

RAPPORT NATIONAL D'INVENTAIRE
DES EMISSIONS DE GAZ A EFFETS DE SERRE
DE LA PRINCIPAUTE DE MONACO
1990-2016

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

Avril 2018



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	26
1.3.2.4. Secteur des déchets	26
1.3.3. Archivage	26
1.4. Généralités sur les Méthodologies de calculs des émissions	26
1.4.1. Principes	26
1.4.2. Méthodes de calcul et facteurs d'émissions	27
1.4.3. Pouvoirs de réchauffement globaux	31
1.5. Catégories de sources clés	32
1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1	32
1.5.1.1. Catégories clés en 2016	32
1.5.1.2. Catégories clés en 1990	33
1.5.2. Catégories clés avec UTCATF –Tier 1	34
1.5.3. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2	34
1.5.4. Amélioration	39
1.6. Evaluation générale des incertitudes	40
1.7. Evaluation générale du degré d'exhaustivité	40
1.7.1. Couverture temporelle	40
1.7.2. Territoire	40
1.7.3. Substances	40
1.7.4. Sources émettrices	41
1.7.4.1. Secteur de l'énergie	41
1.7.4.2. Processus industriels	41
1.7.4.3. UTCATF	41
1.7.4.4. Déchets	42
2. EVOLUTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	43
2.1. Evolution des émissions de gaz à effet de serre agrégées	43
2.1.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2016	43
2.1.2. Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre	45
2.1.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre	47
2.1.4. Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO ₂	50
2.2. Evolution des émissions par secteur	53
2.2.1. Secteur Energie	54

2.2.2.	Secteur Procédés industriels	55
2.2.3.	Secteur Déchets	56
2.2.4.	Secteur UTCATF	57
3.	ENERGIE (SECTEUR 1 DU CRF)	59
3.1.	Caractéristiques générales du secteur	59
3.2.	Catégories sources 1A - Consommation de combustibles	60
3.2.1.	1A1a Production publique d'électricité et de chaleur	61
3.2.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	62
3.2.1.2.	Incinération des déchets solides et des boues d'épuration	62
3.2.1.3.	Déchets incinérés	66
3.2.1.4.	Boues d'épuration des eaux incinérées	75
3.2.1.5.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel	78
3.2.2.	1A1b Raffinage du pétrole	82
3.2.3.	1A1c Manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie	82
3.2.4.	1A2 Industries manufacturières et construction	82
3.2.5.	1A3 Transports	83
3.2.5.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	84
3.2.5.2.	Bilan énergétique	87
3.2.5.3.	1A3a Aviation domestique	91
3.2.5.4.	1A3b Transport routier	96
3.2.5.5.	1A3c Chemins de fer	115
3.2.5.6.	1A3d Navigation (domestique)	116
3.2.5.7.	1A3e Autres modes de transport	121
3.2.6.	1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel	122
3.2.6.1.	Description générale des catégories sources	124
3.2.6.2.	Méthodologies d'estimation des émissions	127
3.2.6.3.	Incertitudes et degré d'exhaustivité	127
3.2.6.4.	Cohérence des séries temporelles	128
3.2.6.5.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique	128
3.2.6.6.	Recalcul	128
3.2.6.7.	Améliorations	128
3.2.7.	1A4c Agriculture, forêts, pêches	128
3.2.8.	1A5 Divers	128
3.3.	Catégories sources 1B - Emissions fugitives à partir des combustibles	129
3.3.1.	1B1 Emissions fugitives à partir des combustibles solides	130
3.3.2.	1B2a Emissions fugitives à partir des combustibles liquides	130
3.3.3.	1B2b Emissions fugitives de gaz naturel	130
3.3.3.1.	Réseaux de distribution de gaz	131
3.3.4.	1.B.2.c - Emissions due aux torchères et au venting	136
3.4.	Catégories sources 1C - Transport, injection et stockage géologique du CO ₂	137
3.5.	1D - Memo Items	138
3.5.1.	Soutes internationales - 1D1 International Bunkers	138
3.5.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie	139
3.5.1.2.	Répartition générale de la consommation énergétique	139
3.5.1.3.	Aviation internationale (1.D.1.a)	141
3.5.1.4.	Navigation internationale (1.D.1.b)	143
4.	PROCEDES INDUSTRIELSET UTILISATION DE PRODUITS (SECTEUR 2 DU CRF)	145
4.1.	Caractéristiques générales du secteur	145
4.2.	Catégories sources	147
4.2.1.	Catégories sources 2A – Industrie Minière	147
4.2.2.	Catégories sources 2B – Industrie Chimique	147
4.2.3.	Catégories sources 2C – Industrie Métallurgique	147
4.2.4.	Catégorie source 2D – Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants	147

4.2.4.1.	Caractéristiques générales de la catégorie	148
4.2.4.2.	Méthodologie de calcul	148
4.2.4.3.	Recalculs	153
4.2.4.4.	Cohérence des séries temporelles.....	154
4.2.4.5.	Incertitudes et degré d'exhaustivité.....	154
4.2.4.6.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique	155
4.2.4.7.	Améliorations	155
4.2.5.	Catégories sources 2E – Industrie Electronique	155
4.2.6.	Catégories sources 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (ODS)	156
4.2.6.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	157
4.2.6.2.	Réfrigération domestique (secteur 2.F.1.b).....	157
4.2.6.3.	HFC et PFC utilisés pour la climatisation résidentielle et commerciale (secteurs 2.F.1.a et 2.F.1.f)	162
4.2.6.4.	HFC et PFC utilisés pour la climatisation des véhicules (secteur 2.F.1.e)	165
4.2.6.5.	Utilisation de mousse (secteur 2.F.2.a)	177
4.2.6.6.	Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs (secteur 2.F.4.a)	178
4.2.7.	Catégories sources 2G –Autres usages et fabrication de produits.....	180
4.2.7.1.	Méthodologie	181
4.2.7.2.	Cohérence des séries temporelles.....	183
4.2.7.3.	Incertitudes et degré d'exhaustivité.....	183
4.2.7.4.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique	183
4.2.7.5.	Recalculs	183
4.2.7.6.	Améliorations	184
4.2.8.	Catégories sources 2H –Autres	184
4.3.	Contrôle qualité spécifique au secteur	185
4.3.1.	La collecte des données sources auprès des entreprises.....	185
5.	AGRICULTURE (SECTEUR 3 DU CRF).....	187
6.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE - UTCATF (SECTEUR 4 DU CRF).....	189
6.1.	Caractéristiques générales	190
6.2.	Définitions et système de classification d'utilisation des terres	192
6.3.	Etablissements cat 4E.....	193
6.3.1.	4.E.1- Variation du stock de Carbone	193
6.3.1.1.	Description de la catégorie	193
6.3.1.2.	Variation des surfaces d'espaces verts	194
6.3.1.3.	Perte de biomasse due à l'élégage et à l'élimination des déchets verts	197
6.3.2.	4.E.1 - Utilisation de fertilisant	198
6.3.3.	Méthodologies d'estimation des émissions	199
6.3.3.1.	Méthodologie de calculs pour la variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres	199
6.3.3.2.	Méthodologies relatives aux émissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts	203
6.4.	Produit ligneux récolté Cat4G	206
6.5.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles.....	207
6.6.	AQ/CQ et vérification spécifique à la catégorie	207
6.7.	Recalculs spécifiques au secteur.....	207
6.8.	Améliorations.....	207
6.8.1.1.	Amélioration de l'information relative à l'estimation de la couverture de houppier	207
6.8.1.2.	Déchets verts et produits ligneux	208
6.9.	Références	208
7.	DECHETS (SECTEUR 5 DU CRF)	209
7.1.	Dépôt de déchets solides sur les sites de décharge publique (secteur 5.A)	210
7.2.	Traitement biologique des déchets solides (secteur 5.B)	210
7.3.	Incinération et combustion à l'air libre des déchets (secteur 5.C)	210

7.4.	Traitement des eaux résiduaires (secteur 5.D.).....	210
7.4.1.	Description de la catégorie source.....	210
7.4.1.1.	Rejets en mer d'eaux non traitées (a)	211
7.4.1.2.	Traitement aérobique des eaux par l'UTER (b).....	211
7.4.2.	Méthode d'estimation des émissions	213
7.4.2.1.	Emissions de méthane (CH ₄).....	213
7.4.2.2.	Emissions d'Oxyde d'azote (N ₂ O).....	214
7.4.2.3.	Emissions de composé organique volatil non méthanique (COVNM)	216
7.4.3.	Données d'activités.....	216
7.4.3.1.	Volumes des eaux, volumes des eaux traitées et non traitées.....	216
7.4.3.2.	Détermination des matières organiques totales dans les eaux usées pour les voies de traitement (a) rejet direct en mer (TOW _a) et (b) traitement UTER (TOW _b).....	217
7.4.3.3.	Evolution de la population.....	219
7.5.	Autre (secteur 5.E.)	220
7.6.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles.....	221
7.8.1.	Emissions de GES.....	221
8.	AUTRES SECTEURS.....	223
9.	EMISSIONS INDIRECTES DE CO ₂ ET D'OXYDES NITREUX	224
10.	NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS	225
10.1.	Explications et justifications concernant les nouveaux calculs	225
10.2.	Recalculs - comparaison pour l'année de référence et 2015.	227
10.3.	Implications sur les niveaux d'émissions	229
10.4.	Implications sur les tendances.....	229
10.5.	Améliorations planifiées	230
10.6.	Statut des recommandations	231
10.7.	Synthèse des émissions de 1990 et 2015 estimées dans les NIR 2017 et 2018.....	233
11.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE – PROTOCOLE DE KYOTO (MODULE KP-LULUCF DU CRF)	238
11.1.	Informations générales.....	238
11.1.1.	Définition de forêt	238
11.2.	Information sur les terres	238
11.2.1.	Territoire.....	238
11.2.2.	Espace verts.....	239
11.2.3.	Zone d'analyse.....	239
11.2.3.1.	Vue d'ensemble de l'évolution du territoire	240
11.2.3.2.	Zone 1 Entrée de ville	240
11.2.3.3.	Zone 2 Fontvieille.....	241
11.2.3.4.	Zone 3 Rocher	242
11.2.3.5.	Zone 4 Vallon st Devote	243
11.2.3.6.	Zone 5 Petite Afrique.....	243
11.2.3.7.	Zone 6 Jardin des Spélugues	244
11.2.3.8.	Zone 7 Sporting d'été	244
11.2.3.9.	Zone 8 Testimonio	245
11.2.4.	Conclusion	245
11.3.	Informations spécifiques aux activités	245
11.4.	Article 3.3	245
11.5.	Article 3.4	245
11.6.	Information relative à l'article 6	246
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 ..	247
12.1.	Description du registre national.....	247
12.2.	Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF	247
12.3.	Notifications et erreurs	247

12.4.	Informations accessibles au public	248
12.5.	Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement	248
12.6.	Calcul de la réserve pour la période d'engagement	249
12.7.	Comptabilisation du secteur UTCATF	249
13.	MODIFICATIONS APPORTEES AU SYSTEME NATIONAL	250
13.1.	Nom et coordonnées du responsable du système national d'inventaire désigné par la Partie 250	
13.2.	Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire.....	251
14.	MODIFICATIONS APPORTEES AU REGISTRE NATIONAL	253
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).....	255
15.1.	Description des effets potentiels des politiques et mesures nationales	255
15.2.	Ressources financières et transfert de technologie	255
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).....	256
15.3.1.	Aide fournie aux pays en développement particulièrement vulnérables aux changements climatiques	256
15.3.2.	Octroi de ressources financières	256
15.3.3.	Activités relatives au transfert de technologies	257
16.	AUTRES INFORMATIONS	259
17.	REFERENCES	259
18.	ANNEXE 1 - ANALYSE DES CATEGORIES CLES	260
19.	ANNEXE 2 - TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES	271
20.	ANNEXE 3 - METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES.....	274
20.1.	Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets	274
20.1.1.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des déchets solides.....	274
20.1.1.1.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	274
20.1.1.2.	Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle	275
20.1.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des boues d'épuration.....	276
20.1.2.1.	Calcul des émissions annuelles de CH ₄ et de N ₂ O.....	276
20.1.2.2.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	276
20.2.	Annexe 3.B. - Transport (1A3)	277
20.2.1.	Transport routier (1A.3.b)	277
20.2.1.1.	Parc statique par norme	277
20.2.1.2.	Age du parc par norme	278
20.2.2.	Kilométrage annuel moyen brut par norme.....	279
20.2.2.1.	Trafic brut par norme	280
20.2.2.2.	Consommation brute de carburant par norme	280
20.2.2.3.	Balance énergétique	280
20.2.2.4.	Trafic calé par norme.....	281
20.2.2.5.	Consommation calée de carburant par norme.....	281
20.2.2.6.	Consommations de lubrifiants, de produits pétroliers, de biocarburants et d'urée.	281
20.2.2.7.	Calculs des facteurs d'émissions de COVNM des évaporations	281
20.2.2.8.	Calculs des émissions de GES et de polluants.....	282
20.2.3.	Navigation nationale (1A3d).....	283
20.2.3.1.	Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d)	283

20.2.3.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel	283
20.3.	Annexe 3.C. - Autres secteurs du domaine de l'énergie -(1A4) a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel.....	293
20.3.1.	Fioul domestique	293
20.3.2.	Gaz naturel	294
21.	ANNEXE 4 - BALANCE ENERGETIQUE NATIONALE	297
22.	ANNEXE 5- INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES	299
22.1.	Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.	299
22.1.1.	Service instructeur.....	299
22.1.2.	Inventaire national	299
22.1.2.1.	Point de contact.....	299
22.1.2.2.	Auteurs	299
22.1.3.	Registre national d'inventaire	299
22.1.4.	Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les ChangementsClimatiques :300	
22.2.	Résumé du Contrôle qualité / Assurance Qualité	301
22.3.	Tableaux CRF SUMMARY 2.....	303
22.3.1.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 1990	304
22.3.2.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2016	305

RESUME ANALYTIQUE

Ce rapport présente, pour la période 1990 – 2016, 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 9,28% a été estimée par une méthode de niveau 1 pour l'ensemble de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en 2016.

Les émissions de gaz à effet de serre direct (exprimées en équivalent CO_2) se situent pour l'année 2016 -21,15 % 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 99,70kt eqCO_2 pour l'année 1990 à 78,62 kt eqCO_2 en 2016, hors secteur UTCATF.

En incluant le secteur UTCATF, les émissions sont passées de 99,70 kt eqCO_2 pour l'année 1990 à 78,61kt eqCO_2 en 2016.

Dans l'ensemble, les émissions globales ont augmenté de 1990 à 2000, année pour laquelle la valeur maximale de 107,84kt d'équivalent CO_2 a été atteinte. Cette augmentation a été suivie d'une tendance décroissante jusqu'en 2016. 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. Les émissions de GES les plus faibles sont constatées en 2016.

La contribution des différents gaz à effet de serre est la suivante pour 2016 (en % des émissions en équivalent CO_2 hors UTCATF) : CO_2 85,17% ; HFC et PFC 7,21 %, N_2O 3,75 %, CH_4 3,73% et SF_6 0,14 %.

L'énergie, avec 88,1% des émissions totales en équivalent CO_2 hors UTCATF en 2016, occupe le premier rang des catégories de sources émettrices à Monaco au sens de la classification de la CCNUCC devant les procédés industriels, avec 8,3 % et les déchets avec 3,6 %.

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 27,9% des émissions totales et la combustion de carburants liquides par le secteur de l'industrie environ 24,5%. Ces deux secteurs sont à l'origine de plus de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Entre 1990 et 2016, les émissions des gaz à effet de serre indirect sont orientées à la baisse pour les quatre gaz visés. Cette baisse est de 90 % pour le dioxyde de soufre, de 74 % pour le monoxyde de carbone, de 63 % pour les composés organiques volatils non méthaniques et de 73 % pour les oxydes d'azote.

Concernant le secteur KP-LULUCF, aucune activité susceptible d'être reportée n'existe en Principauté de Monaco. Un plafond de gestion forestière annuel a été estimé à 3,49 kt eqCO_2 .

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 1990-2016.

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 9.28% (corresponding to a standard deviation) has been estimated for the whole inventory in 2016.

Direct greenhouse gases emissions (in CO₂ equivalents) are, for 2016, 21.15% 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 99.70 kt CO₂ equivalent for the year 1990 to 78.62 kt CO₂ equivalent in 2016, excluding LULUCF. With LULUCF, emissions moved from 99.70 kt CO₂ equivalent for the year 1990 to 78.61 kt CO₂ equivalent in 2016.

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 2016. 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. The lowest GHG emission has been noted in 2016.

In 2016, the contribution of different greenhouse gases (in % of emissions in CO₂eq excluding LULUCF) is estimated at 85.17% for CO₂; for HFCs and PFCs at 7.21%, at 3.75 % for N₂O, at 3.73% for CH₄ and for SF₆ at 0.14%.

In 2016, the Energy sector, representing 88.1 % 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 8.3% and waste sector 3.6 % 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 27.9 % of total emissions and the combustion of liquid fuels in the industrial sector account for approximately 24.5 %. These two sectors are responsible for around half of emissions of the Principality of Monaco.

Between 1990 and 2016, emissions of indirect greenhouse gases are decreasing for the 4 gases. This decrease is of 90% for sulfur dioxide, 74% for carbon monoxide, 63% for non-methane volatile organic compounds and 73% for the nitrogen oxides.

Regarding KP-LULUCF sector, none activity is likely to be carried there for the Principality of Monaco. A annual FM Cap has been estimated to 3.49 kt CO₂eq.

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.

Récemment, la Principauté de Monaco s'est dotée d'un Code de l'environnement (Loi n° 1.456 du 12/12/2017 portant Code de l'environnement), qui comporte un Livre II « Energie ». L'article L.220-1 dispose notamment de l'obligation d'établissement d'un inventaire national des émissions de gaz à effet de serre.

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.

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 l'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 Soutien – Indicateur – Synthèse (SIS) de la Direction de l'Environnement, en charge de la réalisation de l'inventaire.

Le Contrôle Qualité est assuré par la Division Energie – Climat – Activités Urbaines (ECAU) 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.

Un extrait du plan de contrôle qualité est produit en annexe.

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.

Certains éléments mis en exergue lors de cette mission d'assurance qualité ont été intégrés dans le cadre du présent rapport d'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.

Pour des raisons de temps, cette mission n'a pas été reconduite dans le cadre du NIR 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. Un tableau de synthèse des contrôles qualités effectués figure en annexe.

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.

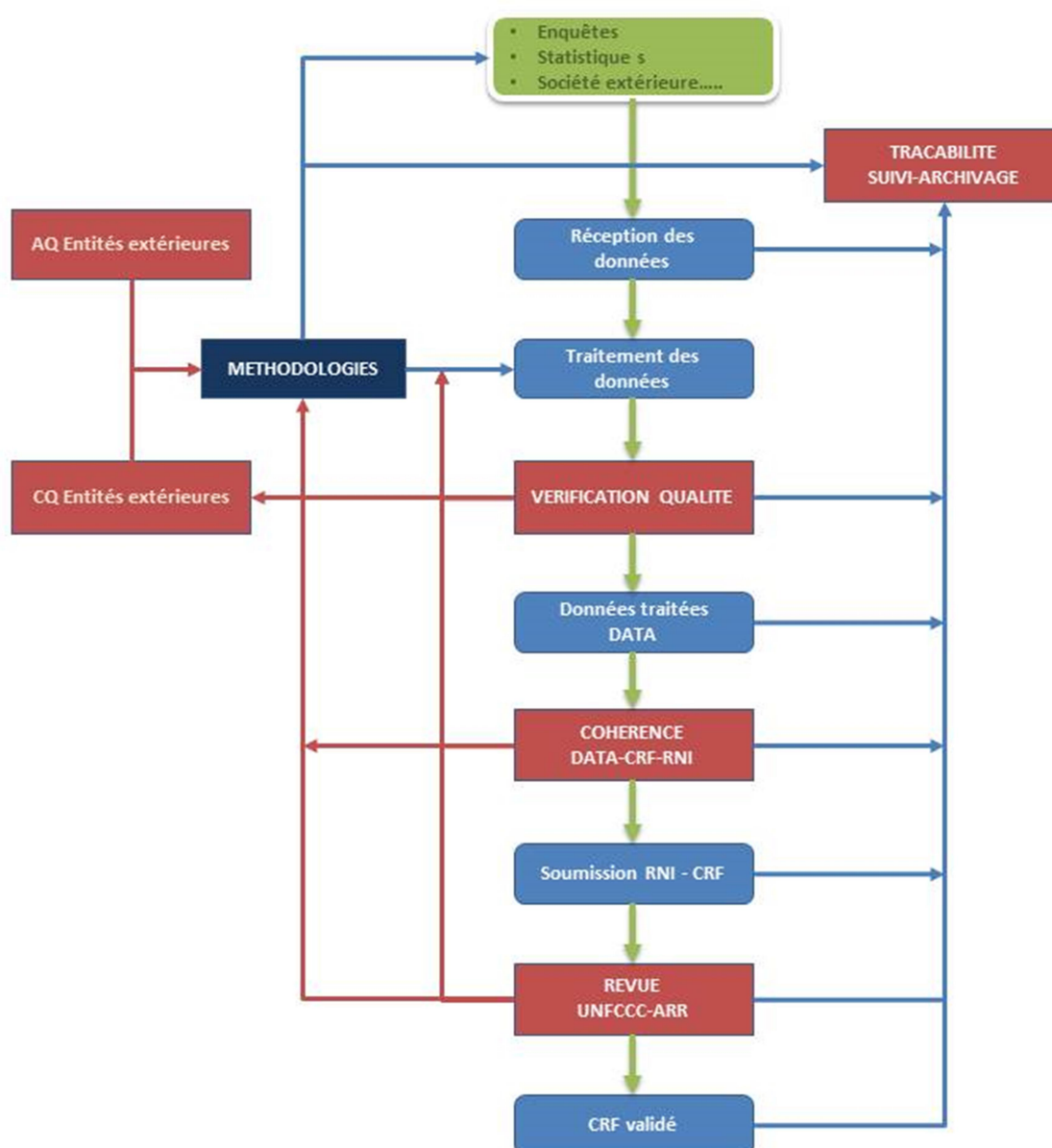
Dans le cadre de la préparation du rapport d'inventaires 2018, les améliorations apportées à la qualité ont été entreprises à partir des notamment des recommandations faites au sein du « report on individual review of the annual submissions of Monaco submitted in 2017 »

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.

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 et la structure du NIR.



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 l'élaboration 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 (2006) 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. Benjamin LABARRERE

Ambassade de la Principauté de Monaco en Allemagne

Klingelhöferstrasse 7, 10785 Berlin

Tél. : +49 (0) 30 26 39 033

Fax : +49 (0) 30 26 39 03 44

e-mail : b.labarrere@ambassade-monaco.de

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'Etat.
- Institut Monégasque de la Statistique et des Etudes Economique (IMSEE).
- 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).

A l'exception de l'IMSEE, dont les données sont publiques, les données sont collectées, auprès des différentes entités, par l'intermédiaire de questionnaires.

Il n'existe pas d'accord particulier ou de réglementation pour la collecte des données.

La transmission des données relatives aux gaz fluorés devrait être rendue prochainement obligatoire dans le cadre d'un texte réglementaire en cours de préparation. La transmission d'autres données pourrait être rendue également obligatoire à moyen terme.

1.3.2.1. Secteur de l'Energie

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'Electricité et du Gaz (SMEG) société délégataire de l'Etat 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 Etudes Economiques.

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'Electricité 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 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. Généralités sur les méthodologies de calculs des émissions

1.4.1. Principes

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 –Énergie

				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	Otherfossil	T2a	T1	T1	D	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Biomass	T2	T1	T1	D	D	D
1A3a	Transport	Civil Aviation	Jet Kerosene	T1	T1	T1	D	D	D
1A3bi	Transport	Road	Cars Gasoline	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3bi	Transport	Road	CarsDiesel	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3bi	Transport	Road	CarsBiomass	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3bii	Transport	Road	LdtGasoline	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3bii	Transport	Road	Ldt Diesel	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3bii	Transport	Road	LdtBiomass	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3biii	Transport	Road	HdtGasoline	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3biii	Transport	Road	HdtDiesel	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3biii	Transport	Road	HdtBiomass	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3biv	Transport	Road	MT Gasoline	T2	T2	T2	CS	D	D
1A3biv	Transport	Road	MTLube	T2	T2	T2	CS	CS	CS
1A3biv	Transport	Road	MT Biomass	T2	T2	T2	CS	D	D
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	CS	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	CS	D	D

Secteur 2 –Procédés Industriels

Méthodes									Facteurs d'émission								
		HFC	PFC	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF ₆	NF3	CO2	N2O	CH4	HFC	PFC	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF ₆	NF3	CO2	N2O	CH4
2D	Produits non énergétiques issus de carburants et utilisation de solvants																
2D1	Lubricant Use						T2	T2	T2						CS	CS	CS
2D3	Peintres						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Pressings						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Epandage de bitume						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Imprimeries						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Menuiseries						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Urea from road transportation						T1	T1	T1						D, CS	CS	CS
2F	Utilisation de produits comme substitus des ODS																
2F1a	Réfrigération commerciale	T2a	NA	NA	NA	NA				D,CS	NA	NA	NA	NA			
2F1b	Réfrigération domestique	T2	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA	NA			
2F1e	Climatisation mobile	T2	NA	NA	NA	NA				CS	NA	NA	NA	NA			
2F1f	Climatisation domestique	T2	T2	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA	NA			
2F2	Foam Blowing Agents	CS	NA	NA	NA	NA				OTH	NA	NA	NA	NA			
2F3	Fire Protection	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA	NA			
2F4	Aerosols	CS	NA	NA	NA	NA				OTH	NA	NA	NA	NA			

2G		Autres usages et fabrication de produits										
2G1	Appareillages électriques	NA	NA	NA	T1	NA		NA	NA	NA	D	NA
2G2b	Accélérateurs de particules		NA		CS			NA			CS	
2G3a	Anesthésiants					D						D
2G3b	Gaz propulseurs					CS						OTH

Secteur 3 –Agriculture

		Méthodes			Facteurs d'émission		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
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	Othersettlement	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	Domesticwaste water	NO	T1	T1	NO	D	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	22800
NF3	17200
C10F18	7500
C2F6	12200
C3F8	8830
C4F10	8860
C5F12	9160
C6F14	9300
c-C3F6	17340
c-C4F8	10300
CF4	7390
HFC-125	3500
HFC-134	1100
HFC-134a	1430
HFC-143	353
HFC-143a	4470
HFC-152	53
HFC-152a	124
HFC-161	12
HFC-227ea	3220
HFC-23	14800
HFC-236cb	1340
HFC-236ea	1370
HFC-236fa	9810
HFC-245ca	693
HFC-245fa	1030
HFC-32	675
HFC-365mfc	794
HFC-41	92
HFC-43-10mee	1640

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 UTCATF 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.

Une analyse de niveau T2 est également proposée pour la première année.

1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1

1.5.1.1. Catégories clés en 2016

Le tableau ci-après dresse la liste des catégories clés pour l'année 2016, c'est-à-dire qui représentent 95% des émissions totales hors UTCATF.

Code GIEC	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
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO ₂	kt	0,279	0,036	0,279	0,036	28,0%	27,9%	27,9%	27,9%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO ₂	kt	0,245	0,065	0,245	0,065	24,5%	52,4%	24,5%	52,4%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO ₂	kt	0,150	0,047	0,150	0,047	15,0%	67,4%	15,0%	67,4%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO ₂	kt	0,145	0,171	0,145	0,171	14,5%	81,9%	14,5%	81,9%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO ₂ equivalent	0,069	0,054	0,069	0,054	6,9%	88,8%	6,9%	88,8%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH ₄	kt	0,028	0,022	0,029	0,022	2,8%	91,6%	2,9%	91,7%
1.A.3.b	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO ₂	kt	0,021	0,012	0,021	0,012	2,1%	93,7%	2,1%	93,8%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N ₂ O	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,4%	95,1%	1,4%	95,2%

Il est à noter que seulement 8 catégories forment les catégories clés.

