisation.

4.3.9. Calcul des émissions annuelles de SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules à usage médical (2.G.2.b « Accelerators »)

Méthode T1 avec facteur d'émission D (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

Une enquête a permis de déterminer qu'un seul accélérateur de particules est implanté sur le territoire national.

L'équation 8.18 a pu être utilisée sur toute la période, depuis 1990 :

EQUATION 8.18
ÉMISSIONS DES ACCELERATEURS MEDICAUX/INDUSTRIELS (AU NIVEAU DU PAYS)

Emissions = (Nombre d'accélérateurs de particules qui utilisent du SF₆ par description du procédé dans le pays)
* (Facteur de charge de SF₆) * (facteur d'émission de l'accélérateur de particules applicable au SF₆)

Avec : Nombre d'accélérateurs de particules qui utilisent du SF₆ par description du procédé dans le pays = 1
Facteur de charge de SF₆ = 0.5 kg (tableau 8.9)
Facteur d'émission de l'accélérateur de particules applicable au SF₆ = 2 kg (tableau 8.10)

4.3.10. Calcul des émissions annuelles de NO₂ utilisé pour des applications médicales
(2.G.3.a « Medical applications »)

Méthode D avec facteur d'émission D (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

Une enquête a été menée auprès de l'ensemble des établissements de soins localisés sur le territoire de Monaco afin de pouvoir estimer ces émissions sur toute la période, depuis 1990, à l'aide de l'équation 8.24 :

EQUATION 8.24
ÉMISSIONS DE N₂O ISSUES DES UTILISATIONS D'AUTRES PRODUITS

$$E_{N_2O}(t) = \sum_i \{ [0.5 * Ai(t) + 0.5 * Ai(t - 1)] * FE_i \}$$

Avec $FE_i = 1$

4.4. Cohérence temporelle des séries

La même méthodologie est utilisée sur l'ensemble de la période pour assurer la cohérence temporelle.

Pour mémoire, l'équipe internationale d'experts qui a examiné l'inventaire national de Monaco pour l'année 2003 avait demandé (paragraphe 59 du rapport FCCC/ARR/2005/MCO) que Monaco complète la série chronologique qui se limitait aux années 2001, 2002 et 2003.

Des enquêtes ont permis de reconstituer cette série jusqu'à 1995 qui est l'année de base choisie par Monaco pour les émissions de HFC, PFC et SF₆.

De plus, et conformément à la demande formulée par les experts lors de leur audit qui s'est déroulé du 15 au 17 octobre 2007 (rapport FCCC/IRR/2007/MCO), une enquête destinée à compléter la reconstitution de ladite série jusqu'à 1990 a été réalisée.

Suivant les recommandations de l'ERT 2012, les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'enrobés bitumeux ont été calculées et rajoutées de 1990 à 2012 dans l'inventaire soumis en 2014. De plus, les émissions de gaz fluorés liées à trois catégories supplémentaires d'activités inventoriées dans le secteur « Procédés industriels » ont été calculées, et rajoutées de 1990 à 2012 dans l'inventaire soumis en 2014. Il s'agit des secteurs : utilisation d'aérosols et d'inhalateurs, utilisation des mousses et réfrigération domestique.

Pour ce qui concerne les émissions liées à l'utilisation de PFC, celles sont dues à l'utilisation, sur la période concernée, de mélanges de gaz réfrigérant de type R403b (56% R22, 39% PFC218, 5% propane), de type R412a (70% R22, 5% PFC218, 25% R142b) et de type R413a (9% PFC218, 88% R134a, 3% R600a).

La remontée des émissions de GES en 2016 pour le secteur « Procédés industriels », après une diminution observée en 2015 s'explique, notamment, par l'apparition d'une importante consommation de F-Gaz de type R507 (50% R134a, 50% R125) par l'une des entreprises du secteur de la climatisation implantée à Monaco.

Par ailleurs, en 1995, un changement massif d'équipements électriques réalisé par la SMEG (moyenne tension-haute tension) a entraîné une baisse des émissions liées à l'utilisation du SF₆ pour la catégorie « SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (secteur 2.G.1) ».

4.5. Incertitude et degré d'exhaustivité

Les émissions de ce secteur sont présentées dans le tableau 2 du cadre commun de présentation (CRF).

Le nouveau secteur est constitué de la fusion des données et émissions incluses précédemment dans les secteurs « Procédés industriels » et « Utilisation de solvants et d'autres produits ». Aux activités précédemment inventoriées, ont été ajoutées :

- L'utilisation de SF₆ dans les accélérateurs de particules à usage médical ;
- L'utilisation de N₂O comme anesthésiant et/ou analgésique.

L'ensemble des émissions de ce secteur ont été calculées, sur toute la période 1990-2013, selon les directives présentées dans les « Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre » et, le cas échéant, dans le « EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 update July 2014 ».

Compte tenu de l'absence de méthodologie, le calcul de l'incertitude n'a pas pu être réalisé pour les émissions de PFC, HCFC, HFC et CFC.

Toutefois, il est à noter que l'ensemble des entités concernées sont interrogées annuellement via un questionnaire. Ce système est en place depuis de nombreuses années. En 2015, le taux de réponse moyen est de 83%.

Le calcul de l'incertitude n'a pas pu être établi pour les émissions liées à l'utilisation de N₂O comme anesthésiant et /ou analgésique ni pour le SF₆ utilisé dans le seul accélérateur de particules du pays.

L'incertitude liée aux émissions de SF₆ des appareillages électriques a été estimée à 30% par application de la méthodologie du tableau 8.5 des Lignes directrices GIEC 2006.

L'incertitude pour ce qui concerne les émissions liées à l'épandage d'asphalte a été estimée à 25% (selon le chapitre 5.4.4 des Lignes directrices GIEC 2006).

L'incertitude relative aux émissions liées à l'utilisation de solvants a été estimée à 25% pour les NMVOC et à 10% pour le carbone fossile associé (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006).

Dans tous les cas, l'incertitude tient compte du taux moyen annuel de réponse au questionnaire adressé aux entreprises, établissement de soins, services administratifs et sociétés concessionnaires.

4.6. Contrôle qualité spécifique à la source et vérifications

L'ensemble des sociétés de ce secteur est parfaitement identifié et connu par le biais d'un recensement annuel. Ce recensement est effectué via les trois canaux suivants, ce qui permet de croiser les informations :

- L'annuaire téléphonique de la Principauté de Monaco qui permet, le cas échéant de modifier les coordonnées des destinataires de l'enquête annuelle.
- L'annuaire « le Directory Monaco », qui recense l'ensemble des entreprises implantées en Principauté de Monaco.
- L'annuaire « Kompass » de la Principauté de Monaco est également utilisé afin de vérifier les implantations des industries en Principauté de Monaco.

4.6.1. La collecte des données sources auprès des interlocuteurs concernés

Au début de chaque année, et après vérification de l'existence et des coordonnées des différentes structures (entreprises, établissement de soins, services administratifs et sociétés concessionnaires) concernées, des questionnaires basés sur les exigences des méthodes décrites dans les Lignes directrices GIEC 2006 leur sont adressés par courrier.

Ce recensement a permis de mettre en évidence une modification du tissu industriel depuis 1990.

- Les 10 pressings monégasques encore en activité ne sont plus que des points de collecte pour la moitié d'entre eux et 2 ont fermé ;
- Il existe toujours 18 entreprises de peinture, mais une a été remplacée (Groupe Benedetti) ;
- Une imprimerie a disparu (Imprimerie Testa) et il n'en reste plus que 4.
- 17 entreprises de climatisation étaient recensées en 1990 et il y en a 19 aujourd'hui. Les principales entreprises de climatisation, en terme de consommation de gaz fluorés, existaient déjà en 1990.

Les différentes sociétés sont visitées régulièrement par la Direction de l'Environnement dans le cadre des visites périodiques de la Commission Technique et, à cette occasion, une sensibilisation est effectuée pour qu'elles poursuivent et améliorent leurs réponses aux questionnaires.

Dans tous les cas, une procédure de rappel est lancée dans le cas où aucune réponse n'est reçue dans un délai de deux mois.

En outre, il est à noter que les réponses obtenues par la Direction de l'Environnement pour l'inventaire annuel de la CCNUCC sont systématiquement croisées avec celles obtenues pour l'inventaire annuel du Protocole de Montréal. Les destinataires des questionnaires sont les mêmes entités pour ce qui concerne les gaz fluorés et la Direction de l'Environnement est en charge de l'établissement des deux inventaires.

Cette comparaison permet de s'assurer qu'il n'y a ni omission ni différence dans les réponses obtenues. Si une telle situation survient, la société est alors questionnée afin qu'elle explique la raison de cette différence.

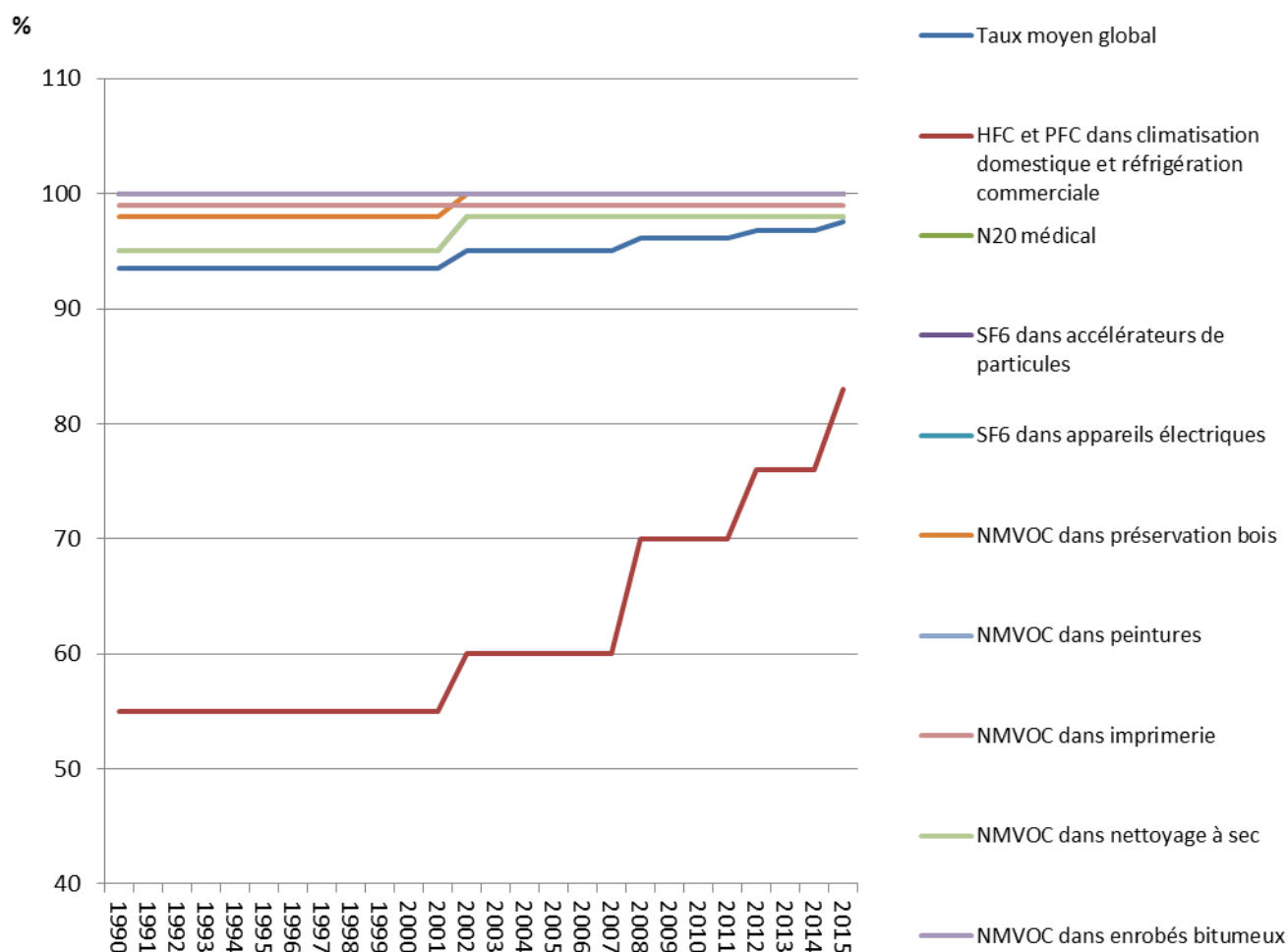
Fruit du travail régulier de sensibilisation des sociétés, le taux moyen de réponse à ces enquêtes est en progression constante.

Ainsi, pour les entreprises de climatisation domestique et réfrigération commerciale, après un plateau à 70% puis à 76%, ce taux a atteint 83% pour cet inventaire.

De plus, on peut également noter qu'il atteint 100% pour les réponses des établissements de soins, services administratifs, sociétés concessionnaires et menuiseries.

On peut également noter que pour cet inventaire le taux global de réponse est de 97,55%

Evolution du taux de réponse – Secteur 2 Industrie



Enfin, une réglementation nationale relative à l'utilisation des gaz fluorés est en cours d'élaboration. Ce texte permettra, notamment, de rendre obligatoire la communication d'information par les sociétés concernées. Ainsi le taux moyen de réponse devrait atteindre 100% lorsqu'il sera publié.

4.6.2. Le calcul des émissions associées

Après avoir contrôlé la qualité des informations collectées, ces dernières sont saisies dans un classeur Excel qui réalise de façon automatisé, pour chaque sous-secteur, le calcul des émissions de GES associées. Selon les Lignes directrices GIEC en vigueur.

Enfin, avant validation des résultats, un autocontrôle est effectué afin de pour supprimer toute erreur de saisie.

Les résultats annuels sont également transférés dans un autre classeur Excel qui permet, après contrôle de l'absence d'erreur de transfert par comparaison de valeurs, d'obtenir un historique de l'évolution sur la période depuis 1990.

4.6.3. L'archivage des données

A la suite des enquêtes annuelles, et des rappels si nécessaires, les résultats fournis sont archivés en format papier et électronique.

4.7. Recalculs et améliorations réalisées

Suite à une recommandation du CRF REPORTER Support and development team – UNFCCC Information and Communication Technology (ICT) Programme, l’inventaire 2017 ne fait plus apparaître les gaz R12 et R1234yf, précédemment listés dans la catégorie « Unspecified mix of HFCs ».

De plus, la rédaction du NIR a été améliorée pour ce secteur et, notamment, apporte désormais une plus grande attention au « descriptif du QA/QC spécifique à la source et vérification »

4.8. Améliorations planifiées

Sont d’ores et déjà planifiées les améliorations suivantes :

- L’introduction, dans l’inventaire de Monaco, de l’isobutane utilisé progressivement en remplacement du HFC-134a dans la réfrigération domestique depuis 1995. Ce travail pourra être réalisé à l’aide du taux de pénétration de l’isobutane dans les nouveaux équipements domestiques fourni par le CITEPA ;
- La modification de la rédaction du NIR par sous-secteurs afin d’en faciliter la lecture et la compréhension ;
- L’utilisation des Lignes directrices *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016* pour le calcul des émissions de NMVOC et la référence à ce document dans le prochain NIR ;
- La mise en place d’un contrôle des quantités de F-gaz déclarées par les frigoristes sur la série temporelle et la mise en place d’une comparaison, entre frigoristes, de ces quantités.

5. AGRICULTURE (Secteur 3 du CRF)

Monaco ne compte aucune surface de son territoire utilisée à des fins agricoles.

Aussi, il n'existe pas d'émission de GES liée à cette catégorie, les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

6. UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE - UTCATF (Secteur 4 du CRF)

6.1. Caractéristiques du secteur

Les émissions et puits de carbone de ce secteur en 2015 sont présentés dans le tableau 4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur UTCATF, sont en 2015 de : **0,0681 kt CO₂ eq**

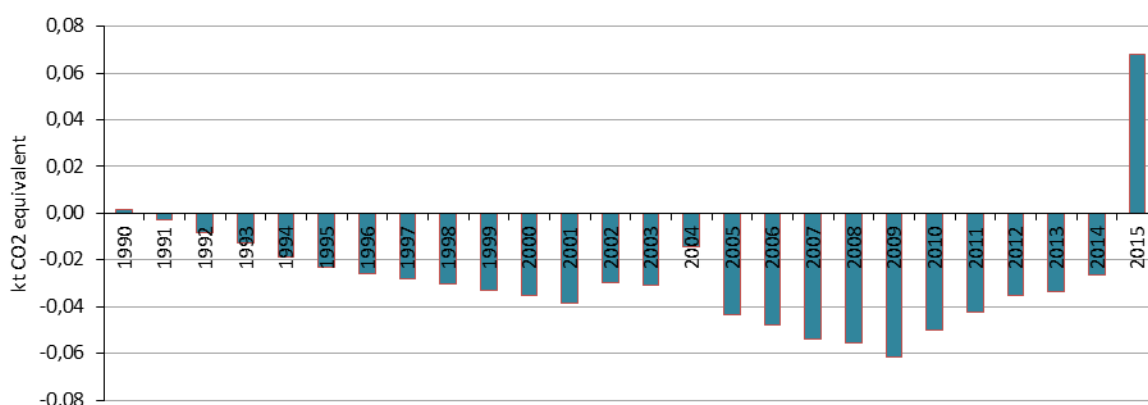
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,0015 ktCO₂ eq**

Soit une variation de : **0,0663 kt CO₂ eq**

Les émissions du secteur UTCATF représentent : 0,082 % des émissions globales en 2014

Les émissions du secteur UTCATF représentent : 0,001 % des émissions globales en 1990

Evolution des émissions de GES du secteur UTCATF



Le secteur présente dans sa globalité des émissions de 0,0681 kt CO₂eq.

Pour l'année de référence 1990, ces émissions représentaient 0,0015 kt CO₂eq. L'évolution entre 1990 et 2015 constitue une variation importante, mais elle ne représente qu'une augmentation de 0,0663 kt CO₂eq. Malgré cette augmentation, l'ensemble des émissions de ce secteur ne représente que 0,082% des émissions globales de Monaco en 2015.

Deux sources d'émission de GES et puits de carbone sont comptabilisé et estimées dans ce secteur :

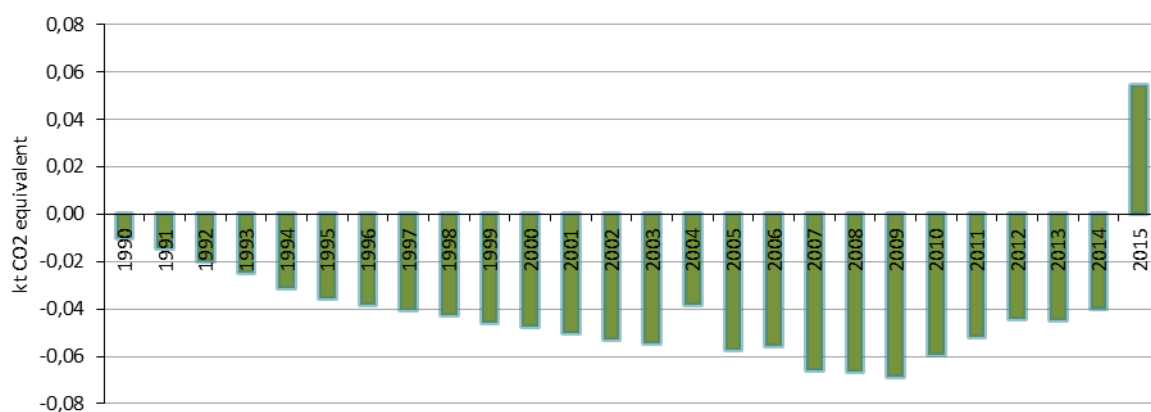
- La variation nette de carbone en biomasse active des arbres ;

La variation de la biomasse des arbres a représenté une émission de 0,0545 kt d'équivalent CO₂.

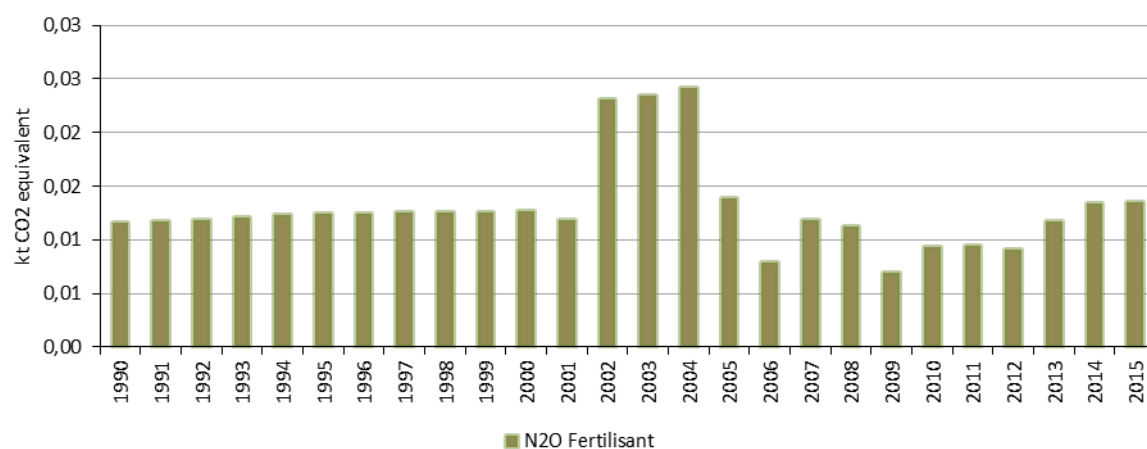
- Le N₂O par l'utilisation d'engrais dans les parcs et jardins.

Les émissions dues à l'utilisation des engrais ont représenté en 2015: 0,014 kt d'équivalent CO₂.