Les émissions de CO₂ du transport routier représentent environ 27,9% des émissions totales, la combustion de carburants liquides par les industries énergétiques (1.A.1) environ 24,5%. 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 84,1 % des émissions totales hors UTCATF.

Le tableau suivant concerne l'analyse des catégories clés au regard de leur évolution entre 1990 et 2016.

Code GIEC	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
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,145	0,171	0,145	0,171	38,3%	38,3%	38,3%	38,3%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,245	0,065	0,245	0,065	14,5%	52,8%	14,5%	52,8%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,069	0,054	0,069	0,054	12,1%	64,9%	12,1%	64,9%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,15	0,047	0,15	0,047	10,5%	75,4%	10,5%	75,4%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,279	0,036	0,279	0,036	8,1%	83,4%	8,1%	83,4%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,028	0,022	0,029	0,022	4,9%	88,4%	4,9%	88,4%
1.A.3.b	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,021	0,012	0,021	0,012	2,7%	91,1%	2,7%	91,1%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,007	0,008	0,007	0,008	1,8%	92,8%	1,8%	92,8%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,002	0,007	0,002	0,007	1,6%	94,4%	1,6%	94,4%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,3%	95,7%	1,3%	95,7%

Il est à noter que les catégories clés au niveau des émissions sont aussi celles qui présentent la plus forte évolution. Toutefois, 1 catégorie nouvelle est également présente : les émissions de N₂O liées à la biomasse des industries énergétiques.

En contrepartie, les émissions de N₂O liées au traitement des eaux usées (5.D) 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 des industries énergétiques qui sont relativement stables 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 CH₄ relatives au traitement des eaux usées jusqu'en 2015.

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.

Code GIEC	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
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,361	0,000	0,361	0,000	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,325	0,000	0,325	0,000	32,5%	68,6%	32,5%	68,6%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,162	0,000	0,162	0,000	16,2%	84,8%	16,2%	84,8%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,091	0,000	0,091	0,000	9,1%	93,9%	9,1%	93,9%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,018	0,000	0,018	0,000	1,8%	95,7%	1,8%	95,7%

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 2016.

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 2016, elle représente 14,5% des émissions.

La part des émissions CO₂ dans le secteur du transport routier a également diminuée entre 1990 et 2016 en passant de 32,5% à 27,9%.

La part liée aux émissions de CO₂ liées aux autres carburants fossiles dans le secteur des industries énergétiques a augmentée entre 1990 et 2016, en passant de 16,2% à 24,5%.

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 15,0% entre 1990 et 2016.

1.5.2. Catégories clés avec UTCATF –Tier 1

Il s'agit d'analyser les catégories clés en y intégrant l'UTCATF en valeur absolue, pour l'année 2016

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

La part que représente l'UTCATF 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. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2

L'analyse des catégories clés de Tier 2 inclus l'UTCATF.

Les valeurs d'évolution de la méthode Tier 1 sont issues des tables CRF.

Code GIEC	Catégorie	Classification	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2016 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2016	Cumul avec UTCATF (%)	Incertitude sur émissions (%)	contribution x incertitude	Evaluation niveau Tier 2 (%)	Cumul tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	16,18086	19,27297	24,5	24,5	27,2	666,9	0,3	0,3	1
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	1,77049	0,56555	0,7	25,2	708,7	509,9	0,2	0,5	2
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	32,42327	21,97000	27,9	53,2	8,0	223,6	0,1	0,6	3
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	0,46491	0,58245	0,7	53,9	253,9	188,1	0,1	0,7	4
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	0,56050	1,06703	1,4	55,3	100,1	135,9	0,1	0,7	5
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	9,03023	11,82667	15,0	70,3	8,6	129,4	0,1	0,8	6
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	36,01523	11,37433	14,5	84,8	7,0	101,3	0,0	0,8	7
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	0,08165	2,24104	2,9	87,6	32,0	91,2	0,0	0,9	8
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	N2O	0,04760	0,06251	0,1	87,7	1000,0	79,5	0,0	0,9	9
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	N2O	0,08690	0,02745	0,0	87,8	1000,0	34,9	0,0	0,9	10
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	0,21664	0,10659	0,1	87,9	253,9	34,4	0,0	0,9	11
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	0,02377	0,62156	0,8	88,7	32,0	25,3	0,0	1,0	12
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	0,16711	0,18532	0,2	88,9	100,1	23,6	0,0	1,0	13
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	0,04119	0,16809	0,2	89,1	109,9	23,5	0,0	1,0	14
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	0,45826	0,38335	0,5	89,6	24,0	11,7	0,0	1,0	15
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	0,50336	1,63564	2,1	91,7	5,0	10,4	0,0	1,0	16
2.F.4	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,22285	0,3	92,0	36,1	10,2	0,0	1,0	17
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	0,27646	0,11506	0,1	92,1	54,0	7,9	0,0	1,0	18
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,04995	0,1	92,2	50,0	3,2	0,0	1,0	19
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	0,22278	0,45889	0,6	92,8	5,0	2,9	0,0	1,0	20
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	1,10254	0,17088	0,2	93,0	7,0	1,5	0,0	1,0	21

Code GIEC	Catégorie	Classification	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2016 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2016	Cumul avec UTCATF (%)	Incertitude sur émissions (%)	contribution x incertitude	Evaluation niveau Tier 2 (%)	Cumul tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	N2O	0,00415	0,01422	0,0	93,0	70,0	1,3	0,0	1,0	22
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	0,00000	0,08038	0,1	93,1	8,6	0,9	0,0	1,0	23
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	N2O	0,00186	0,00383	0,0	93,1	158,7	0,8	0,0	1,0	24
4.E.1 - LULUCF	LULUCF	emissions	N2O	0,01155	0,01152	0,0	93,1	50,0	0,7	0,0	1,0	25
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CH4	0,00399	0,00524	0,0	93,1	100,1	0,7	0,0	1,0	26
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	N2O	0,00000	0,00042	0,0	93,1	1000,0	0,5	0,0	1,0	27
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CH4	0,00851	0,00269	0,0	93,2	100,0	0,3	0,0	1,0	28
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	N2O	0,00170	0,00026	0,0	93,2	1000,0	0,3	0,0	1,0	29
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CH4	0,00122	0,00418	0,0	93,2	57,0	0,3	0,0	1,0	30
1.A.1	Energy Industries	Biomass	CH4	0,00023	0,00168	0,0	93,2	100,0	0,2	0,0	1,0	31
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	N2O	0,00054	0,00057	0,0	93,2	110,0	0,1	0,0	1,0	32
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CO2	0,00513	0,00036	0,0	93,2	52,2	0,0	0,0	1,0	33
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CH4	0,00035	0,00021	0,0	93,2	90,1	0,0	0,0	1,0	34
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CH4	0,00004	0,00008	0,0	93,2	112,6	0,0	0,0	1,0	35
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CH4	0,00006	0,00006	0,0	93,2	100,1	0,0	0,0	1,0	36
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CH4	0,00032	0,00005	0,0	93,2	100,0	0,0	0,0	1,0	37
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CH4	0,00000	0,00004	0,0	93,2	100,1	0,0	0,0	1,0	38
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F- gases	0,00000	5,39390	6,9	100,0	0,0	0,0	0,0	1,0	39
4.E.1 - Biomasse active des arbres	Carbon stock	emissions	CO2	-0,00997	-0,01722	0,0	100,0	36,0	-0,8	0,0	1,0	40
Total				99,70	78,61	100,0			2321			

Code GIEC	Catégorie	Classification	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2016 (kt CO2 eq)	Evolution Tier 1 (%)	Evolution cumulée Tier 1 (%)	Incertitude sur émissions (%)	Evolution x Incertitude	Evaluation Tier 2 (%)	Cumul Tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	1,77049	0,56555	0,008	0,008	709	6	46,84	46,84	1
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	16,18086	19,27297	0,065	0,073	27	2	14,61	61,45	2
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	36,01523	11,37433	0,171	0,244	7	1	9,89	71,34	3
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	0,08165	2,24104	0,022	0,266	32	1	5,82	77,15	4
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	0,56050	1,06703	0,006	0,272	100	1	4,96	82,12	5
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	0,46491	0,58245	0,002	0,274	254	1	4,20	86,31	6
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	9,03023	11,82667	0,047	0,321	9	0	3,34	89,65	7
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	32,42327	21,97000	0,036	0,357	8	0	2,38	92,03	8
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	0,21664	0,10659	0,001	0,358	254	0	2,10	94,13	9
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	0,02377	0,62156	0,006	0,364	32	0	1,59	95,71	10
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	0,04119	0,16809	0,001	0,365	110	0	0,91	96,62	11
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	0,16711	0,18532	0,001	0,366	100	0	0,83	97,45	12
2.F.4	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,22285	0,002	0,368	36	0	0,60	98,05	13
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	0,50336	1,63564	0,012	0,380	5	0	0,50	98,54	14
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	0,27646	0,11506	0,001	0,381	54	0	0,45	98,99	15
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,04995	0,001	0,382	50	0	0,41	99,40	16
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	1,10254	0,17088	0,007	0,389	7	0	0,40	99,81	17
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	0,22278	0,45889	0,003	0,392	5	0	0,12	99,93	18
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	0,00000	0,08038	0,001	0,393	9	0	0,07	100,00	19

Code GIEC	Catégorie	Classification	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2016 (kt CO2 eq)	Evolution Tier 1 (%)	Evolution cumulée Tier 1 (%)	Incertitude sur émissions (%)	Evolution x Incertitude	Evaluation Tier 2 (%)	Cumul Tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	N2O	0,04760	0,06251	0,000	0,393	1000	0	0,00	100,00	20
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	N2O	0,08690	0,02745	0,000	0,393	1000	0	0,00	100,00	21
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	0,45826	0,38335	0,000	0,393	24	0	0,00	100,00	22
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	N2O	0,00415	0,01422	0,000	0,393	70	0	0,00	100,00	23
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	N2O	0,00186	0,00383	0,000	0,393	159	0	0,00	100,00	24
4.E.1 - LULUCF	LULUCF	emissions	N2O	0,01155	0,01152	0,000	0,393	50	0	0,00	100,00	25
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CH4	0,00399	0,00524	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	26
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	N2O	0,00000	0,00042	0,000	0,393	1000	0	0,00	100,00	27
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CH4	0,00851	0,00269	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	28
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	N2O	0,00170	0,00026	0,000	0,393	1000	0	0,00	100,00	29
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CH4	0,00122	0,00418	0,000	0,393	57	0	0,00	100,00	30
1.A.1	Energy Industries	Biomass	CH4	0,00023	0,00168	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	31
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	N2O	0,00054	0,00057	0,000	0,393	110	0	0,00	100,00	32
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CO2	0,00513	0,00036	0,000	0,393	52	0	0,00	100,00	33
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CH4	0,00035	0,00021	0,000	0,393	90	0	0,00	100,00	34
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CH4	0,00004	0,00008	0,000	0,393	113	0	0,00	100,00	35
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CH4	0,00006	0,00006	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	36
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CH4	0,00032	0,00005	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	37
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CH4	0,00000	0,00004	0,000	0,393	100	0	0,00	100,00	38
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F- gases	0,00000	5,39390	0,054	0,447	0	0	0,00	100,00	39
4.E.1 - Biomasse active des arbres	Carbon stock	emissions	CO2	-0,00997	-0,01722	0,000	0,447	36	0	0,00	100,00	40
Total				99,70	78,61	0,4			12			

1.5.4. Amélioration

Dans le cadre de cet inventaire, une analyse des catégories clés selon la méthodologie Tier 2 a été réalisée.

Il a également été ajouté pour l'ensemble des analyses, les codifications GIEC.

Une interprétation des résultats sera insérée dans le cadre du prochain rapport.

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 2018, 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 2016, est de 9,28 %.

L'incertitude relative à la tendance observée pour les émissions totales entre l'année de base 1990 et 2016 est évaluée à 6,76 %.

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 1990-2016. L'année de référence est de 1990 pour le CO₂, le CH₄, et le N₂O et les gaz indirects. Pour les autres gaz directs, l'année de référence est 1995.

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, C3F8, C4F8, C4F10, C5F12, C6F14, C10F18),	
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
NOX	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 adapté 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), une méthode Tier 2 a été appliquée.

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.

Les émissions relatives à l'utilisation de paraffine n'ont pas été estimées dans le cadre de cet inventaire en raison de l'impossibilité à ce jour de disposer des données nécessaires. Des travaux vont être engagés pour pouvoir calculer ces émissions dans le prochain inventaire.

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 2016, les évolutions observées depuis l'année de référence de 1990 par gaz et par secteurs d'émissions.

2.1. Evolution des émissions de gaz à effet de serre agrégées

2.1.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2016

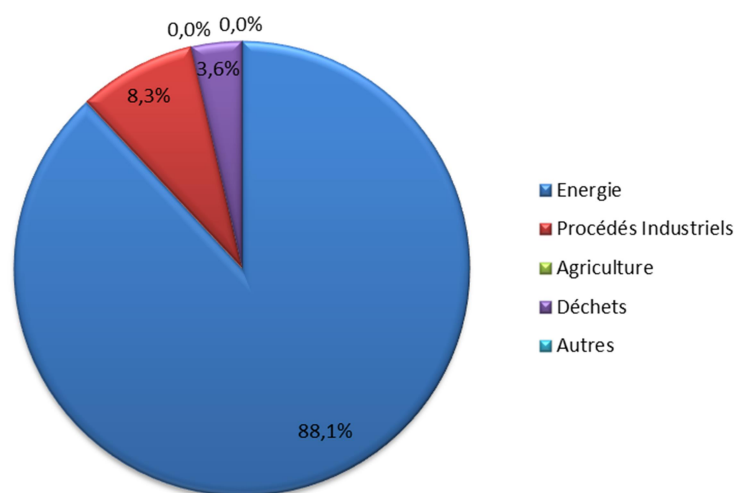
Pour l'année 2016, les émissions globales, secteur UTCATF inclus, sont de : **78,61kt CO₂eq**

Pour l'année 2016, les émissions globales, hors secteur UTCATF, sont de : **78,62kt CO₂eq**

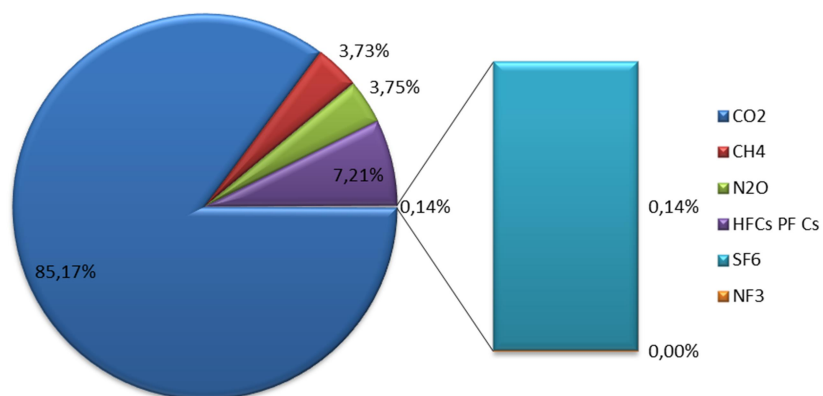
Le polluant le plus contributeur est le CO₂ issu très majoritairement du secteur énergétique qui reste aussi la principale source des émissions de Monaco avec 85,17% des émissions globales.

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	66,79	0,69	1,74						69,23	88,06%	88,07%
Procédés industriels et utilisation de produits	0,17	0,00	0,62	5,67	NO,IE	0,11	NO	NO	6,56	8,35%	8,3%
Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	0,00%	0,0%
Déchets	NO,IE	2,24	0,58						2,82	3,59%	3,6%
Autres	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00%	0,00
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent sans UTCATF	66,96	2,94	2,95	5,67	0,00	0,11	0,00	0,00	78,62		
UTCATF	-0,02		0,01						-0,01		-0,01%
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent avec UTCATF	66,94	2,94	2,96	5,67	NO,IE	0,11	NO	NO	78,61		
Memo items - International bunkers	19,45	0,04	0,17						19,66		
Aviation	2,59	0,00	0,02						2,62		
Navigation	16,86	0,04	0,15						17,05		
CO ₂ indirect	NE,NO										

Emissions de GES par secteur (hors UTCATF)



Emissions de GES par gaz (hors UTCATF en kt CO₂eq)



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

L'évolution des émissions globales des gaz à effet de serre entre 1990 et 2016 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 : 99,70kt CO₂eq

Les émissions pour l'année 2016 sont de : 78,62kt CO₂eq

La diminution observée entre 1990 et 2016 est de : -17,60ktCO₂eq

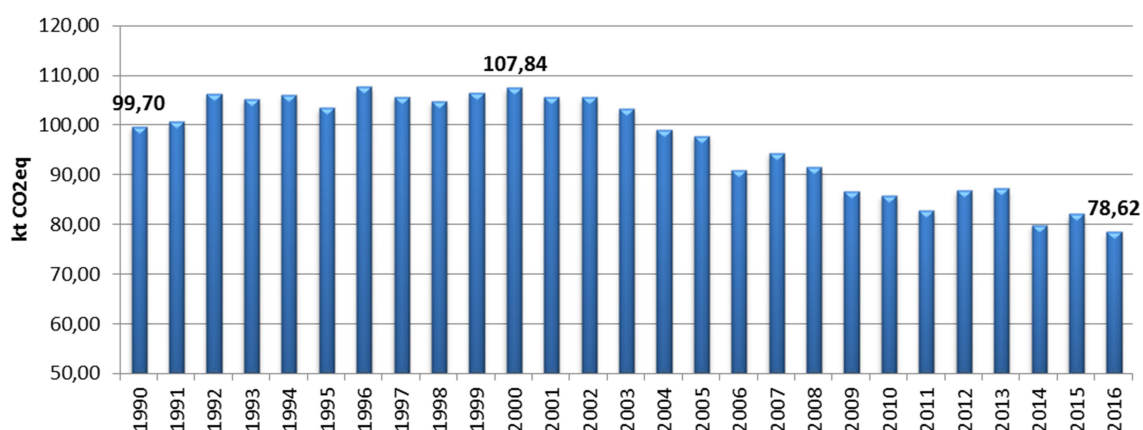
Par rapport à l'année de référence 1990, la variation est de : -21,15 %.

Le pic maximum des émissions a été observé en 2000 : 107,55ktCO₂eq.
Depuis ce maximum, la diminution observée a été de : 28,93ktCO₂eq (26,90%)

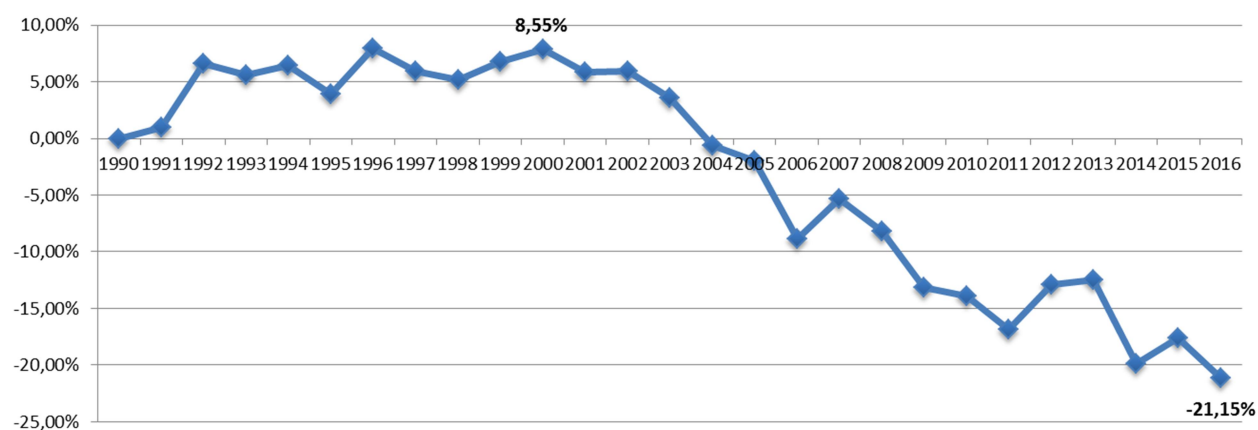
L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 17,60% par rapport à l'année de référence de 1990. Le pic maximum des émissions a été atteint en 2000 avec 10755ktCO₂eq. En 2016, les émissions globales étaient de 78,62ktCO₂eq, ce qui correspond aux émissions les plus faibles depuis 1990.

Avec le secteur UTCATF, les émissions de 1990 sont de 99,70kt CO₂eq et celles de 2016, de 78,61ktCO₂eq. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 21,16% par rapport à l'année de référence de 1990.

Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre entre 1990 et 2016



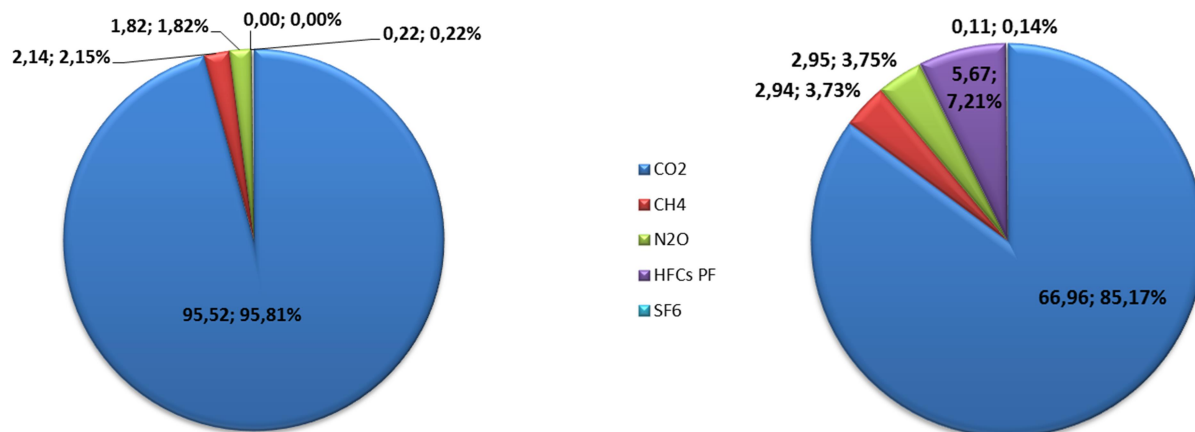
Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre par rapport à 1990



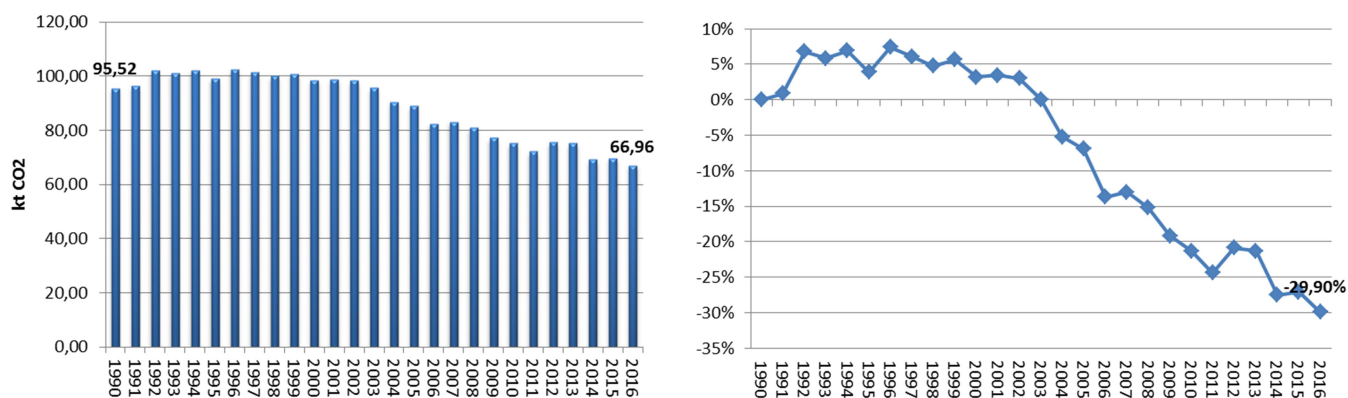
2.1.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre

L'évolution des émissions des gaz à effet de serre CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆ entre 1990 et 2016 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.

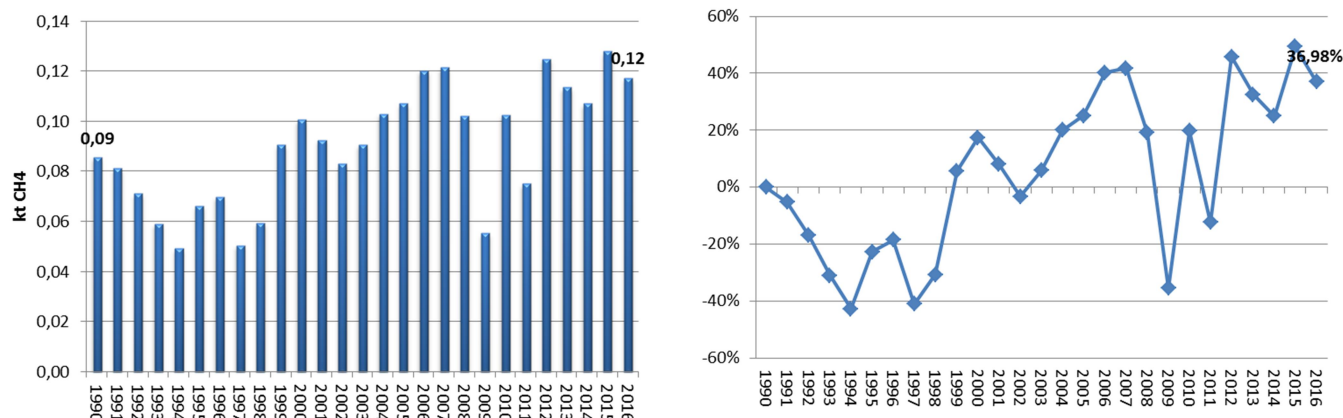
Répartition en 1990 et 2016 des émissions par gaz à effet de serre.



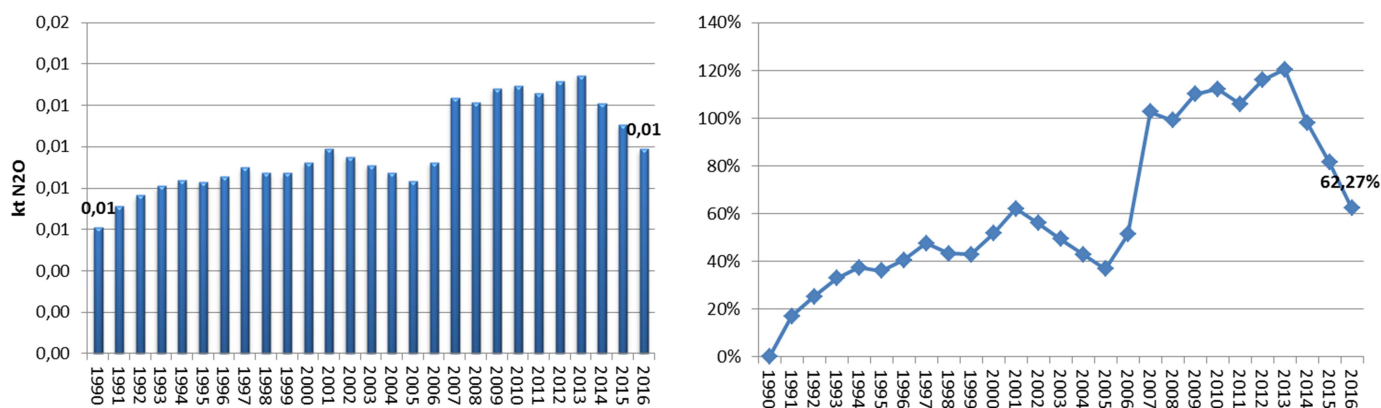
Le principal gaz émis en 2016 reste le CO₂ qui représente 85,17% des émissions globales. Entre 1990 et 2016, les émissions de CO₂ sont passées de 95,52kt à 66,96 kt. Cela représente une diminution de 29,90% des émissions de ce gaz en 2016 par rapport à 1990.