Evolution des émissions et capture de GES (CO₂) par la variation de la biomasse active



Evolution des émissions de GES (N₂O) du secteur par l'utilisation des engrais

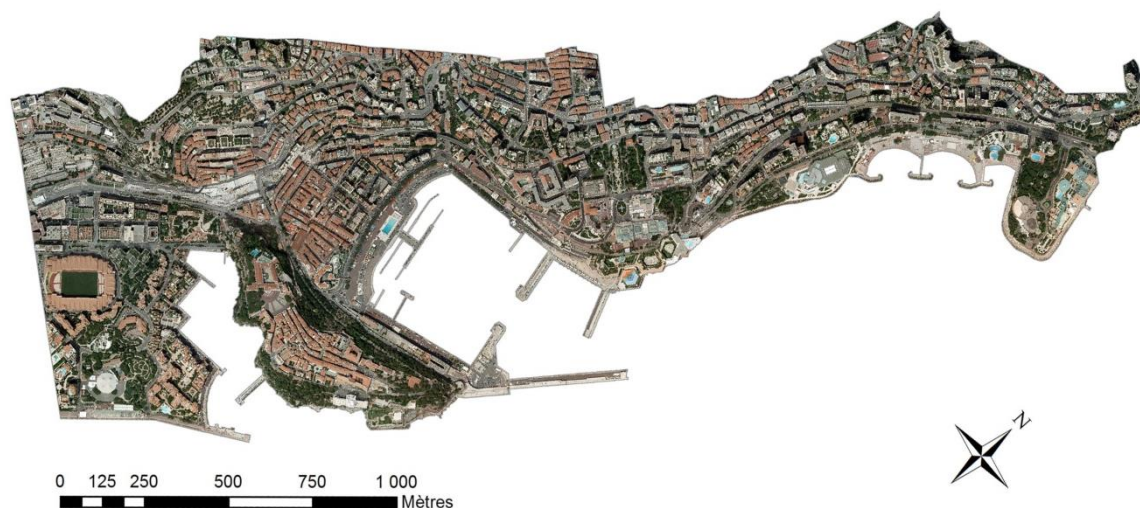


6.2. Définitions et système de classification d'utilisation des terres

Les six principales catégories de l'utilisation des terres données par les lignes directrices du GIEC 2006) sont : A. Terres forestières, B. Terres Cultivées, C. Pâturages, D. Zones humides, E. Etablissements et F. Autres terres.

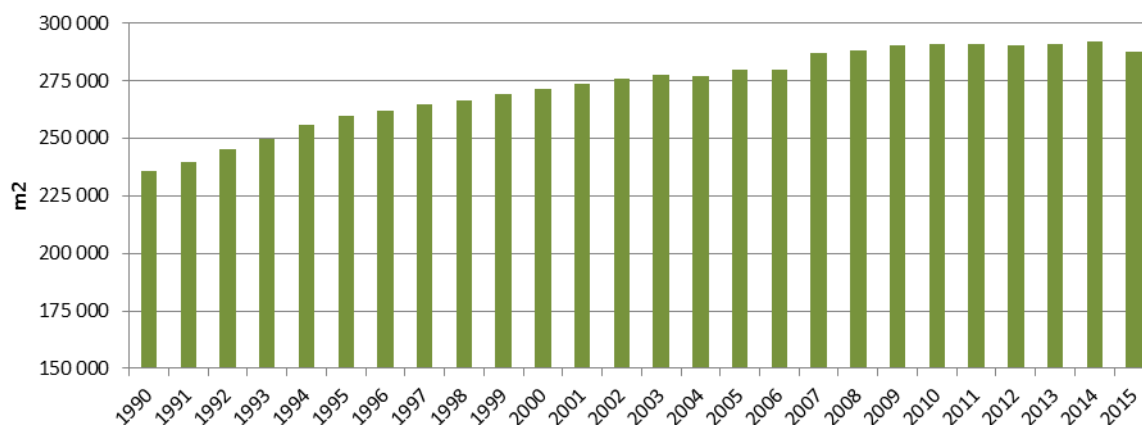
L'occupation des sols pour l'ensemble du territoire de Monaco est entièrement constituée d'établissements. Il n'existe pas d'autre utilisation des terres notamment à des fins d'agriculture ou de foresterie.

Photographie aérienne du territoire de Monaco (Geomonaco 2009)



La superficie totale du territoire est de 202,7 hectares (IMSEE 2015). Les espaces verts représentent plus de 40 hectares (parcs et jardins) dont 50% sont couverts par des houppiers et 50% des arbres urbains. La surface d'espaces verts a augmenté de 12.7% entre 1990 et 2015.

Evolution de la surface d'espace vert de 1990 à 2015.



6.3. Information sur les approches utilisées pour représenter le territoire

6.3.1. Variation du stock de Carbone

Le calcul de variation des stocks de carbone dans la biomasse vivante des arbres urbains est réalisé selon la méthode de niveau Tier 2A proposé dans les lignes directrices de 2006. Cette méthode requiert des informations concernant le houppier des arbres qui sont en période de croissance, c'est-à-dire l'espace où la moyenne d'âge de la population des arbres est inférieure ou égale à 20 ans.

Par conséquent, la catégorie d'utilisation des terres des établissements a été subdivisée en deux sous-catégories :

- la couverture des houppiers de l'arbre ;
- autres établissements.

La catégorie intitulée « autres établissements » comprend tant les zones imperméabilisées que des pelouses (ou espaces verts similaires).

L'absorption de CO₂ résultant de la croissance du gazon des pelouses des parcs et des jardins publics de Monaco n'a pas été prise en compte dans le bilan du secteur UTCATF. En effet, la croissance de l'herbe est soumise à un cycle infra-annuel et elle est compensée par la tonte des pelouses qui a lieu plusieurs fois par an.

Par ailleurs, la variation du stock de carbone dans les sols n'est pas prise en considération. Ainsi, il n'a pas été dressé une sous-catégorie d'utilisation des terres propre aux pelouses.

Les paramètres de calculs nous ont été communiqués par la Direction de l'Aménagement Urbain (DAU 2012) en charge de la gestion de l'espace public et des espaces verts :

Ces informations comprennent :

- La variation de la surface totale des espaces verts de 1990 à 2015 à Monaco (en m²).
- La variation du volume de Houppier

Une enquête a été menée en 2005 (DAU 2006) et a porté exhaustivement sur tous les arbres de la Principauté de Monaco. Cette enquête a permis de déterminer le nombre d'arbres ainsi que la valeur moyenne du houppier en fonction de la surface totale d'espaces verts.

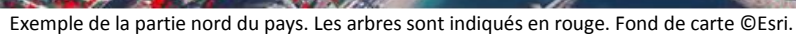
Il a pu être déduit de cette étude les paramètres suivants :

- La variation du nombre total d'arbres de 1990 à 2012 à Monaco ;
- La variation du volume du houppier global entre 1990 et 2012 à Monaco (en m³).

La connaissance de ces paramètres a permis d'estimer l'évolution du couvert forestier des espaces verts de Monaco.

Les années postérieures à 2012 sont calculées par extrapolation linéaire à partir d'un rapport à la surface d'espace vert.

Cartographie des espaces verts de Monaco (DAU 2012)

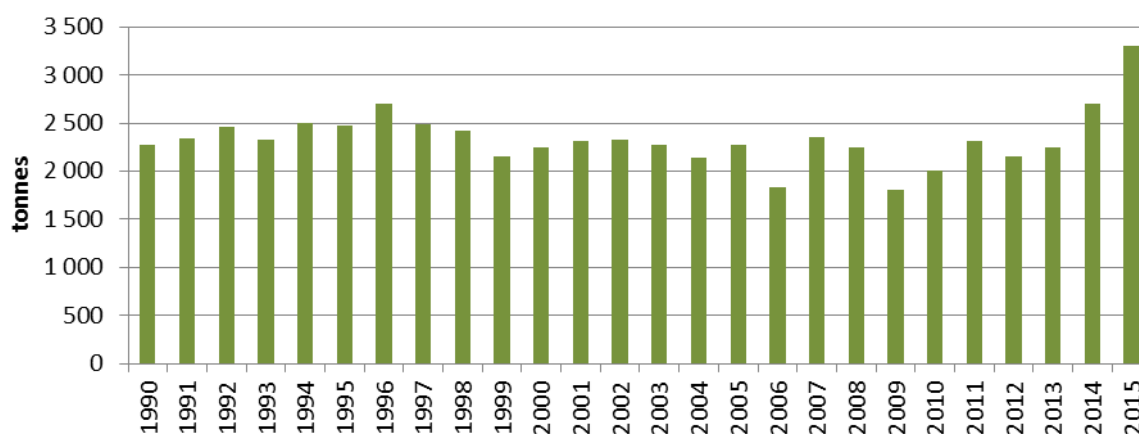


6.3.2. Perte de biomasse due à l'élagage et à l'élimination des déchets verts

Les émissions liées à la perte biomasse relative à l'élagage des arbres sont comptabilisées au sein du secteur 1A1a Production. Les déchets verts issus de l'élagage participent à la valorisation énergétique des déchets pour la production de vapeur et d'électricité.

Les tonnages incinérés sont présentés ci-dessous. Ils ne peuvent cependant pas représenter les pertes de biomasse car les valeurs relevées sont constituées également des matières non-ligneuses, avec un cycle infra-annuel, mais aussi des résidus d'élagage provenant des zones limitrophes au territoire.

Tonnages de déchets verts incinérés à Monaco (Secteur - 1A1a énergie)



6.3.3. Utilisation de fertilisant

Des engrais sont utilisés dans les parcs et les jardins publics et privés de la Principauté de Monaco dans le cadre de la culture des fleurs et de la végétation d'ornement.

Les émissions de N_2O , sont estimées à partir des quantités d'engrais utilisées pour l'entretien des parcs et jardins publics et privés, à partir des données d'utilisation d'engrais collectées annuellement auprès des gestionnaires d'espaces verts.

6.4. Catégorie 4E- Etablissements

6.4.1. Description

Le nombre total d'espaces occupés par les établissements est de 202,7 hectares (soit l'équivalent de la superficie du pays). Les zones imperméabilisées à l'instar des immeubles, des routes et des constructions couvrent 158,4 hectares (en 2012). L'espace restant est consacré aux espaces verts.

Les espaces verts de la Principauté de Monaco sont constitués par des parcs, des jardins publics et des jardins privés. En 2012, le territoire de la Principauté comportait 27,49 hectares d'espaces verts accessibles au public et 16,82 hectares d'espaces verts non-accessibles au public (source: DAU 2012). Le nombre total d'arbres était approximativement de 6 528 individus. La surface totale du houppier était de 23,78 ha.

6.4.2. Questions méthodologiques

6.4.2.1. Variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres

Les absorptions liées aux zones arborées sont calculées en appliquant l'équation 8.2 du GIEC 2006 ce qui correspond à la méthode de niveau 2a

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} ST_{ij} * CVT_{ij}$$

ΔC_G = accumulation annuelle de carbone due aux gains de biomasse des établissements restant établissements, tonnes C an-1

ST_{ij} = couvert forestier total de catégorie i du type de plantes ligneuses vivaces j, ha

CVT_{ij} = taux de croissance basé sur la superficie du couvert de catégorie i du type de plantes ligneuses vivaces j, tonnes C (ha couvert forestier)-1 an-1

Cette équation figurant dans les lignes directrices 2006 du GIEC (Volume 4) a permis de calculer l'accroissement de la biomasse des arbres, en multipliant la surface totale du houppier en phase de croissance par le taux de croissance.

Pour ce taux de croissance, la valeur par défaut de 2,9 tonnes de carbone par hectare de couvert forestier et par an, telle qu'elle figure dans le tableau 8.1 (LD 2006, GIEC), a été adoptée.

Conformément à la méthodologie GIEC seules les surfaces en forte croissance sont prises en compte dans le calcul des absorptions. Une période de croissance active de 20 ans a été choisie (période par défaut du GIEC). Au-delà de 20 ans il est considéré que les arbres atteignent un niveau d'équilibre pour lequel la croissance équivaut à la taille des arbres.

La surface arborée dont les arbres ont moins de 20 ans est estimée à partir de l'évolution des surfaces arborées totales. Lorsque la surface arborée de Monaco augmente, la surface supplémentaire correspond à une surface arborée dont les arbres ont moins de 20 ans. Cette surface est maintenue dans cette catégorie pendant 20 ans. Inversement lorsque la surface arborée de Monaco décroît, il est considéré que la perte d'arbres concerne une zone dont les arbres avaient plus de 20 ans.

La superficie occupée par les arbres dans ces espaces verts (surface arborée) est estimée à partir de l'étude réalisée en 2006 (inventaire des arbres de la principauté de Monaco) qui a permis d'estimer la densité en arbres des espaces verts et la couverture de ces arbres.

Cette étude fournit le nombre d'arbres présents dans les espaces inventoriés et une estimation du volume total des houppiers basée sur un modèle de représentations des houppiers en formes de colonne, de cône ou de demi sphère).

Pour estimer la surface couverte par les arbres, il a été supposé que tous les arbres pouvaient être représentés par une demi-sphère ($\text{Volume} = 4/3/2 \cdot \pi \cdot R^3$). Les volumes de houppier ont pu être convertis en surface de couvert arboré.

Les variations annuelles de la surface arborées sont corrélées à la surface totale d'espace vert

Les «déchets verts», résultant de l'entretien des parcs et des jardins publics, sont incinérés à l'Usine d'incinération des ordures ménagères de Monaco (voir catégorie 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur).

La couverture de houppier des arbres et les stocks de carbone résultant des changements d'affectation sont présentés dans le tableau suivant.

Couverture active de houppier et capture et émissions de carbone

	Couverture de houppier (ha)	Evolution annuelle de la couverture de houppier (ha)	Couverture de houppier active, <=20 an (ha)	Accumulation de carbone dans les arbres (t C)	Emissions de carbone dues à la diminution de houppier (t C)
1990	23,58	0,94	0,94	2,72	0,00
1991	24,00	0,41	1,35	3,92	0,00
1992	24,54	0,54	1,89	5,49	0,00
1993	24,98	0,44	2,34	6,78	0,00
1994	25,58	0,59	2,93	8,50	0,00
1995	25,99	0,42	3,35	9,71	0,00
1996	26,23	0,24	3,58	10,40	0,00
1997	26,47	0,24	3,83	11,10	0,00
1998	26,66	0,19	4,02	11,65	0,00
1999	26,94	0,28	4,29	12,45	0,00
2000	27,13	0,20	4,49	13,02	0,00
2001	27,36	0,23	4,72	13,67	0,00
2002	27,61	0,25	4,97	14,41	0,00
2003	27,77	0,16	5,13	14,87	0,00
2004	27,70	-0,08	5,13	14,87	-4,40
2005	27,97	0,27	5,40	15,67	0,00
2006	27,96	-0,01	5,40	15,67	-0,54
2007	28,74	0,78	6,18	17,93	0,00
2008	28,82	0,09	6,27	18,17	0,00
2009	29,03	0,21	6,47	18,77	0,00
2010	29,10	0,07	5,61	16,26	0,00
2011	29,09	-0,02	5,19	15,06	-0,92
2012	29,06	-0,02	4,65	13,49	-1,41
2013	29,09	0,03	4,24	12,29	0,00
2014	29,19	0,10	3,74	10,84	0,00
2015	28,77	-0,42	3,32	9,63	-24,51

6.4.2.2. Emissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts

Méthodologie

Les quantités de fertilisants et leur teneur en azote sont fournis par les principaux gestionnaires des espaces verts public et privées de Monaco. Ces données sont disponibles depuis l'année 2000. Pour les années antérieures ces données sont extrapolées sur la base de l'évolution des surfaces d'espaces verts à Monaco

La conversion des émissions de N_2O-N en émissions de N_2O , pour l'établissement des rapports, se fait à l'aide de l'équation suivante :

$$N_2O_{Direct} = N_2O - N * 44/28$$

Emission directes

Les émissions directes sont calculées grâce à l'équation 11.2 du GIEC 2006, pour laquelle seule la contribution des fertilisants minéraux est prise en compte.

$$N_2O_{Direct} - N = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i * FE_{li} + (F_{RR} + F_{MOS}) * FE_l + N_2O - N_{SO} + N_2O - N_{ppp}$$

FE_{li} = facteurs d'émissions développés pour les émissions de N_2O dues à l'application d'engrais synthétique et de N organique dans les conditions i (kg N_2O-N (kg entées de N)-1); $i = 1, \dots, n$.

Il est considéré que les amendements organiques sont négligeables ainsi que les apports liés aux résidus et à la minéralisation des sols.

Emission indirectes

Les émissions indirectes liées à la volatilisation sont estimées grâce à l'équation 11.9 du GIEC 2006. Les émissions liées à la lixiviation sont en revanche négligées en considérant que la lixiviation est nulle sur les espaces verts de Monaco (cf GIEC: "pour les régions sèches, où les précipitations sont plus faibles que l'évapotranspiration pendant la quasi totalité de l'année et où il est peu probable qu'il y ait de la lixiviation, la valeur de $FracLIXI$ est nulle."

$$N_2O_{Direct} - N = [(F_{SN} * Frac_{GAZE}) + ((F_{ON} + F_{PPP}) * Frac_{GAZM})] * FE_4$$

$N_2O(DAT)-N$ = quantité annuelle de N_2O-N produite par le dépôt atmosphérique de N volatilisé depuis des sols gérés, kg N_2O-N an-1

F_{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an⁻¹

$Frac_{GAZE}$ = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH_3 et de NO_x , kg N volatilisé (kg de N appliqué)-1 (tableau 11.3)

F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an-1

F_{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an-1

$Frac_{GAZM}$ = fraction de matériaux d'engrais au N organiques appliqués (F_{ON}) et de N d'urine et de fèces déposé par les animaux paissant (F_{PPP}) volatilisé sous forme de NH_3 et de NO_x , kg N volatilisé (kg de N appliqué ou déposé)-1 (tableau 11.3)

FE_4 = facteur d'émissions des émissions de N_2O dues au dépôt atmosphérique de N s

Utilisation d'engrais et niveau d'émissions

	kg N/an	N2O direct (t)	N2O indirect (t)	N2O total (t)	N2O total (kt CO2eq)
1990	2 242	0,035	0,004	0,039	0,012
1991	2 270	0,036	0,004	0,039	0,012
1992	2 309	0,036	0,004	0,040	0,012
1993	2 339	0,037	0,004	0,040	0,012
1994	2 383	0,037	0,004	0,041	0,012
1995	2 409	0,038	0,004	0,042	0,012
1996	2 419	0,038	0,004	0,042	0,012
1997	2 429	0,038	0,004	0,042	0,013
1998	2 435	0,038	0,004	0,042	0,013
1999	2 448	0,038	0,004	0,042	0,013
2000	2 453	0,039	0,004	0,042	0,013
2001	2 293	0,036	0,004	0,040	0,012
2002	4 477	0,070	0,007	0,077	0,023
2003	4 557	0,072	0,007	0,079	0,023
2004	4 690	0,074	0,007	0,081	0,024
2005	2 683	0,042	0,004	0,046	0,014
2006	1 522	0,024	0,002	0,026	0,008
2007	2 288	0,036	0,004	0,040	0,012
2008	2 191	0,034	0,003	0,038	0,011
2009	1 355	0,021	0,002	0,023	0,007
2010	1 806	0,028	0,003	0,031	0,009
2011	1 826	0,029	0,003	0,032	0,009
2012	1 764	0,028	0,003	0,030	0,009
2013	2 267	0,036	0,004	0,039	0,012
2014	2 594	0,041	0,004	0,045	0,013
2015	2 633	0,041	0,004	0,046	0,014

6.5. Incertitudes et cohérence des séries temporelles

Les incertitudes sont basées sur le jugement rendu par les experts :

- Stock de carbone (4E) : AD = 20%, EF = 30%
- N₂O (4(I)) : AD=5%, EF=50%

Cohérence : les séries chronologiques pour les terres cultivées sont considérées comme consistantes, elles sont calculées en se fondant sur les méthodes de cohérence et les bases de données homogènes.

6.6. AQ/CQ et vérification spécifique à la catégorie

Le secteur de l'UTCATF a fait l'objet d'un audit externe au printemps 2015. Dans les explications et dans les grandes lignes du RNI, ainsi que des clarifications dans le RNI et les tableaux de *reporting*.

En 2016, un audit a porté sur les méthodologies d'estimation des émissions et puits de carbone. Des consolidations de données d'entrée, des modifications méthodologiques et des améliorations de calculs ont été apportées.

6.7. Recalculs spécifiques au secteur

Un certain nombre d'amélioration ont été porté à l'estimation du stock de carbone et aux émissions dues à l'utilisation des engrais pour le Secteur UTCATF.

6.7.1. Recalculs pour l'estimation des variations du stock de carbone

Le travail a porté sur la consolidation des données d'entrée, ainsi que la simplification de la méthode d'estimation basée sur la surface de houppier.

Les effets de l'évolution de la méthodologie sont présentés ci-dessous.

	Accumulation de carbone dans les arbres (t C)			Emissions de carbone dues à la diminution de houppier (t C)		
	NIR2016	NIR2017	Delta (2017-2016)	NIR2016	NIR2017	Delta (2017-2016)
1990	2,5	2,72	0,22	NO	NO	NO
1991	3,37	3,92	0,55	NO	NO	NO
1992	4,84	5,49	0,65	NO	NO	NO
1993	5,9	6,78	0,88	NO	NO	NO
1994	7,55	8,50	0,95	NO	NO	NO
1995	8,47	9,71	1,24	NO	NO	NO
1996	8,66	10,40	1,74	NO	NO	NO
1997	8,88	11,10	2,22	NO	NO	NO
1998	8,88	11,65	2,77	NO	NO	NO
1999	9,21	12,45	3,24	NO	NO	NO
2000	9,23	13,02	3,79	NO	NO	NO
2001	9,37	13,67	4,30	NO	NO	NO
2002	9,61	14,41	4,80	NO	NO	NO
2003	9,61	14,87	5,26	-16,43	NO	16,43
2004	9,61	14,87	5,26	-10,05	-4,40	-5,65
2005	9,94	15,67	5,73	NO	NO	NO
2006	9,94	15,67	5,73	-6,78	-0,54	-6,24
2007	9,94	17,93	7,99	NO	NO	NO
2008	11,99	18,17	6,18	NO	NO	NO
2009	12,48	18,77	6,29	NO	NO	NO
2010	10,15	16,26	6,11	NO	NO	NO
2011	9,28	15,06	5,78	-0,75	-0,92	0,17
2012	7,81	13,49	5,68	-1,15	-1,41	0,26
2013	6,86	12,29	5,43	NO	NO	NO
2014	5,21	10,84	5,63	-0,95	NO	-0,950

6.7.2. Recalculs pour l'utilisation d'engrais

Utilisation respective des formules 11.2 (émissions directes) et 11.9 (dépôt atmosphérique) du GIEC pour les estimations des émissions directes et indirectes liées à l'utilisation des engrais en lieu et place de l'utilisation de la méthode de niveau 1 données par l'équation 11.1.