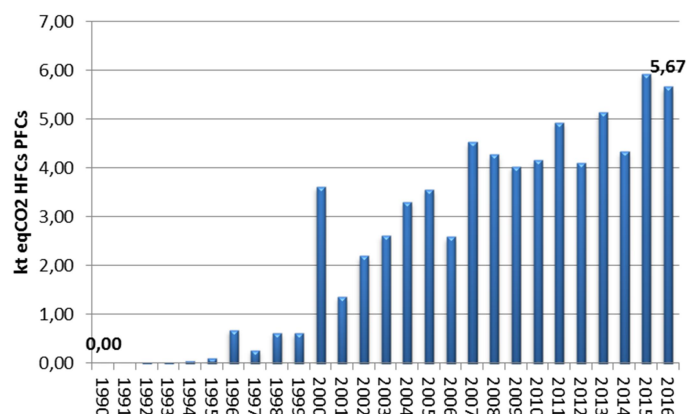
Durant la même période, les émissions de CH₄ sont passées de 0,09kt en 1990 à 0,12kt en 2016. Le maximum a été observé en 2015.



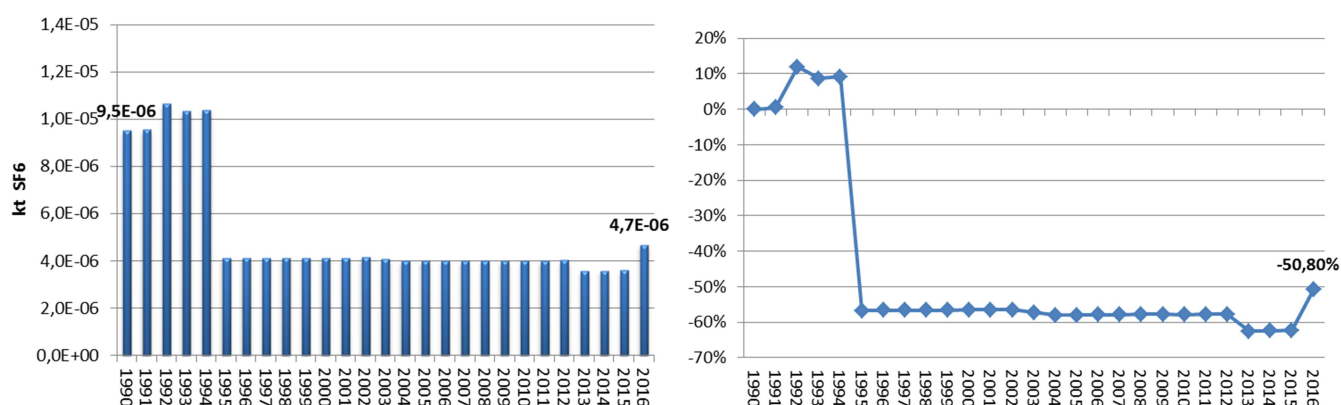
Les émissions de N₂O sont passées de 0,006 kt en 1990 à 0,0099kt en 2016, avec un maximum observé en 2013 (0,0134kt).



Les émissions de HFC-PFC sont passées de 0,00ktCO₂eq en 1990à 5,67ktCO₂eq en 2016. 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 passéesde 9,5 E-6ktCO₂eq en 1990à 4,7 E-6 ktCO₂eq en 2016.



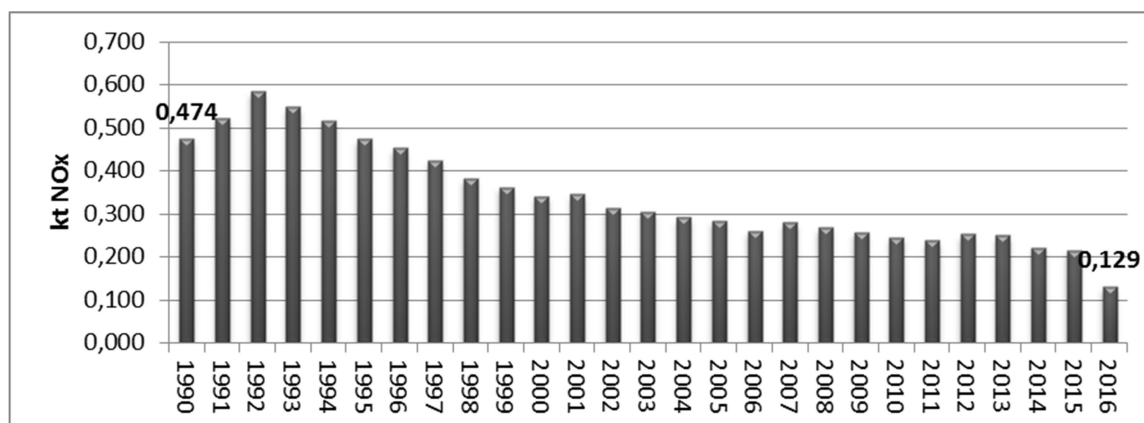
	Total (without LULUCF)	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	NF3
	kt CO2 eq	kt	kt	kt	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt	kt
1990	99,70	95,52	0,09	0,01	NO,IE	NO,IE	9,50E-06	NO
1991	100,71	96,33	0,08	0,01	NO,IE	NO,IE	9,55E-06	NO
1992	106,28	101,98	0,07	0,01	0,01	NO,IE	1,06E-05	NO
1993	105,27	101,12	0,06	0,01	0,02	NO,IE	1,03E-05	NO
1994	106,14	102,12	0,05	0,01	0,06	NO,IE	1,04E-05	NO
1995	103,57	99,24	0,07	0,01	0,11	NO,IE	4,11E-06	NO
1996	107,67	102,58	0,07	0,01	0,69	NO,IE	4,12E-06	NO
1997	105,64	101,33	0,05	0,01	0,28	NO,IE	4,12E-06	NO
1998	104,88	100,07	0,06	0,01	0,63	NO,IE	4,12E-06	NO
1999	106,48	100,90	0,09	0,01	0,62	NO,IE	4,13E-06	NO
2000	107,55	98,55	0,10	0,01	3,62	NO,IE	4,13E-06	NO
2001	105,54	98,81	0,09	0,01	1,28	0,09	4,13E-06	NO
2002	105,62	98,42	0,08	0,01	2,13	0,07	4,13E-06	NO
2003	103,30	95,60	0,09	0,01	2,58	0,04	4,06E-06	NO
2004	99,08	90,51	0,10	0,01	3,26	0,05	4,00E-06	NO
2005	97,74	88,92	0,11	0,01	3,48	0,08	3,99E-06	NO
2006	90,89	82,45	0,12	0,01	2,51	0,09	4,00E-06	NO
2007	94,41	83,07	0,12	0,01	4,45	0,08	4,01E-06	NO
2008	91,53	80,99	0,10	0,01	4,26	0,02	4,01E-06	NO
2009	86,55	77,22	0,06	0,01	4,01	0,02	4,01E-06	NO
2010	85,86	75,19	0,10	0,01	4,15	NO,IE	4,01E-06	NO
2011	82,89	72,25	0,08	0,01	4,93	NO,IE	4,01E-06	NO
2012	86,81	75,58	0,12	0,01	4,10	NO,IE	4,01E-06	NO
2013	87,23	75,16	0,11	0,01	5,14	NO,IE	3,56E-06	NO
2014	79,89	69,20	0,11	0,01	4,34	NO,IE	3,58E-06	NO
2015	82,14	69,64	0,13	0,01	5,92	NO,IE	3,59E-06	NO
2016	78,62	66,96	0,12	0,01	5,67	NO,IE	4,68E-06	NO

2.1.4. 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).

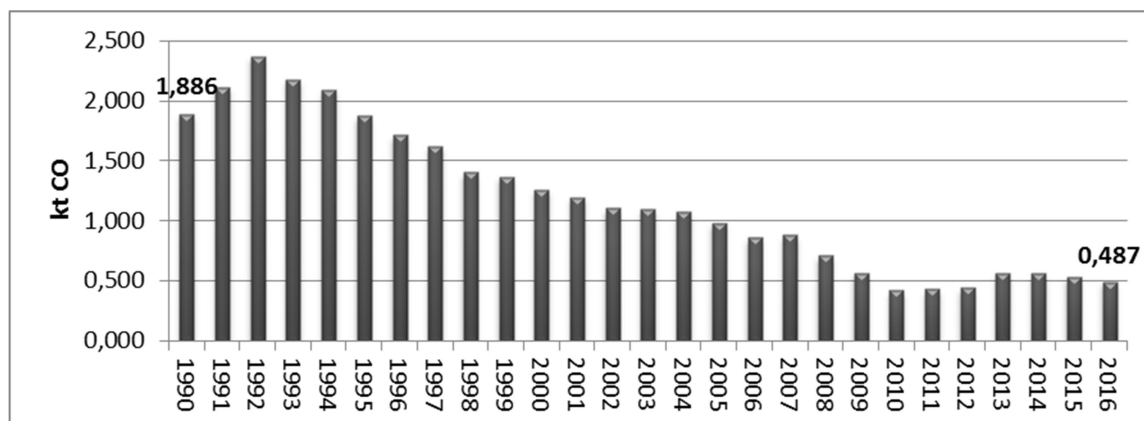
La décroissance des émissions de NO_x est principalement due au sein du secteur de l'énergie à la diminution progressive de l'utilisation du fioul pour le chauffage domestique ainsi qu'à l'amélioration technologique des véhicules automobiles en particulier pour les motorisations diesel.

Evolution de 1990 à 2016 des émissions de NO_x

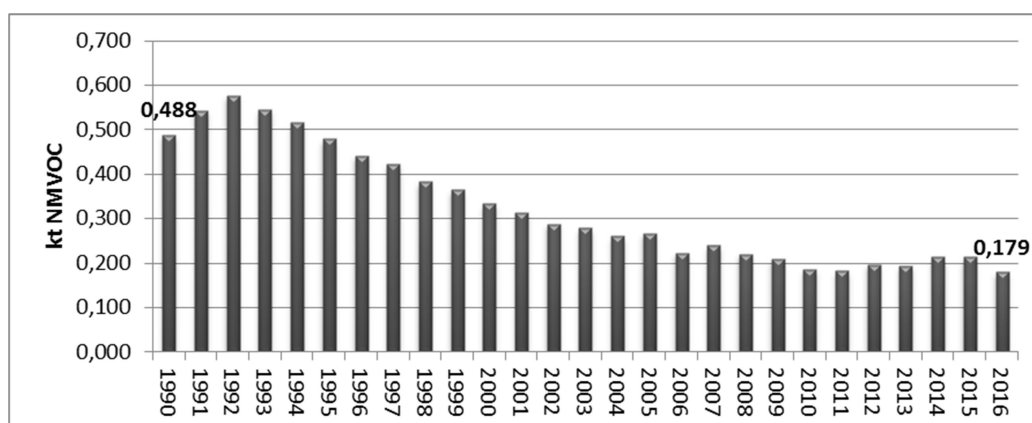


Ces mêmes raisons évoquées dans le cadre des NO_x, contribuent à la diminution progressive des niveaux d'émissions de NMVOC et de CO.

Evolution de 1990 à 2016 des émissions de CO



Evolution de 1990 à 2016 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 2016 des émissions de SO₂

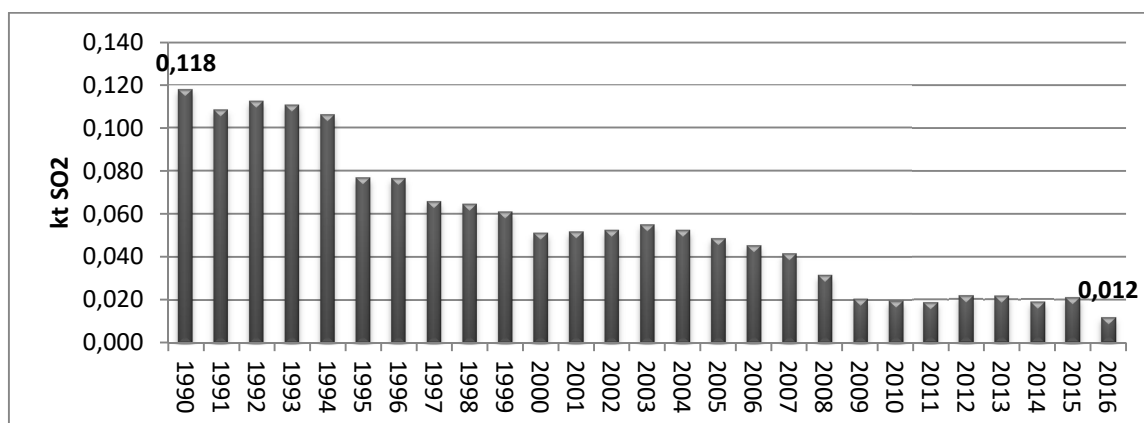
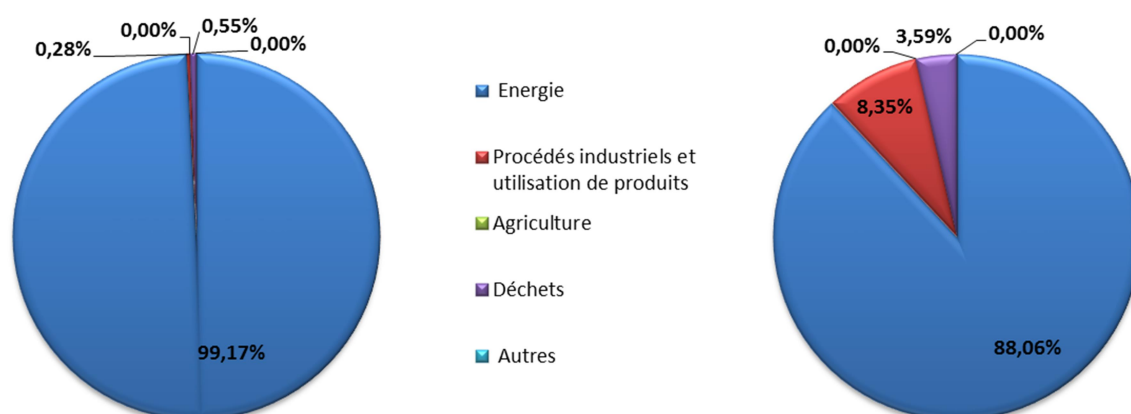


Tableau de l'évolution des émissions de Gaz indirect

	NOx	CO	NM VOC	SO2
	kt	kt	kt	kt
1990	0,474	1,886	0,488	0,118
1991	0,522	2,112	0,542	0,108
1992	0,583	2,367	0,576	0,112
1993	0,547	2,172	0,545	0,111
1994	0,516	2,089	0,514	0,106
1995	0,473	1,872	0,478	0,077
1996	0,452	1,713	0,440	0,077
1997	0,423	1,618	0,422	0,066
1998	0,381	1,401	0,382	0,065
1999	0,361	1,366	0,363	0,061
2000	0,340	1,258	0,332	0,051
2001	0,345	1,195	0,314	0,052
2002	0,313	1,103	0,287	0,053
2003	0,305	1,096	0,278	0,055
2004	0,291	1,068	0,259	0,053
2005	0,283	0,977	0,266	0,049
2006	0,260	0,859	0,222	0,045
2007	0,279	0,880	0,238	0,042
2008	0,268	0,710	0,219	0,032
2009	0,257	0,561	0,209	0,021
2010	0,244	0,422	0,186	0,020
2011	0,238	0,428	0,182	0,019
2012	0,252	0,442	0,195	0,022
2013	0,248	0,564	0,193	0,022
2014	0,221	0,560	0,213	0,019
2015	0,214	0,533	0,213	0,021
2016	0,129	0,487	0,179	0,012

2.2. Evolution des émissions par secteur

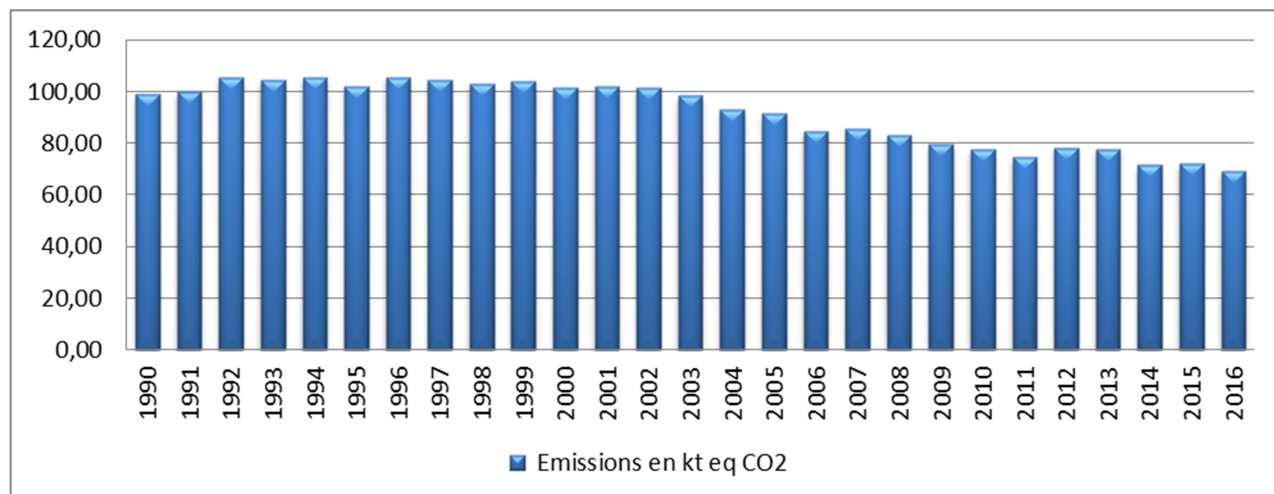
Répartition des émissions de gaz à effet de serre par secteur en 1990 et 2016



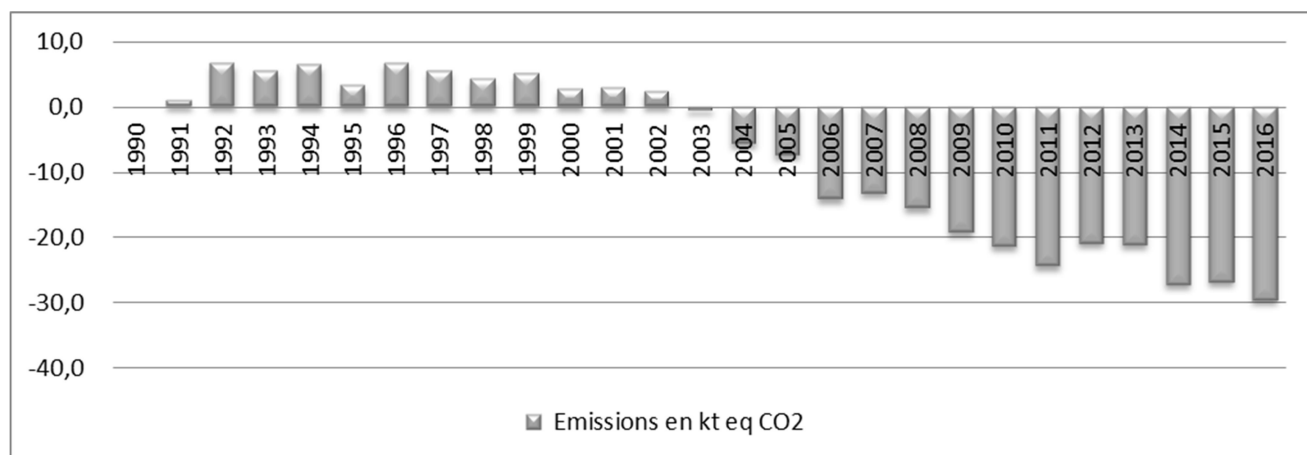
2.2.1. Secteur Energie

Le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre en Principauté est l'Energie.
Entre 1990 et 2016, les émissions sont passées de 98,87ktCO₂eq à 69,23ktCO₂eq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Energie entre 1990 et 2016



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

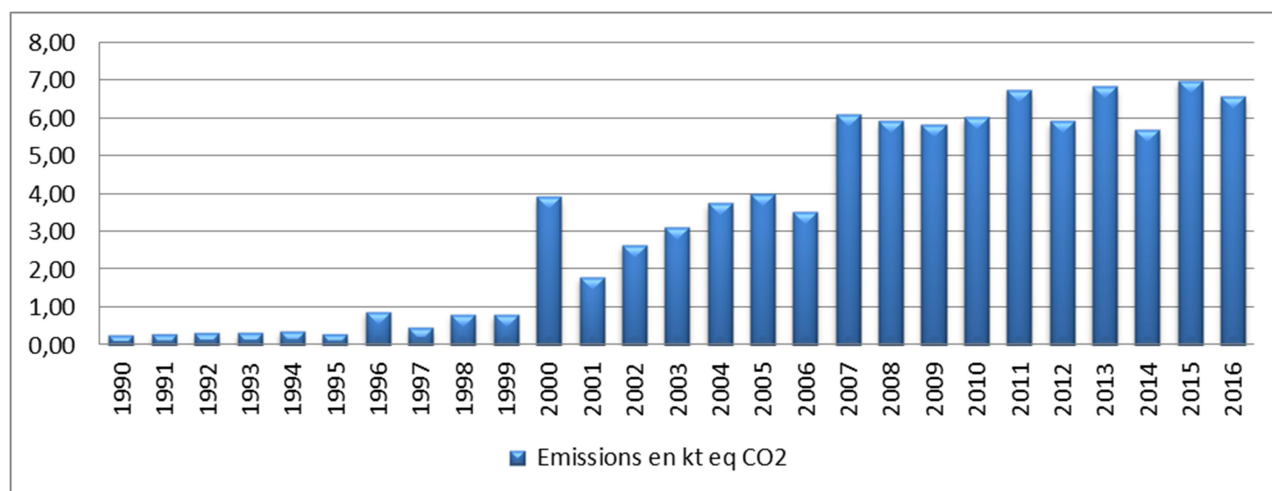


2.2.2. Secteur Procédés industriels

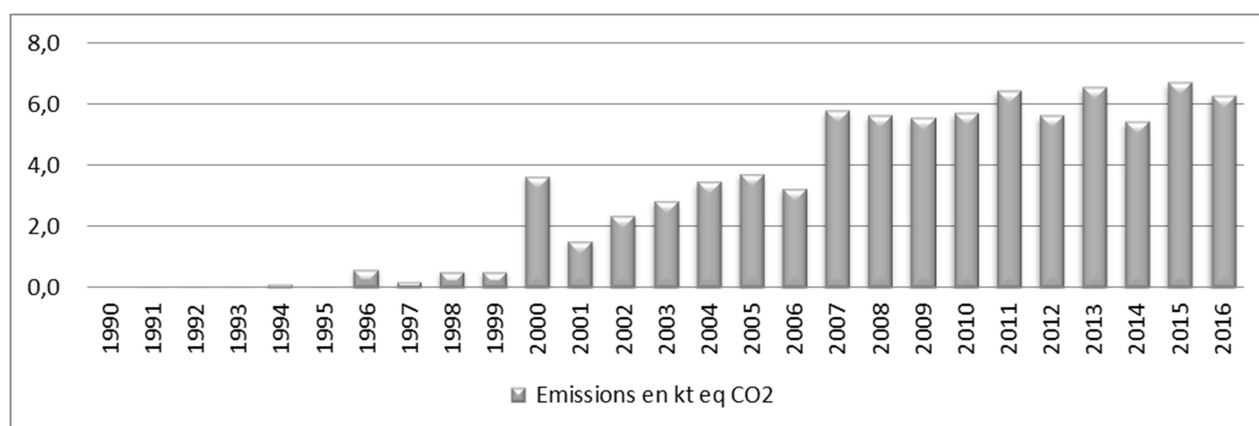
Les émissions du secteur des Procédés industriels sont en augmentation. Elles résultent essentiellement de l'évolution croissante de l'utilisation de la climatisation.