Les effets de l'évolution de la méthodologie sont présentés ci-dessous

	N ₂ O (kt CO ₂ eq)	N ₂ O total (kt CO ₂ eq)	N ₂ O (kt CO ₂ eq)
	NIR2016	NIR2017	Delta 2016-2017
1990	0,033	0,012	-0,021
1991	0,033	0,012	-0,021
1992	0,034	0,012	-0,022
1993	0,035	0,012	-0,023
1994	0,035	0,012	-0,023
1995	0,036	0,012	-0,024
1996	0,036	0,012	-0,024
1997	0,036	0,013	-0,023
1998	0,036	0,013	-0,023
1999	0,036	0,013	-0,023
2000	0,037	0,013	-0,024
2001	0,036	0,012	-0,024
2002	0,052	0,023	-0,029
2003	0,052	0,023	-0,029
2004	0,053	0,024	-0,029
2005	0,038	0,014	-0,024
2006	0,030	0,008	-0,022
2007	0,036	0,012	-0,024
2008	0,033	0,011	-0,022
2009	0,029	0,007	-0,022
2010	0,033	0,009	-0,024
2011	0,033	0,009	-0,024
2012	0,032	0,009	-0,023
2013	0,036	0,012	-0,024
2014	0,039	0,013	-0,026

6.7.3. Bilan des évolutions de calculs

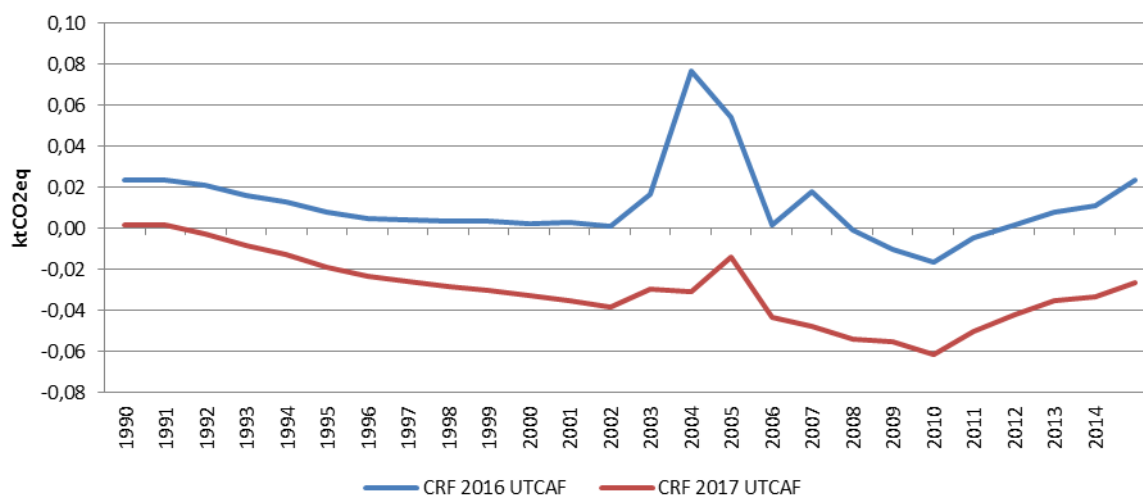
L'effet global des améliorations apportées aux estimations sur le secteur est présenté dans le tableau et le graphique ci-dessous.

ktCO ₂ eq	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2016 NIR	0,024	0,021	0,016	0,013	0,008	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003
2017 NIR	0,002	-0,003	-0,008	-0,013	-0,019	-0,023	-0,026	-0,028	-0,030	-0,033

ktCO ₂ eq	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2016 NIR	0,003	0,001	0,016	0,077	0,054	0,002	0,018	-0,001	-0,011	-0,017
2017 NIR	-0,035	-0,038	-0,030	-0,031	-0,014	-0,044	-0,048	-0,054	-0,055	-0,062

ktCO ₂ eq	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2016 NIR	-0,005	0,001	0,008	0,011	0,024	
2017 NIR	-0,050	-0,042	-0,035	-0,033	-0,026	0,068

Comparaison des émissions du secteur UTCAF entre les données d'émissions soumises en 2016 et 2017



6.7.4. Références

DAU 2006: enquête sur tous les arbres et les volumes du houppier. Direction de l'Aménagement Urbain, Monaco.

DAU 2012: Surface totale des espaces verts, variation de 1990 à 2012 à Monaco. Direction de l'Aménagement Urbain, Monaco.

Geomonaco 2009: Photographie aérienne de la Principauté de Monaco. ©

IMSEE 2015: monaco statistics pocket. Institut Monégasque de la Statistique et des Etudes Economiques.
<http://www.gouv.mc/content/download/304645/3458746/file/monaco%20en%20chiffres%202015.pdf>
[24.8.2017]

IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>
[28.11.2014]

7. DECHETS (Secteur 5 du CRF)

7.1. Caractéristiques du secteur

Les émissions et puits de carbone du secteur des déchets en 2015 sont présentés dans le tableau 5 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur déchets, sont en 2015 de : **3,01 kt CO₂ eq**

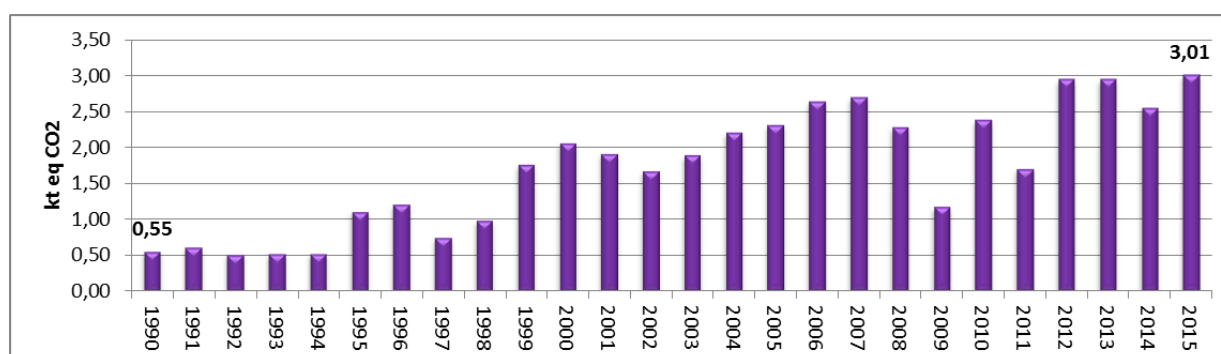
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculées sont de : **0,55 ktCO₂ eq**

Soit une variation de : **+ 450 % (+ 2,46 kt CO₂eq)**

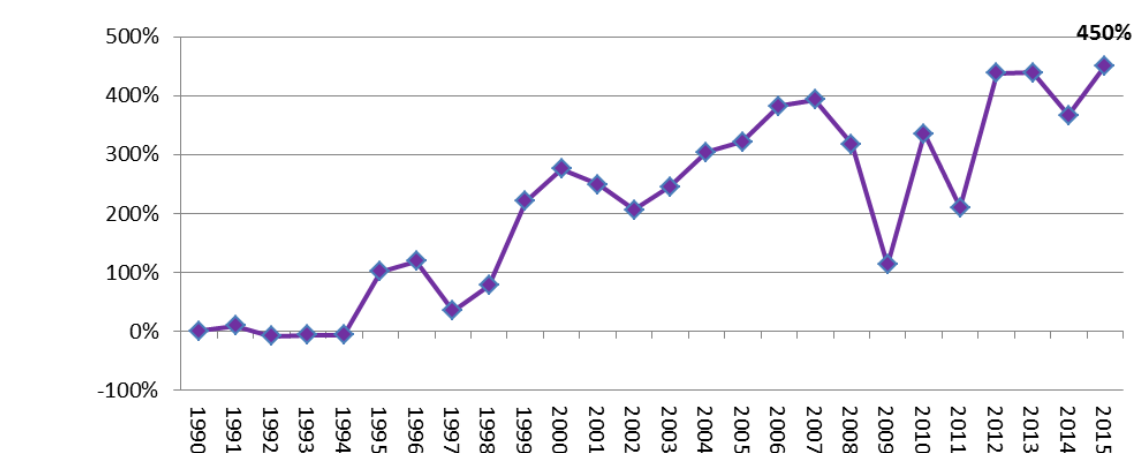
Les émissions du secteur des déchets représentent : 3,68% des émissions globales en 2014

Les émissions du secteur des déchets représentent : 0,55 % des émissions globales en 1990

Evolution des émissions de GES du secteur des déchets entre 1990 et 2015



Evolution des émissions de GES du secteur des déchets par rapport 1990



Les émissions du secteur « Déchets » sont exclusivement constituées par le traitement des eaux résiduaires (5D-5D1 : Waste water treatment and discharge).

Le niveau d'émission de ce gaz est proportionnellement corrélé à l'augmentation de la charge en polluants des d'eaux résiduaires à traiter au regard des capacités de traitement.

7.2. Description des catégories sources

7.2.1. Dépôt de déchets solides sur les sites de décharge publique (secteur 5.A)

Aucun dépôt de déchet solide ou décharge publique n'est opéré sur le territoire de la Principauté de Monaco. Il n'est pas rapporté d'émission relative à ce secteur.

Les clés de notation NO et NA ont été utilisés dans le cadre du CRF Reporter.

7.2.2. Traitement biologique des déchets solides (secteur 5.B)

Il n'y a pas d'activité relative au traitement biologique des déchets solides à Monaco. Il n'est pas rapporté d'émission relative à ce secteur.

Les clés de notation NO et NA ont été utilisés dans le cadre du CRF Reporter.

7.2.3. Incinération et combustion à l'air libre des déchets (secteur 5.C)

A Monaco, le traitement des déchets solide peut suivre deux filières :

- Une valorisation énergétique par une unité de traitement dédié à la production de chaud et de froid urbain (UIRUI) qui incinère les déchets ménagers, les déchets industriels banals (carton, emballages, etc.), les déchets verts ainsi que les boues d'épuration des eaux.
- Le transfert vers les filières spécialisées de traitement hors du territoire pour les déchets recyclables (verre, EMR, papier,...), les déchets ultimes et les déchets dangereux.

Le traitement thermique (incinération) des déchets solides sur le territoire participe à une production d'énergie d'électricité, de chaud et de froid destinée à la consommation publique. Cette catégorie est décrite au sein du chapitre 3.2 de ce rapport et les émissions relatives à l'incinération des déchets ménagers, des déchets industriels banals (carton, emballages, etc.), des déchets verts, des boues d'épuration des eaux sont reportée dans le cadre du secteur 1.A.1 Energy Industries 1.A.1.a Public Electricity and Heat Production 1.A.1.a.ii Combined heat and power generation

Les clés de notation NO, IE sont été utilisées dans le cadre de la section 5C du CRF Reporter.

7.2.4. Traitement des eaux résiduaires (secteur 5.D.)

7.2.4.1. Description de la catégorie source

Monaco, au sein d'un bassin hydrologique de 11km², assure la collecte des eaux résiduaires du territoire et de certaines communes limitrophes, ainsi que le traitement de l'ensemble des eaux collectées.

La majeure partie du réseau de collecte est unitaire (eaux usées et pluviales mélangées). Cependant, la réalisation de réseau séparatif de collecte des eaux pluviales est mise en œuvre dans le cadre de la réalisation ou de réaménagement de quartiers.

Le taux de raccordement au réseau de collectes des eaux usées de la population de Monaco est de 100%.

Les eaux résiduaires produites par les activités économiques (principalement des activités de service du secteur tertiaire) sont intégralement recueillies par le réseau de collectes des eaux domestiques.

En absence de traitement in situ des eaux industrielles, aucune émission n'est reportée au sein de la catégorie 5.D.21 Domestic Industrial Waste Water.

Les émissions de ces eaux industrielles sont rapportées dans la catégorie 5.D.1 Domestic waste water conformément aux Lignes Directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 5, paragraphe 6.2.3).

Les eaux résiduaires collectées sont traitées par l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER). Cette station d'épuration met en œuvre un traitement par voie aérobie. Les eaux traitées sont rejetées en mer par l'émissaire principal dont le point de rejet se situe à une distance de 800 mètres de la côte et par 100 mètres de profondeur. En cas d'arrêt de l'usine de traitement, des eaux non traitées peuvent également être rejetées en mer.

7.2.4.1.1. REJETS EN MER (A)

En cas d'arrêt des installations de traitement ou de dépassement des capacités hydrauliques, les effluents sont prioritairement rejetés en mer par l'émissaire principal, deux émissaires complémentaires se rejetant dans la même zone à 50 mètres de profondeur peuvent également être utilisés en cas de surdébit ou de maintenance technique.

7.2.4.1.2. TRAITEMENT AEROBIE UTER (B)

Les eaux collectées sont traitées au sein d'une unité d'épuration biologique. L'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER) procède au traitement primaire (décantation) et au traitement secondaire des eaux (filtration biologique aérobie sur flore fixée - procédé Biocarbone).

Les eaux traitées sont rejetées en mer par l'émissaire. La zone de réception des effluents se situe en zone marine ouverte pour favoriser la dispersion des effluents. Cette zone n'est pas soumise à des phénomènes d'eutrophisation.

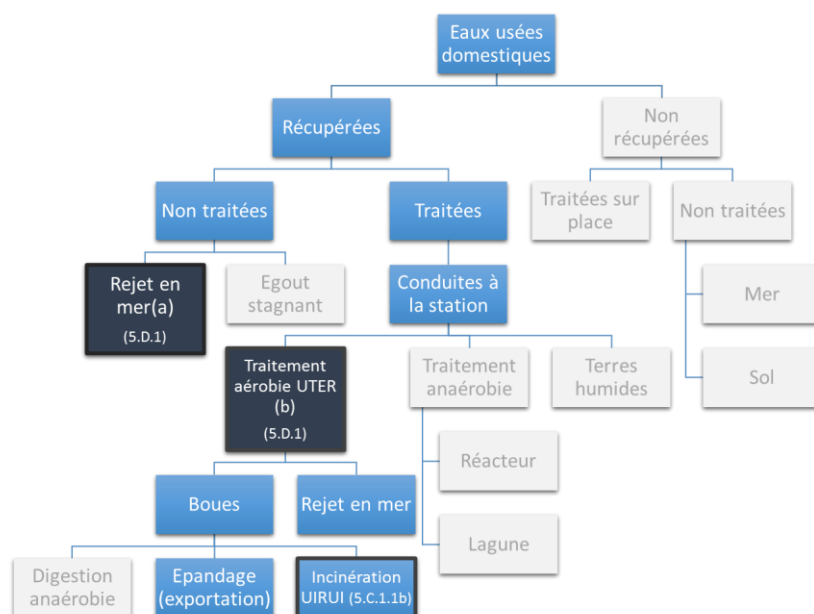
7.2.4.1.3. DEPASSEMENT DES CAPACITES DE TRAITEMENT

L'usine de traitement des eaux usées de Monaco a été construite pour une capacité de traitement qui est aujourd'hui dépassée à la suite de l'augmentation de la population et du développement des activités urbaines. En 2008, un renforcement des installations de traitements de l'eau et du transfert des boues d'épuration ont été réalisés pour répondre à une augmentation des charges à traiter.

Aujourd'hui, l'UTER a une capacité hydraulique maximale de 31 000 m³/jour et de 1800 m³/heure correspondants à une capacité d'épuration de 80 000 à 100 000 Equivalents Habitants (EH).

Cependant, malgré ce renforcement, il peut arriver que la quantité d'effluents dépasse la capacité de traitement de la station. La construction d'une nouvelle station de traitement des eaux est prévue à l'horizon 2020.

La figure suivante met en évidence les étapes du processus de rejets (a) et de traitement (b) des eaux résiduaires (bleu clair) et les étapes pour lesquelles des émissions de CH₄ (bleu foncé) sont comptabilisées au sein de ce secteur.



Les émissions de N₂O sont calculées pour l'ensemble des rejets

7.3. Méthode d'estimation des émissions

Les émissions pour la catégorie 5D1 « Domestic waster water » sont estimée pour le CH₄, le N₂O, ainsi que pour des COVNM.

La méthode de calcul utilisée pour ce secteur est « T1 », avec un facteur d'émission « D » pour le N₂O et « D » pour le CH₄.

7.3.1. Emissions de méthane (CH₄)

Les émissions de méthane CH₄ sont calculées sur la base des équations 6.1 et 6.2 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices du GIEC.

Dans le système de gestion des eaux usées de Monaco, il n'existe qu'un type de traitement pouvant émettre du CH₄ (station aérobie en surcapacité) et une seule catégorie d'effluent pouvant émettre du CH₄ (eaux non traitées).

L'équation 6.1 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC a été appliquée séparément pour chacun des types de traitement/rejets sous la forme suivante :

$$CH_4_{Emissions} = \sum_j [(EF_j)](TOW_j - S_j) - R_j$$

J : type de traitement/rejets émetteur de CH₄ dans les circonstances nationales

Où j = (a) rejet direct en mer des eaux non traitées ou j = (b) traitement aérobie UTER en surcapacité

EF_j : Facteur d'émission de CH₄ du type de traitement/rejet j (kg CH₄/kg DBO₅)

TOW_j : Charge organique du type de traitement/rejet j (kg DBO₅/an)

S_j : charge organique dans les boues extraites du type de traitement/rejet j (kg DBO₅/an)

R_j : CH₄ capté sur le du type de traitement/rejet j

Paramètres utilisés dans l'équation générale 6.1 modifiée :

Paramètres	Valeur retenue	Unités	Références	Commentaire
TOW_a	Donnée d'activité	Kg/BOD ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée suivant les charges en DBO ₅ et la proportion d'eau rejetée sans traitement (a)
TOW_b	Donnée d'activité	Kg/BOD ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée suivant les charges en DBO ₅ et la proportion avec traitement aérobie (b)
S_a	0	Kg/BOD ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Il n'y a pas de composant organique retiré en tant que boues en cas de rejet direct en mer (a).
S_b	Donnée d'activité	Kg/BOD ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Calculé selon les données d'activité de la station pour le traitement par voie aérobie (b) (tonnage de boue et composante organique)
R_j	0	Kg/CH ₄ /an	CS Spécifique au pays	Il n'est pas estimé de captage de CH ₄ pour les rejets directs en mer (a) et le traitement par voie aérobie (b).

EF est déterminé l'équation 6.2 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC (Facteur d'émissions de CH₄ pour chaque voie ou système de traitement des eaux résiduaires domestique):

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

EF_j = facteur d'émission, kg CH₄/kg BOD

j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination

B_o = capacité maximale de production de CH₄, kg CH₄/kg BOD

MCF_j = coefficient de correction du méthane (fraction), voir Tableau 6.3.

Paramètres dans l'équation générale 6.2 modifiée :

Paramètres	Valeur	Unités	Références
B _o	0.6	KgCH ₄ /kgBOD	Tableau 6.2 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC (D) Valeur par défaut
MCF _a	0.1		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC (untreated system- sea, river and lake discharge) (D) Valeur par défaut
MCF _b	Donnée d'activité		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC (untreated system- sea, river and lake discharge) MCF variable suivant le fonctionnement normal ou surchargé de l'usine de traitement UTER) (CS) Spécifique au pays

En applications des paramètres ci-dessus, les émissions de CH₄ sont calculées par les formules simplifiées :

$$CH4_{Emissions} = CH4_{(a) Rejet direct en mer} + CH4_{(b) Traitement aérobie en surcapacité}$$

7.3.2. Emissions d'Oxyde d'azote (N₂O)

Les émissions de N₂O sont calculées sur la base des équations 6.7 et 6.8 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC.

L'azote dans les effluents (NEFFLUENT) est estimé grâce à l'équation 6.8 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC des lignes directrices 2006 du GIEC.

$$N_{effluent} = (P * Protéine * F_{NPR} * F_{NON-COM} * F_{IND-COM}) - N_{Boues}$$

Paramètres de l'équation 6.8

N_{effluent} :kgN/an total d'azote dans l'effluent en kgN/an

P = population humaine

Protéine = consommation annuelle de protéine par habitant, kg/personne/an

F_{NPR} = fraction d'azote dans la protéine, défaut = 0,16, kg N/kg protéine

F_{NON-COM} = facteur pour la protéine non consommée ajoutée aux eaux usées

F_{IND-COM} = facteur pour la protéine industrielle et commerciale co-rejetée dans le réseau d'égouts

N_{Boues} = azote retiré des boues (défaut = zéro), kg N/an

Valeurs retenues pour l'équation 6.8

Paramètres	Valeurs retenues	Unités		Références
P	Données d'activité	N	population nationale dans l'année d'inventaire	(CS) spécifique au pays
Protéine	30,1125	kg/personne/an	Valeur fournie par les services sanitaires et sociaux, sur la base du rapport INCA2 de l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments)	(CS) Spécifique au pays
F_{NPR}	0,16	Facteur	fraction d'azote dans la protéine (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC).	(D) Valeur par défaut
F_{NON-CON}	1.1	Facteur	fraction d'ajustement d'azote non consommé (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC).	(D) Valeur par défaut
F_{IND-CON}	1.25	facteur	fraction d'ajustement de co-décharge d'azote industriel dans les réseaux de collectes (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC)	(D) Valeur par défaut
N_{Boues}	0	kgN/an	Calculé selon les données d'activité de la station pour le traitement par voie aérobie (b) (tonnage de boue et composante organique).	D) Valeur par défaut

Les émissions de N₂O lors des rejets des eaux usées (traitées et non traitées), en kg N₂O/an sont estimées grâce à l'équation 6.7 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC.

$$N_{2O \text{ Emissions}} = N_{\text{Effluent}} * EF_{\text{Effluent}} * 44/28$$

N_{2O Emissions} = Emissions de N₂O dans l'année d'inventaire, N₂O kg/an

N_{EFFLUENT} = azote présent dans l'effluent et qui est rejeté dans des milieux aquatiques, N kg/an

EF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de N₂O d'eaux usées rejetées, N₂O- N kg/kg N

44/28 est la conversion de N₂O-N kg en N₂O kg.

Paramètres de l'équation 6.7

Paramètres	Valeurs retenue	Unités		Références
EF_{Effluent}	0,005	N ₂ O-N kg/kg N	facteur d'émission pour les émissions de N ₂ O issues d'eaux usées rejetées (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC).	D) Valeur par défaut

7.3.3. Emissions de composé organique volatil non méthanique (COVNM)

L'estimation des émissions de COVNM sont basées sur le facteur d'émission par défaut proposé dans EMEP EEA Guide book 2013 Volume 5D- Table 3.1- Tier 1 emission factors for source category 5.D Wastewater handling qui propose un facteur d'émissions de 15 mg de COVNM/m³ d'eaux usées traitées

$$COVNM_{Emissions} = V_{Effluent}(m^3) * EF_{pollutant}(mg/m^3) / 10^6$$

COVNM_{Emissions} = Emissions de composé organique volatil non méthanique dans l'année d'inventaire, kg/an

V_{EFFLUENT} = volume d'effluent traité dans l'année (m³)

EF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de COVNM d'eaux usées traitées (mg/m³).

7.4. Données d'activités

7.4.1. Détermination des matières organiques totales dans les eaux usées pour les voies de traitement (a) rejet direct en mer (TOW_a) et (b) traitement aérobie (TOW_b).