Entre 1990 et 2016, les émissions sont passées de 0,28ktCO₂eq à 6,56ktCO₂eq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels entre 1990 et 2016



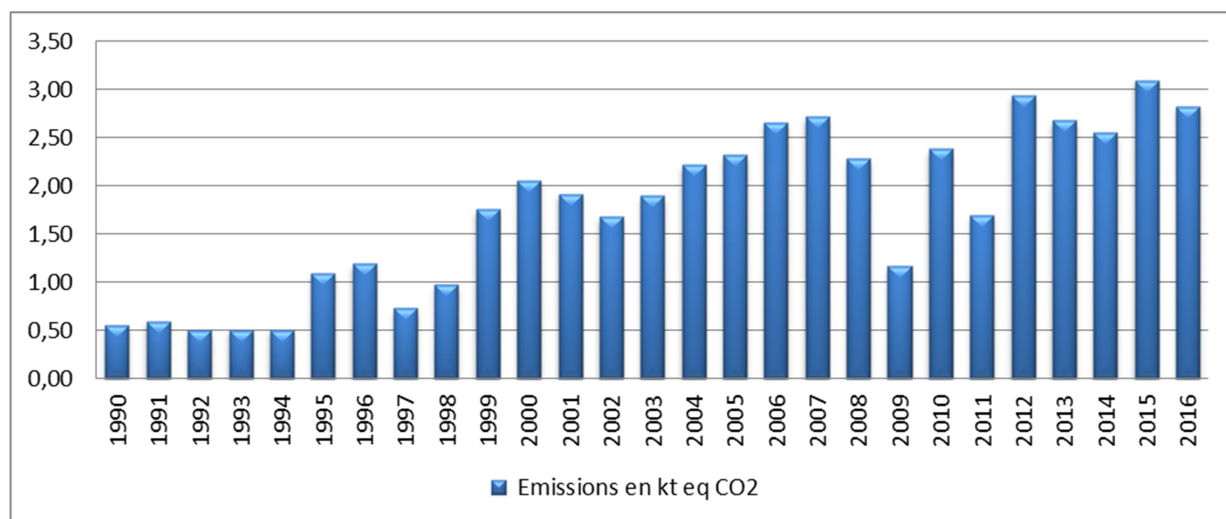
Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels par rapport à 1990



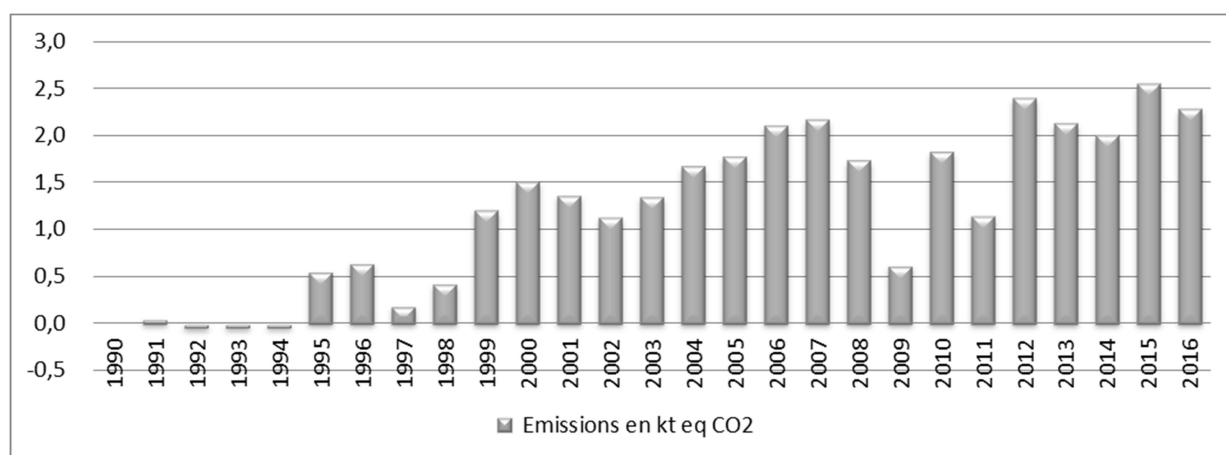
2.2.3. Secteur Déchets

Entre 1990 et 2016, les émissions sont passées de 0,55ktCO₂eq à 2,82ktCO₂eq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets entre 1990 et 2016



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

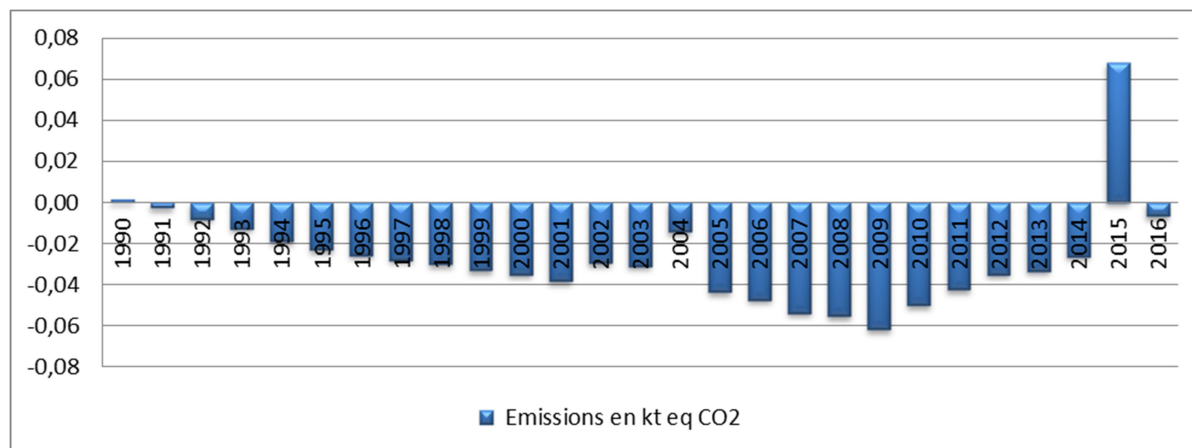


2.2.4. Secteur UTCATF

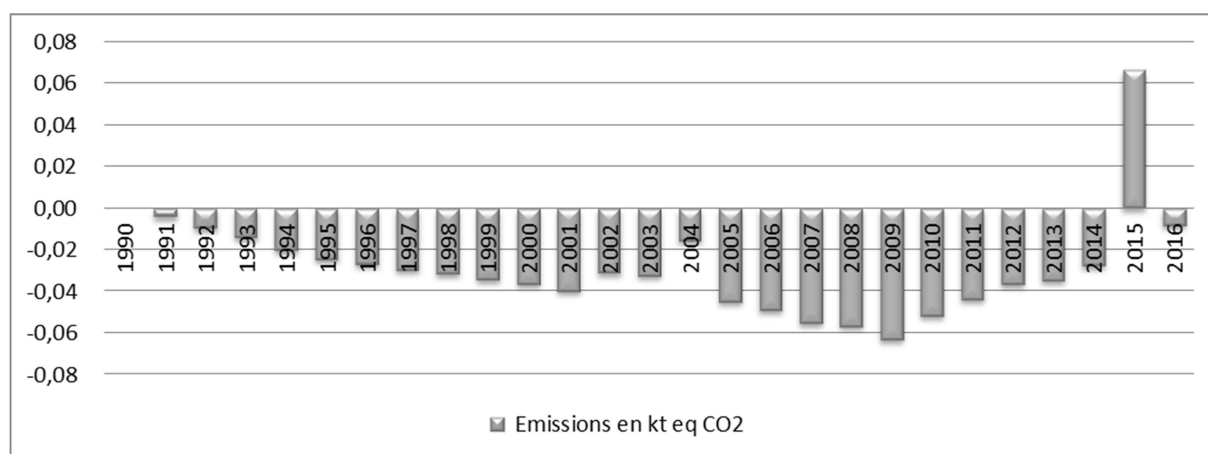
Entre 1990 et 2016, les émissions sont passées de 0,002ktCO₂éq à -0,067ktCO₂éq.

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 2016



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



3. ENERGIE (Secteur 1 du CRF)

3.1. Caractéristiques générales du secteur

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'énergie en 2016 sont présentés dans les tableaux 1A1, 1A2, 1A3 et 1A4 du cadre commun de présentation (CRF).

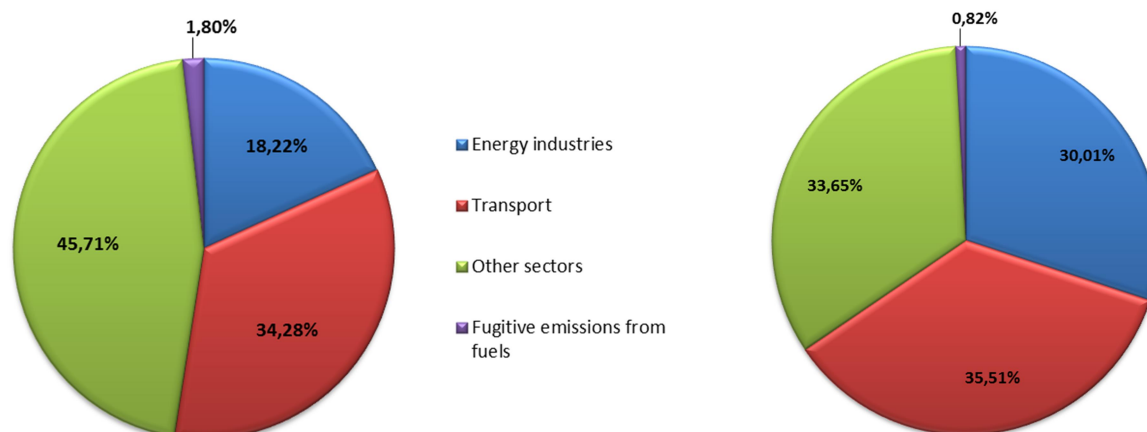
Les émissions du secteur de l'énergie, sont en 2016 de :	69,23 kt CO₂eq
---	----------------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	98,87 kt CO ₂ eq
La variation observée entre 1990 et 2016 est de :	-29,64 kt CO ₂ eq

Soit une variation de :	-29,98 %.
--------------------------------	------------------

Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	89,66 % des émissions globales en 2016
Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	99,17 % des émissions globales en 1990

Répartition en 1990 et 2016 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie.



3.2. Catégories sources1A -Consommation de combustibles

Les émissions du secteur 1A, sont en 2016 de :

68,66kt CO₂eq

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

97,10kteqCO₂

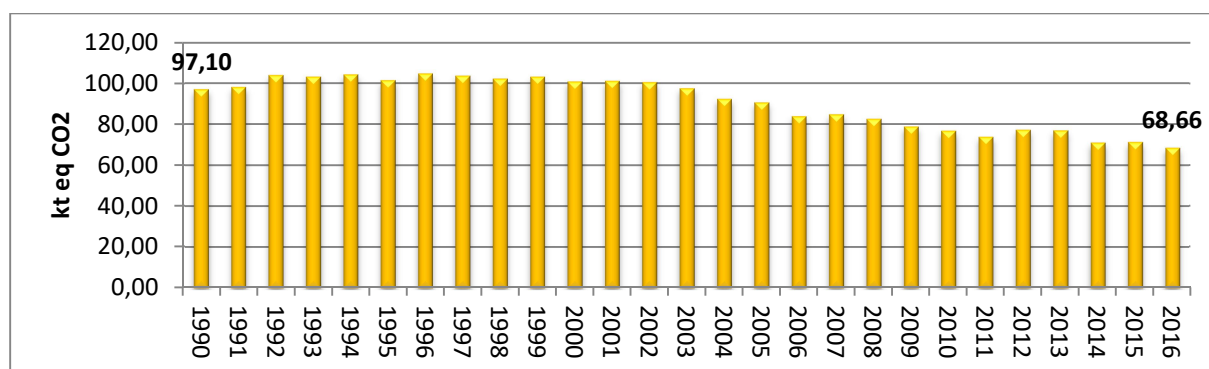
La variation observée entre 1990 et 2016 est de :

- 28,43kteqCO₂

Soit une variation de :

- 29,28 %.

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2016



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 en 2016 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 2016 de 20,78ktCO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 18,01 ktCO₂eq

Soit une variation de : +15,35 % (+2,77kt CO₂eq)

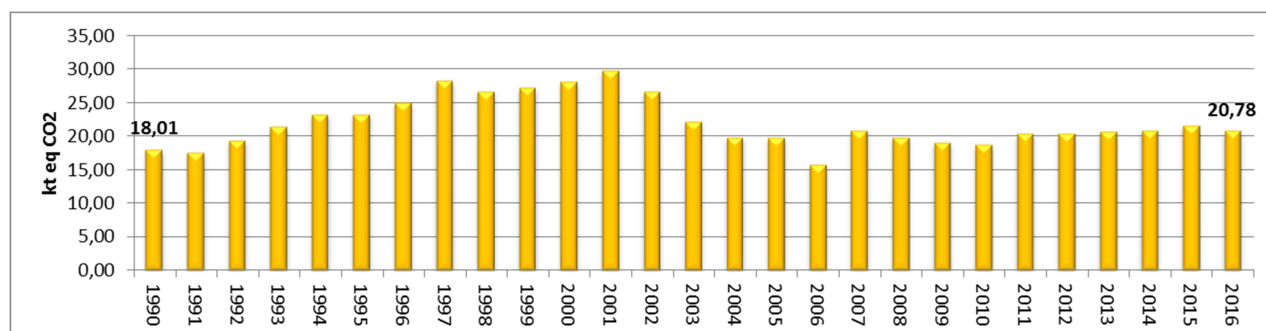
Les émissions du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel représentent :

26,43 % des émissions globales (18,07 % en 1990)

30,01 % des émissions du secteur de l'Energie (18,22 % 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 2016 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.

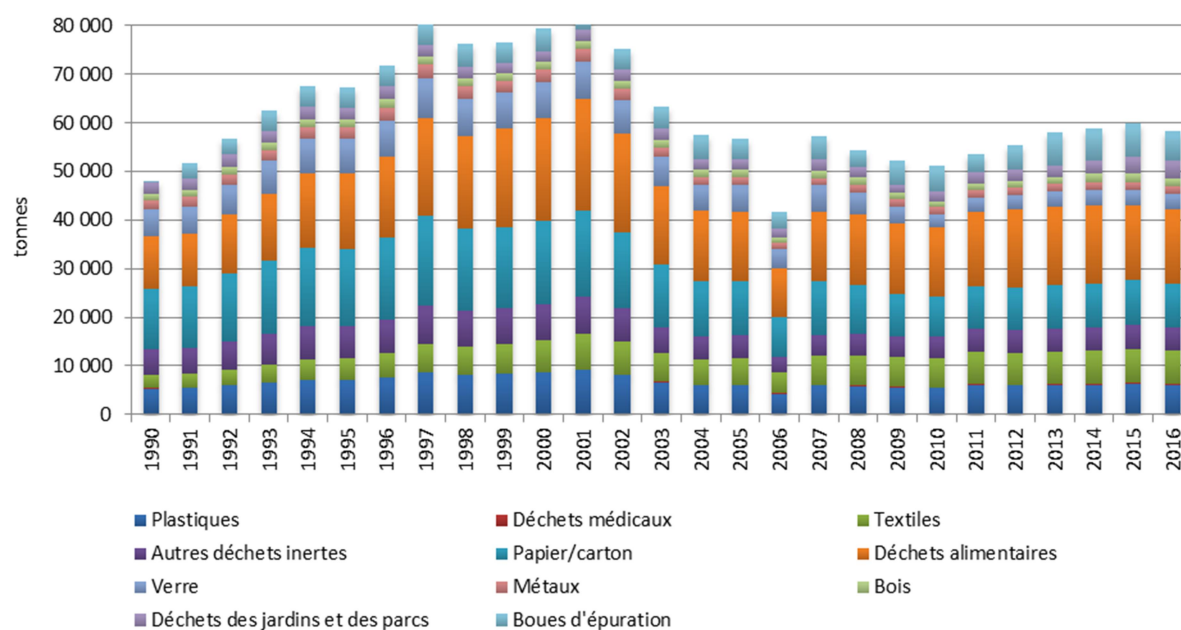
Dans les sections suivantes sont détaillés les aspects relatifs à la combustion des déchets incinérés et des boues d'épuration des eaux, puis à la combustion des carburants utilisés comme énergie complémentaire.

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'.

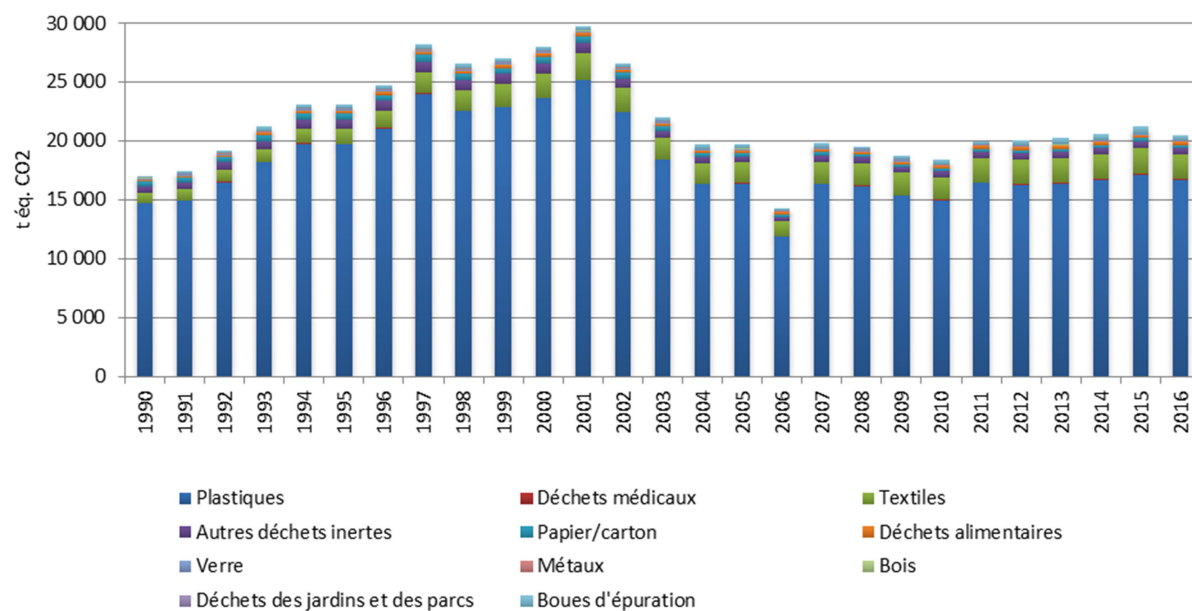
Afin d'avoir une connaissance précise du gisement des déchets incinérés au sein de l'usine d'incinération, par catégories conformes aux lignes directrices 2006 du GIEC sur l'ensemble de la série temporelle, le graphique présentant l'historique des quantités de déchets solides incinérés par type de déchets et des boues d'épuration incinérées (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 1990-2016



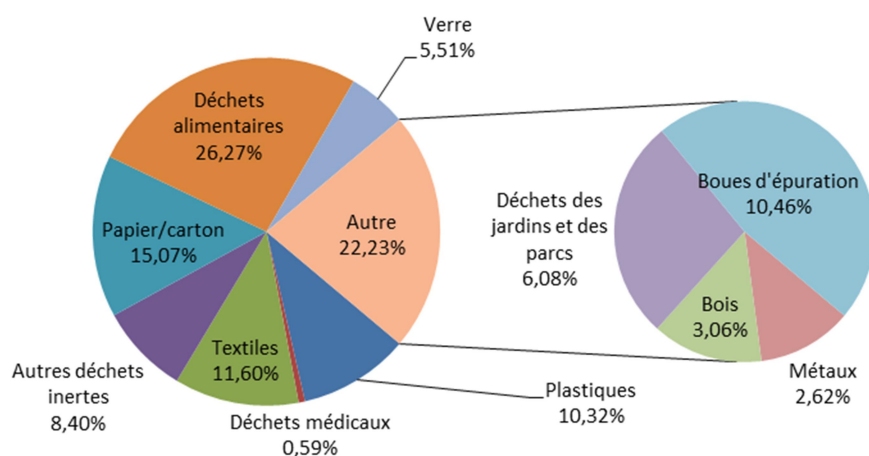
Le graphique suivant présente l'historique des émissions de GES (CH_4 , N_2O et CO_2 d'origine fossile) associées à l'incinération des déchets. La méthodologie appliquée pour estimer ces quantités est présentée dans le Chapitre 3.2.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS SOLIDES.

Répartition des émissions de GES par types de déchets sur la série temporelle 1990-2016



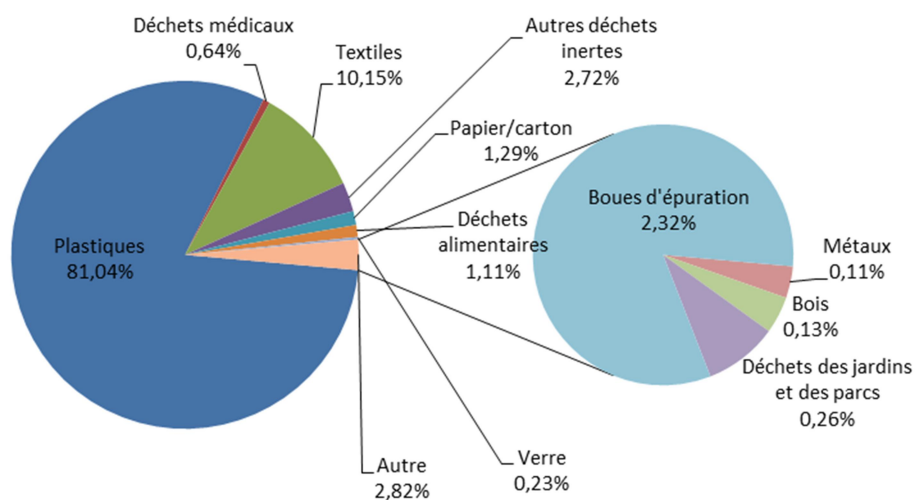
La composition des déchets est présentée en entrée d'usine après caractérisation des déchets en mélange en pourcentage massique (a) et en termes d'émissions de GES pour ces mêmes types de déchets (boues comprises) pour l'année 2016 (b).

Composition des déchets après recaractérisation(a) et répartition des émissions de GES par types de déchets pour l'année 2016 (b)



Répartition massique des tonnages par types de déchets après recaractérisation pour l'année 2016

(a)

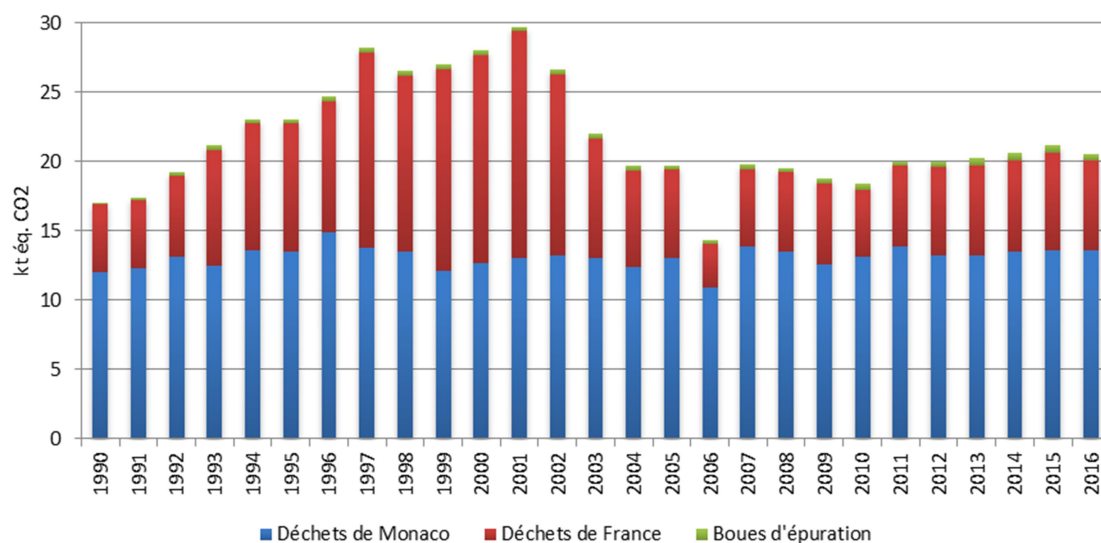


Répartition des émissions de GES en 2016

(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 1990-2016

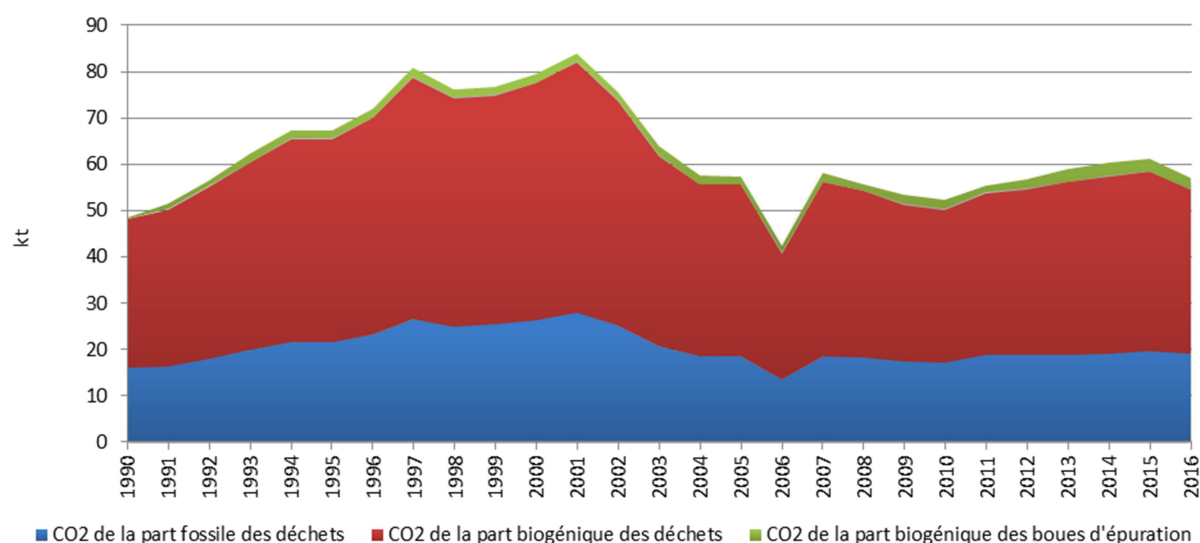


Ce diagramme, présentant les émissions de GES (CH₄, N₂O et CO₂ d'origine fossile), met en évidence que la part principale des émissions de GES mesurées provient de l'incinération des déchets de Monaco. Cependant la part des émissions dues aux déchets des communes limitrophes est non négligeable mais 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 CO₂ 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 CO₂ sur la période 1990-2016



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 et la somme de ces deux flux, correspondant au tonnage total de déchets incinérés (hors boues d'épuration), est notée 'MSW' ('MSW' = 'Déchets MC' + 'Déchets FR').

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	2016
Déchets MC (t)	36 158	32 306	33 450	34 783	34 012	34 451	35 541	36 111	36 309
Déchets FR (t)	14 797	15 028	12 459	15 067	16 265	16 785	16 735	16 861	15 874
MSW (t)	50 955	47 334	45 909	49 850	50 277	51 236	52 276	52 972	52 183

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 2009-2016. 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'ERTet 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 des lignes directrices 2006 du GIEC, Vol. 5, Ch.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
2016	0,293	0,168	0,094	0,130	0,115	0,062	0,029	0,007	0,034	0,068

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'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 $\sum_i WF_i = 1$;
- 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 *emissioninventoryguidebook* 2016, Tab.3-1 [5.C.1.a *Municipal wasteincineration* GB2016] 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 1990-2016 ;
- Les pesées de déchets différenciés en entrée d'usine d'incinération réalisées de 2009-2016 ;
- La caractérisation des déchets en mélange sur la période 1990-2016.

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 2009-2016.

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 1990-2016

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. RECALCUL

Ce secteur n'a pas été l'objet de recalcul depuis la soumission du dernier inventaire présenté dans le NIR 2017.

3.2.1.3.7. AMELIORATIONS

Des campagnes de caractérisation des déchets ont été réalisées sur la période 2016-2017. Les résultats de cette caractérisation seront pris en compte dans la prochaine soumission.

Les résultats de ces caractérisations pourraient permettre de préciser les calculs présentés précédemment concernant l'incinération des déchets avec des données spécifiques au pays.

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.

3.2.1.4.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX BOUES D'EPURATION

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 biomasse. Seules sont comptabilisées les émissions de CH₄ et de N₂O au sein de cette catégorie.

A partir des données caractérisées, une méthodologie de niveau T1 est utilisée pour le CH₄ et le N₂O avec application des FE par défaut. 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 *emissioninventoryguidebook* 2016, Tab.3-1 [5.C.1.b *Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge* GB2016] et sont reportés dans l'Annexe 3.

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

3.2.1.4.3. 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 issues 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 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 du GIEC 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 $\pm 100\%$.

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.2.1.4.4. 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 substitution.

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.

3.2.1.4.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

3.2.1.4.6. RECALCULS

Une précision a été apportée sur la teneur en matière sèche des boues d'épuration (dm).

3.2.1.4.7. AMELIORATIONS

Aucune méthodologie d'amélioration n'est prévue à ce jour pour ce secteur.

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 :

0,252 kt CO₂ eq

1A1a Production énergétique combustible liquide (fioul lourd):

0,171 kt CO₂ eq

1A1a Production énergétique combustible gazeux (gaz naturel):

0,081 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

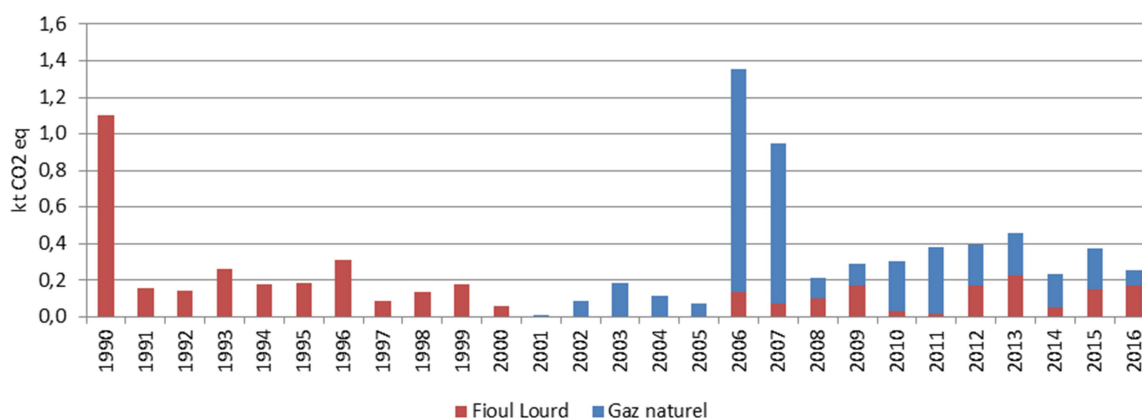
Pour le combustible gazeux (gaz naturel):

0,000 ktCO₂ eq

Soit une variation de :

-77,8 % (-0,853 kt CO₂ eq)

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



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.

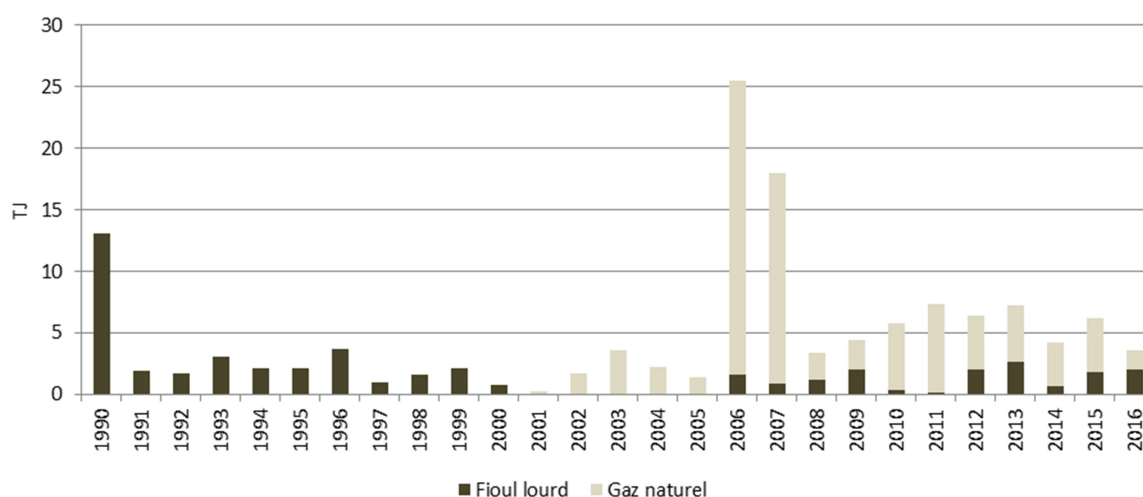
Jusqu'en 2000, seule l'utilisation du fioul était possible. Depuis le gaz naturel est privilégié. Cependant, la possibilité d'utilisation du fioul lourd est conservée afin de sécuriser la production d'énergie thermique.

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
	CO	39 kg/TJ	T2	(1.A.1.a Tier 2 emission factors for source category 1.A.1.a, dry bottom boilers using natural gas)
	NMVOC	2,6 kg/TJ	T2	
Fioul lourd	SO _x	0,281 kg/TJ	T2	
	CO ₂	77 400kg/TJ	T1	LD 2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab. 2.2
	CH ₄	0,9kg/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	15,1kg/TJ	T2	
	NMVOC	2,3kg/TJ	T2	
	SO _x	495kg/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	2016
kg/TJ	56 534	56 418	56 465	56 658	56 582	56 615	56 377	56 418	56 383

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.

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

Combustion de gaz naturel

Consommation énergétique

$$\text{Conso Gaz naturel (TJ)} = \text{Gaz naturel (GWh PCS)} * \text{Conversion PCS PCI Gaz naturel}$$

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

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ Gaz naturel (kt)} = \text{Gaz naturel (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ Gaz naturel} \left(\frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right) * 10^{-6}$$

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

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ Gaz naturel} = \text{Gaz naturel (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ Gaz naturel} \left(\frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right) * 10^{-6}$$

Emissions de N₂O_ calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol2, équation 2.3.

$$\text{Emissions N}_2\text{O Gaz naturel} = \text{Gaz naturel (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O Gaz naturel} \left(\frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right)$$

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.

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

3.2.1.5.4. RECALCULS ET AMELIORATIONS APORTEES

Il n'y a pas de modification par rapport au Rapport National d'Inventaire 2017.

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.

3.2.1.5.7. AMELIORATIONS

Conformément à la recommandation E.14 de la revue d'inventaires, l'application de facteur d'émissions spécifique au chaudière à fuel lourd est prévu pour le prochain inventaire.

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'émission de GES liées à cette catégorie, la clé de notation « NO » a été utilisée.

3.2.4. 1A2 Industries manufacturières et construction

Il n'existe pas d'industrie métallurgique, sidérurgique et de chimie lourde à Monaco.

Néanmoins, certaines activités industrielles et artisanales existent sur le territoire et seraient susceptibles d'utiliser du fioul et du gaz.

L'ensemble des consommations de gaz et de fioul, à l'exception de celles utilisées pour la production publique d'électricité et de chaleur, sont comptabilisées dans la catégorie 1A4.

Des discussions seront engagées avec la SMEG pour essayer de répartir la consommation de gaz entre les catégories 1A2, 1A4a et 1A4b, conformément à la Table 2.1, dans le Chapitre 2 du Volume 2 des lignes directrices 2006 du GIEC. Les éléments publiés par la SMEG dans son rapport d'activité 2016, tel que relevé par l'ERT dans l'ARR 2017, ne sont pas nécessairement conformes à ladite table, et il convient de voir dans quelle mesure ces éléments vont permettre à Monaco de préciser les émissions de cette catégorie.

Une répartition plus fine de la catégorie 1A2 semble difficile à établir, notamment eu égard à des questions de confidentialité.

La répartition des consommations de fioul pourra être déterminée dès lors que la base de données des usages sera pleinement disponible et permettra d'apporter les éléments nécessaires.

Compte tenu de ces éléments, une catégorie « undefinedindustry » a été créée dans la catégorie 1A2 du CRF et comme demandé dans l'ARR 2017, la clé de notation « IE » a été utilisée pour les consommations de fioul et de gaz.

3.2.5. 1A3 Transports

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2016 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1A(a)s3 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur du transport sont en 2016 de **24,59kt CO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 33,89 ktCO₂eq

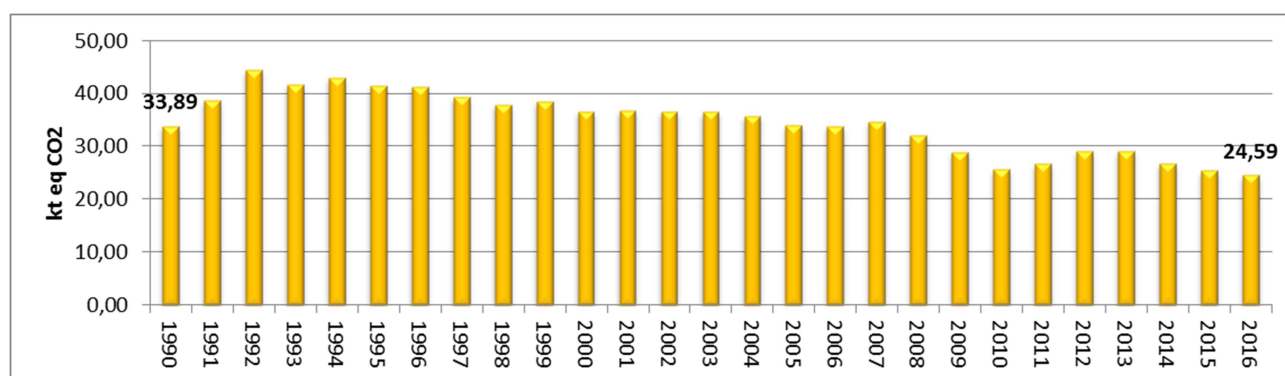
Soit une variation de : **-27,46 % (9,31kt CO₂eq)**

Les émissions du secteur du transport représentent :

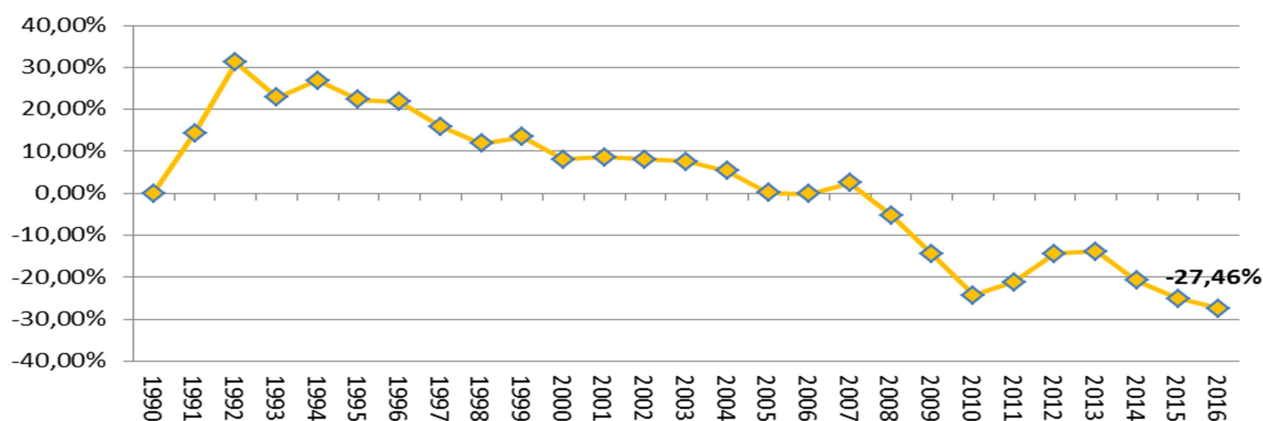
31,28 % des émissions globales (33,99 % en 1990)

35,51 % des émissions du secteur de l'Energie (34,28 % en 1990)

Evolution des émissions de GES du secteur des transports entre 1990 et 2016



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 ».

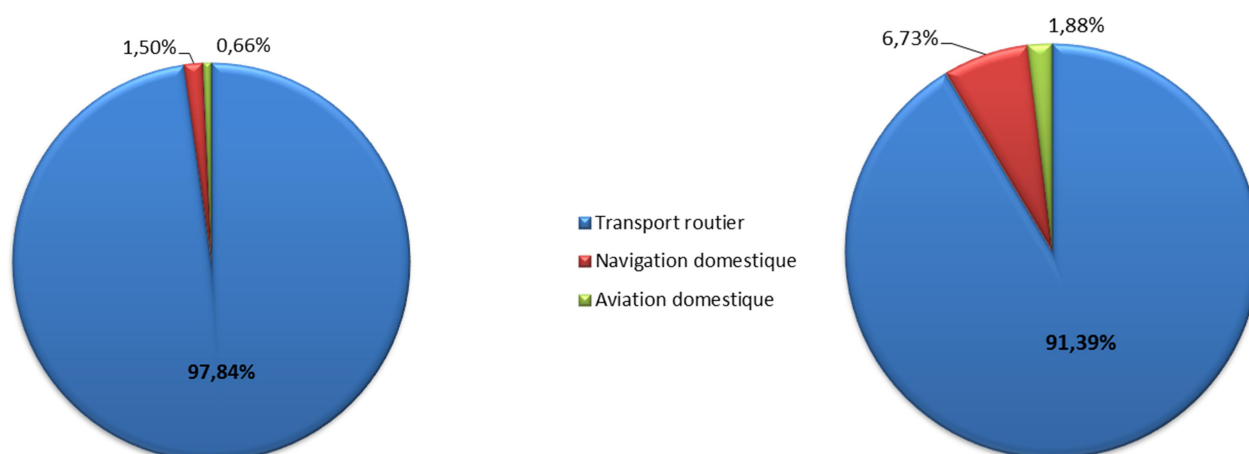
Le transport routier reste prépondérant dans les émissions de la catégorie 1.A.3. Avec 22,47kt CO₂eq cette part représente en 2016 plus de 91% des émissions du transport. Les émissions du secteur du transport routier sont cependant en décroissance et constituent, en volume, le principal facteur d'évolution de l'ensemble du secteur

La part issue de l'aviation civile correspond à environ 2% des émissions du transport. Au cours de la période 1990-2016, 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.

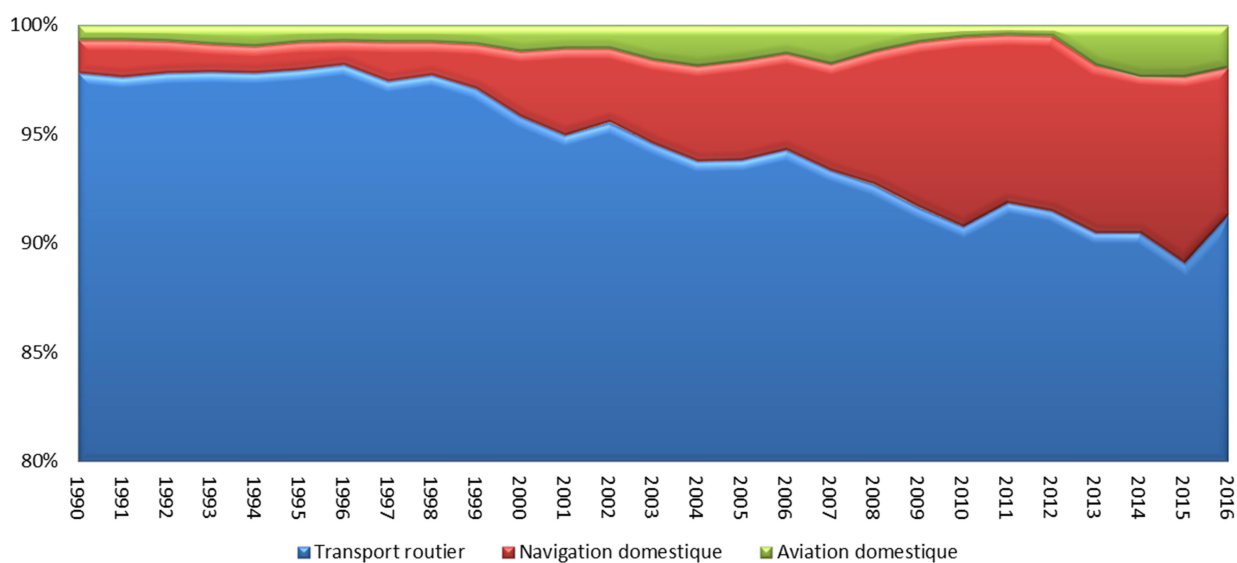
Les émissions de la navigation nationale, en forte croissance, tendent à se stabiliser depuis 2009 avec un minima de 0,44 ktCO₂eq en 1996 et un maxima de 2,31 ktCO₂eq en 2012. On observe une diminution notable des émissions de cette catégorie en 2016.

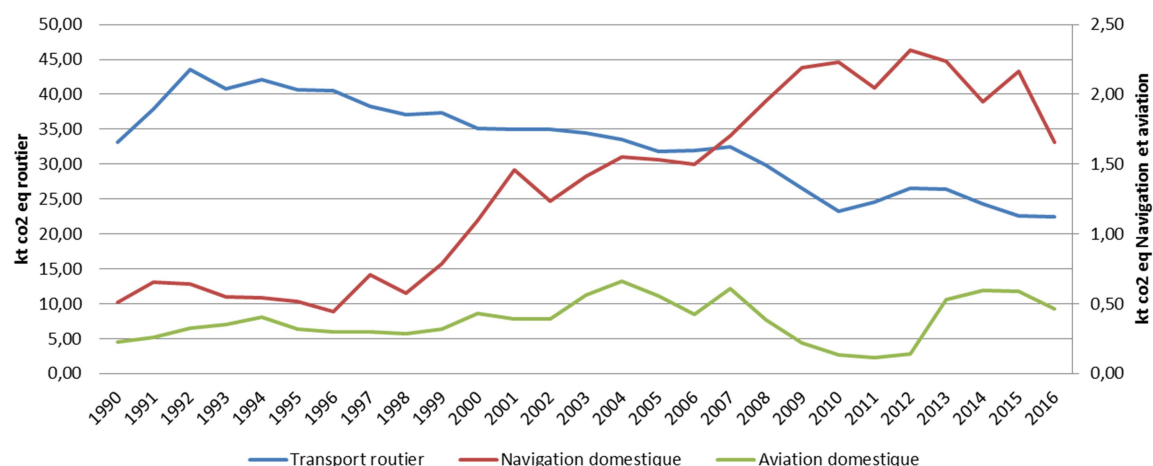
Les caractéristiques générales des émissions de ce secteur sont représentées dans les graphiques et le tableau ci-après.

Répartitions des émissions de GES du transport en 1990 et 2016



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	33,16	0,0%	0,51	0,0%	0,22	0,0%	33,89	0,0%
1991	37,83	14,1%	0,65	28,7%	0,26	14,5%	38,75	14,3%
1992	43,50	31,2%	0,64	25,5%	0,32	43,9%	44,46	31,2%
1993	40,75	22,9%	0,55	7,5%	0,35	55,2%	41,65	22,9%
1994	42,08	26,9%	0,54	7,0%	0,40	78,7%	43,02	26,9%
1995	40,64	22,6%	0,52	1,6%	0,32	43,2%	41,48	22,4%
1996	40,53	22,2%	0,44	-13,1%	0,30	33,3%	41,27	21,8%
1997	38,27	15,4%	0,71	39,4%	0,30	32,4%	39,28	15,9%
1998	37,05	11,7%	0,57	12,8%	0,28	26,1%	37,90	11,8%
1999	37,34	12,6%	0,78	54,2%	0,32	42,3%	38,44	13,4%
2000	35,12	5,9%	1,10	116,1%	0,43	91,0%	36,65	8,1%
2001	34,97	5,5%	1,46	186,7%	0,39	73,9%	36,82	8,6%
2002	35,03	5,6%	1,23	142,7%	0,39	72,7%	36,65	8,1%
2003	34,50	4,0%	1,41	177,3%	0,56	151,4%	36,47	7,6%
2004	33,51	1,0%	1,55	205,4%	0,66	195,8%	35,72	5,4%
2005	31,87	-3,9%	1,53	200,7%	0,55	146,3%	33,95	0,2%
2006	31,93	-3,7%	1,50	195,0%	0,43	89,2%	33,86	-0,1%
2007	32,42	-2,2%	1,70	234,3%	0,61	171,2%	34,73	2,5%
2008	29,80	-10,1%	1,95	283,9%	0,38	70,5%	32,14	-5,2%
2009	26,58	-19,8%	2,19	330,7%	0,22	-2,7%	28,99	-14,5%
2010	23,31	-29,7%	2,23	338,9%	0,13	-41,4%	25,68	-24,2%
2011	24,58	-25,9%	2,05	302,4%	0,11	-49,3%	26,74	-21,1%
2012	26,55	-19,9%	2,32	355,5%	0,14	-38,5%	29,01	-14,4%
2013	26,44	-20,3%	2,24	339,5%	0,53	135,0%	29,20	-13,8%
2014	24,32	-26,7%	1,95	283,2%	0,59	163,8%	26,86	-20,8%
2015	22,62	-31,8%	2,17	325,7%	0,59	162,0%	25,38	-25,1%
2016	22,47	-32,24%	1,65	225,13%	0,46	105,98%	24,59	-27,46%

3.2.5.2. Bilan énergétique

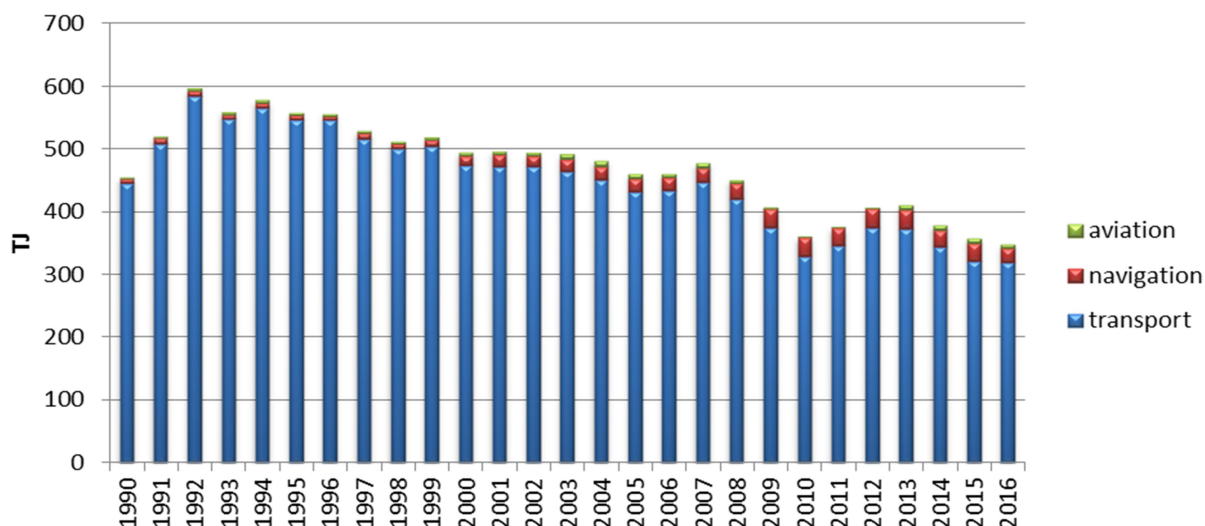
Comme pour les émissions de GES la majorité de la consommation énergétique est issue du transport routier. La tendance d'évolution est également identique à celle des émissions de GES.

La consommation énergétique du transport est passée de 455,10TJ en 1990 à 349,99 TJ en 2016, soit une diminution de 23,1%.

Dans le même temps, la proportion de biocarburant au sein de la consommation a évolué de 0 à 21,62 TJ.

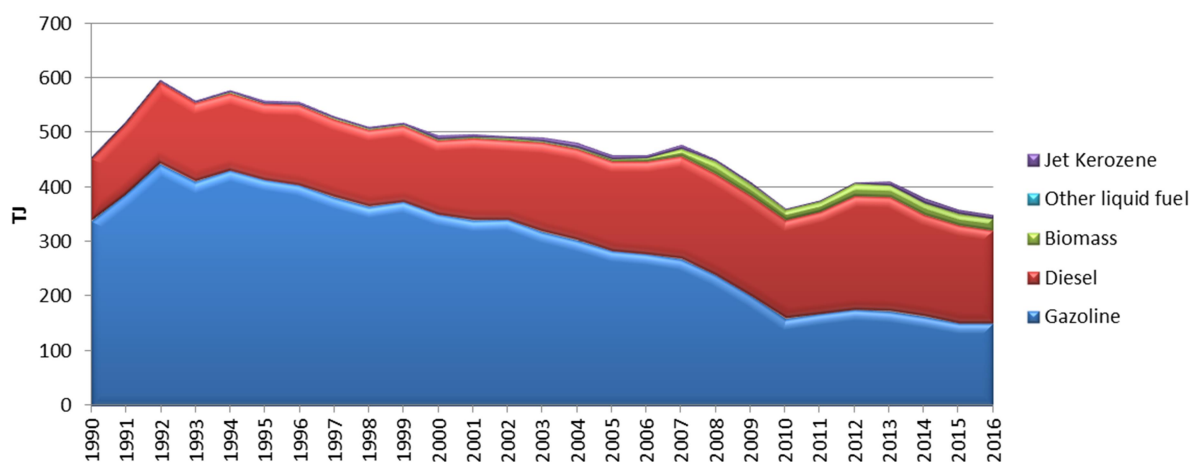
Le biocarburant représente aujourd'hui 6,18 % du carburant consommé.

Evolution de la consommation énergétique des transports

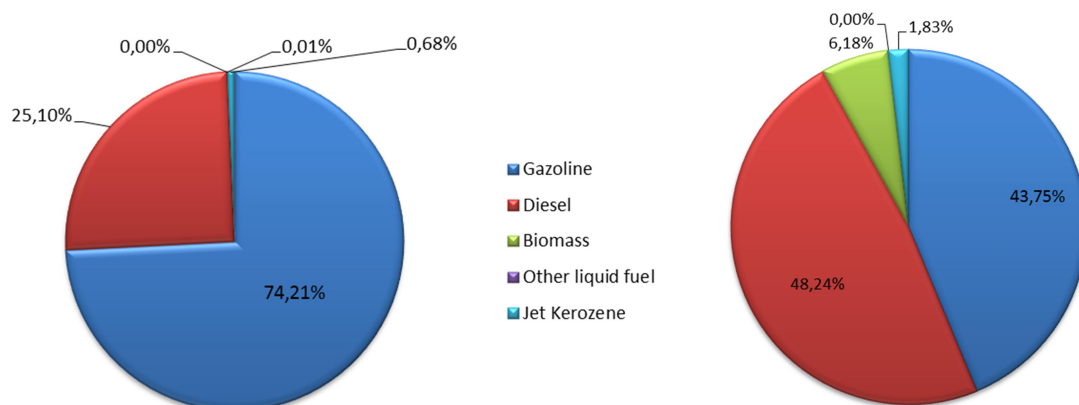


Evolution et répartition de l'utilisation des carburants par catégorie source de transport. La biomasse est constituée de la part d'agro carburant intégrée au sein de l'essence (gazoline) et du diesel (Diesel Oil).