7.4.1.1. Volumes des eaux traitées et non traitées

Les volumes des eaux sont déterminés à partir des données d'activités fournies par la station de traitement des eaux UTER.

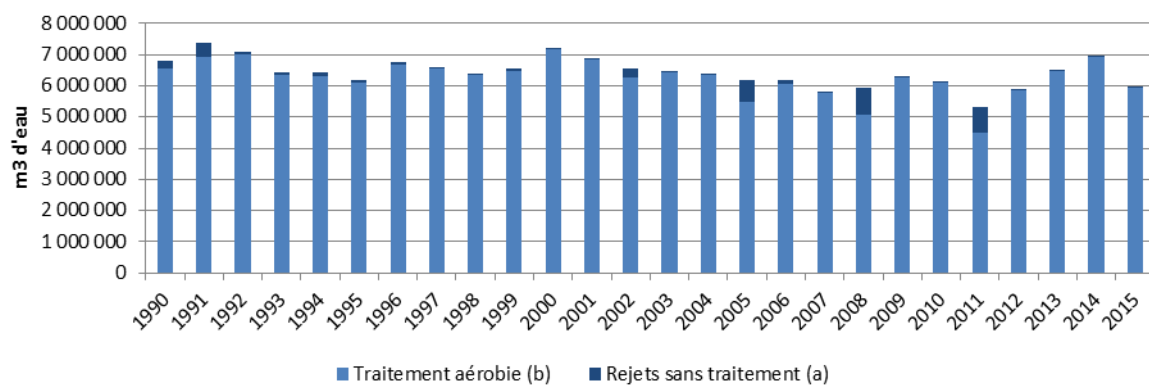
Les volumes et les caractéristiques des eaux usées traitées sont issus des processus d'autocontrôle de l'usine de traitement des eaux : mesure continue des volumes par débitmètre, mesures journalières des caractéristiques physicochimiques des eaux (DBO, DCO, MES).

Les volumes des eaux usées non traitées correspondent aux arrêts de l'usine de traitement des eaux pour des opérations de maintenance ou en cas de dysfonctionnement

Ces volumes sont estimés en multipliant les temps d'arrêt (sur une base horaire fournie par l'opérateur de la station) par le volume moyen horaire d'eau traitée durant l'année. Le choix de la méthodologie d'estimations pour les eaux non traitées a été retenu afin de réduire les incertitudes dues aux entrées d'eau dans le réseau unitaire de collecte des eaux usées, pouvant conduire à une surestimation des volumes d'eau non traitée.

$$Volumes_{rejet\ direct} (m^3/an) = Volume_{moyen\ horaire} (m^3/h) * N_{heure\ d'arrêt\ de\ la\ station} (h/an)$$

C'est en 2008, 2005 et 2011 que l'on observe les plus importants volumes d'eau non traitée qui sont la conséquence des arrêts la station UTER pour des opérations de maintenance et de renforcement des capacités de traitement.

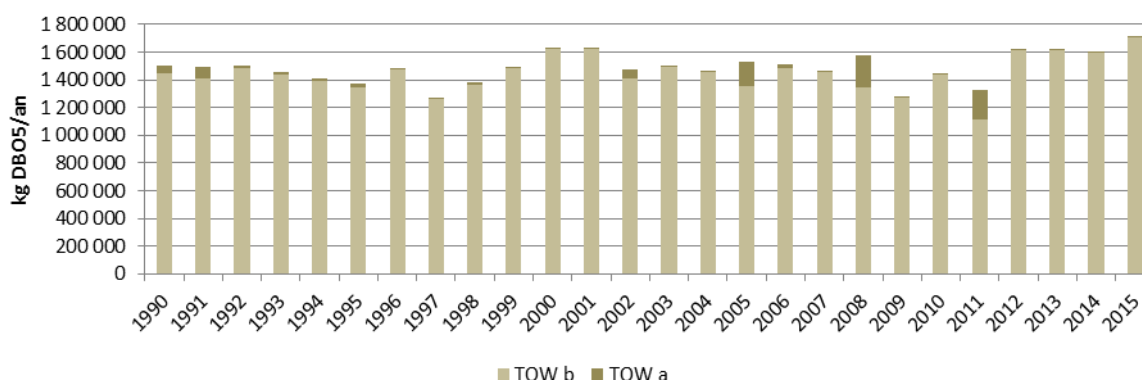


7.4.1.2. DBO5 annuelle

La quantité de DBO₅ annuelle des eaux traitées (TOWb) et des eaux usées non traitées (TOWa) est déterminée à partir des volumes journaliers d'eaux résiduaires multipliées par la concentration journalière en DBO₅ données par les analyses de surveillance de la station d'épuration UTER

$$DBO5_5 \text{ (kg/DBO}_5\text{/an)} = \sum_{365} C_n \text{ DBO}_5 \text{ (mg/l)} * V_n \text{ (m}^3\text{/j)} / 10^3$$

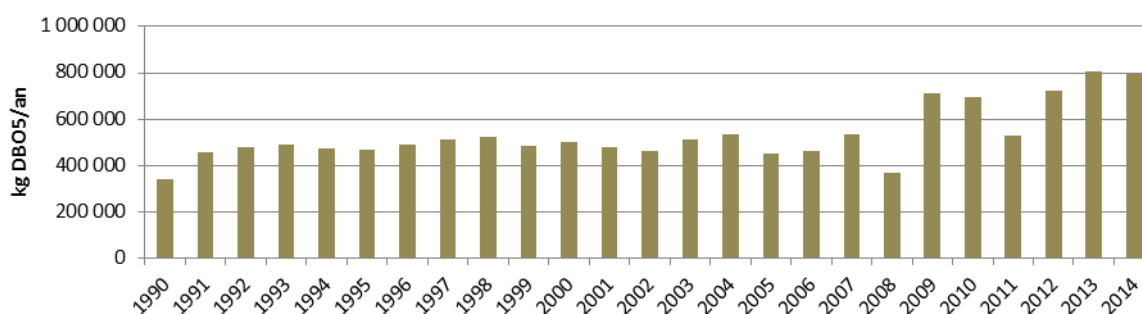
Données d'activités – TOWa et TOWb (kg DBO5 an)



Détermination de la charge organique dans les boues extraites S_b

Le paramètre S est une variable annuelle estimée à partir des données d'activités de la station UTER. On remarque les effets du renforcement de la capacité d'épuration sur les boues intervenues après 2008.

Facteur S_b retiré comme boues – kg DBO5 ans



Les boues extraites par le système d'assainissement sont soit exportées en France pour une valorisation agricole, soit co-incinérées avec les déchets solides dans le cadre de la valorisation énergétique dans l'usine d'incinération monégasque. Les émissions relatives à l'incinération des boues d'épuration sont reportées au sein de la catégorie 1A1 du cadre commun de reporting.

7.4.1.3. Détermination des du facteur de correction du méthane (MCF) du procédé de traitement des eaux usées

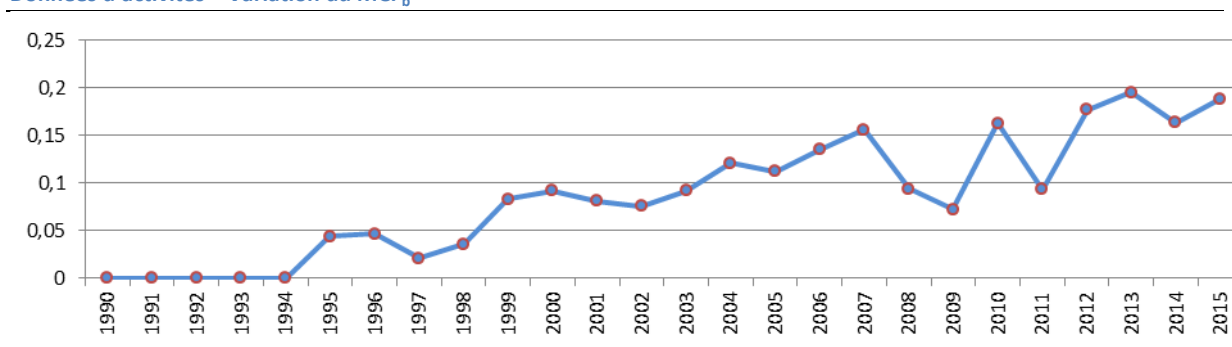
La fraction d'eaux résiduaire se dégradant par un procédé anaérobie est considérée comme très faible, voire nulle pour les systèmes de traitement aérobies bien gérés.

Cependant, l'usine de traitement UTER étant en limite de capacité de traitement, des émissions de CH₄ par les installations ont été calculées. Ce calcul est basé sur les données journalières de surveillance de la station (Volumes, Demande Biologique en Oxygène DBO₅) et de la capacité de traitement des charges par l'UTER.

- Dans le cas où les caractéristiques des eaux en entrée de station respectent les capacités de traitement de la station, un facteur MCF journalier par défaut de 0 est appliqué (Volume 5, Chapitre 6, table 6.3 – stations aérobies bien gérées des Lignes Directrices du GIEC).
- Dans le cas où les caractéristiques des eaux en entrée de station ne respectent pas les capacités de traitement de la station, un facteur MCF journalier par défaut de 0,3 est appliqué (Volume 5, Chapitre 6, table 6.3 – stations aérobies en dépassement de capacité des Lignes Directrices du GIEC).

$$MCF_b = (N_{\text{jours de dépassement}} * 0,3) / N_{\text{jours annuels}}$$

Données d'activités – Variation du MCF_b



7.4.2. Autre (secteur 5.E.)

Il n'est pas relevé d'autre activité relative aux secteurs des déchets à Monaco.

Les clés de notation NO ont été utilisées dans le cadre du CRF Reporter.

7.5. Incertitudes et cohérence des séries temporelles

L'usine de traitement des eaux (UTER) est l'unique unité de traitement de l'ensemble des eaux usées du territoire. Cette unité est opérationnelle depuis 1989. Le système de transfert des boues vers l'usine de valorisation énergétique (UIRUI) a été réalisé dans le courant de l'année 1990 où seules 219 tonnes de boues humides ont été transférées vers l'incinération, les volumes restants ont été évacués vers les filières valorisation agricole. Le système a véritablement été opérationnel à partir de 1991.

En 2008, un renforcement du système d'épuration (floculation-clarification optimisation de la filtration biologique) a conduit à une augmentation de la production de boues.

Les données d'activité sont directement issues des mesures physiques effectuées par l'usine de traitement : les volumes par mesure de débitmètre et la charge organique par mesure journalière.

Les données d'activité sont exhaustives et soumises à une incertitude faible directement issue de la mesure sur l'unité de traitement.

La principale incertitude est liée à l'application de facteurs d'émission par défaut. Les méthodologies relatives à l'estimation des incertitudes sont présentées en Annexe 3

7.6. Recalculs

Il n'y a pas de modification de la méthodologie d'estimation des émissions par rapport au précédent rapport national établi sur les émissions 2014.

Conformément aux recommandations faites par l'ERT dans le cadre des « Provisional main findings review of 2015 and 2016 annual submission », concernant le manque de transparence dans la description des méthodologies d'estimation des émissions, une réorganisation et un renforcement des descriptions des méthodologies et des données d'activité ont été réalisés dans le cadre de ce rapport.

7.7. Améliorations

Plusieurs recherches sont en cours, afin de déterminer ou d'améliorer, en relation avec l'exploitant de la station UTER, les valeurs par défaut (D) utilisés pour l'estimation des émissions de GES ; CH₄ et N₂O.

Dans le cadre du CH₄- Renforcement des paramètres relatifs à l'estimation calculs du facteur S.

Dans le cadre du N₂O-Recherche de données sur les teneurs en azote au sein du système de traitement pour l'application d'une méthode Bottom up d'estimation des émissions.

8. AUTRES SECTEURS

Aucun autre secteur d'émissions n'a été déterminé.

9. EMISSIONS INDIRECTES DE CO₂ ET D'OXYDES NITREUX

Au sein de ce chapitre sont reportées les émissions indirectes de CO₂ dans l'atmosphère issue de la décomposition des NMVOC et des émissions d'oxyde nitreux.

Monaco n'a pas réalisé d'estimation de ces émissions dans le cadre de cet inventaire, en précisant que ces estimations ne sont pas obligatoires.

10. NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS

10.1. Explications et justifications concernant les nouveaux calculs

Améliorations apportées à la soumission de l'inventaire 2017

L'inventaire soumis en 2013 a été le premier inventaire de la deuxième période du Protocole de Kyoto, pour lequel des modifications générales relatives à l'application des Lignes directrices 2006 du GIEC ont été appliquées en remplacement des Lignes directrices de 1996.

A l'occasion des révisions des Lignes Directrices, des axes d'amélioration spécifiques aux catégories ont été entrepris et ont conduit à des modifications générales dans les méthodologies d'estimation des émissions.

L'inventaire 2017 a permis l'amélioration de certains calculs et les rectifications issues de la première revue d'inventaire effectuée sur l'inventaire 2015, ainsi que de la conduite d'une mission d'assurance qualité conduite avec le CITEPA.

Modifications apportées à l'inventaire 2017 concernant les méthodologies de calcul des catégories sources

Sont listé ci-dessous, les principaux facteurs de recalcul des émissions de GES conduit pour l'inventaire 2017. Le détail des améliorations apportées est disponible au sein des chapitres consacrés aux catégories correspondantes.

Secteur de l'énergie

1A1a Production publique d'électricité et de chaleur

- Modification des facteurs d'émission du Gaz naturels consommés -Programme Assurance qualité

1A3b Transport routier

- Modification des teneurs en biocarburant -Programme Assurance qualité
- Modification des données d'activité (Parc automobile)

1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel

- Modification des facteurs d'émission du Gaz naturels consommés - Programme Assurance qualité

1B Emissions fugitives à partir des combustibles

Dans le cadre du rapport réalisé en 2017 des évolutions méthodologiques ont été mise en œuvre:

- Abandon des émissions liées à la part d'oxydation du facteur d'émissions linéaire.
- Intégration des émissions non routinière des postes sources.
- Modification de certains facteurs d'émissions

Secteur des procédés industriels et utilisations d'autres produits

2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone

- Dans le cadre du programme AQ CQ il a été mis en évidence que dans le cadre de l'amélioration de la méthode opérée en 2016, des gaz (R-12, R-1234yf) ne faisant pas partie des gaz à effet de serre ont

été comptabilisés au sein de l'inventaire et ont été reportés en tant qu' « unspecified mix of HFC ». Cette erreur est rectifiée dans le cadre de l'inventaire 2017.

UTCATF Catégorie 4E- Etablissements

Amélioration de la méthodologie dans le cadre de l'assurance qualité

- Utilisation respective des formules 11.2 (émissions directes) et 11.9 (dépôt atmosphérique) pour les estimations des émissions directes et indirectes liées à l'utilisation des engrais en lieu et place de l'utilisation de la méthode de niveau 1 données par l'équation 11.1.

10.2. Recalculs - comparaison pour les années de références et 2014.

	Soumission 2016	Soumission 2017		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Inventaire 2015	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
Total (net emissions)⁽²⁾	79,81	79,78	-0,03	-0,04
1. Energy	71,27	71,46	0,19	0,27
A. Fuel combustion (sectoral approach)	70,96	70,88	-0,08	-0,12
1. Energy industries	20,83	20,83	0,00	0,00
3. Transport	26,71	26,67	-0,04	-0,14
4. Other sectors	23,42	23,38	-0,05	-0,20
B. Fugitive emissions from fuels	0,30	0,58	0,28	47,61
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	0,30	0,58	0,28	47,61
2. Industrial Processes	5,97	5,80	-0,17	-2,92
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,12	0,12	0,00	0,00
F. Product uses as ODS substitutes	4,57	4,40	-0,17	-3,85
G. Other product manufacture and use	1,28	1,28	0,00	0,00
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA		
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	0,02	-0,03	-0,05	189,57
E. Settlements	0,02	-0,03	-0,05	185,63
5. Waste	2,55	2,55	0,00	0,00
D. Waste water treatment and discharge	2,55	2,55	0,00	0,00
Memo items:	23,58	23,58	0,00	0,00
International bunkers	23,58	23,58	0,00	0,00
Aviation	3,02	3,02	0,00	0,00
Navigation	20,56	20,56	0,00	0,00
CO₂ emissions from biomass	42,55	42,55	0,00	0,00
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	79,79	79,81	0,02	0,03
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	79,81	79,78	-0,03	-0,04

	Submission 2016	Submission 2017		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Inventaire 1990	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
Total (net emissions)⁽²⁾	101,21	99,31	-1,90	-1,91
1. Energy	98,30	98,50	0,19	0,20
A. Fuel combustion (sectoral approach)	96,72	96,72	0,01	0,01
1. Energy industries	18,01	18,01	0,00	0,00
3. Transport	33,51	33,51	0,00	0,00
4. Other sectors	45,19	45,19	0,01	0,01
B. Fugitive emissions from fuels	1,59	1,78	0,19	10,66
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	1,59	1,78	0,19	10,66
2. Industrial Processes	2,34	0,27	-2,07	-773,19
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,01	0,01	0,00	0,00
F. Product uses as ODS substitutes	2,08	0,02	-2,07	-13099,94
G. Other product manufacture and use	0,25	0,25	0,00	0,00
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA		
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	0,02	0,00	-0,02	-1391,78
E. Settlements	0,02	0,00	-0,02	-4360,58
5. Waste	0,55	0,55	0,00	0,00
D. Waste water treatment and discharge	0,55	0,55	0,00	0,00
Memo items:	6,61	6,61	0,00	0,00
International bunkers	6,61	6,61	0,00	0,00
Aviation	2,31	2,31	0,00	0,00
Navigation	4,29	4,29	0,00	0,00
CO₂ emissions from biomass	32,13	32,13	0,00	0,00
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	101,18	99,31	-1,87	-1,89
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	101,21	99,31	-1,90	-1,91

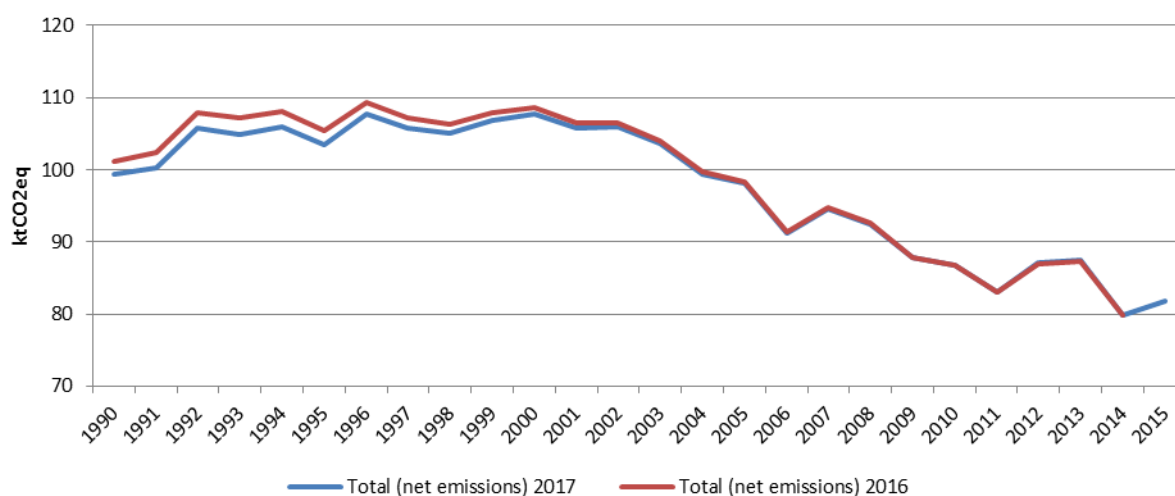
10.3. Implications sur les niveaux d'émissions

Les modifications apportées ont eu des conséquences en particulier sur le niveau d'émission de l'année de référence.

La soumission réalisée en 2016 avait pour niveau de référence des émissions à 101.21 ktCO₂eq. La modification apportée sur les estimations en 2017 montre une diminution des émissions de 1,90 ktCO₂eq. Cette diminution est principalement due à la rectification de la comptabilisation en 2016 de gaz non couvert par la Convention (Gaz R-12) et utilisé par la climatisation mobile (catégorie 2F).

Pour la dernière année de comparaison, l'ensemble des améliorations apportées conduisent à une diminution de 0.03 ktCO₂Eq de l'estimation des émissions nationales.

Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2016 et l'inventaire 2017

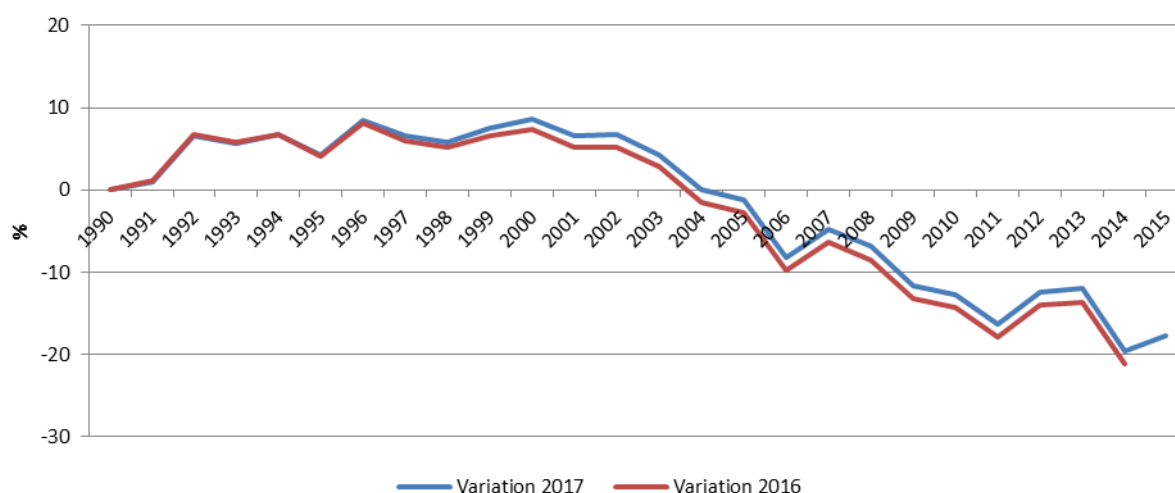


10.4. Implications sur les tendances

Compte tenu de la diminution des niveaux d'émissions observées lors de l'année de référence. Les améliorations ont eu des effets notables sur les tendances.

La diminution des émissions de GES observée en 2014 lors de l'inventaire 2016 était de -21.14%, elle est de 19,66% lors de l'inventaire 2017.

Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2016 et l'inventaire 2017



10.5. Améliorations planifiées

Sont d'ores et déjà planifiées les améliorations suivantes sur les secteurs clés ;

- Consolidation du facteur d'émission des déchets par la réalisation d'une campagne de caractérisation des déchets de Monaco.
- Modélisation des émissions du secteur routier approche de référence et approche Sectorielle.
- Amélioration des calculs relatifs aux émissions de la navigation et actualisation de l'étude permettant de déterminer la répartition entre la part nationale et internationale.

Tableau des émissions de l'année 1990 - soumission 2017

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990

Submission 2017 v2

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	95,29	2,13	1,66	0,02	NO,IE	0,22	NO	NO	99,31
1. Energy	95,29	2,05	1,16						98,50
A. Fuel combustion (sectoral approach)	95,29	0,28	1,16						96,72
1. Energy industries	17,28	0,00	0,73						18,01
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	32,96	0,26	0,29						33,51
4. Other sectors	45,05	0,01	0,13						45,19
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,01	1,77	NO						1,78
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,01	1,77	NO						1,78
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,01	NO,NE	0,02	0,02	NO,IE	0,22	NO	NO	0,27
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C. Metal industry	NO	NO	NO						NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,01	NO,NE	NO,NE						0,01
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				0,02	NO,IE	NO	NO	NO	0,02
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,02	NO	NO	0,22	NO	NO	0,25
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management		NO	NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,01	NO,NA	0,01						0,00
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland	NO	NO	NO						NO
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO
E. Settlements	-0,01	NO	0,01						0,00
F. Other land	NO,NA	NO	NO						NO,NA
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NA	NA	NA						NA
5. Waste	NO,IE	0,08	0,46						0,55
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		0,08	0,46						0,55
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	6,54	0,01	0,05						6,61
Aviation	2,29	0,00	0,02						2,31
Navigation	4,25	0,01	0,03						4,29
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	32,13								32,13
CO ₂ captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N ₂ O			NE,NO						
Indirect CO ₂ ⁽³⁾	NE,NO								
Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									99,31
Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									99,31
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

Tableau des émissions de l'année 1990 - soumission 2016

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2016 v5
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	95,38	1,85	1,68	2,08	NO,IE	0,22	NO	NO	101,21
1. Energy	95,38	1,77	1,16						98,30
A. Fuel combustion (sectoral approach)	95,28	0,28	1,16						96,72
1. Energy industries	17,28	0,00	0,73						18,01
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	32,96	0,26	0,29						33,51
4. Other sectors	45,04	0,01	0,13						45,19
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,10	1,49	NO						1,59
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,10	1,49	NO						1,59
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,01	NO,NE	0,02	2,08	NO,IE	0,22			2,34
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO		NO			NO
C. Metal industry	NO	NO							NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,01	NO,NE	NO,NE						0,01
E. Electronic industry									
F. Product uses as ODS substitutes				2,08	NO,IE				2,08
G. Other product manufacture and use			0,02			0,22			0,25
H. Other									
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management		NO	NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,01	NO	0,03						0,02
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland	NO	NO	NO						NO
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO
E. Settlements	-0,01	NO	0,03						0,02
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other									
5. Waste	NO,IE	0,08	0,46						0,55
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		0,08	0,46						0,55
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary I.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	6,54	0,01	0,05						6,61
Aviation	2,29	0,00	0,02						2,31
Navigation	4,25	0,01	0,03						4,29
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	32,13								32,13
CO ₂ captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N ₂ O			NE,NO						
Indirect CO₂⁽³⁾	NE,NO								
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									101,18
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									101,21
Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, with land use, land-use change and forestry									NA

Tableau des émissions de l'année 2014 - soumission 2017

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 2014
Submission 2017 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	68,48	2,68	4,11	4,40	NO,IE	0,11	NO	NO	79,78
1. Energy	68,40	0,71	2,34						71,46
A. Fuel combustion (sectoral approach)	68,40	0,13	2,34						70,88
1. Energy industries	19,50	0,00	1,33						20,83
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	25,63	0,12	0,92						26,67
4. Other sectors	23,28	0,01	0,09						23,38
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,58	NO						0,58
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,58	NO						0,58
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,12	NE,NO	1,17	4,40	NO,IE	0,11	NO	NO	5,80
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C. Metal industry	NO	NO	NO						NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,12	NE,NO	NE,NO						0,12
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				4,40	NO,IE	NO	NO	NO	4,40
G. Other product manufacture and use	NO	NO	1,17	NO	NO	0,11	NO	NO	1,28
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management		NO	NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils		NA,NO	NO						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,04	NO,NA	0,01						-0,03
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland	NO	NO	NO						NO
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO
E. Settlements	-0,04	NO	0,01						-0,03
F. Other land	NO,NA	NO	NO						NO,NA
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NA	NA	NA						NA
5. Waste	NO,IE	1,96	0,59						2,55
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		1,96	0,59						2,55
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary I.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	23,34	0,05	0,19						23,58
Aviation	3,00	0,00	0,02						3,02
Navigation	20,34	0,05	0,17						20,56
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	42,55								42,55
CO ₂ capture d	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N₂O			NO,NE						
Indirect CO₂⁽³⁾	NO,NE								
Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									79,81
Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									79,78
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

Tableau des émissions de l'année 2014 - soumission 2016

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2014

Submission 2016 v5

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	68,56	2,40	4,17	4,57	NO,IE	0,11	NO	NO	79,81
1. Energy	68,45	0,44	2,38						71,27
A. Fuel combustion (sectoral approach)	68,45	0,13	2,38						70,96
1. Energy industries	19,50	0,00	1,33						20,83
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	25,63	0,12	0,95						26,71
4. Other sectors	23,32	0,01	0,09						23,42
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,30	NO						0,30
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,30	NO						0,30
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,12	NE,NO	1,17	4,57	NO,IE	0,11			5,97
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO		NO			NO
C. Metal industry	NO	NO	NO						NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,12	NE,NO	NE,NO						0,12
E. Electronic Industry									
F. Product uses as ODS substitutes				4,57	NO,IE				4,57
G. Other product manufacture and use			1,17			0,11			1,28
H. Other									
3. Agriculture	NO	NO	NO,NA						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management			NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils			NO,NA						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,02	NO	0,04						0,02
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland			NO						NO
D. Wetlands			NO						NO
E. Settlements	-0,02	NO	0,04						0,02
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other									
5. Waste	NO,IE	1,96	0,59						2,55
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		1,96	0,59						2,55
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary I.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	23,34	0,05	0,19						23,58
Aviation	3,00	0,00	0,02						3,02
Navigation	20,34	0,05	0,17						20,56
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	42,55								42,55
CO ₂ capture d	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N₂O			NO,NE						
Indirect CO₂⁽³⁾	NO,NE								
Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									79,79
Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									79,81
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

PARTIE 2 : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

REQUISES AU TITRE DE L'ARTICLE 7 PARAGRAPHE 1 DU PROTOCOLE DE KYOTO

11. UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D’AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE – PROTOCOLE DE KYOTO (Module KP-LULUCF du CRF)

11.1. Informations générales

Le Rapport de la septième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques tenue à Marrakech du 29 octobre au 10 novembre 2001 a arrêté la définition suivante pour le terme « forêt » :

On entend par «forêt» une terre d’une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 % de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5 mètres. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et le sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d’arbres dont le houppier ne couvre pas encore 10-30 % de la superficie ou qui n’atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisés par suite d’une intervention humaine telle que l’abattage ou de phénomènes naturels, mais qui devraient redevenir des forêts.

Or, comme cela est indiqué au chapitre 6, les espaces verts de la Principauté de Monaco sont essentiellement constitués par des parcs et jardins publics et des jardins privés. Aucun d’entre eux ne répond pas à la définition de forêt, car le type d’utilisation des terres est « établissement ».

11.2. Informations spécifiques aux activités

Les données liées à ce secteur sont incluses dans un module spécialement dédié, apparu dans la version 3.3 du CRF Reporter, conformément à la décision 6/CMP.3.

11.3. Article 3.3

Aucune terre du territoire monégasque ne rentre dans le cadre de l’Article 3.3 du Protocole de Kyoto. C’est pourquoi la notation « NO » a été utilisée dans les tables du CRF qui correspondent à l’Article 3.3.

11.4. Article 3.4

Il n’y a pas eu, en Principauté de Monaco et depuis 1990, d’activité susceptible d’être mentionnée au titre de l’Article 3.4 du Protocole Kyoto.

C’est pourquoi la notation « NO » a été utilisée dans les tables du CRF qui correspondent à l’Article 3.4.

11.5. Information relative à l’article 6

La Principauté de Monaco n’a pas de projet de « mise en œuvre conjointe » (MOC) concernant l’UTCATF.

12. Informations sur les unités de réduction des émissions, les unités de réduction certifiée des émissions, les unités de réduction certifiée des émissions temporaires, les unités de réduction certifiée des émissions de longue durée, les unités de quantité attribuée et les unités d'absorption

12.1. Description du registre national

L'entité administrative chargée d'administrer le registre monégasque des émissions de gaz à effet de serre est, depuis septembre 2013 :

Direction de l'Environnement
3, avenue de Fontvieille
98000 MONACO
Tél. : +377 98 98 83 41
Fax. : +377 92 05 28 91
Email : environnement@gouv.mc

Le point de contact désigné pour traiter de ces questions est :

Monsieur Chhayavuth Kheng
Chef de Section
Direction de l'Environnement
Tél. : +377 98 98 44 18
Fax : +377 92 05 28 91
Email : ckheng@gouv.mc
environnement@gouv.mc

Le point de contact alternatif est :

Monsieur Jonathan RIT
Administrateur
Direction de l'Environnement
Tél. : +377.98.98.44.18
Fax : +377.92.05.28.91
Email : jrit@gouv.mc
environnement@gouv.mc

L'entité précédente responsable était la Direction de la Coopération Internationale, et ce, depuis 2006.

La Principauté de Monaco, la Suisse et le Liechtenstein coopèrent étroitement pour établir et exploiter leurs registres nationaux respectifs. Les trois Etats utilisent, sous licence, le logiciel SERINGASTM développé par la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC). De plus, les registres nationaux du Liechtenstein et de Monaco sont hébergés sur les serveurs de l'Administration fédérale suisse. Le Liechtenstein et la Principauté de Monaco sont raccordés à leurs registres nationaux respectifs via une connexion Internet sécurisée. Bien que ces trois pays coopèrent, ils ne partagent par leur système.

La Principauté de Monaco coopère également avec les autres pays preneurs de licence du logiciel SERINGASTM, aujourd'hui au nombre de 8 y compris la Principauté de Monaco : la France, le Liechtenstein, la Pologne, la République Tchèque, la Slovaquie, la Suisse et la Russie. En effet, les évolutions et mises à jour du logiciel sont prises collégialement par l'ensemble des preneurs de licence.

Les tests de connectivité et d'interopérabilité ont été effectués avec succès dans l'année 2007 comme l'indique l'Indépendant Assessment Report du 9 avril 2008. Le registre national monégasque est aujourd'hui raccordé au journal des transactions internationales des Nations Unies (ITL).

Une version 5 du logiciel SERINGASTM a été installée en 2010.

En 2012, le Liechtenstein et les pays de l'Union Européenne ont dû intégrer leur registre à celui de l'Union Européenne.

De cette coopération, seules restent la Suisse et la Principauté de Monaco.

En 2014, la Principauté de Monaco décide d'abandonner le logiciel SERINGAS et opte pour la même solution retenue par la Suisse, le logiciel CR-Software de la Commission de l'Union Européenne. Les développements ont été effectués en 2015.

12.2. Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF

Aucun transfert entrant ou sortant d'unités Kyoto n'a été enregistré sur le registre national de la Principauté de Monaco au titre de l'année 2014 et la Principauté n'a communiqué aucune information sur les unités Kyoto consignées dans son registre national pour l'année civile précédente selon le cadre électronique standard (CES) en vertu de la décision 15/CMP.1 et de ses annexes.

12.3. Notifications et erreurs

Pour les raisons évoquées au chapitre 13.2, aucune information n'est à rapporter concernant cette partie.

12.4. Informations accessibles au public

Les utilisateurs pourront se connecter à l'interface utilisateur/registre depuis l'adresse Internet : <https://www.registre-monaco.mc>

Les informations rendues publiques via l'interface du registre national seront celles définies dans l'annexe à la décision 13/CMP.1. Les différents rapports seront téléchargeables depuis le menu « rapports » de l'interface.

12.5. Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement

La quantité attribuée à Monaco a été calculée conformément à l'Article 3, paragraphes 7 et 8, du Protocole de Kyoto sur la base du Rapport National d'Inventaire soumis en 2017, sur les émissions de l'année 2015.

L'Article 3, paragraphe 7, du Protocole de Kyoto stipule qu'au cours de la seconde période d'engagement allant de 2013 à 2020, la quantité attribuée à chacune des Parties visées à l'Annexe I est égale au pourcentage, inscrit pour elle à l'Annexe B, de ses émissions anthropiques agrégées, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, des gaz à effet de serre indiqués à l'Annexe A en 1990, ou au cours de l'année ou de la période de référence, multipliée par huit.

Les Parties visées à l'Annexe I pour lesquelles le changement d'affectation des terres et foresterie constituaient en 1990 une source nette d'émissions de gaz à effet de serre prennent en compte dans leurs émissions correspondant à l'année ou à la période de référence, aux fins du calcul de la quantité qui leur est attribuée, les émissions anthropiques agrégées par les sources, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, déduction faite des quantités absorbées par les puits en 1990, telles qu'elles résultent du changement d'affectation des terres.

A Monaco, le changement d'affectation des terres et foresterie constituait une source faible, mais nette d'émissions en 1990 (0,002 kt eq CO₂), et de fait, les quantités de GES ont été comptabilisées dans les émissions de l'année de base aux fins du calcul de la quantité attribuée.

Calcul de la quantité attribuée à Monaco

Emissions de l'année de base* (t eq CO ₂)	8 x Emissions de l'année de base (t eq CO ₂)	Pourcentage figurant à l'Annexe B	Quantité attribuée calculée (t eq CO ₂)
99 312	794 496	78%	619 707

La quantité attribuée à Monaco est égale à 619 707 t eq CO₂

Conformément à l'Article 3, paragraphe 7ter, de l'Amendement de Doha au Protocole de Kyoto, toute différence positive entre la quantité attribuée pour la seconde période d'engagement pour une Partie inscrite à

l'Annexe I et la moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008,2009,2010) multipliée par 8, doit être transférée au compte d'annulation de cette Partie.

Calcul des unités à transférer au compte d'annulation

Moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008, 2009, 2010) (t eq CO ₂)	Moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008, 2009, 2010) multipliée par 8 (t eq CO ₂)	Quantité attribuée Table 6 (t eq CO ₂)	Différence entre la quantité attribuée pour la seconde période d'engagement et la moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008, 2009, 2010) multipliée par 8 (t eq CO ₂)
88 971	711 764	619 707	-92 057

La différence entre la quantité attribuée pour la seconde période d'engagement et la moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008, 2009, 2010), multipliée par 8, est négative. Ainsi, il n'y a pas de transfert d'unité de quantité attribuée (UQA) au compte d'annulation pour Monaco.

12.6. Calcul de la réserve pour la période d'engagement

La réserve de Monaco pour la période d'engagement a été calculée conformément au paragraphe 6 de l'annexe à la Décision 11/CMP.1.

Ce paragraphe précise que chaque Partie visée à l'Annexe I détient dans son registre national une réserve pour la période d'engagement dont le montant ne devrait jamais être inférieur à 90% de la quantité qui lui est attribuée, calculée suivant les paragraphes 7 et 8 de l'Article 3 du Protocole de Kyoto, ou au quintuple de son dernier inventaire examiné, la plus faible de ces deux valeurs étant retenue.

Les deux méthodes pour calculer la réserve pour la période d'engagement sont présentées ci-dessous.

Calcul de la réserve pour la période d'engagement

Méthode 1	Méthode 2
90% de la quantité attribuée t eq CO ₂	Emissions totales en 2015 x 8 t eq CO ₂
619 707 x 0,9 = 557 736	81 778 x 8 = 654 214

La méthode 1 donne la valeur la plus faible.

La réserve de Monaco pour la période d'engagement est égale à 557 736 t eq CO₂

12.7. Comptabilisation du secteur UTCATF

Pour les raisons évoquées au chapitre 12.2, aucune information n'est à rapporter concernant cette partie.

13. Modifications apportées au système national

13.1. Nom et coordonnées du responsable du système national d'inventaire désigné par la Partie

Les contacts pour l'établissement de l'inventaire national des gaz à effet de serre demandée au titre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changement Climatiques sont les suivantes :

Direction de l'Environnement:

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

Web : <http://www.gouv.mc/Gouvernement-et-Institutions/Le-Gouvernement/Departement-de-l-Equipement-de-l-Environnement-et-de-l-Urbanisme/Direction-de-l-Environnement>

Point de contact pour l'inventaire national:

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : jcarles@gouv.mc

Diffusion des inventaires auprès de la Convention Cadre des Nation Unies pour les Changements Climatiques :

M. Chloé Petruccelli

Direction des Affaires Internationales

Ministère d'Etat –Place de la Visitation

Tél. : (+377) 98 98 44 16

Fax : (+377) 92 05 19 57

e-mail : cpetruccelli@gouv.mc

L'entité administrative chargée d'administrer le registre monégasque des émissions de gaz à effet de serre est, depuis septembre 2013 :

Direction de l'Environnement:

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

Web : <http://www.gouv.mc/Gouvernement-et-Institutions/Le-Gouvernement/Departement-de-l-Equipement-de-l-Environnement-et-de-l-Urbanisme/Direction-de-l-Environnement>

Le gestionnaire de registre pour la Principauté de Monaco

Monsieur Chhayavuth Kheng

Chef de Section

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO
Tél. : +377 98 98 44 18
Fax : +377 92 05 28 91
Email : ckheng@gouv.mc

Le point de contact alternatif est :

Monsieur Jonathan RIT
Administrateur
Direction de l'Environnement
3, avenue de Fontvieille
MC 98000 MONACO
Tél. : +377.98.98.44.18
Fax : +377.92.05.28.91
Email : jrit@gouv.mc

13.2. Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire

Il n'y a pas eu de modification du système national d'inventaires pour la réalisation de l'inventaire 2016.

Si la capacité d'équipe reste inchangée, des modifications sont cependant intervenues :

- Au sein de l'équipe d'experts en charge de la réalisation des calculs par des mouvements de personnel internes
- Dans le renforcement des capacités financières dédiées à la production de l'inventaire et du rapport

14. Modifications apportées au registre national

Aucune modification n'a été apportée au registre national.

15. Information sur la minimisation des effets adverses sur les pays en développement des politiques et mesures mises en œuvre par la Principauté de Monaco (article 3 paragraphe 14 du Protocole de Kyoto)

15.1. Description des effets potentiels des politiques et mesures nationales

Les politiques et mesures mises en place en Principauté de Monaco, visent à :

- Améliorer l'efficacité énergétique;
- Réduire les consommations de fioul domestique en développant les énergies renouvelables et en opérant parfois une substitution du fioul par du gaz naturel dont le facteur d'émission est moindre;
- Réduire les consommations de carburant dans les transports;
- Réduire la production de déchets incinérés et développer la valorisation matière.

Ces mesures peuvent avoir des effets positifs sur l'économie de certains pays en développement, en particulier le recyclage dont certaines filières existent sur la rive sud de la méditerranée (cartouches, électroniques...).

Une tendance à la baisse existe pour les énergies fossiles de type pétrolières qui se reportent partiellement sur le gaz naturel. Les quantités sont cependant insignifiantes à l'échelle des pays producteurs, mais peuvent soulever à terme la question générale de la diversification de certaines économies pétrolières.

Les politiques et mesures de la Principauté de Monaco ont conduit aux :

- Variation de la consommation de produits pétroliers (carburants, fioul domestique et fioul lourd) :
- Variation de la consommation de gaz :

Au vu de la nature de nos politiques et mesures ainsi que des valeurs absolues des variations issues de ces politiques, il ne nous a pas été possible de déterminer s'il existait des effets adverses directs avérés sur les pays en développement.

Toutefois, les effets potentiels des politiques et mesures mises en œuvres sur le territoire de la Principauté de Monaco doivent être considérés comme extrêmement faibles, voire inexistantes, eu égard à la taille du pays.

Nonobstant, la Principauté participe à des programmes de coopération avec les pays en développement qui, bien qu'il ne soient pas directement liés à la minimisation d'effet adverse de ses politiques et mesures, peuvent avoir un effet positif local de réduction des besoins en énergie fossile et par conséquent de diminution de l'impact des variations du prix du pétrole sur les populations.

15.2. Ressources financières et transfert de technologie

Monaco soutient le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) prévu par l'Article 12 du Protocole de Kyoto.

Dans ce cadre, en 2008 un Accord-cadre de coopération dans le domaine du Mécanisme pour un développement propre a été signé entre la Principauté de Monaco et la République Tunisienne.

En application de cet accord, deux axes de partenariat ont notamment été identifiés :

- L'accompagnement financier d'un projet de réduction d'émissions vers la certification MDP ;
- Le renforcement des capacités de l'autorité tunisienne en charge de la promotion du MDP dans le secteur de l'énergie et de l'industrie.

Le premier volet visant l'accompagnement de l'enregistrement d'un projet de réduction d'émissions permettra pour le pays de tirer un revenu issu de la vente des unités de réductions certifiées d'émissions (URCE) qui seront attribuées pour les réductions d'émissions constatées.

Le deuxième volet devrait notamment permettre la création d'emplois pour l'autorité tunisienne en charge de la promotion du MDP dans le secteur de l'énergie et de l'industrie sur le territoire national.

Cet Accord devrait également permettre d'accroître le nombre et la qualité des projets soumis au titre du MDP et, en ce sens, favoriser les investissements étrangers et aider le pays à réaliser les objectifs de développement qu'il s'est fixés dans ses programmes stratégiques de développement.

En 2012 et afin de tenir compte des avancées de la négociation intergouvernementale sur le climat à Cancún et à Durban, une troisième activité complémentaire a été initiée dans le cadre de cet Accord avec pour objectif d'accompagner les efforts de la République Tunisienne dans la formulation de Mesures d'Atténuation Appropriées au niveau National - NAMA (définition d'une stratégie nationale et d'un premier portefeuille de projets NAMA).

En ce qui concerne la promotion des énergies renouvelables dans les pays en développement, il est également à noter qu'au titre de l'Aide Publique au Développement (APD), et dans le cadre de projets de construction d'infrastructures (école ou dispensaire de santé) dans des régions isolées, l'accès à l'eau potable et à l'électricité est assuré par l'installation de systèmes photovoltaïques quand le raccordement au réseau électrique national n'est pas possible.