Répartition de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2016

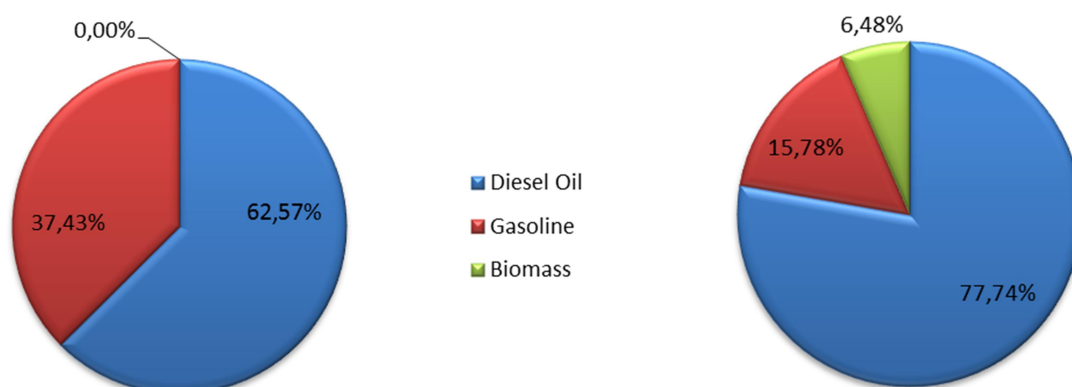


Evolution de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2016 du secteur des transports

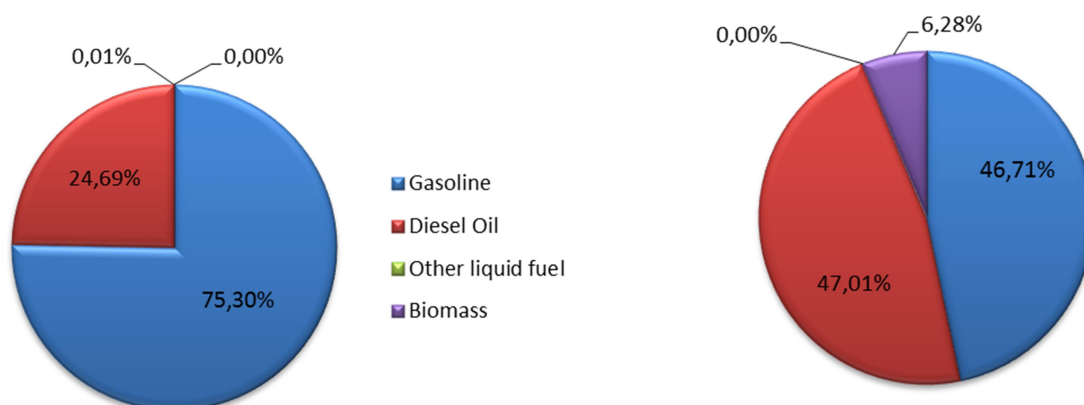


Répartition de la consommation énergétique par carburant et catégories source de transport en 1990 et 2016

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 2016

	Gazoline	Diesel	Biomass	Other liquid fuel	Jet Kerosene
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	337,73	114,23	0,00	0,03	3,12
1991	386,31	130,42	0,00	0,03	3,57
1992	442,65	149,89	0,06	0,03	4,49
1993	410,56	143,78	0,53	0,03	4,83
1994	430,73	141,41	1,08	0,03	5,57
1995	413,09	139,31	1,49	0,04	4,46
1996	403,88	145,90	2,27	0,04	4,15
1997	382,19	140,91	2,86	0,04	4,12
1998	365,18	139,51	2,79	0,04	3,93
1999	373,28	138,25	2,75	0,05	4,44
2000	350,19	135,86	2,98	0,04	5,95
2001	340,28	148,38	2,99	0,05	5,42
2002	341,05	145,37	2,98	0,05	5,38
2003	319,04	162,32	2,90	0,04	7,83
2004	303,72	166,16	2,98	0,04	9,22
2005	283,19	164,25	5,12	0,04	7,67
2006	278,10	169,62	6,85	0,03	5,90
2007	269,11	187,40	14,07	0,03	8,45
2008	240,06	184,37	22,95	0,03	5,31
2009	201,70	182,67	21,66	0,02	3,03
2010	160,06	180,98	19,02	0,02	1,83
2011	169,24	186,15	19,82	0,02	1,58
2012	176,31	208,94	22,13	0,02	1,92
2013	173,76	208,89	22,05	0,02	7,32
2014	163,93	186,57	21,89	0,01	8,22
2015	152,68	178,16	21,04	0,01	8,16
2016	153,11	168,84	21,62	0,01	6,42

	Transport routier				Navigation domestique			Aviation domestique
	Gasoline	Diesel Oil	Other liquid fuel	Biomass	Diesel Oil	Gasoline	Biomass	Jet Kerosene
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	335,12	109,88	0,03	0,00	4,36	2,61	0,00	3,12
1991	382,99	124,77	0,03	0,00	5,64	3,32	0,00	3,57
1992	438,98	144,79	0,03	0,06	5,10	3,67	0,00	4,49
1993	407,34	139,48	0,03	0,53	4,30	3,21	0,01	4,83
1994	427,62	137,06	0,03	1,06	4,35	3,12	0,02	5,57
1995	410,22	135,09	0,04	1,47	4,22	2,87	0,03	4,46
1996	401,86	141,89	0,04	2,23	4,01	2,02	0,04	4,15
1997	377,62	135,71	0,04	2,80	5,19	4,57	0,06	4,12
1998	362,61	134,25	0,04	2,74	5,26	2,57	0,05	3,93
1999	370,16	130,70	0,05	2,68	7,55	3,12	0,07	4,44
2000	345,82	125,27	0,04	2,85	10,59	4,37	0,12	5,95
2001	335,38	133,48	0,05	2,83	14,89	4,90	0,16	5,42
2002	336,78	132,88	0,05	2,85	12,50	4,27	0,13	5,38
2003	314,78	147,47	0,04	2,75	14,85	4,26	0,15	7,83
2004	299,73	149,14	0,04	2,81	17,01	3,99	0,17	9,22
2005	279,46	147,31	0,04	4,83	16,94	3,73	0,29	7,67
2006	274,44	153,01	0,03	6,51	16,62	3,66	0,34	5,90
2007	265,56	168,01	0,03	13,29	19,39	3,55	0,79	8,45
2008	236,74	161,40	0,03	21,42	22,96	3,32	1,53	5,31
2009	197,60	157,26	0,02	19,80	25,41	4,10	1,86	3,03
2010	156,68	154,34	0,02	17,22	26,64	3,38	1,81	1,83
2011	165,84	162,01	0,02	18,21	24,14	3,40	1,60	1,58
2012	172,48	181,59	0,02	20,25	27,35	3,83	1,88	1,92
2013	170,24	182,34	0,02	20,23	26,55	3,52	1,81	7,32
2014	160,65	163,63	0,01	20,15	22,95	3,28	1,74	8,22
2015	149,06	152,63	0,01	19,10	25,53	3,61	1,95	8,16
2016	149,34	150,28	0,01	20,07	18,55	3,77	1,55	6,42

3.2.5.3. 1A3a Aviation domestique

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'aviation domestique en 2016 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'aviation domestique sont en 2016 de : 0,46 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,22 ktCO₂eq

Soit une variation de : + 106 % (0,24 kt CO₂eq)

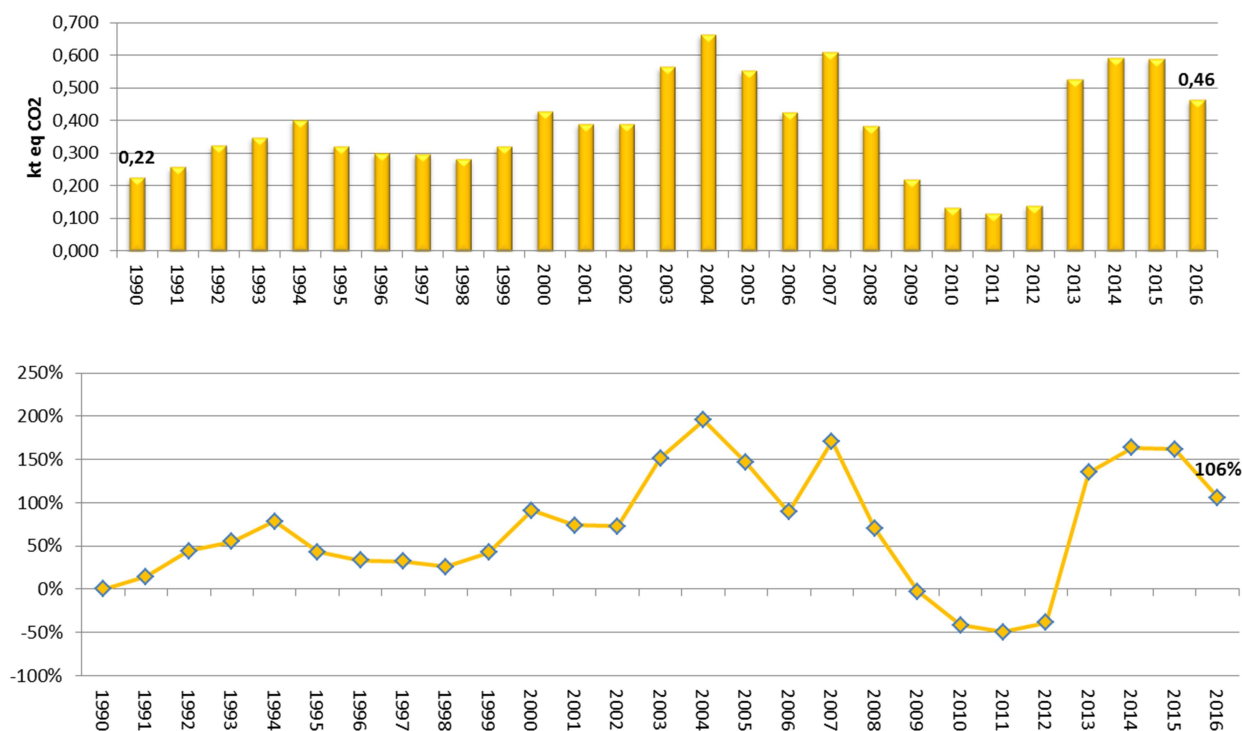
Les émissions du secteur de l'aviation domestique représentent :

0,59 % des émissions globales (0,23% en 1990)

0,67 % des émissions du secteur de l'Energie (0,23% en 1990)

1,88 % des émissions du secteur des transports (0,66% en 1990)

Evolution des émissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2016



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 : LNMCM.

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 hélistructures.
- 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.

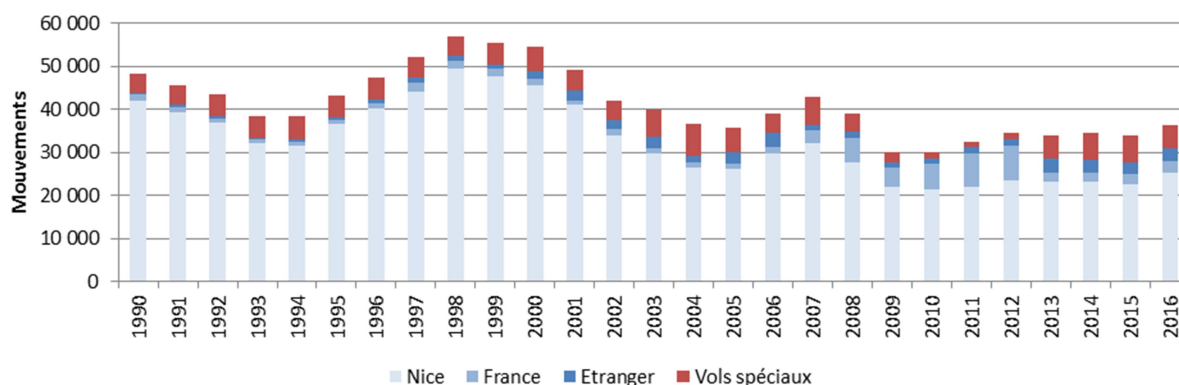
Le trafic aérien de l'héliport est donné par le nombre de mouvements enregistré annuellement correspondant à un décollage ou un atterrissage.

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.

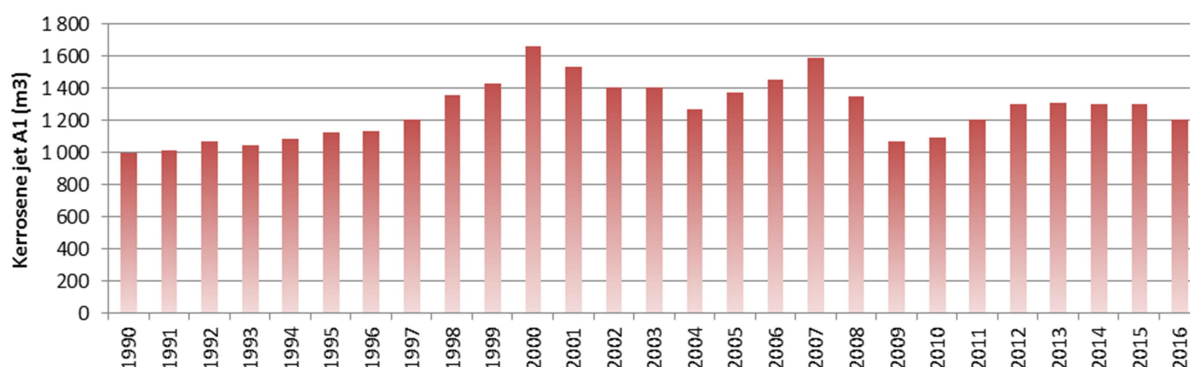
Aviation civile : nombre de cycles de décollage et d'atterrissage (mouvements) en fonction des destinations



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. METHODOLOGIE DE CALCUL

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) permettant d'effectuer la distinction entre les mouvements nationaux et les mouvements internationaux.



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)

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

3.2.5.3.2.1. FACTEUR D'EMISSIONS :

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

(IPCC, GL2006-Vol2, Tab 3.6.4 et Tab 3.6.5)

Gaz	Méthode	Facteurs d'émissions	Unités
NO _x	T1	4	Kg/Tonne
CO	T1	1200	Kg/Tonne
NM VOC (HC)	T1	19	Kg/Tonne
SO ₂	T1	1	Kg/Tonne

(EMEP Guide book 2016Tab3.3, page 21)

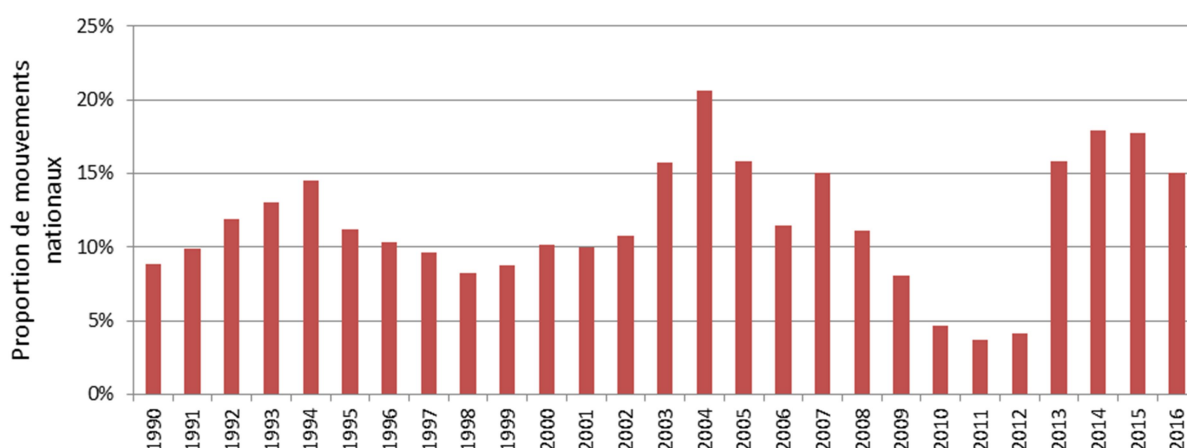
3.2.5.3.2.2. COMPTABILISATION DES EMISSIONS LIEES A L'AVIATION CIVILE 1A3A

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) :

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

$$Emissions\ Aviation\ domestique\ (ktCO_2eq) = Emissions\ Aviation\ civile(ktCO_2eq) \times Ratio\ mouvement\ nationaux$$



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).

3.2.5.3.3. INCERTITUDE ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

Incertitudes

En l'absence de donnée spécifique, une incertitude de 5% a été appliquée aux données d'activité (ventes de carburant) et une incertitude de 51 % aux observations faites sur les ratios de mouvements nationaux (Cf contrôle qualité spécifique).

Les incertitudes sur les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC sont données dans le tableau ci-après :

1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	52	4
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	52	100
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	52	150

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).

3.2.5.3.4. CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE SOURCE

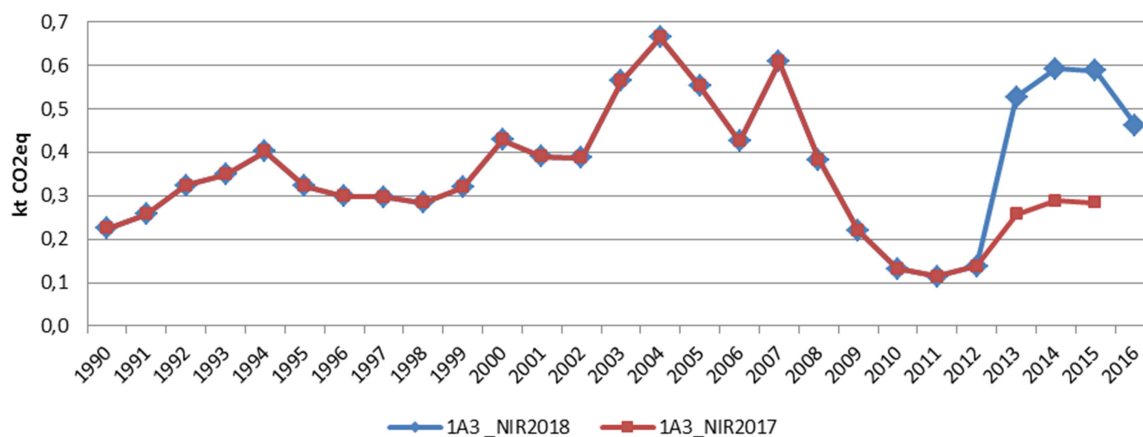
Un contrôle qualité spécifique à la catégorie source, notamment sur la bonne réception et transcription de données d'activités, a mis en évidence des incohérences dans les données d'entrées provenant de plusieurs sources, sur la répartition des types de vols (nationaux, français, vers Nice, étranger).

Afin d'assurer une cohérence dans les calculs, il a été décidé pour cet inventaire de ne choisir qu'une unique source de données d'activité pour la série 1990-2016, provenant de Monaco en Chiffres-IMSEE, données publiées officiellement.

3.2.5.3.5. RECALCULS

Suite aux incohérences mises en évidence par le contrôle qualité, les émissions ont été recalculées sur la série temporelle et le graphique suivant montre les résultats.

Aviation civile : recalcul des émissions entre 1990 et 2016



3.2.5.3.6. AMELIORATION

Des échanges sont entrepris avec le Service de l'Aviation Civile et un programme de travail est mis en place, notamment pour vérifier la cohérence de l'historique fourni des données source.

Des améliorations ou consolidations de données sont ainsi souhaitées : amélioration de la comptabilisation des vols nationaux uniquement- estimation des niveaux de carburants par vols, approche sectorielle de l'utilisation des carburants.

En outre, le Service de l'Aviation Civile initie en 2018, une démarche Airport Carbon Accreditation (ACA) dont les travaux, à leur terme, devraient pouvoir consolider les émissions relative à cette catégorie.

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).

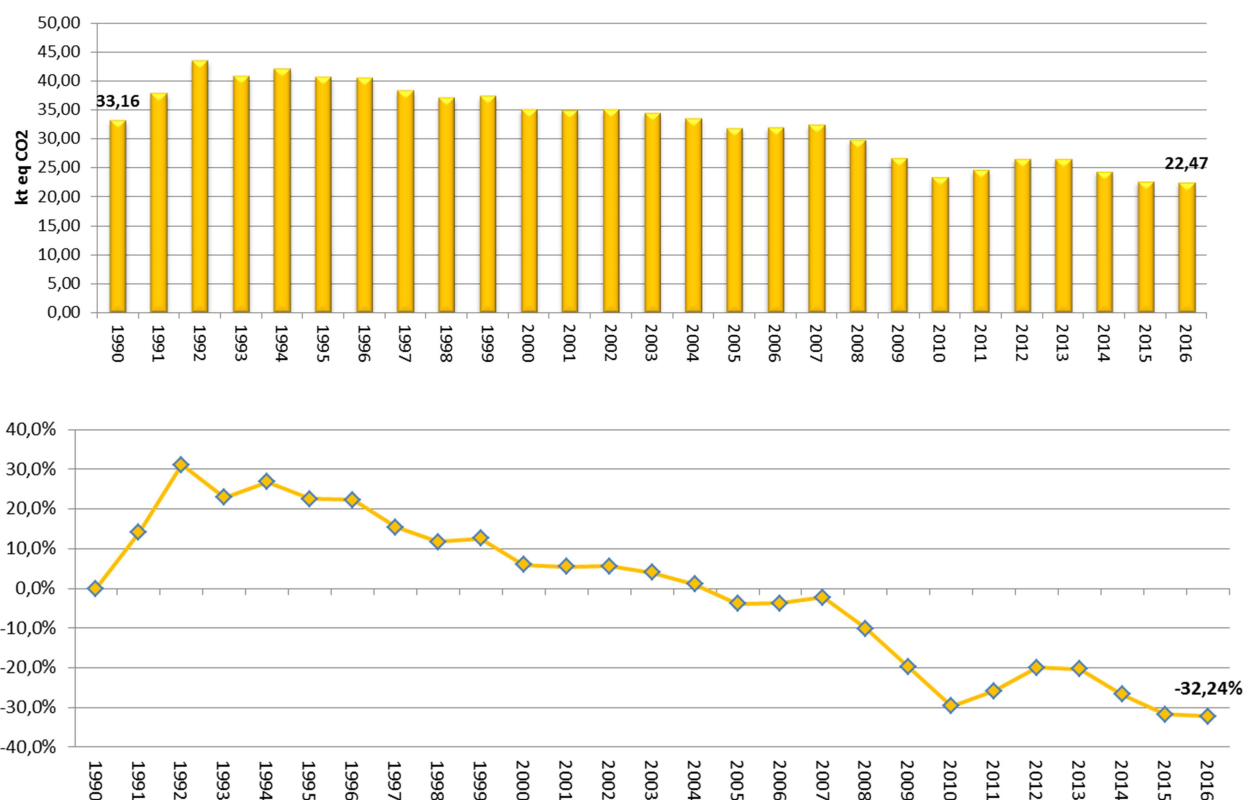
Les émissions du secteur du transport routier sont en 2016 de : 22,47 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 33,16 ktCO₂eq

Soit une variation de : -32,24 % (-10,69kt CO₂eq).

Les émissions du secteur de transport routier représentent :
 28,58 % des émissions globales (33,26% en 1990)
 32,46 % des émissions du secteur de l'Energie (33,54% en 1990)
 91,39 % des émissions du secteur des transports (97,84 % en 1990)

Evolution des émissions de GES du transport routier entre 1990 et 2016



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.

Pour évaluer les émissions de GES, les ventes de carburants sont discrétisées par catégories et sous-catégories de véhicules auxquelles des parts de trafic sont associées.

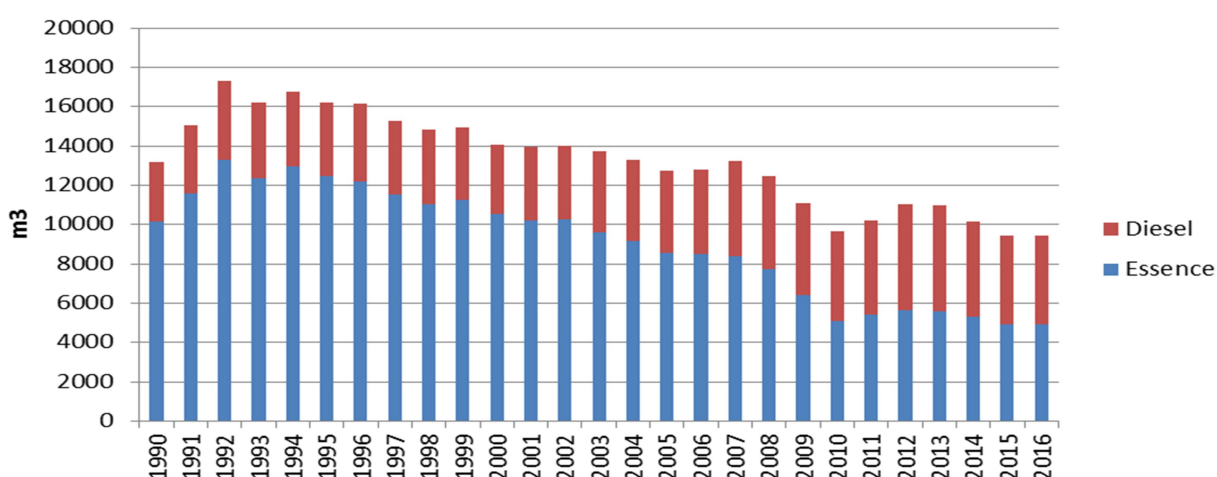
3.2.5.4.1.1. VENTES DE CARBURANTS

Les carburants vendus sont exclusivement de l'essence (gazoline) 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 une augmentation de la proportion de diesel distribué. Cette diminution est à l'inverse de l'augmentation du parc de véhicules et du trafic observé au fil des ans.

Cette évolution des ventes à Monaco peut avoir pour origine des conditions locales telles que le prix des carburants, la diminution des points de vente et leur moindre facilité d'accès par rapport aux stations qui se trouvent en périphérie de Monaco.

Distribution de carburant en Principauté (m³)



Proportion des carburants vendus par type en 1990 et 2016



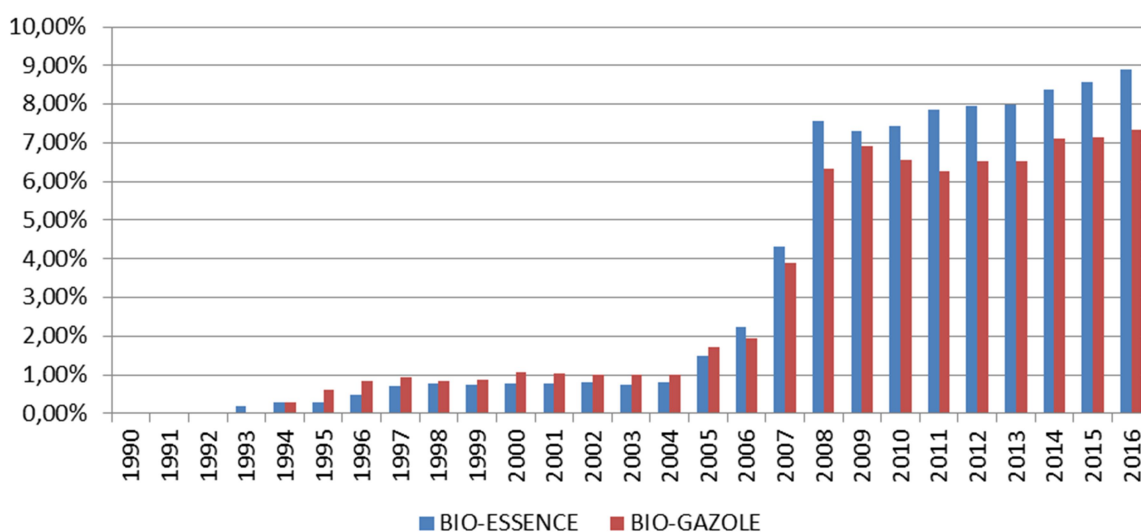
3.2.5.4.1.2. PART DE BIOCARBURANT DANS LE CARBURANT VENDU

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 la réglementation française traduisant les Directives Européennes en la matière. Celles-ci ont imposé une augmentation de la proportion de biocarburants dans l'essence et le gazole vendus.

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

Part de biocarburant dans les carburants [Source – CITEPA]



3.2.5.4.1.3. PARC AUTOMOBILE

Depuis 2013, le service de l'Etat en charge de l'immatriculation des véhicules fournit une base de données détaillée sur le parc, incluant des informations telles que la 1^{ère} année d'immatriculation, la taille, la masse ou cylindrée, le type de motorisation et de carburant utilisé, etc. Le parc routier de Monaco a donc été retravaillé avec la méthodologie d'extraction de la base de données utilisée depuis 2013.

Ainsi le parc routier de Monaco est divisé en 5 catégories principales, divisées en sous-catégories :

- véhicules personnels (VP - PC) ;
- utilitaire léger (LDT) ;
- Bus et car (bus and coaches) ;
- utilitaires lourds (PL) ;
- deux roues (MT).