15.3. Changements relatifs à la minimisation des effets adverses sur les pays en développement des politiques et mesures mises en œuvre par la Principauté de Monaco (article 3 paragraphe 14 du Protocole de Kyoto)

L'estimation des effets des politiques et mesures de la Principauté de Monaco sur les pays en développement a été mis à jour. Les programmes de coopération se sont poursuivis en 2013.

16. Autres Informations

Pas d'autre information.

17. ANNEXE 1 ANALYSE DES CATEGORIES PRINCIPALES

L'analyse des catégories principales, appliquée à son inventaire soumis en 2015, a été effectuée suivant la méthode de niveau 1 décrite dans le volume 1 Chapitre 4 des lignes directrices 2006 du GIEC.

Les résultats de cette analyse sont indiqués dans les tableaux A et B figurant ci-après.

A. Evaluation des catégories principales pour l'année 1990

Category	Classification	Measure	Gas	Unit	Source	Target	Level w/ Lulucf	Trend w/ Lulucf	Level w/o Lulucf	Trend w/o Lulucf
Other Sectors	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.363	0.000	0.363	0.000
Road Transportation	Fossil fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.324	0.000	0.325	0.000
Energy Industries	Other Fossil Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.163	0.000	0.163	0.000
Other Sectors	Gaseous Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.091	0.000	0.091	0.000
Natural Gas	Operation	Emissions	CH4	kt	no source	no target	0.018	0.000	0.018	0.000
Energy Industries	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.011	0.000	0.011	0.000
Energy Industries	Biomass	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.006	0.000	0.006	0.000
Domestic Navigation	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.005	0.000	0.005	0.000
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.005	0.000	0.005	0.000
Road Transportation	Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.003	0.000	0.003	0.000
Road Transportation	Fuels	Emissions	CH4	kt	no source	no target	0.003	0.000	0.003	0.000
Energy Industries	Other Fossil Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.002	0.000	0.002	0.000
Other Product Manufacture and Use	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.002	0.000	0.002	0.000
Domestic Aviation	Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.002	0.000	0.002	0.000
Other Sectors	Liquid Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.001	0.000	0.001	0.000
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	Emissions	CH4	kt	no source	no target	0.001	0.000	0.001	0.000
Grassland	Carbon stock change	Emissions	CO2	kt	Land	GrassLand	0.000	0.000	0.000	0.000
Manufacturing Industries and Construction	Other Fossil Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.000	0.000	0.000	0.000
Foam Blowing Agents	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.001	0.000	0.001	0.000
Other Product Manufacture and Use	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.001	0.001	0.001	0.001
Non-energy	no	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.001	0.001	0.001	0.001

B. Evaluation des catégories principales pour l'année 2015

Category	Classification	Measure	Gas	Unit	Source	Target	Level w/ Lulucf	Trend w/ Lulucf	Level w/o Lulucf	Trend w/o Lulucf
Road Transportation	Fossil fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.263	0.050	0.264	0.050
Energy Industries	Other Fossil Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.243	0.066	0.243	0.066
Other Sectors	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.150	0.175	0.150	0.175
Other Sectors	Gaseous Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.149	0.048	0.149	0.048
Refrigeration and Air conditioning	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.070	0.058	0.070	0.058
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	Emissions	CH4	kt	no source	no target	0.029	0.024	0.029	0.024
Domestic Navigation	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.026	0.017	0.026	0.017
Energy Industries	Biomass	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.014	0.007	0.014	0.007
Other Product Manufacture and Use	no classification	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.011	0.008	0.011	0.008
Road Transportation	Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.010	0.006	0.010	0.006
Natural Gas	Operation	Emissions	CH4	kt	no source	no target	0.007	0.009	0.007	0.009
Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.007	0.002	0.007	0.002
Aerosols	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.003	0.002	0.003	0.002
Energy Industries	Gaseous Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.003	0.002	0.003	0.002
Domestic Aviation	Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.003	0.001	0.003	0.001
Energy Industries	Other Fossil Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.002	0.001	0.002	0.001
Energy Industries	Liquid Fuels	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.002	0.008	0.002	0.008
Other Sectors	Gaseous Fuels	Emissions	N2O	kt	no source	no target	0.001	0.000	0.001	0.000
Foam Blowing Agents	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.001	0.000	0.001	0.000
Other Product Manufacture and Use	no classification	Emissions	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	no source	no target	0.001	0.001	0.001	0.001
Non-energy	no	Emissions	CO2	kt	no source	no target	0.001	0.001	0.001	0.001

18. ANNEXE 2 TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES

Les tableaux suivants présentent une analyse des niveaux d'incertitudes de niveau 1 pour l'inventaire 2017.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Catégorie de source du GIEC	Gaz	Émissions/ absorptions pour l'année de référence 1990	Émissions/ absorptions pour l'année (t) 2015	Incertitudes des données sur les activités	Incertitude des facteurs d'émission	Incertitude combinée	Contribution à la variance par catégorie de source / puits pour l'année (t)	Sensibilité de type A	Sensibilité de type B	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales introduites par l'incertitude des facteurs d'émissions / paramètres d'estimation	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales introduites par l'incertitude des données sur les activités	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales globales
		Kt équivalent CO2	Kt équivalent CO2	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
1 - ENERGIE												
1.A.1 - Production publique d'électricité et de chaleur												
1.A.1.a - Other fossil fuels	CO2	16,18	19,86	5,00	26,7	27,2	43,5	0,1	0,2	1,8	1,4	5,1
1.A.1.a - Other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	5,00	100,0	100,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Other fossil fuels	N2O	0,17	0,19	5,00	100,0	100,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.1.a - Biomass	CH4	0,00	0,00	5,00	100,0	100,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	1,15	5,00	100,0	100,1	2,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,5
1.A.1.a – Combustion stationnaire (fioul lourd)	CO2	1,10	0,15	0,20	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.1.a – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CO2	0,00	0,22	5,00	7,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Combustion stationnaire (fioul lourd)	CH4	0,00	0,00	0,20	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CH4	0,00	0,00	5,00	100,0	100,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Combustion stationnaire (fioul lourd)	N2O	0,00	0,00	0,20	1000,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	N2O	0,00	0,00	5,00	1000,0	1000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3 - Transport												
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,22	0,28	5,00	5,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	5,00	57,0	57,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	5,00	70,0	70,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,23	21,54	20,00	5,0	20,6	29,5	0,1	0,2	0,3	6,1	37,7
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,26	0,10	20,00	40,0	44,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier bio	CH4	0,00	0,01	20,00	40,0	44,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,29	0,78	20,00	50,0	53,9	0,3	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1
1.A.3.b - Transport routier bio	N2O	0,00	0,06	20,00	50,0	53,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,51	2,13	5,00	5,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,01	5,00	40,0	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique bio	CH4	0,00	0,00	5,00	40,0	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,02	5,00	50,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique bio	N2O	0,00	0,00	5,00	50,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire												
1.A.4.b – Combustion stationnaire (fioul domestique)	CO2	36,02	12,25	0,20	7,0	7,0	1,1	0,2	0,1	1,2	0,0	1,5
1.A.4.b – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CO2	9,03	12,18	5,00	7,0	8,6	1,6	0,0	0,1	0,3	0,9	0,9
1.A.4.b – Combustion stationnaire (fioul domestique)	CH4	0,01	0,00	0,20	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CH4	0,00	0,01	5,00	100,0	100,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (fioul domestique)	N2O	0,09	0,03	0,20	1000,0	1000,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2
1.A.4.b – Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	N2O	0,05	0,06	5,00	1000,0	1000,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Catégorie de source du GIEC	Gaz	Émissions/ absorptions pour l'année de référence 1990	Émissions/ absorptions pour l'année (t) 2015	Incertitudes des données sur les activités	Incertitude des facteurs d'émission	Incertitude combinée	Contribution à la variance par catégorie de source / puits pour l'année (t)	Sensibilité de type A	Sensibilité de type B	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales introduites par l'incertitude des facteurs d'émissions / paramètres d'estimation	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales introduites par l'incertitude des données sur les activités	Incertitude de la tendance dans les émissions nationales globales
		Kt équivalent CO2	Kt équivalent CO2	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
1.B - Emissions fugitives								0,0	0,0			
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	10,00	261,0	261,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,58	10,00	260,0	260,2	3,4	0,0	0,0	2,3	0,1	5,3
2 - INDUSTRIE												
2.D.3 - Epanchage d'asphaltes	CO2	0,00	0,00	25,00	5,0	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D - Solvants	CO2	0,01	0,11	10,00	10,0	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F - (Hors climatisation mobile)	F gaz	0,02	4,02	20,00	20,0	28,3	1,9	0,0	0,0	0,8	1,1	2,0
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,98	10,00	4,1	10,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1
2.G - Other Product Manufacture and Use	SF6	0,22	0,11	5,00	30,0	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G - Other Product Manufacture and Use	N2O	0,02	0,86	15,00	20,0	25,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1
3 - AGRICULTURE												
4 - UTCATF												
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,01	0,05	20,00	30,0	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	0,50	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 - DECHETS												
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	2,41	5,00	58,3	58,5	3,0	0,0	0,0	1,4	0,2	1,9
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,46	0,60	14,40	50,3	52,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
		ΣC	ΣD				ΣH					ΣM
TOTAL		99,31	81,78				87,42					55,439
		Pourcentage d'incertitude du total de l'inventaire				√ ΣH	9,35	Incertitude sur la tendance			√ ΣM	7,45

19. ANNEXE 3 METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

19.1. Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets

19.1.1. Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des déchets solides

19.1.1.1. Calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et de SO₂

$$Emissions\ NO_x\ (kt) = MSW \times \sum_i (WF_i) \times FE\ (NO_x) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ CO\ (kt) = MSW \times \sum_i (WF_i) \times FE\ (CO) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ NMVOC\ (kt) = MSW \times \sum_i (WF_i) \times FE\ (NMVOC) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ SO_2\ (kt) = MSW \times \sum_i (WF_i) \times FE\ (SO_2) \times 10^{-9}$$

Avec :

- MSW : tonnage total de déchets incinérés, hors boues d'égouts, en tonnes de poids humide est noté MSW ('MSW' = 'Déchets MC' + 'Déchets FR') ;
- i : type de déchet incinéré précisé comme suit, à savoir : déchets alimentaires, papier/carton, autres déchets inertes, textiles/textiles sanitaires, plastiques, verre, métaux, déchets médicaux, bois ainsi que déchets des jardins et des parcs ;
- WF_i : fraction massique du déchet incinéré de type i pendant une année (en tonnes de déchets humides), avec $\sum_i WF_i = 1$;
- FE (NO_x) = 1071 g/t : facteur d'émission du NO_x ;
- FE (CO) = 41 g/t : facteur d'émission du CO ;
- FE (NMVOC) = 5,9 g/t : facteur d'émission du NMVOC ;
- FE (SO₂) = 87 g/t : facteur d'émission du SO₂.

Les valeurs des FE données ci-dessus pour NO_x, CO, NMVOC et SO₂ sont issues des données de l'EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013, Tab.3-1 [5.C.1.a Municipal waste incineration GB2013].

19.1.1.2. Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle

Les valeurs de tonnages de chacune des catégories de déchets solides incinérés (en tonnes de poids humide) sont détaillées au sein du tableau suivant :

	Déchets alimentaires	Papier/ Carton	Autres Déchets inertes	Textiles	Plastiques	Verre	Métaux	Déchets Médicaux	Bois	Déchets des jardins et des parcs
1990	10650	12452	5188	2876	5315	5584	1860	48	1440	2294
1991	10790	12677	5278	2929	5408	5682	1892	49	1487	2370
1992	12064	13963	5823	3225	5973	6243	2088	52	1569	2496
1993	13720	15209	6356	3511	6572	6683	2283	49	1497	2361
1994	15190	16266	6799	4069	7149	7181	2437	52	1611	2539
1995	15417	15953	6671	4309	7132	7086	2386	52	1591	2507
1996	16643	16798	7015	4876	7623	7530	2503	57	1733	2735
1997	20111	18474	7834	5852	8690	8124	2781	52	1631	2539
1998	19039	17068	7239	5789	8155	7586	2562	51	1582	2469
1999	20161	16796	7239	6189	8286	7401	2545	45	1422	2198
2000	21134	17013	7363	6711	8562	7548	2577	47	1482	2291
2001	22920	17608	7693	7462	9085	7829	2677	49	1529	2358
2002	20248	15594	6728	6928	8100	7089	2341	49	1518	2363
2003	16141	12901	5395	5893	6660	6055	1889	48	1467	2312
2004	14318	11390	4693	5433	5929	5442	1646	45	1367	2163
2005	14226	11305	4583	5626	5934	5481	1609	48	1451	2302
2006	9911	8284	3194	4156	4287	4159	1138	136	1156	1848
2007	14219	10980	4335	5964	5903	5471	1526	222	1498	2383
2008	14526	10052	4429	6118	5833	4568	1493	225	1433	2278
2009	14334	8768	4324	6006	5551	3583	1400	225	1311	1832
2010	14202	8138	4366	6070	5419	2865	1364	202	1258	2024
2011	15298	8749	4760	6602	5937	3124	1487	221	1337	2336
2012	15911	8704	4758	6611	5892	3122	1487	232	1373	2187
2013	16237	8880	4802	6651	5925	3152	1501	261	1465	2362
2014	16045	9069	4877	6737	6025	3200	1524	264	1813	2722
2015	15406	9084	5035	6953	6210	3304	1573	283	1805	3319

19.1.2. Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des boues d'épuration

19.1.2.1. Calcul des émissions annuelles de CH₄ et de N₂O

Pour le CH₄, les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.4 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5], avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, §5.4.2. Pour le N₂O, les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.5 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5], avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab. 5.6.

$$Emissions\ CH_4\ (kt) = MSW \times FE\ (CH_4) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ N_2O\ (kt) = (MSW \times dm) \times FE\ (N_2O) \times 10^{-9}$$

Avec :

- MSW : tonnage total de boues d'égouts, en tonnes de poids humide ;
- dm : teneur en matière sèche des boues d'égouts fournie par la SMA chaque année (cette valeur fournie dans le tableau ci-dessous peut varier d'une année sur l'autre) ;

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
dm	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dm	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2723	0,2672	0,2643	0,2619	0,2751

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
dm	0,2622	0,2723	0,2723	0,2723	0,2854	0,2792	0,2812	0,2700

- Les valeurs des FE pour le CH₄ et le N₂O sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	FE	Références	Justification du choix
FE (CH ₄)	9,7 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, §5.4.2,	Cas du Japon
FE (N ₂ O)	990 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6	A Monaco, les boues incinérées contiennent plus de 70% d'eau, le choix d'utiliser un FE sur base sèche a paru plus approprié

19.1.2.2. Calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et de SO₂

$$Emissions\ NO_x\ (kt) = MSW \times FE\ (NO_x) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ CO\ (kt) = MSW \times FE\ (CO) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ NMVOC\ (kt) = MSW \times FE\ (NMVOC) \times 10^{-9}$$

$$Emissions\ SO_2\ (kt) = MSW \times FE\ (SO_2) \times 10^{-9}$$

Avec :

- MSW : tonnage total de boues d'égouts, en tonnes de poids humide ;
- FE (NO_x) = 0,87 kg/kt : facteur d'émission du NO_x ;
- FE (CO) = 0,07 kg/kt : facteur d'émission du CO ;
- FE (NMVOC) = 7,4 kg/kt : facteur d'émission du NMVOC ;
- FE (SO₂) = 0,047 kg/kt : facteur d'émission du SO₂.

Les valeurs des FE données ci-dessus pour NO_x, CO, NMVOC et SO₂ sont issues des données de l'EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013, Tab.3-1 [5.C.1.b Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge GB2013].

19.2. Annexe 3.B Transport (1A3)

19.2.1. Transport routier (1.A.3.b)

Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les véhicules routiers (1A3b)

19.2.1.1. Catégories de véhicules (classification IPCC)

a) Véhicules à essence

1 Automobiles Pre ECE	(VP avant 1971)
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	(VP de 1971 à 1979)
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	(VP de 1980 à 1992)
4 Automobiles 88/76/EEC	(VP peu appliqué à Monaco)
5 Automobiles 91/44/EEC	(VP après 1993)
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	(VU -3.5)
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	(VU +3.5)
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	(MLT1 - MLT2 - MLT3)
9 Motocyclettes => 125 cc	(MTTE)
10 Vélomoteurs < 50 cc	(MC)

b). Véhicules à moteur Diesel

11 Automobiles	(VP)
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	(VU -3.5)
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	(VU +3.5)

La répartition dans les différentes catégories est obtenue en fonction de la date de première mise en circulation des véhicules.

19.2.1.2. Types de carburant utilisés

- Essence (avec plomb et sans plomb)²
- Diesel.

² Les catégories de véhicules recensées par le Service de la Circulation font la distinction entre essence et Diesel, mais pas essence plombée et sans plomb.

19.2.1.3. Calcul de la distance parcourue par type de carburant

a) Formule générale

$$V = (D_1 \times C_1 \times N_1 + D_2 \times C_2 \times N_2 + \dots + D_i \times C_i \times N_i) / 100$$

Avec :

V	=	Volume d'essence annuel utilisé (litres)
$D_{(1,2, \dots, i)}$	=	Distance parcourue par type de véhicules en km
$C_{(1,2, \dots, i)}$	=	Consommation par catégorie de véhicules en l / 100 km
$N_{(1,2, \dots, i)}$	=	Nombre de véhicules dans chaque catégorie

La distance moyenne parcourue est exprimée par la relation suivante

$$D(1,2, \dots, i) = D \times K(1,2, \dots, i)$$

Avec:

D	=	Distance parcourue
$K_{(1,2, \dots, i)}$	=	Coefficient par catégorie de véhicules

b) Calcul de la distance parcourue

Pour les véhicules à essence

Soit

$$K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_5 = K_6 = K_7 = K_9 = 1 \\ K_8 = K_{10} = 0,5$$

Avec la consommation par type de véhicules l/100km :

1 Automobiles Pre ECE	$C_1 = 11,2$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$C_2 = 9,4$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$C_3 = 8,3$
4 Automobiles 88/76/EEC	$C_4 = 8,1$
5 Automobiles 91/44/EEC	$C_5 = 8,5$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$C_6 = 13,6$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$C_7 = 22,5$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$C_8 = 4$
9 Motocyclettes => 125 cc	$C_9 = 5,1$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$C_{10} = 2,4$

Soit :

$$V_e = D_e (1 \times 11,2 \times N_1 + 1 \times 9,4 \times N_2 + 1 \times 8,3 \times N_3 + 1 \times 8,1 \times N_4 + 1 \times 8,5 \times N_5 \\ + 1 \times 13,6 \times N_6 + 1 \times 22,5 \times N_7 + 0,5 \times 4 \times N_8 + 1 \times 5,1 \times N_9 \\ + 0,5 \times 2,4 \times N_{10}) / 100$$

Avec :

V_e	=	Volume d'essence avec plomb et sans plomb vendu à Monaco
D_e	=	Distance parcourue avec cette essence

Pour les véhicules à moteur Diesel

Pour les véhicules à moteur Diesel

$$K_{11} = K_{12} = K_{13} = 1$$

Avec la consommation par type de véhicules l/100km :

11 Automobiles	$C_{11} = 7,3$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$C_{12} = 10,9$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$C_{13} = 29,9$

Soit :

$$V_d = D_d (1 \times 7,3 \times N_{11} + 1 \times 10,9 \times N_{12} + 1 \times 29,9 \times N_{13}) / 100$$

Avec :

V_d = Volume de carburant pour moteur Diesel vendu à Monaco

D_d = Distance parcourue avec ce type de carburant

19.2.1.4. Formule générale de calcul des émissions annuelles des gaz à effet de serre

$$E = F_1 \times D_1 \times N_1 + F_2 \times D_2 \times N_2 + \dots + F_i \times D_i \times N_i$$

Avec :

E	= Emission annuelle du composé en g
$F_{(1,2, \dots, i)}$	= Facteur d'émission par catégorie de véhicule en g/km
$D_{(1,2, \dots, i)}$	= Distance parcourue par type de véhicules en km
$N_{(1,2, \dots, i)}$	= Nombre de véhicules dans chaque catégorie

Pour les véhicules à essence

Soit avec les coefficients K précédemment définis (3.2.1.) :

$$E_e = D_e (1 \times F_1 \times N_1 + 1 \times F_2 \times N_2 + 1 \times F_3 \times N_3 + 1 \times F_4 \times N_4 + 1 \times F_5 \times N_5 + 1 \times F_6 \times N_6 + 1 \times F_7 \times N_7 + 0,5 \times F_8 \times N_8 + 1 \times F_9 \times N_9 + 0,5 \times F_{10} \times N_{10})$$

Pour les véhicules à moteur Diesel

soit avec les coefficients K précédemment définis (3.2.2.) :

$$E_d = D_d (1 \times F_{11} \times N_{11} + 1 \times F_{12} \times N_{12} + 1 \times F_{13} \times N_{13})$$

19.2.1.5. Calcul des émissions annuelles des gaz à effet de serre par combustion

La part de biomasse des carburants est calculée sur la base des coefficients transmis par le Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) :

Part de biocarburant pour le mélange Diesel – EMHV

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Année	$\%V_{\text{bio}} = V_{\text{bio}} / V_{\text{Mélange}}$	$\%M_{\text{bio}} = M_{\text{bio}} / M_{\text{Mélange}}$	$\%PCI_{\text{bio}}$	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI _{bio} (GJ/t)	r _{bio} t/m ³
1990	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1991	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1992	0,00%	0,00%	0,00%	2,554	37,450	0,915
1993	0,03%	0,04%	0,03%	2,554	37,450	0,915
1994	0,26%	0,28%	0,25%	2,554	37,450	0,915
1995	0,58%	0,63%	0,56%	2,554	37,450	0,915
1996	0,79%	0,85%	0,76%	2,554	37,450	0,915
1997	0,88%	0,95%	0,85%	2,554	37,450	0,915
1998	0,76%	0,82%	0,74%	2,554	37,450	0,915
1999	0,80%	0,87%	0,78%	2,554	37,450	0,915
2000	0,99%	1,07%	0,95%	2,554	37,450	0,915
2001	0,95%	1,02%	0,91%	2,554	37,450	0,915
2002	0,92%	0,99%	0,88%	2,554	37,450	0,915
2003	0,93%	1,01%	0,90%	2,554	37,450	0,915
2004	0,92%	1,00%	0,89%	2,554	37,450	0,915
2005	1,59%	1,72%	1,54%	2,554	37,450	0,915
2006	1,80%	1,94%	1,73%	2,554	37,450	0,915
2007	3,60%	3,88%	3,48%	2,554	37,450	0,915
2008	5,88%	6,33%	5,68%	2,554	37,450	0,915
2009	6,42%	6,92%	6,22%	2,553	37,455	0,915
2010	6,10%	6,56%	5,90%	2,547	37,516	0,913
2011	5,85%	6,27%	5,65%	2,536	37,610	0,911
2012	6,07%	6,52%	5,87%	2,541	37,564	0,912
2013	6,06%	6,52%	5,86%	2,553	37,456	0,915
2014	6,66%	7,13%	6,44%	2,528	37,683	0,909
2015	6,68%	7,14%	6,47%	2,583%	37,80%	0,907

- [1] Pourcentage volumique de biocarburant dans le mélange
- [2] Pourcentage massique de biocarburant dans le mélange
- [3] Taux d'incorporation du biocarburant dans le produit pétrolier exprimé en énergie
- [4] Facteur d'émission du CO₂ dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant
- [5] PCI du biocarburant
- [6] Masse volumique du biocarburant

Part de biocarburant pour le mélange essence – éthanol

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Année	$\%V_{\text{bio}} = V_{\text{bio}} / V_{\text{Mélange}}$	$\%M_{\text{bio}} = M_{\text{bio}} / M_{\text{Mélange}}$	$\%PCI_{\text{bio}}$	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI bio (GJ/t)	Rbio t/m ³
1990	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794
1991	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794
1992	0,02%	0,02%	0,01%	1,913	26,800	0,794
1993	0,18%	0,19%	0,12%	1,913	26,800	0,794
1994	0,26%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794
1995	0,27%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794
1996	0,45%	0,47%	0,29%	1,913	26,800	0,794
1997	0,68%	0,71%	0,43%	1,913	26,800	0,794
1998	0,75%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
1999	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794
2000	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
2001	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
2002	0,77%	0,81%	0,49%	1,913	26,800	0,794
2003	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794
2004	0,76%	0,80%	0,49%	1,913	26,800	0,794
2005	1,40%	1,47%	0,90%	1,913	26,800	0,794
2006	2,13%	2,24%	1,38%	1,913	26,800	0,794
2007	4,11%	4,32%	2,67%	1,913	26,800	0,794
2008	7,21%	7,56%	4,74%	1,913	26,800	0,794
2009	6,98%	7,31%	4,59%	1,913	26,800	0,794
2010	7,09%	7,43%	4,66%	1,913	26,800	0,794
2011	7,50%	7,86%	4,94%	1,913	26,800	0,794
2012	7,58%	7,94%	4,99%	1,913	26,800	0,794
2013	7,64%	8,00%	5,03%	1,913	26,800	0,794
2014	8,01%	8,36%	5,32%	1,940	27,072	0,792
2015	8,22%	8,56%	5,50%	1,913	27,330	0,790

- [1] Pourcentage volumique de biocarburant dans le mélange
- [2] Pourcentage massique de biocarburant dans le mélange
- [3] Taux d'incorporation du biocarburant dans le produit pétrolier exprimé en énergie
- [4] Facteur d'émission du CO₂ dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant
- [5] PCI du biocarburant
- [6] Masse volumique du biocarburant

Emissions de CO₂ pour les véhicules à moteur Diesel

- Emissions de CO₂ pour les véhicules à moteur Diesel part fossile:

Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les véhicules routiers à moteur Diesel (en térajoules)

Pouvoir calorifique du gazole :	42,4 MJ / kg	(IPCC, GL1996-RM, page. 1.80)
Masse volumique du gazole :	0,840 kg / litre	(IFP)

Formule de calcul :

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,840 \times 42,4 \times 10^{-6}$$

Avec :

N = consommation annuelle" de gazole par les véhicules routiers (en litres), hors biomasse.

Calcul des émissions annuelles de CO₂ pour les véhicules routiers à moteur Diesel

Facteur d'émission (gazole hors biomasse) :	74,00 t / TJ	(IPCC, GL1996-RM Page 1.82)
---	--------------	-----------------------------

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles de CO}_2 \text{ (Gg)} = N \times 74,00 \times 10^{-3}$$

Avec :

N = consommation annuelle d'énergie (en Térajoules), part non-biomasse.

- 5.3.2 Emissions de CO₂ pour les véhicules à moteur Diesel (part biomasse) :

Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la partie biomasse des véhicules routiers à moteur Diesel (en térajoules)

PCI de la part biomasse du gazole :	37,45 MJ / kg	(CITEPA)
Masse volumique du gazole :	0,915 kg / litre	(CITEPA)

Formule de calcul :

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N_b \times 0,915 \times 37,45 \times 10^{-6}$$

Avec :

N_b = consommation annuelle de la partie biomasse par les véhicules routiers à moteur Diesel (en litres) : $(N_b = N_{\text{totale}} \times \%V_{\text{bio}})$

Calcul des émissions annuelles de CO₂ pour la partie biomasse des véhicules routiers à moteur Diesel.

Facteur d'émission part biomasse du gazole :	67,50334 t / TJ	(CITEPA)
--	-----------------	----------

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles de CO}_2 \text{ (Gg)} = N \times 67,50334 \times 10^{-3}$$

Avec :

N = consommation annuelle d'énergie (en Térajoules), part biomasse

Emissions de CO2 pour les véhicules à moteur essence :

- Emissions de CO2 pour les véhicules à moteur essence (part fossile) :

Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les véhicules routiers à moteur à essence (en térajoules)

PCI essence (hors biomasse) :	43,5 MJ / kg	(IPCC, GL1996-RM, page 1.80)
Masse volumique de l'essence :	0,755 kg / litre	(IFP)

Formule de calcul :

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,755 \times 43,5 \times 10^{-6}$$

Avec :

N = consommation annuelle d'essence par les véhicules routiers (en litres), hors biomasse.

Calcul des émissions annuelles de CO₂ pour les véhicules routiers à moteur à essence.

Facteur d'émission (essence hors biomasse) :	73,00 t / TJ	(IPCC, GL1996-RM, p1.81 et 1.83)
--	--------------	----------------------------------

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles de CO}_2 \text{ (Gg)} = N \times 73,00 \times 10^{-3}$$

Avec :

N = consommation annuelle d'énergie (en Térajoules)

- 5.4 Emissions de CO2 pour les véhicules à moteur essence (part biomasse) :

Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la part biomasse des véhicules routiers à moteur à essence (en térajoules)

Pouvoir calorifique de la part biomasse de l'essence :	26,8 MJ / kg	(CITEPA)
Masse volumique de l'essence :	0,794 kg / litre	(CITEPA)

Formule de calcul :

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N_b \times 0,794 \times 26,8 \times 10^{-6}$$

Avec :

N_b = consommation annuelle de la part biomasse des véhicules à moteur à essence (en litres)
($N_b = N_{totale} \times \%V_{bio}$)

Calcul des émissions annuelles de CO₂ par la partie biomasse des véhicules à moteur à essence

Facteur d'émission de la part biomasse de l'essence :	71,3806 t / TJ	(CITEPA)
---	----------------	----------

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles de CO}_2 \text{ (Gg)} = N \times 71,3806 \times 10^{-3}$$

Avec :

N = consommation annuelle d'énergie (en Térajoules), part biomasse

Emissions annuelles de CH4

- Pour les véhicules à essence

Facteurs d'émission en g/km

(IPCC, GL1996-RM, page 1.81 et page 1.83)

1 Automobiles Pre ECE	$F_1 = 0,07$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$F_2 = 0,08$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$F_3 = 0,07$
4 Automobiles 88/76/EEC	$F_4 = 0,07$
5 Automobiles 91/44/EEC	$F_5 = 0,02$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_6 = 0,08$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_7 = 0,1$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$F_8 = 0,15$
9 Motocyclettes => 125 cc	$F_9 = 0,2$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$F_{10} = 0,1$

Soit :

$$Ee = De (1 x F1 x N1 + 1 x F2 x N2 + 1 x F3 x N3 + 1 x F4 x N4 + 1 x F5 x N5 + 1 x F6 x N6 + 1 x F7 x N7 + 0,5 x F8 x N8 + 1 x F9 x N9 + 0,5 x F10 x N10)$$

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Facteurs d'émissions en g/km

(IPCC, GL1996-RM, tables I.37, I.38, I.39 ; page I.82)

11 Automobiles	$F_{11} = 0,005$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_{12} = 0,005$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_{13} = 0,06$

Soit :

$$Ed = Dd (1 x F11 x N11 + 1 x F12 x N12 + 1 x F13 x N13)$$

Emissions annuelles de N2O

- Pour les véhicules à essence

Facteurs d'émissions en g/km

(IPCC, GL1996-RM, pages 1.81 et 1.83)

1 Automobiles Pre ECE	$F_1 = 0,005$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$F_2 = 0,005$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$F_3 = 0,005$
4 Automobiles 88/76/EEC	$F_4 = 0,005$
5 Automobiles 91/44/EEC	$F_5 = 0,05$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_6 = 0,006$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_7 = 0,006$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$F_8 = 0,002$
9 Motocyclettes => 125 cc	$F_9 = 0,002$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$F_{10} = 0,001$

Soit :

$$Ee = De (1 x F1 x N1 + 1 x F2 x N2 + 1 x F3 x N3 + 1 x F4 x N4 + 1 x F5 x N5 + 1 x F6 x N6 + 1 x F7 x N7 + 0,5 x F8 x N8 + 1 x F9 x N9 + 0,5 x F10 x N10)$$

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Facteurs d'émissions en g/km

(IPCC, GL1996-RM, tables I.37, I.38, I.39 ; page I.82)

11 Automobiles	$F_{11} = 0,01$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_{12} = 0,02$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_{13} = 0,03$

Soit :

$$Ed = Dd (1 x F11 x N11 + 1 x F12 x N12 + 1 x F13 x N13)$$

Emissions annuelles de NOx

- Pour les véhicules à essence

Facteurs d'émissions en g/km

(IPCC, GL1996-RM, pages 1.81 et 1.83)

1 Automobiles Pre ECE	$F_1 = 2,2$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$F_2 = 2$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$F_3 = 2,3$
4 Automobiles 88/76/EEC	$F_4 = 2,3$
5 Automobiles 91/44/EEC	$F_5 = 0,5$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_6 = 2,9$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_7 = 6,9$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$F_8 = 0,08$
9 Motocyclettes => 125 cc	$F_9 = 0,3$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$F_{10} = 0,05$

Soit :

$$Ee = De (1 x F_1 x N_1 + 1 x F_2 x N_2 + 1 x F_3 x N_3 + 1 x F_4 x N_4 + 1 x F_5 x N_5 + 1 x F_6 x N_6 + 1 x F_7 x N_7 + 0,5 x F_8 x N_8 + 1 x F_9 x N_9 + 0,5 x F_{10} x N_{10})$$

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Facteurs d'émissions en g/km

(IPCC, GL1996-RM, tables I.37, I.38, I.39 ; page I.82)

11 Automobiles	$F_{11} = 0,7$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_{12} = 1,4$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_{13} = 10$

Soit :

$$Ed = Dd (1 x F_{11} x N_{11} + 1 x F_{12} x N_{12} + 1 x F_{13} x N_{13})$$

Emissions annuelles de CO

- Pour les véhicules à essence

Facteurs d'émission en g/km

(IPCC, GL1996-RM, pages 1.81 et 1.83)

1 Automobiles Pre ECE	$F_1 = 46$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$F_2 = 29$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$F_3 = 19$
4 Automobiles 88/76/EEC	$F_4 = 19$
5 Automobiles 91/44/EEC	$F_5 = 2,9$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_6 = 37$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_7 = 58$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$F_8 = 22$
9 Motocyclettes => 125 cc	$F_9 = 20$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$F_{10} = 10$

Soit :

$$Ee = De (1 x F_1 x N_1 + 1 x F_2 x N_2 + 1 x F_3 x N_3 + 1 x F_4 x N_4 + 1 x F_5 x N_5 + 1 x F_6 x N_6 + 1 x F_7 x N_7 + 0,5 x F_8 x N_8 + 1 x F_9 x N_9 + 0,5 x F_{10} x N_{10})$$

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Facteurs d'émission en g/km

(IPCC, GL1996-RM, tables I.37, I.38, I.39 ; page I.82)

11 Automobiles	$F_{11} = 0,7$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_{12} = 1,6$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_{13} = 9$

Soit :

$$Ed = Dd (1 x F_{11} x N_{11} + 1 x F_{12} x N_{12} + 1 x F_{13} x N_{13})$$

Emissions annuelles de SO₂

- Pour les véhicules à essence

Teneur en soufre essence (%) : (France, Comité professionnel du pétrole, rapport 2013)
(T_e)

1990 – 1994 :	0,1%
1995 – 1999 :	0,05%
2000 – 2004 :	0,015%
2005 – 2008 :	0,005%
2009 – 2013 :	0,001%

Masse volumique de l'essence : 0,755 kg / litre (IFP)

Soit (en Gg):

$$E = 2 \times N_e \times 0,755 \times T_e \times 10^{-8}$$

Avec :

N_e = consommation annuelle de l'essence (en litres)

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Teneur en soufre gazole (%) : (France, Comité professionnel du pétrole, rapport 2013, facteurs maximums)
(T_d)

1990 – 1993 :	0,3%
1994 – 1995 :	0,2%
1996 – 1999 :	0,05%
2000 – 2004 :	0,035%
2005 – 2008 :	0,005%
2008 – 2013 :	0,001%

Masse volumique du gazole : 0,840 kg / litre (IFP)

Soit (en Gg) :

$$E = 2 \times N_d \times 0,840 \times T_d \times 10^{-8}$$

Avec :

N_d = consommation annuelle de gazole (en litres)

Emissions annuelles de NMVOC

- Pour les véhicules à essence

Facteurs d'émission en g/km

(IPCC, GL1996-RM, pages 1.81 et 1.83)

1 Automobiles Pre ECE	$F_1 = 3,9$
2 Automobiles ECE 15.00 à 02	$F_2 = 3,8$
3 Automobiles ECE 15.03 à 04	$F_3 = 3,2$
4 Automobiles 88/76/EEC	$F_4 = 3,2$
5 Automobiles 91/44/EEC	$F_5 = 0,4$
6 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_6 = 6,1$
7 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_7 = 5,4$
8 Motocyclettes => 50 cc et < 125 cc	$F_8 = 15$
9 Motocyclettes => 125 cc	$F_9 = 3,4$
10 Vélomoteurs < 50 cc	$F_{10} = 6,2$

soit :

$$Ee = De (1 x F_1 x N_1 + 1 x F_2 x N_2 + 1 x F_3 x N_3 + 1 x F_4 x N_4 + 1 x F_5 x N_5 + 1 x F_6 x N_6 + 1 x F_7 x N_7 + 0,5 x F_8 x N_8 + 1 x F_9 x N_9 + 0,5 x F_{10} x N_{10})$$

- Pour les véhicules à moteur Diesel

Facteurs d'émission en g/km

(IPCC, GL1996-RM, tables I.37, I.38, I.39 ; page I.82)

11 Automobiles	$F_{11} = 0,2$
12 Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	$F_{12} = 0,4$
13 Véhicules utilitaires de plus de 3,5 tonnes	$F_{13} = 1,9$

Soit :

$$Ed = Dd (1 x F_{11} x N_{11} + 1 x F_{12} x N_{12} + 1 x F_{13} x N_{13})$$

19.2.2. Navigation nationale (1A3d)

19.2.2.1. Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d)

Les bateaux des locataires ont été divisés en 2 classes « carburants » : Diesel et essence, elles-mêmes divisées en 2 sous-classes : professionnels et plaisanciers.

Pour les professionnels, chaque bateau a été compté individuellement dans sa classe de carburant.

Pour les plaisanciers, et pour chaque carburant, les bateaux ont été divisés en 5 catégories : « Moteurs » (Hors-Bord, In-bord, Offshore), « Pneumatique », « Pointu », « Scooter », « Voile ».

Les bateaux à moteur (Hors-Bord, In-bord, Offshore) ont été divisés en 7 catégories suivant la puissance cumulée, en CV, du ou des moteurs : 0 à 20, 20 à 50 ; 50 à 150, 150 à 250, 250 à 500, 500 à 1000, supérieurs à 1000.

La consommation par carburant des trajets nationaux a été obtenue :

- en extrapolant pour chaque classe les résultats obtenus de l'enquête,
- en effectuant la somme de ces extrapolations.

Pour chaque carburant, cette consommation et les ventes à Monaco ont permis de calculer le pourcentage de carburant consommé lors des trajets nationaux.

19.2.2.2. Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel

Part de biomasse des carburants utilisés

La part de biomasse des carburants est calculée sur la base des coefficients transmis par le Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA).

Les tableaux suivants représentent les informations relatives à la partie bio des biocarburants : c'est à dire éthanol seulement dans l'essence et la partie bio de l'EMHV dans le gazole

Par rapport aux données utilisées dans les rapports précédents, la méthodologie de calcul de ces données a été modifiée en 2013 suite à l'obtention de données réelles d'incorporation volumique. Cette mise à jour a été appliquée à toute la série (bio essence et bio gazole).

Pour le bio-gazole et le bio-essence, les divers produits ayant des PCIs et des masses volumiques différentes, il en résulte que la masse volumique, le PCI et le facteur d'émission apparent évoluent dans le temps.

Navigation nationale - Mélange Diesel – EMHV

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
	$\%V_{\text{bio}}=V_{\text{bio}}/V_{\text{Mélange}}$	$\%M_{\text{bio}}=M_{\text{bio}}/M_{\text{Mélange}}$	$\%PCI_{\text{bio}}$	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI _{bio} (GJ/t)	r _{bio} t/m ³
1990	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1991	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1992	0,00%	0,00%	0,00%	2,554	37,450	0,915
1993	0,03%	0,04%	0,03%	2,554	37,450	0,915
1994	0,26%	0,28%	0,25%	2,554	37,450	0,915
1995	0,58%	0,63%	0,56%	2,554	37,450	0,915
1996	0,79%	0,85%	0,76%	2,554	37,450	0,915
1997	0,88%	0,95%	0,85%	2,554	37,450	0,915
1998	0,76%	0,82%	0,74%	2,554	37,450	0,915
1999	0,80%	0,87%	0,78%	2,554	37,450	0,915
2000	0,99%	1,07%	0,95%	2,554	37,450	0,915
2001	0,95%	1,02%	0,91%	2,554	37,450	0,915
2002	0,92%	0,99%	0,88%	2,554	37,450	0,915
2003	0,93%	1,01%	0,90%	2,554	37,450	0,915
2004	0,92%	1,00%	0,89%	2,554	37,450	0,915
2005	1,59%	1,72%	1,54%	2,554	37,450	0,915
2006	1,80%	1,94%	1,73%	2,554	37,450	0,915
2007	3,60%	3,88%	3,48%	2,554	37,450	0,915
2008	5,88%	6,33%	5,68%	2,554	37,450	0,915
2009	6,42%	6,92%	6,22%	2,553	37,455	0,915
2010	6,10%	6,56%	5,90%	2,547	37,516	0,913
2011	5,85%	6,27%	5,65%	2,536	37,610	0,911
2012	6,07%	6,52%	5,87%	2,541	37,564	0,912
2013	6,06%	6,52%	5,86%	2,553	37,456	0,915
2014	6,66%	7,13%	6,44%	2,528	37,683	0,909
2015	6,68%	7,14%	6,47%	2,583%	37,80%	0,907

[1] Pourcentage volumique de biocarburant dans le mélange

[2] Pourcentage massique de biocarburant dans le mélange

[3] Taux d'incorporation du biocarburant dans le produit pétrolier exprimé en énergie

[4] Facteur d'émission du CO₂ dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant

[5] PCI du biocarburant

[6] Masse volumique du biocarburant

Navigation nationale - Mélange Essence – éthanol

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Année	$\%V_{\text{bio}} = V_{\text{bio}} / V_{\text{Mélange}}$	$\%M_{\text{bio}} = M_{\text{bio}} / M_{\text{Mélange}}$	$\%PCI_{\text{bio}}$	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI bio (GJ/t)	Rbio t/m ³
1990	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794
1991	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794
1992	0,02%	0,02%	0,01%	1,913	26,800	0,794
1993	0,18%	0,19%	0,12%	1,913	26,800	0,794
1994	0,26%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794
1995	0,27%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794
1996	0,45%	0,47%	0,29%	1,913	26,800	0,794
1997	0,68%	0,71%	0,43%	1,913	26,800	0,794
1998	0,75%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
1999	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794
2000	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
2001	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794
2002	0,77%	0,81%	0,49%	1,913	26,800	0,794
2003	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794
2004	0,76%	0,80%	0,49%	1,913	26,800	0,794
2005	1,40%	1,47%	0,90%	1,913	26,800	0,794
2006	2,13%	2,24%	1,38%	1,913	26,800	0,794
2007	4,11%	4,32%	2,67%	1,913	26,800	0,794
2008	7,21%	7,56%	4,74%	1,913	26,800	0,794
2009	6,98%	7,31%	4,59%	1,913	26,800	0,794
2010	7,09%	7,43%	4,66%	1,913	26,800	0,794
2011	7,50%	7,86%	4,94%	1,913	26,800	0,794
2012	7,58%	7,94%	4,99%	1,913	26,800	0,794
2013	7,64%	8,00%	5,03%	1,913	26,800	0,794
2014	8,01%	8,36%	5,32%	1,940	27,072	0,792
2015	8,22%	8,56%	5,50%	1,913	27,330	0,790

[1] Pourcentage volumique de biocarburant dans le mélange

[2] Pourcentage massique de biocarburant dans le mélange

[3] Taux d'incorporation du biocarburant dans le produit pétrolier exprimé en énergie

[4] Facteur d'émission du CO₂ dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant

[5] PCI du biocarburant

[6] Masse volumique du biocarburant

Navigation Nationale - Calcul de la consommation annuelle d'énergie

1a. Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les bateaux à moteur Diesel (en térajoules)

Pouvoir calorifique du gazole : 42,4 MJ / kg (IPCC, GL1996-RM, page. 1.80, revue 2007)

Masse volumique du gazole : 0,840 kg / litre (IFP)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,840 \times 42,4 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

1b. Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la partie biomasse des bateaux à moteur Diesel (en térajoules)

Pouvoir calorifique du gazole : 37.45 MJ / kg (CITEPA)

Masse volumique du gazole : 0,915 kg / litre (CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,915 \times 37.45 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommations annuelles de la partie biomasse par les bateaux au Diesel (en litres)

2a. Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les bateaux à moteur à essence (en térajoules)

Pouvoir calorifique de l'essence : 43,5 MJ / kg (IPCC, GL1996-RM, page. 1.80, revue 2007)