Sous-catégories du parc routier monégasque

Véhicules Personnels (VP - C)	Utilitaires légers (VUL - LDT)	Utilitaires Lourds (PL - HDT)	Bus and coaches	Deux roues (2R - MT)
VP essence < 0,8 l	VUL essence <1,25 t	PL essence (>3,5t)	Cars diesel Std < 18 t	Mobilettes < 50 cm3 - 2 tps
VP essence 0,8 à 1,4 l	VUL essence 1,25 - 1,7 t	PL Rigid diesel 3,5 t - 7,5 t	Cars diesel 3 Axes > 18 t	Mobilettes < 50 cm3 - 4 tps
VP essence 1,4 à 2 l	VUL essence 1,7 - 3,5 t	PL Rigid diesel 7,5 t - 12 t	Bus diesel Urbain Midi < 15 t	Moto > 50 cm3 - 2 tps
VP essence > 2 l	VUL essence hybride	PL Rigid diesel 12 t - 14 t	Bus diesel Urbain Std 15 t - 18 t	Moto 50 - 250 cm3 - 4 tps
VP essence Hybrides	VUL essence/ethanol	PL Rigid diesel 14 t - 20 t	Bus diesel Urbain Artic > 18 t	Moto 250 - 750 cm3 - 4 tps
VP diesel < 1,4 l	VUL GPL	PL Rigid diesel 20 t - 26 t	Bus hybride diester	Moto > 750 cm3 - 4 tps
VP diesel 1,4 à 2 l	VUL diesel <1,25 t	PL Rigid diesel 26 t - 28 t		2R Electrique
VP diesel > 2 l	VUL diesel 1,25 - 1,7 t	PL Rigid diesel 28 t - 32 t		
VP diesel Hybrides	VUL diesel 1,7 - 3,5 t	PL Rigid diesel > 32 t		
VP GPL	VUL Electrique	PL Articulated diesel 14 t - 20 t		
VP électrique		PL Articulated diesel 20 t - 28 t		
VP GNV		PL Articulated diesel 28 t - 34 t		
		PL Articulated diesel 34 t - 40 t		
		PL Articulated diesel 40 t - 50 t		
		PL Articulated diesel 50 t - 60 t		

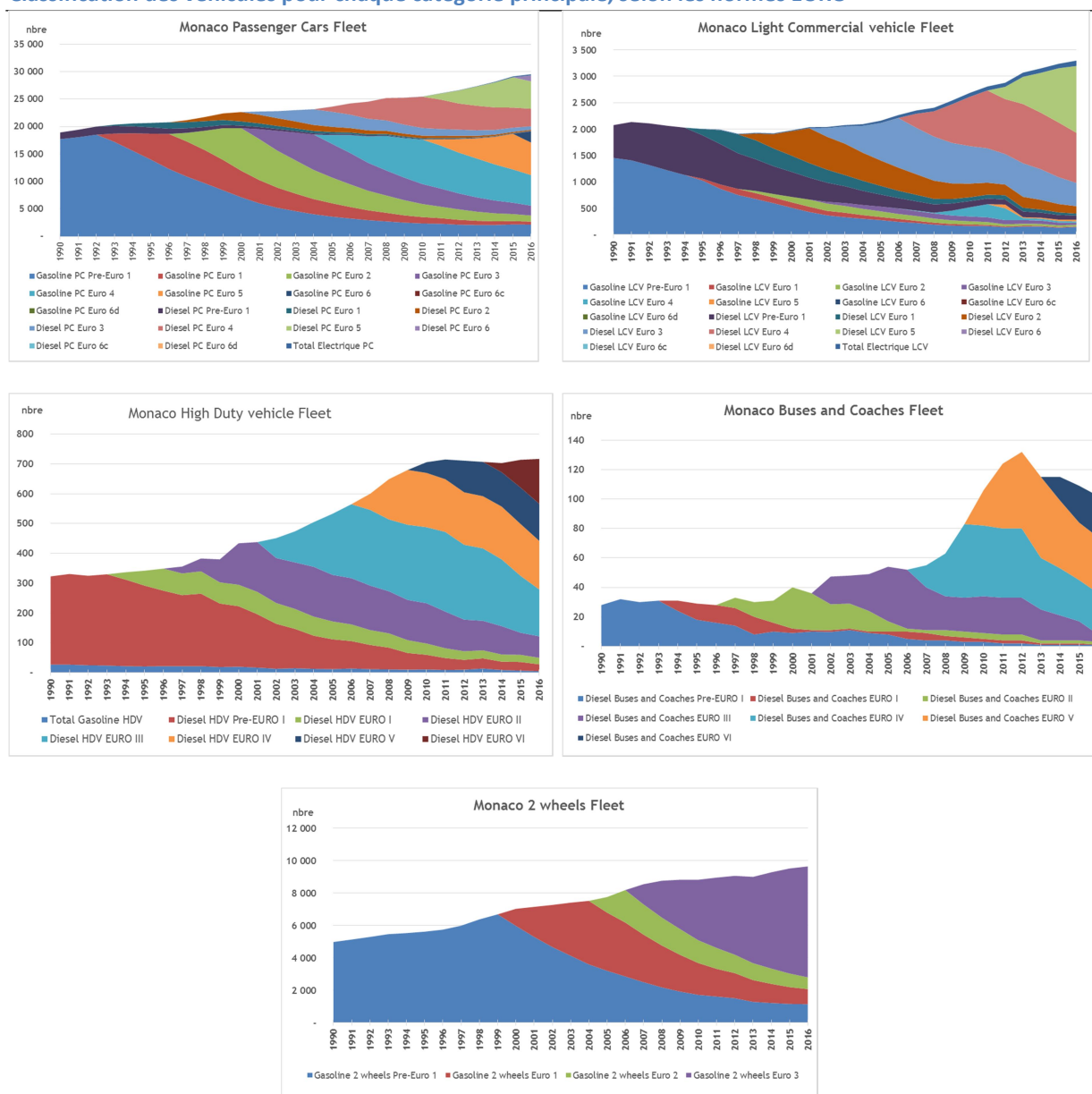
Ces données sont disponibles depuis 2013. Pour respecter la cohérence temporelle, une reconstitution des données a été effectuée de 1990 à 2012 :

- en tenant compte des similitudes et des différences observées pour l'année 2013, où les 2 extractions (ancienne et nouvelle méthodologies) étaient disponibles
- en maintenant, pour chaque année de 1990 à 2012, les volumes totaux par catégorie principale de véhicules obtenus avec l'ancienne méthodologie d'extraction de données (qui ne distinguait pas de sous-catégories)
- en appliquant des proportions de sous-catégories, par année d'immatriculation, sur le modèle de l'année 2014

Ainsi il est possible d'obtenir un parc statique pour chaque année de 1990 à 2016, avec un classement de véhicules par année d'immatriculation.

Cette classification détaillée a permis d'obtenir un parc par norme (Euro) pour une année donnée, en fonction des dates d'applications des normes (cf. ANNEXE III), dont les résultats sont reportés dans les graphiques ci-dessous.

Classification des véhicules pour chaque catégorie principale, selon les normes EURO



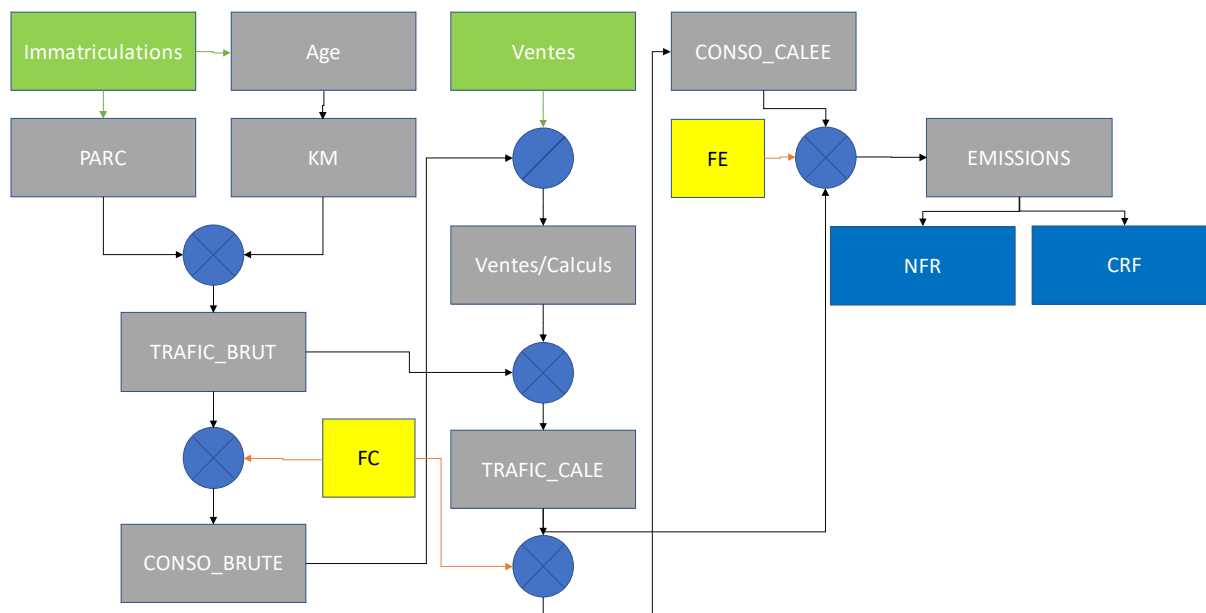
3.2.5.4.2. METHODOLOGIE DE CALCUL

Dans un souci d'amélioration de la méthodologie de calcul des émissions de GES du secteur du transport routier, un modèle a été développé avec le CITEPA, selon les lignes directrices GIEC 2006, et tenant compte :

- De la quantité de carburants vendus chaque année à Monaco
- Du parc statique comprenant toutes les sous-catégories, susnommées, et l'âge du parc par norme,
- D'hypothèses de kilométrage annuel moyen parcouru, par sous-catégorie de véhicule, avec des fonctions de répartition par âge issues du rapport de l'IFSTTAR (Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, IFSTTAR 2014)
- De calculs de trafic, consommation de carburant par norme
- Des facteurs d'émissions de GES issus des lignes directrices du GIEC pour CH₄ et N₂O (Chapitre 3 – Mobile Combustion), de COPERT pour le CO₂, et du guide méthodologique EMEP (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2016).

La méthodologie est de niveau Tier 2 et est expliquée en détails dans l'annexe III. Les émissions sont calculées à niveau fin.

Logigramme de calcul des émissions [Sources CITEPA]



Données Monaco Calculs Données GB/GIEC Sorties

Le modèle mis en œuvre permet en outre le calcul des émissions relatives au lubrifiant, à l'utilisation non énergétique des produits pétrolier en tant que lubrifiant (catégorie 2.D.1) ainsi que les émissions liées à l'utilisation d'urée (catégorie 2.D.3).

3.2.5.4.2.1. RESULTATS

Energie pour le transport routier

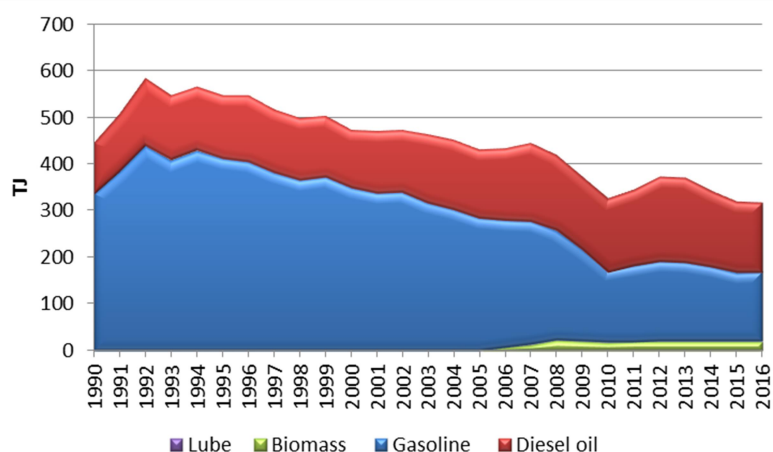
La consommation énergétique du transport routier est en diminution depuis 1992.

L'évolution de la répartition de cette consommation montre une nette augmentation de la part du diesel qui passe de 25 % à 47 % de 1990 à 2016.

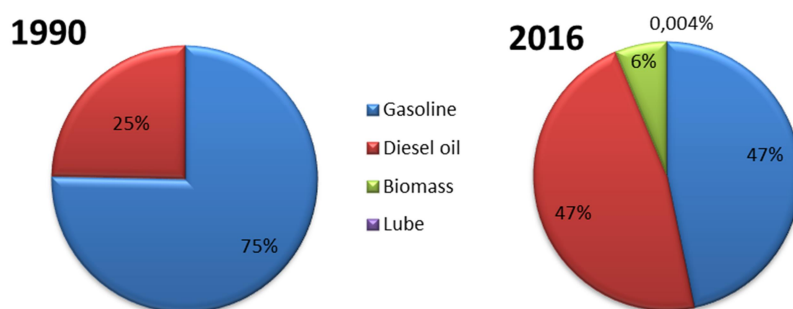
Cette augmentation est due à la proportion plus importante des véhicules diesel dans le parc de véhicules personnels, mais aussi à l'augmentation du parc de véhicules utilitaires légers et lourds.

Sur la période, l'intégration de biocarburants au sein des carburants routiers se traduit par une part biomasse de 6.28 % en 2016 dans l'énergie consommée par cette catégorie. La consommation de lubrifiant liées aux moteurs 2 temps représente moins d'1% de la consommation énergétique du transport routier.

Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2016



Distribution de l'utilisation de l'énergie pour le transport routier en 1990 et 2016, par énergie



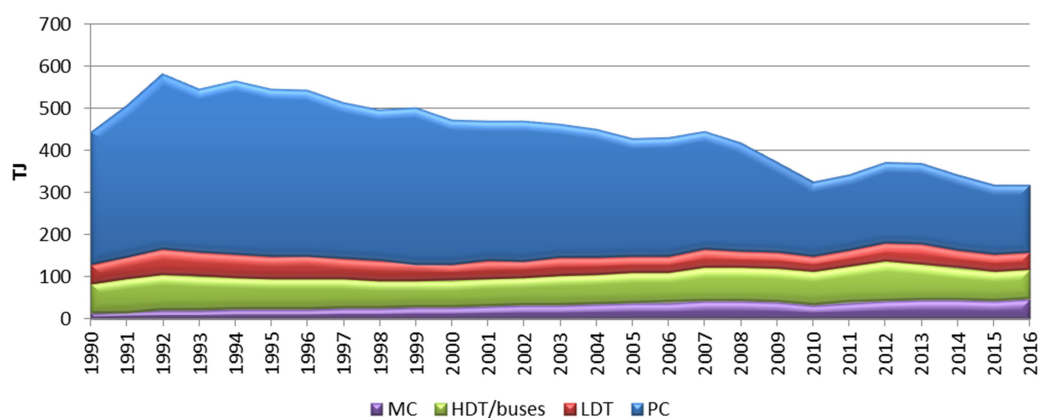
La consommation énergétique du transport a également été évaluée par catégorie de véhicules pour évaluer au mieux les émissions de GES. L'application des normes Euro permet d'expliquer la diminution de consommation d'énergie par les véhicules particuliers, tandis que l'augmentation du nombre de deux roues peut expliquer l'augmentation de la consommation énergétique pour cette catégorie.

La répartition de l'utilisation d'énergie, par catégorie de véhicule, pour le diesel et l'essence est présentée dans les graphes ci-après.

Pour le diesel, on observe une nette augmentation de la part relative aux PC, en corrélation avec les données fournies par le parc.

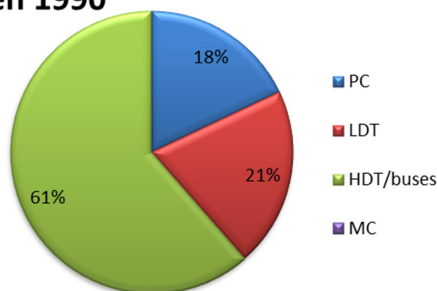
Par ailleurs, on observe une forte augmentation de l'essence consommée par les 2 roues (de 4 % en 1990 à 30% en 2016) en corrélation avec une augmentation du nombre de deux roues dans le parc statique monégasque.

Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2016, par catégorie principale de véhicule

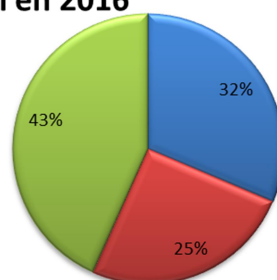


Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2016, par type de fuel, par catégorie de véhicules

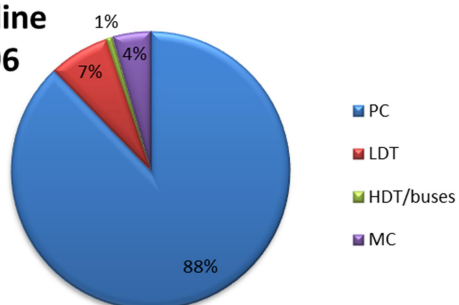
Diesel en 1990



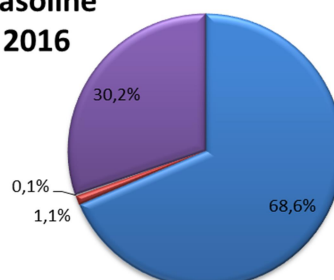
Diesel en 2016



Gasoline 1996



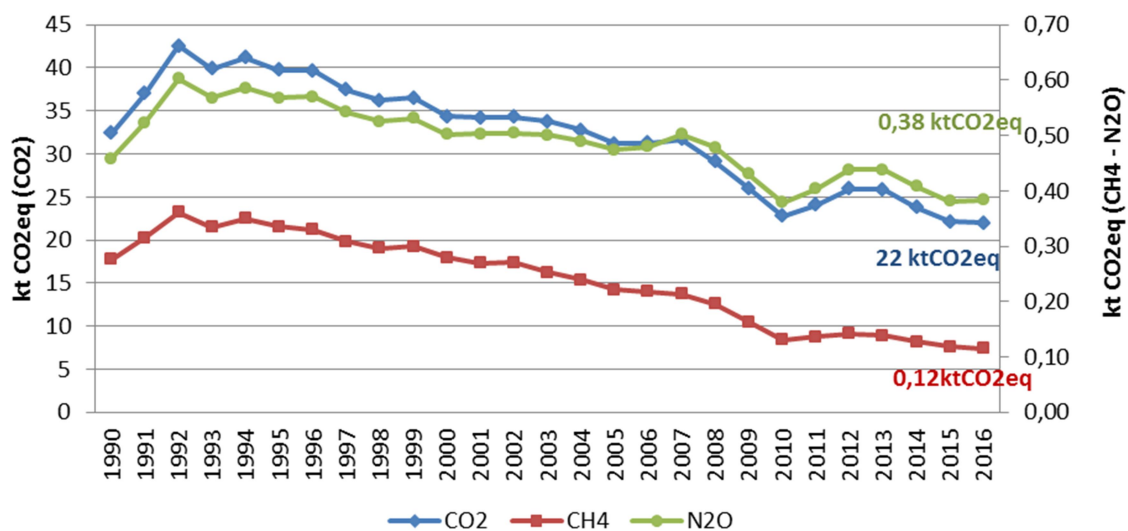
Gasoline 2016



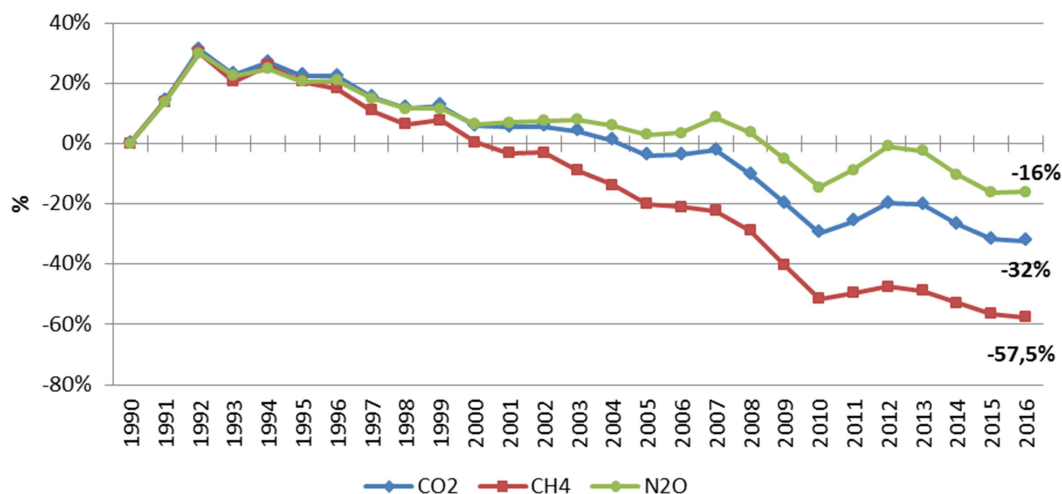
Evolution des émissions par gaz

L'ensemble des émissions de GES est en décroissance, avec une diminution totale de -32.2% par rapport à 1990. Ces émissions sont directement corrélées aux ventes de carburants.

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	32,42	0,28	0,46	33,16
1991	37,00	0,32	0,52	37,83
1992	42,54	0,36	0,60	43,50
1993	39,85	0,33	0,57	40,75
1994	41,14	0,35	0,59	42,08
1995	39,73	0,34	0,57	40,64
1996	39,63	0,33	0,57	40,53
1997	37,42	0,31	0,54	38,27
1998	36,22	0,30	0,53	37,05
1999	36,51	0,30	0,53	37,34
2000	34,34	0,28	0,50	35,12
2001	34,20	0,27	0,50	34,97
2002	34,25	0,27	0,50	35,03
2003	33,74	0,25	0,50	34,50
2004	32,78	0,24	0,49	33,51
2005	31,17	0,22	0,47	31,87
2006	31,23	0,22	0,48	31,93
2007	31,70	0,21	0,50	32,42
2008	29,13	0,20	0,48	29,80
2009	25,98	0,16	0,43	26,58
2010	22,80	0,13	0,38	23,31
2011	24,04	0,14	0,40	24,58
2012	25,97	0,14	0,44	26,55
2013	25,86	0,14	0,44	26,44
2014	23,78	0,13	0,41	24,32
2015	22,12	0,12	0,38	22,62
2016	21,97	0,12	0,38	22,47
Evolution en 2016 par rapport à 1990				
kt CO2eq	-10,45	-0,16	-0,07	-10,69
% Variation	-32,2%	-58,4%	-16,3%	-32,2%

Evolution des émissions par catégorie de véhicules

Les postes d'émission du secteur du transport routier ont été regroupés, sur la période 1990-2016, en 4 catégories :

- véhicules personnels (PC) ;
- utilitaire léger (LDT inf 3.5t) ;
- utilitaires lourds, bus et autocars (HDT sup 3.5t) ;
- deux roues (MT).

Pour cette répartition par catégories de véhicules, le kilomètre moyen par type de véhicule, par motorisation, par taille et année d'immatriculation a été calculé pour l'ensemble de la série temporelle avec des hypothèses de répartition de l'IFFSTAR (Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, IFSTAR 2014). L'évolution des consommations unitaires post EURO 1 a également été évaluée avec le Car Labelling ADEME.

Ainsi la répartition obtenue montre que les émissions dues aux véhicules personnels représentent environ 50% des émissions et restent prépondérantes sur l'ensemble de la période 1990-2016.

Ces émissions enregistrent cependant une baisse de 23.32 kt_{CO2 eq} à 11.18 kt_{CO2 eq} (-52.0 %), par rapport à 1990, en corrélation avec la vente des carburants et la décroissance de consommation unitaire des véhicules grâce à la mise en place des normes EURO.

Le second poste d'émissions de la catégorie est en 2016 le secteur des utilitaires lourds (incluant les poids lourds et les bus/autocars) qui représente environ 22% du total des GES du routier, avec une légère diminution entre 1990 et 2016 (-0.34 kt_{CO2eq}, soit -6%).

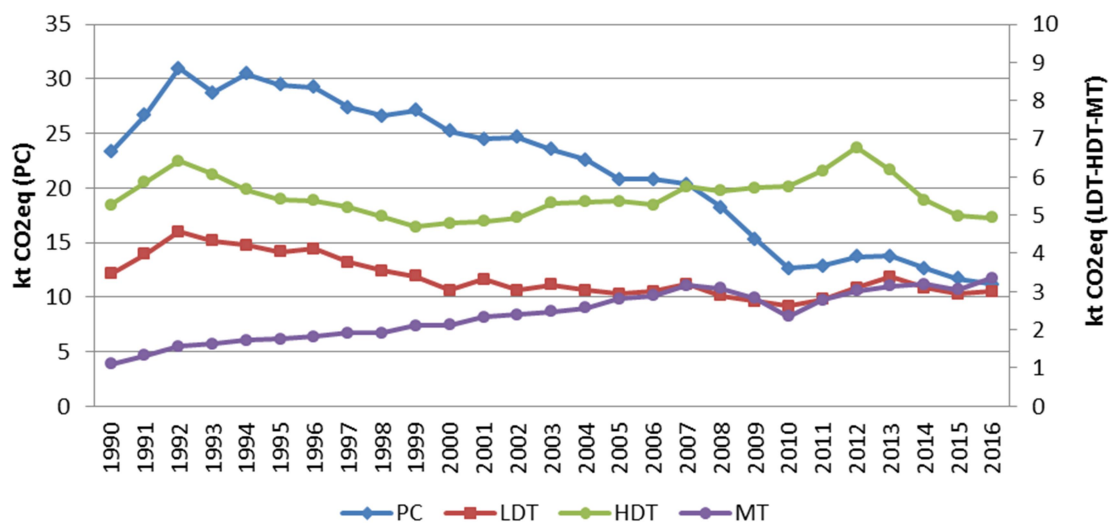
Les émissions relatives aux utilitaires légers sont évaluées pour 2016 à 3 kt_{CO2eq} avec une diminution évaluée à environ 13%.

L'augmentation des émissions dues aux deux roues témoigne d'un transfert vers ce mode de déplacement (+207%). En 2016, le niveau d'émission est de 3.36 kt_{CO2eq}.

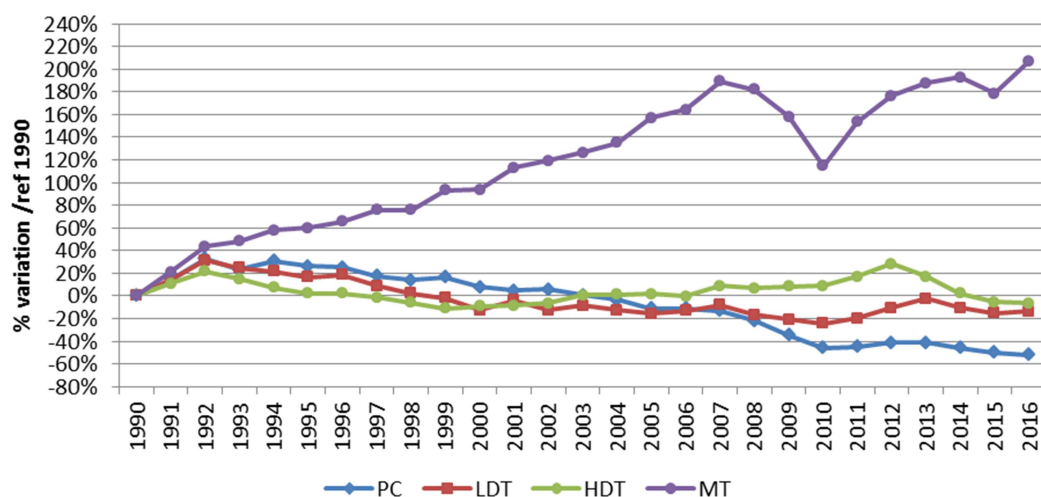
Evolution du nombre de véhicules entre 1990 et 2016

	PC	LDT	HDT (Bus and coaches+ PL)	MT	Total
	nombre	nombre	nombre	nombre	nombre
1990	18954	2076	361	4977	26368
2016	29649	3317	831	10049	43831
Evolution 1990-2016					
%	56,43%	59,78%	130,19%	101,91%	66,23%

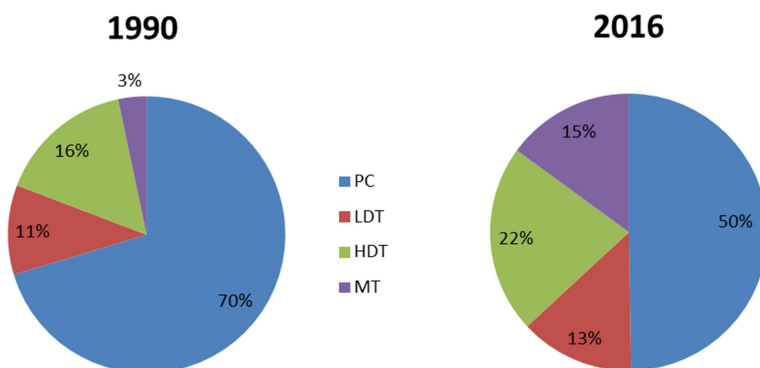
Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicules



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 2016



Emissions de GES du transport routier par catégories de véhicules

	Cars	LDT	HDT/bus	MT	total
	ktCO2eq	ktCO2eq	ktCO2eq	ktCO2eq	ktCO2eq
1990	23,32	3,47	5,28	1,09	33,16
1991	26,68	3,97	5,86	1,32	37,83
1992	30,96	4,56	6,41	1,57	43,50
1993	28,74	4,32	6,07	1,62	40,75
1994	30,46	4,22	5,67	1,73	42,08
1995	29,45	4,03	5,40	1,75	40,64
1996	29,22	4,11	5,39	1,81	40,53
1997	27,38	3,77	5,20	1,92	38,27
1998	26,61	3,55	4,96	1,92	37,05
1999	27,12	3,40	4,70	2,11	37,34
2000	25,19	3,03	4,79	2,12	35,12
2001	24,48	3,32	4,84	2,33	34,97
2002	24,66	3,03	4,94	2,39	35,03
2003	23,53	3,17	5,32	2,47	34,50
2004	22,55	3,03	5,35	2,57	33,51
2005	20,77	2,93	5,36	2,81	31,87
2006	20,77	3,01	5,27	2,88	31,93
2007	20,32	3,19	5,75	3,16	32,42
2008	18,19	2,90	5,63	3,08	29,80
2009	15,29	2,75	5,72	2,82	26,58
2010	12,60	2,62	5,75	2,35	23,31
2011	12,85	2,79	6,17	2,77	24,58
2012	13,66	3,10	6,77	3,02	26,55
2013	13,75	3,38	6,17	3,14	26,44
2014	12,62	3,10	5,40	3,20	24,32
2015	11,66	2,94	4,98	3,04	22,62
2016	11,18	3,00	4,94	3,36	22,47
Evolution 1990-2016					
ktCO2eq	-12,15	-0,47	-0,34	2,26	-10,69
%	-52%	-13%	-6%	207%	-32,2%

3.2.5.4.2.2. CONTEXTE D'INTERPRETATION DE L'EVOLUTION DES EMISSIONS

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

L'approche basée sur les ventes de carburants peut induire des biais d'interprétation ou de compréhension des tendances d'émissions du territoire, comme expliqué dans le paragraphe précédent.