Masse volumique de l'essence : 0,755 kg / litre (IFP)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,755 \times 43,5 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

2b. Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la part biomasse des bateaux à moteur à essence (en térajoules)

Pouvoir calorifique de l'essence : 26,8 MJ / kg (CITEPA)

Masse volumique de l'essence : 0,794 kg / litre (CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ)} = N \times 0,794 \times 26,8 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommation annuelle de la part biomasse des bateaux à essence (en litres)

Navigation Nationale - Calcul des émissions de GES par les bateaux à moteur Diesel

1a. Calcul des émissions annuelles de CO₂ par le Diesel

Facteur d'émission (gazole) : 74,00 t / TJ (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CO}_2 \text{ (Gg)} \end{array} = N \times 74,00 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles d'énergie (en térajoules)

1b. Calcul des émissions annuelles de CO₂ par la partie biomasse

Facteur d'émission (gazole) : 67,50334 t / TJ (CITEPA)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CO}_2 \text{ (Gg)} \end{array} = N \times 67,50334 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles d'énergie (en térajoules)

2. Calcul des émissions annuelles de CH₄

Facteur d'émission (gazole) : 0,23 g / kg de gazole (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CH}_4 \text{ (kg)} \end{array} = N \times 0,840 \times 0,23 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

3. Calcul des émissions annuelles de N₂O

Facteur d'émission (gazole) : 0,08 g / kg de gazole (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de N}_2\text{O (kg)} \end{array} = N \times 0,840 \times 0,08 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommation annuelle de gazole par les bateaux (en litres)

4. Calcul des émissions annuelles de NO_x

Facteur d'émission (gazole) : 67,5 g / kg de gazole (IPCC)

Formule de calcul :

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de NO}_x \text{ (tonnes)} \end{array} = N \times 0,840 \times 67,5 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

5. Calcul des émissions annuelles de CO

Facteur d'émission (gazole) : 21,3 g / kg de gazole (IPCC)

Formule de calcul :

Emissions annuelles de CO (tonnes) = $N \times 0,840 \times 21,3 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

6. Calcul des émissions annuelles de NMVOC

Facteur d'émission (gazole) : 4,9 g / kg de gazole (IPCC)

Emissions annuelles de NMVOC (tonnes) = $N \times 0,840 \times 4,9 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

7. Calcul des émissions annuelles de SO₂

Emissions annuelles de SO₂ (tonnes) = $N \times 0,840 \times 0,35 \times 2 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles de gazole par les bateaux (en litres)

s = Teneur en soufre du diesel

(France, Comité professionnel du pétrole, rapport 2013, facteurs maximum)

Evolution des taux :

1990 – 1993 :	0,3%
1994 – 1995 :	0,2%
1996 – 1999 :	0,05%
2000 – 2004 :	0,035%
2005 – 2008 :	0,005%
2008 – 2013 :	0,001%

Navigation Nationale - Calcul des émissions de GES par les bateaux à moteur à essence

1a. Calcul des émissions annuelles de CO₂

Facteur d'émission (essence) : 73,00 t / TJ (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CO}_2 \text{ (Gg)} \end{array} = N \times 73,00 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommation annuelle d'énergie (en térajoules)

1b. Calcul des émissions annuelles de CO₂ par la partie biomasse

Facteur d'émission (essence) : 71,3806 t / TJ (CITEPA)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CO}_2 \text{ (Gg)} \end{array} = N \times 71,3806 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles d'énergie (en TéraJoules)

2. Calcul des émissions annuelles de CH₄

Facteur d'émission (essence) : 1,7 g / kg d'essence (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de CH}_4 \text{ (kg)} \end{array} = N \times 0,755 \times 1,7 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

3. Calcul des émissions annuelles de N₂O

Facteur d'émission (essence) : 0,08 g / kg d'essence (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de N}_2\text{O (kg)} \end{array} = N \times 0,755 \times 0,08 \times 10^{-3}$$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

4. Calcul des émissions annuelles de NO_x

Facteur d'émission (essence) : 9,7 g / kg d'essence (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de NO}_x \text{ (tonnes)} \end{array} = N \times 0,755 \times 9,7 \times 10^{-6}$$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

5. Calcul des émissions annuelles de CO

Facteur d'émission (essence) : 1000 g / kg d'essence (IPCC)

Emissions annuelles de CO (tonnes) = $N \times 0,755 \times 1000 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

6. Calcul des émissions annuelles de NMVOC

Facteur d'émission (essence) : 34 g / kg d'essence (IPCC)

Emissions annuelles de NMVOC (tonnes) = $N \times 0,755 \times 34 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

7. Calcul des émissions annuelles de SO₂

Emissions annuelles de SO₂ (tonnes) = $N \times 0,755 \times s \times 2 \times 10^{-6}$

avec : N = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en litres)

s = Teneur en soufre de l'essence

(France, Comité professionnel du pétrole, rapport 2013, facteurs maximum de l'essence sans plomb)

Evolution des taux :

1990 – 1994 :	0,1%
1995 – 1999 :	0,05%
2000 – 2004 :	0,015%
2005 – 2008 :	0,005%
2009 – 2013 :	0,001%

19.3. Annexe 3.C Autres secteurs du domaine de l'énergie -(1A4) a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel

Les émissions totales du secteur sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, Ch.2, équation 2.2 :

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$

19.3.1.1. Fioul domestique

1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par les distributeurs de fioul domestique français et monégasque opérant à Monaco sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 42 TJ/kt (source : Bilan énergétique de la France pour 2013, page 140 - Annexe 3 : équivalences énergétiques) a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m³ (source : AQ du CITEPA, réf. Dossier du comité professionnel du pétrole).

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1 (le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂)

$$Consommation\ Fioul\ Domestique\ (TJ) = Consommation\ Fioul\ Dom\ (m^3) \times 42 \times 845 \times 10^{-6}$$

2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T1.

$$Emissions\ CO_2\ Fioul\ Dom\ (kt) = Consommation\ Fioul\ Dom\ (TJ) \times FE\ CO_2\ Fioul\ Dom\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CO₂ Fioul Dom : 74100 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.4 et 2.5.

3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ Fioul\ Dom\ (kt) = Consommation\ Fioul\ Dom\ (TJ) \times FE\ CH_4\ Fioul\ Dom\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH₄ Fioul Dom : 0,7 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.9 et 2.10.

La technologie de combustion de carburant étant connue, les facteurs d'émissions spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisés pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions N}_2\text{O Fioul Dom (kt)} = \text{Consommation Fioul Dom (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O Fioul Dom (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O Fioul Dom : 0,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.4 et 2.5.

5. Formules des émissions pour les gaz à effets indirects

La méthode de calcul des gaz à effets de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ Fioul Dom (kt)} = \text{Consommation Fioul Dom (TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ Fioul Dom (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2013)

- FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2013)

- FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2013)

- Le facteur d'émission du SO_x utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité. FE_{SO_x} varie selon les années, ce facteur d'émission vaut respectivement les valeurs décrites dans le tableau ci-dessous :

	1990 à 1994	1995 à 2007	2008	2009 à 2014
FE (kg/TJ)	42,86	19,05	4,76	0,00048

19.3.1.2. Gaz naturel

1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par le distributeur de gaz naturel de la Principauté sont exprimées en GWh et en pouvoir calorifique supérieur (brut), PCS. Afin d'appliquer les facteurs d'émission utilisés ci-dessous, qui sont tous exprimés sur la base des pouvoirs calorifiques nets (inférieurs), le PCS est multiplié par le facteur de conversion de 0,9.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, Ch.2, équation 2.1, page 2.11 (le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂)

Conversion d'unité GWh en TJ : 1GWh = 3,6 TJ

$$\text{Consommation Gaz Naturel (TJ)} = \text{Consommation Gaz Nat (GWh)} \times 0,9 \times 3,6$$

2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch. 2, équation 2.1.

$$Emissions\ CO_2\ Gaz\ Nat\ (kt) = Consommation\ Gaz\ Nat\ (TJ) \times FE\ CO_2\ GazNat\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité (NIR 2017 de la France). Il s'agit du facteur utilisé par la France qui est le pays d'importation pour le gaz naturel distribué à Monaco.

Ce facteur est évolutif en fonction des années, *FE CO₂ GazNat* vaut respectivement :

Années	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
FE (kg/TJ)	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
FE (kg/TJ)	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534	56 534

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FE (kg/TJ)	56 546	56 418	56 465	56 658	56 582	56 615	56 377	56 418

La valeur de ce facteur d'émission est cohérente avec celle du facteur par défaut proposé par le GIEC qui est de 56,1 t de CO₂/TJ. Les valeurs du facteur d'émission utilisé dans le cadre de ces calculs sont comprises dans l'intervalle de confiance à 95% qui est de [54,3 – 58,3] t de CO₂/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ Gaz\ Nat\ (kt) = Consommation\ Gaz\ Nat\ (TJ) \times FE\ CH_4\ GazNat\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH₄ GazNat : 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.9 et 2.10.

La technologie de combustion de carburant étant connue, l'utilisation des facteurs d'émissions spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol. 2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ Gaz\ Nat\ (kt) = Consommation\ Gaz\ Nat\ (TJ) \times FE\ N_2O\ GazNat\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE N₂O GazNat : 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.9 et 2.10.

La technologie de combustion de carburant étant connue, l'utilisation des facteurs d'émissions spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

5. Formules des émissions pour les gaz à effets indirects

La méthode de calcul des gaz à effets de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne le NO_x, le CO, le NMVOC et le SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$Emissions \alpha Gaz Nat (kt) = Consommation Gaz Nat (TJ) \times FE \alpha GazNat (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - FE _{NOx} = 51 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2013) |
| - FE _{CO} = 26 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2013) |
| - FE _{NMVOC} = 1,9 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2013) |
| - FE _{SOx} = 0,3 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2013) |

20. ANNEXE 4 Balance énergétique nationale

Cette annexe présente une balance énergétique pour Monaco.

L'électricité consommée à Monaco est pour la majeure partie importée de France (elle n'intervient donc pas dans le cadre du périmètre du Protocole de Kyoto). La seule production d'électricité de Monaco est celle de l'alternateur de l'usine d'incinération, complétée par une production photovoltaïque de moindre importance et en développement.

Monaco possède, grâce à ses caractéristiques géographiques, la particularité d'avoir développé des systèmes de chauffage et de climatisation par pompes à chaleur sur eau de mer dont la part d'énergie renouvelable produite est importante.

Les combustibles liquides (fiouls), carburant (essence et diesel) et gaz naturel sont importés dans leur totalité.

BALANCE ENERGETIQUE POUR L'ANNEE 2015

Bilan des importations et productions énergétiques				
Renouvelable	Production des pompes à chaleur eau de mer (PAC)		689,9	TJ
	Solaire : production PV & thermique		3,4	TJ
Electricité	Electricité importée		1923,0	TJ
Combustibles liquides	Combustion stationnaire	Carburants liquides (fioul)	165,3	TJ
		Gaz naturel	215,9	TJ
	Transports	carburants liquides	327,9	TJ
		Part biomasse des carburants	20,4	TJ
	SMA + CPCFF	Carburants liquides (fioul lourd)	1,9	TJ
		Gaz naturel	4,0	TJ
Valorisation des déchets		Part fossile des déchets	326,9	TJ
		Part Biomasse des déchets	408,0	TJ

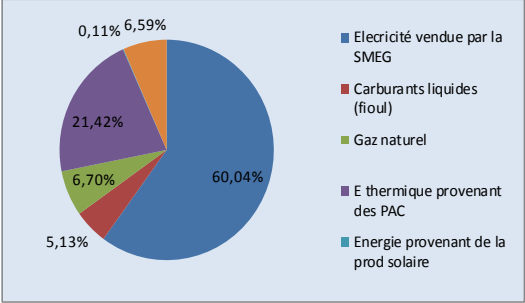
ENR et part biomasse des combustibles	17,46%	713,7032	TJ
électricité importée	47,06%	1922,9724	TJ
combustibles liquides	17,50%	714,99	TJ
Valorisation des déchets	17,98%	734,85	TJ



Bilan des consommations énergétiques par secteur

Résidentiel, Commerces et Industries (RCI)	3220,8
--	--------

Transports	348,3
------------	-------

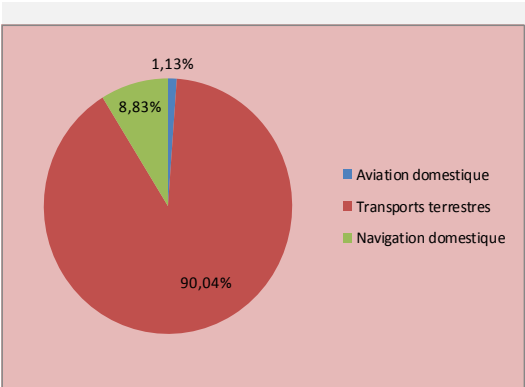


Electricité vendue par la SMEG	1933,92	TJ	60,04%
Carburants liquides (fioul)	165,3	TJ	5,13%
Gaz naturel	215,9	TJ	6,70%
E thermique provenant des PAC	689,91	TJ	21,42%
Energie provenant de la prod solaire	3,4	TJ	0,11%
Chaud/froid produit par la centrale	212,41	TJ	6,59%

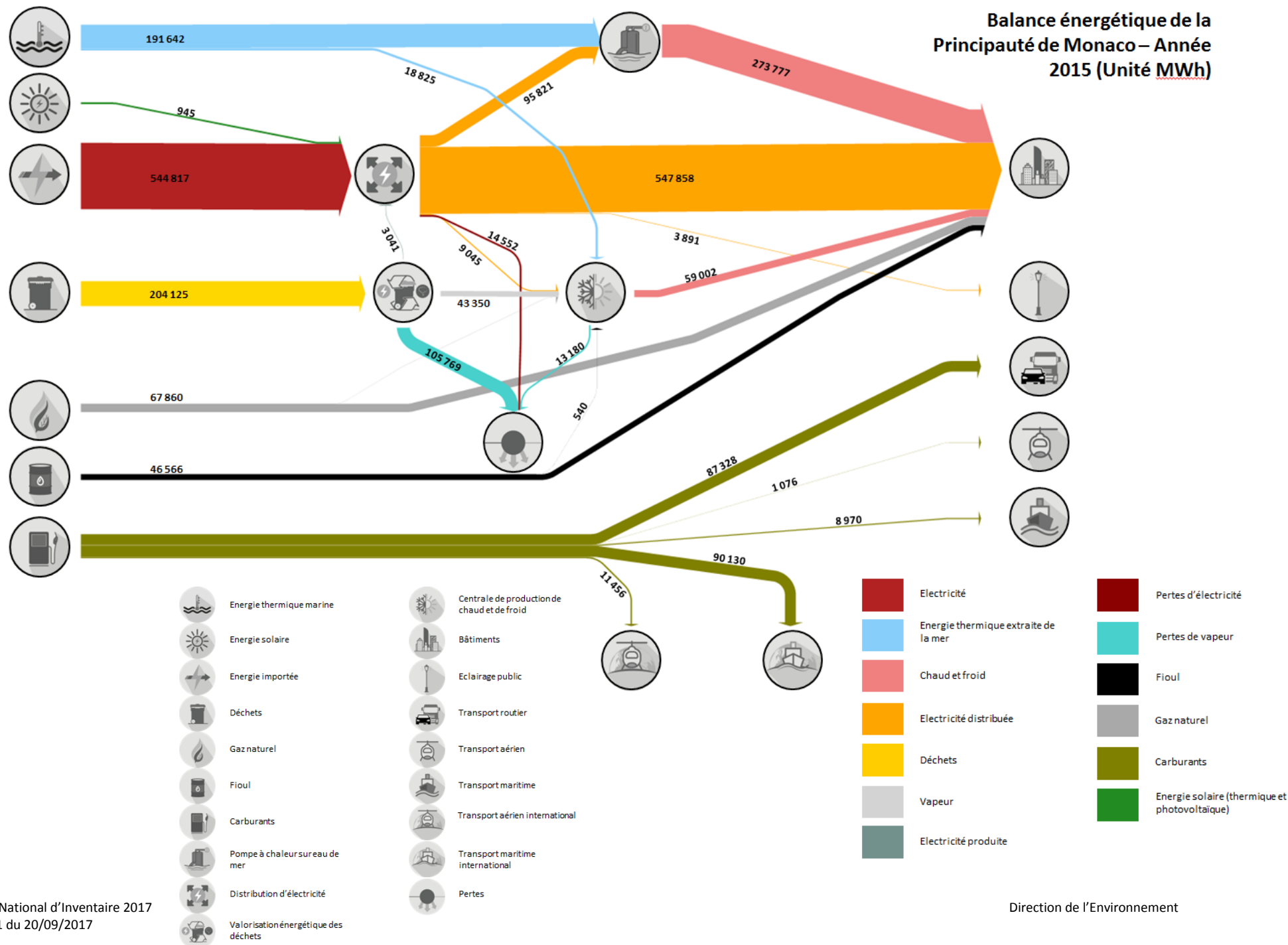
Bilan des consommations détaillées par énergie pour le RCI

Aviation domestique	3,95	TJ	1,13%
Transports terrestres	313,61	TJ	90,04%
Navigation domestique	30,74	TJ	8,83%

Bilan des consommations détaillées par énergie transport



Balance énergétique de la Principauté de Monaco – Année 2015 (Unité MWh)



21. ANNEXE 5 Informations complémentaires

21.1. Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.

21.1.1. Service instructeur

Direction de l'Environnement:

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 83 41

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

Web : <http://www.gouv.mc/Gouvernement-et-Institutions/Le-Gouvernement/Departement-de-l-Equipement-de-l-Environnement-et-de-l-Urbanisme/Direction-de-l-Environnement>

21.1.2. Inventaire national:

21.1.2.1. Point de contact

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : jcarles@gouv.mc

21.1.2.2. Auteurs

Mlle Jessica ASTIER

Direction de l'Environnement

M. Philippe ANTOGNELLI

Direction de l'Environnement

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

M. Patrick ROLLAND

Direction de l'Environnement

21.1.3. Registre national d'inventaire

M. Chhayavuth KHENG

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 44 18

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : ckheng@gouv.mc

21.1.4.Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les ChangementsClimatiques :

M. Chloé Petruccelli

Direction des Affaires Internationales

Ministère d'Etat –Place de la Visitation

Tél. : (+377) 98 98 44 16

Fax : (+377) 92 05 19 57

e-mail : cpetruccelli@gouv.mc

21.1.5.Autres entités

21.1.5.1. Processus d'assurance qualité - contrôle qualité

CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique).

21.2. Tableaux CRF SUMMARY 2

Résultats pour la Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC

Cette Annexe contient les tables « Summary 2 » CCNUCC (CRF) pour l'année de référence 1990 et l'année 2015.

21.2.1. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 1990

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2017 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	95,29	2,13	1,66	0,02	NO,IE	0,22	NO	NO	99,31
1. Energy	95,29	2,05	1,16						98,50
A. Fuel combustion (sectoral approach)	95,29	0,28	1,16						96,72
1. Energy industries	17,28	0,00	0,73						18,01
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	32,96	0,26	0,29						33,51
4. Other sectors	45,05	0,01	0,13						45,19
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,01	1,77	NO						1,78
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,01	1,77	NO						1,78
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,01	NO,NE	0,02	0,02	NO,IE	0,22	NO	NO	0,27
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C. Metal industry	NO	NO							NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,01	NO,NE	NO,NE						0,01
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				0,02	NO,IE	NO	NO	NO	0,02
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,02	NO	NO	0,22	NO	NO	0,25
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management		NO	NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,01	NO,NA	0,01						0,00
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland	NO	NO	NO						NO
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO
E. Settlements	-0,01	NO	0,01						0,00
F. Other land	NO,NA	NO	NO						NO,NA
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NA	NA	NA						NA
5. Waste	NO,IE	0,08	0,46						0,55
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		0,08	0,46						0,55
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	6,54	0,01	0,05						6,61
Aviation	2,29	0,00	0,02						2,31
Navigation	4,25	0,01	0,03						4,29
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO₂ emissions from biomass	32,13								32,13
CO₂ capture^d	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N₂O			NE,NO						
Indirect CO₂⁽³⁾	NE,NO								
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									99,31
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									99,31
Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, with land use, land-use change and forestry									NA

21.2.2. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2015

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2015

Submission 2017 v2

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	68,78	3,11	3,77	6,01	NO,IE	0,11	NO	NO	81,78
1. Energy	68,61	0,70	2,30						71,61
A. Fuel combustion (sectoral approach)	68,61	0,13	2,30						71,04
1. Energy industries	20,23	0,00	1,34						21,58
2. Manufacturing industries and construction	NO	NO	NO						NO
3. Transport	23,95	0,12	0,86						24,93
4. Other sectors	24,43	0,01	0,09						24,53
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,58	NO						0,58
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,58	NO						0,58
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,11	NO,NE	0,86	6,01	NO,IE	0,11	NO	NO	7,09
A. Mineral industry	NO								NO
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C. Metal industry	NO	NO							NO
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,11	NO,NE	NO,NE						0,11
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				6,01	NO,IE	NO	NO	NO	6,01
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,86	NO	NO	0,11	NO	NO	0,97
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA
A. Enteric fermentation		NO							NO
B. Manure management		NO	NO						NO
C. Rice cultivation		NO							NO
D. Agricultural soils		NA,NO	NO						NO,NA
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO
G. Liming	NO								NO
H. Urea application	NO								NO
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO
J. Other	NO	NO	NO						NO
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	0,05	NO,NA	0,01						0,07
A. Forest land	NO	NO	NO						NO
B. Cropland	NO	NO	NO						NO
C. Grassland	NO	NO	NO						NO
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO
E. Settlements	0,05	NO	0,01						0,07
F. Other land	NO,NA	NO	NO						NO,NA
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NA	NA	NA						NA
5. Waste	NO,IE	2,41	0,60						3,01
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		2,41	0,60						3,01
E. Other	NO	NO	NO						NO
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:⁽²⁾									
International bunkers	25,63	0,05	0,21						25,90
Aviation	3,00	0,00	0,03						3,03
Navigation	22,63	0,05	0,19						22,87
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	42,82								42,82
CO ₂ captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N ₂ O			NO,NE						
Indirect CO ₂ ⁽³⁾	NO,NE								
Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									81,71
Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									81,78
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

⁽¹⁾ For carbon dioxide (CO₂) from land use, land-use change and forestry the net emissions/removals are to be reported. For the purposes of reporting, the signs for removals are always negative (-) and for emissions

⁽²⁾ See footnote 7 to table Summary 1.A.

⁽³⁾ In accordance with the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, for Parties that decide to report indirect CO₂ the national totals shall be provided with and without indirect CO₂.