Dans ce contexte, et afin de conforter les estimations des émissions de GES du secteur routier, une approche sectorielle basée sur le trafic routier, non rectifié par les ventes de carburant, est en cours d'élaboration avec Air PACA, partenaire de la Principauté de Monaco en matière de surveillance de la qualité de l'air. Cette approche met en œuvre une autre méthodologie permettant également d'évaluer les émissions de GES pour chacun des axes de circulation de la Principauté. Les premiers résultats ont été obtenus pour les années antérieures à 2016 et sont présentés ci-après.

Le calcul s'appuie sur un grand nombre de paramètres (parc de véhicules roulant sur la Principauté, trafic moyen sur chacun des axes, profil de vitesse de circulation, pentes des axes, etc). Dans un contexte d'échange transfrontalier important, le parc roulant considéré dans cette méthodologie prend donc en compte une part de parc français.

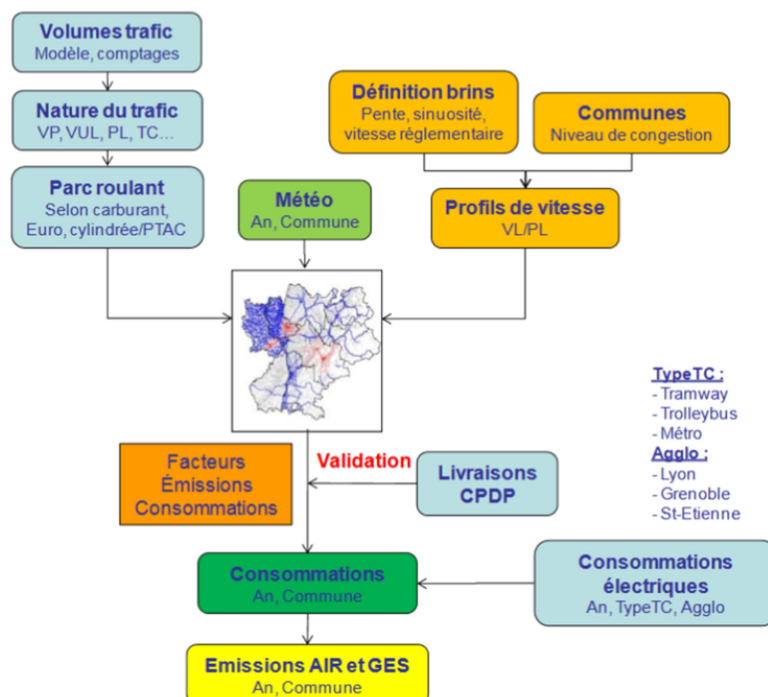
Le calcul des émissions du trafic moyen journalier annuel a été réalisé par le modèle MOCAT². Cet outil est construit sur la base de la méthodologie définie par le Pôle Nationale de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT2) français et COPERT³, version COPERT IV. Il s'agit d'une méthodologie bottom-up pour laquelle toutes les sources de données locales sont identifiées afin de caractériser au mieux le trafic circulant sur chacun des axes routiers de la zone d'étude et pour calculer les émissions et consommations associées.

Le logigramme ci-après montre la chaîne de calcul employée pour le calcul des émissions de la série temporelle jusqu'en 2015.

² MOCAT (Modèle de Calcul des émissions du Transport), développé par Atmo Auvergne Rhône-Alpes

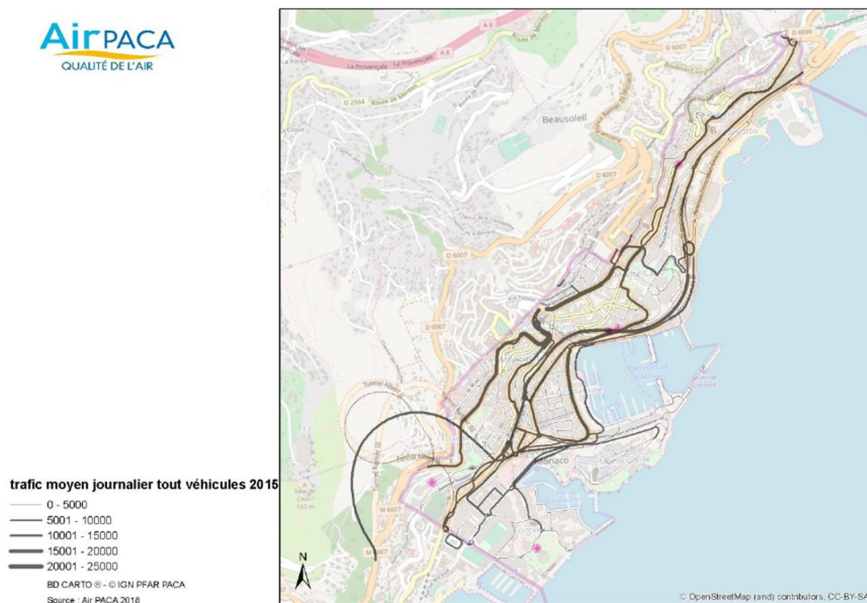
³ COPERT (Computer Program to calculate Emissions fro Road Transports)

Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier (source : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)



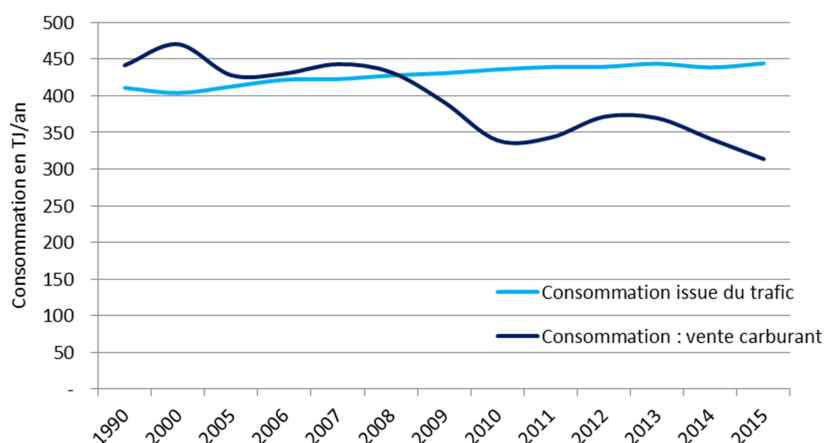
L'outil a ainsi permis d'estimer les consommations totales énergétiques, à partir des trafics fournis en données d'entrée et des caractéristiques du parc. La cartographie ci-dessous montre l'exemple d'un jeu de données d'entrées du modèle : le trafic moyen journalier.

Cartographie du trafic moyen journalier sur Monaco (source : Air PACA)



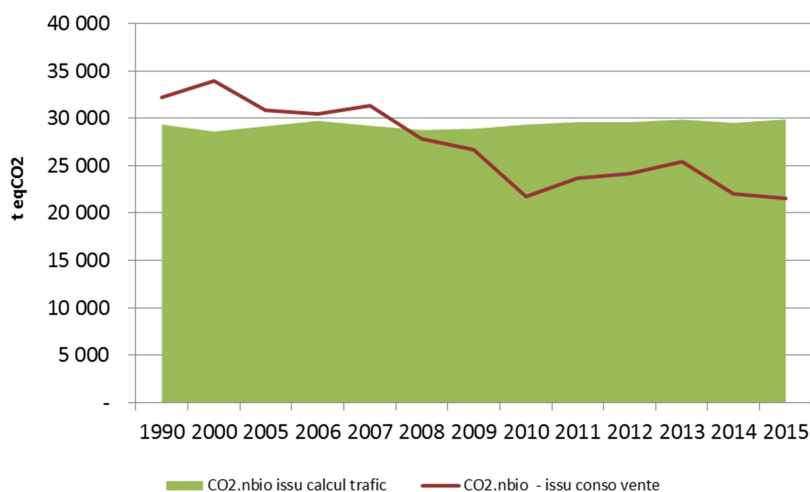
En comparant les résultats issus de ce modèle et ceux obtenus en se basant sur la vente directe de carburant sur la Principauté, on observe que les résultats sont comparables jusqu'en 2008. L'évolution des consommations aux stations-service montre un décrochage en 2008 et une tendance à la diminution depuis 2012, comme expliqué précédemment (cf. contexte d'interprétation de l'évolution des émissions), tandis que les consommations associées au trafic routier sur la Principauté sont en légère hausse.

Evolution de la consommation totale calculée et issue des ventes de carburants (source : Air PACA)



La différence notable dans les consommations énergétiques se répercute sur les émissions de CO₂, comme le montre le graphique ci-dessous (biomasse non incluse).

Evolution des émissions de CO₂ (part non bio) selon le calcul issu du trafic routier et celui issu des ventes de carburant (source : Air PACA)



Au-delà de l'amélioration des données d'entrées (trafic, parc de véhicules statique et roulant, échanges transfrontaliers), la compréhension et la validation des données de consommation énergétique se révèlent donc cruciales pour générer un calcul des émissions GES consolidé pour cette méthode.

Plusieurs points d'amélioration sont en cours pour le développement de cette approche sectorielle complémentaire, notamment l'intégration des facteurs d'émissions COPERT V, une consolidation du trafic et de la répartition du parc entrant (monégasque/maralpin).

3.2.5.4.4. COHERENCE DE LA SERIE TEMPORELLE

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

3.2.5.4.5. INCERTITUDES

Les incertitudes combinées pour les résultats obtenus sont estimées selon les données fournies dans le tableau 4.3 du guide EMEP ci-dessous (*EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2016 – p115*), en évaluant la Principauté de Monaco comme un pays avec peu de statistiques et avec rebouclage énergétique (*poor statistics w.EC*).

Case	CO	VOC	CH4	NOx	N2O	PM2.5	PM10	PMexh	FC	CO2
Good statistic s w/o EC	30	18	44	15	33	13	13	14	7	7
Good statistic s w. EC	19	12	34	10	26	9	8	9	3	4
Poor statistic s w/o EC	20	18	57	17	28	18	17	19	11	11
Poor statistic s w. EC	17	15	54	12	24	13	12	14	8	8

3.2.5.4.6. RECALCULS

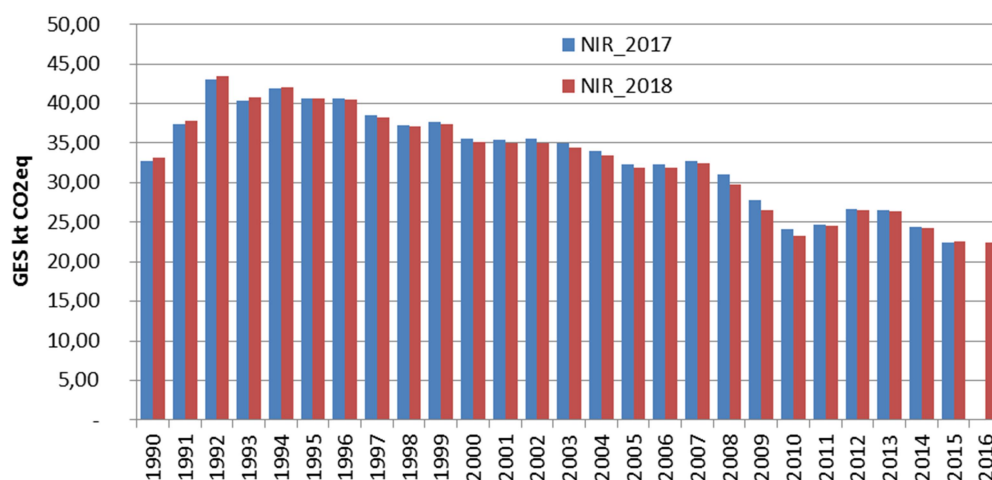
Le modèle développé avec le CITEPA pour le calcul des émissions a induit un degré de précision supérieur, notamment en prenant en compte des hypothèses poussées comme le kilométrage moyen parcouru et la consommation unitaire, par type de véhicule et par âge (selon l'application de norme EURO).

La nouvelle méthodologie prend également en compte la consommation de carburant, notamment au sein des moteur 2 temps.

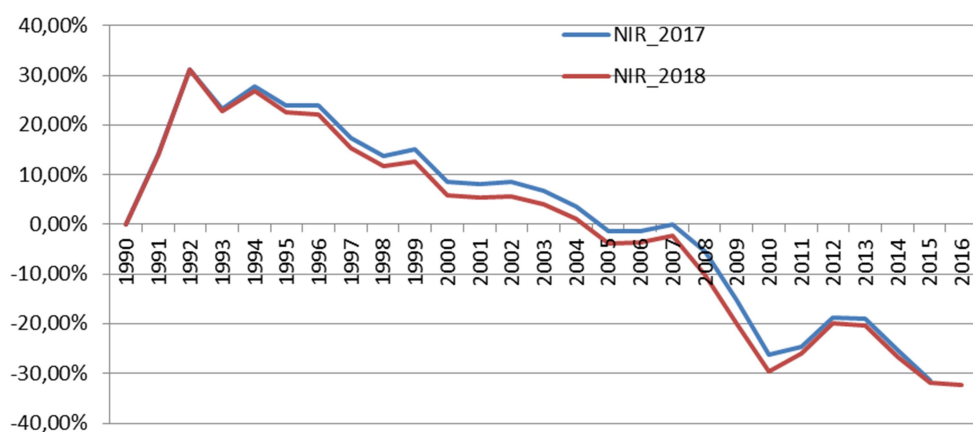
L'ensemble des recalculs avec cet outil a donc été effectué sur toute la période 1990-2016 pour assurer une cohérence temporelle.

L'utilisation de cet outil amène quelques différences sur les émissions totales de GES, comparées aux résultats présentés dans le NIR précédent (NIR 2017).

Emissions de GES du transport routier – recalcul de la série temporelle



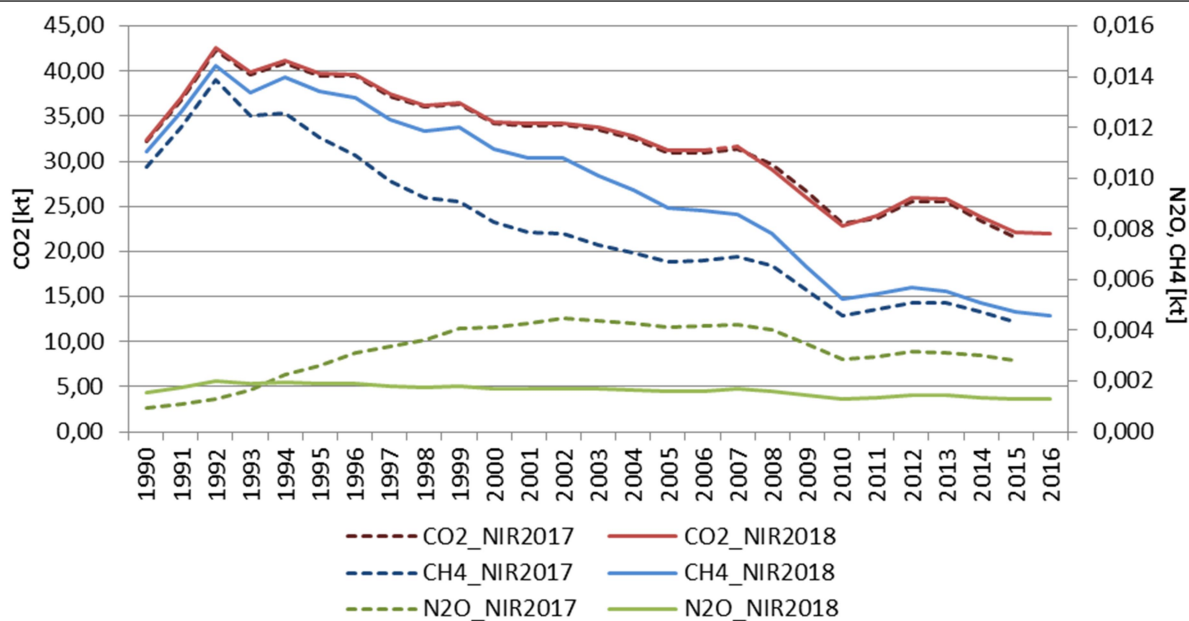
Evolution des émissions GES du transport routier par rapport à 1990 - recalcul



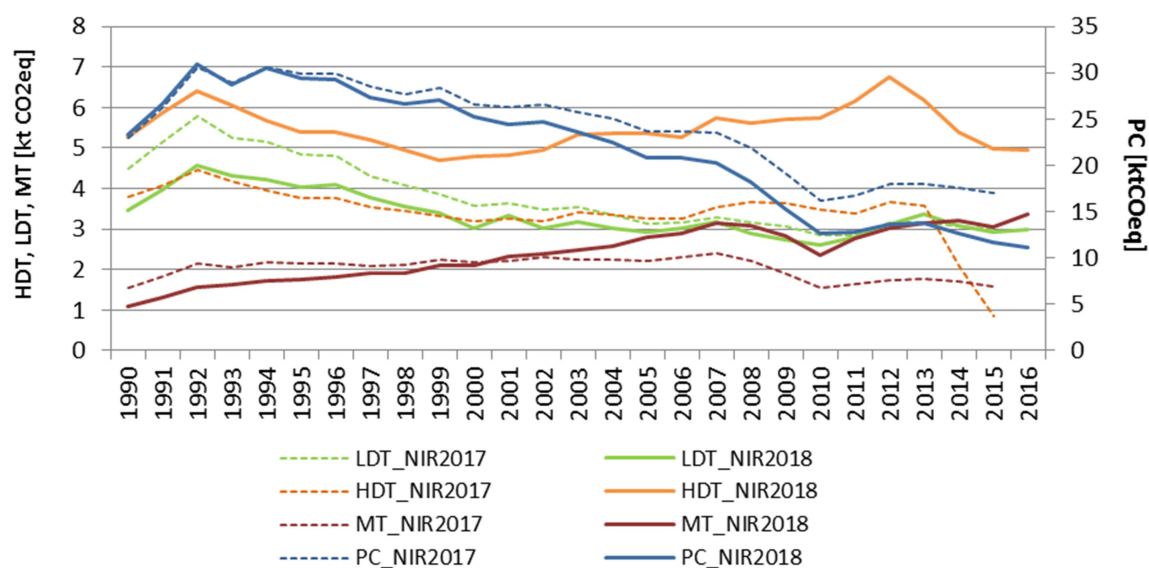
Le degré de détail d'informations introduit dans le modèle, notamment les sous-catégories de véhicule avec des données telles que l'âge du véhicule, le kilomètre moyen parcouru ou la consommation unitaire supposée conduit par contre à des différences non négligeables lors du recalcul :

- en étudiant les tendances observées pour chaque GES
- pour la répartition des émissions par catégories de véhicules.

Evolution des émissions du transport routier par gaz - recalcul



Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicules- recalcul



3.2.5.4.7. AMELIORATION

Comme mentionné au chapitre « Assurance et contrôle qualité » de la présente catégorie, des améliorations ont été initiées pour estimer les émissions de GES sur la base du trafic routier.

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 2016 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de la navigation domestique sont en 2016 de : 1,654kt CO₂eq

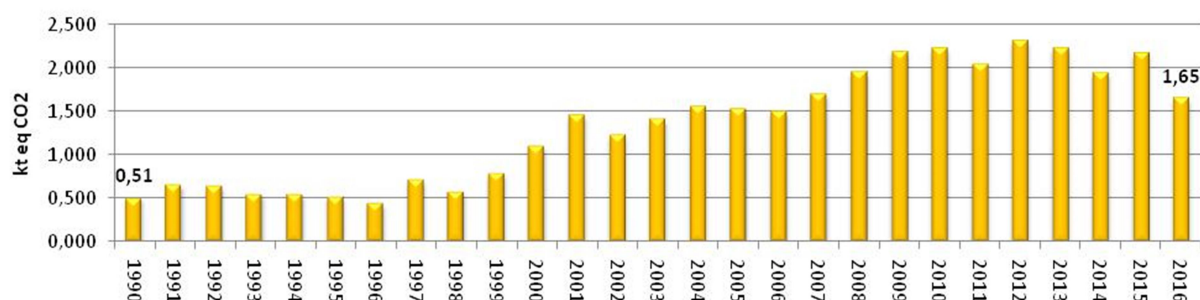
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,509 ktCO₂eq

Soit une variation de : + 225% (1,145kt CO₂eq).

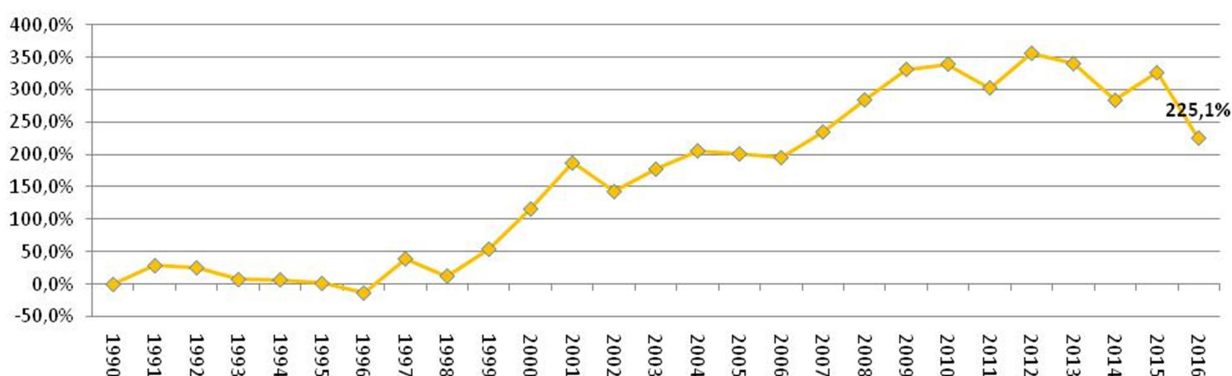
Les émissions du secteur de la navigation domestique représentent :

- 2,10 % des émissions globales (0,51% en 1990)
- 2,39 % des émissions du secteur de l'Energie (0,51% en 1990)
- 6,73 % des émissions du secteur des transports (1,50 % en 1990)

Evolution des émissions de GES de la navigation domestique entre 1990 et 2016



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



Les émissions de la navigation domestique ont fortement augmenté depuis 1990, toutefois on peut constater une diminution en 2016.

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). Ils sont situés au cœur de la ville.

Les deux ports de Monaco abritent des activités de plaisance 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 quais sont intégrés à la ville et tous les véhicules qui y circulent sont des véhicules urbains dont la consommation de carburant et les émissions sont comptabilisées au sein de la catégorie du transport routier (1A3b).

3.2.5.6.2. METHODOLOGIE DE CALCUL DES EMISSIONS

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.

La méthode de calcul utilisée pour ce secteur est une méthode de niveau T1, avec des facteurs d'émissions spécifiques (CS) et par défaut.

La méthodologie de calcul est détaillée en Annexe 3 de ce rapport.

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.

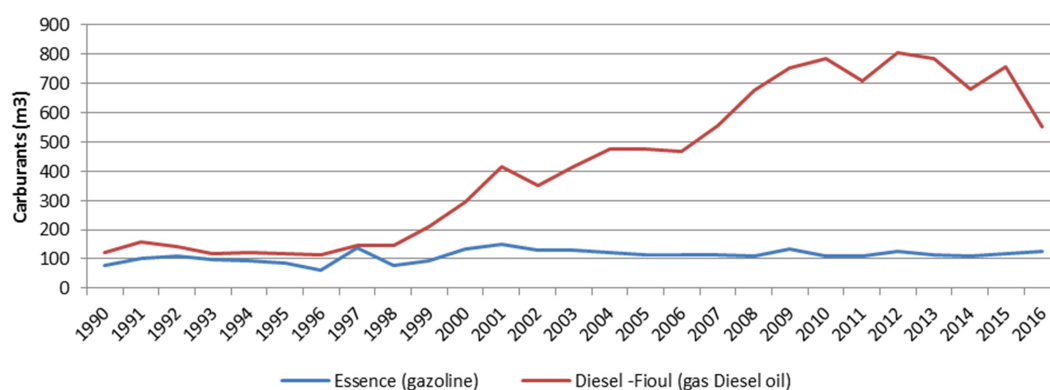
Les émissions liées à la navigation internationale sont comptabilisées dans la catégorie « mémos items (International Bunkers : Navigation) » table 1D1b du cadre commun de présentation (CRF).

3.2.5.6.2.1. 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 réalisé 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



Le pourcentage de biomasse contenu dans les carburants et les facteurs d'émissions sont fournis par le CITEPA.

Le taux d'incorporation de carburant est identique à celui utilisé pour le transport routier. Les évolutions pour l'essence et le diesel sont détaillées en Annexe 3 de ce rapport.

3.2.5.6.2.2. DETERMINATION DE LA PART DE NAVIGATION NATIONALE DANS L'UTILISATION DES CARBURANTS UTILISES 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.

Cette enquête a été reconduite en 2016, suivant les mêmes questionnaires et renseignements demandés. Les retours de ce questionnaire ont été moins nombreux et de moindre qualité par rapport à l'enquête réalisée en 2005.

Aussi, la reconstitution statistique des données reste en cours notamment en termes de représentativité des retours par rapport à l'ensemble de la flotte.

Des premiers résultats, il ressort une part nationale comprise entre 39% et 50% de l'essence vendue, et de 6.1% à 8.1% pour le diesel suivant les méthodologies de reconstruction de la série statistique.

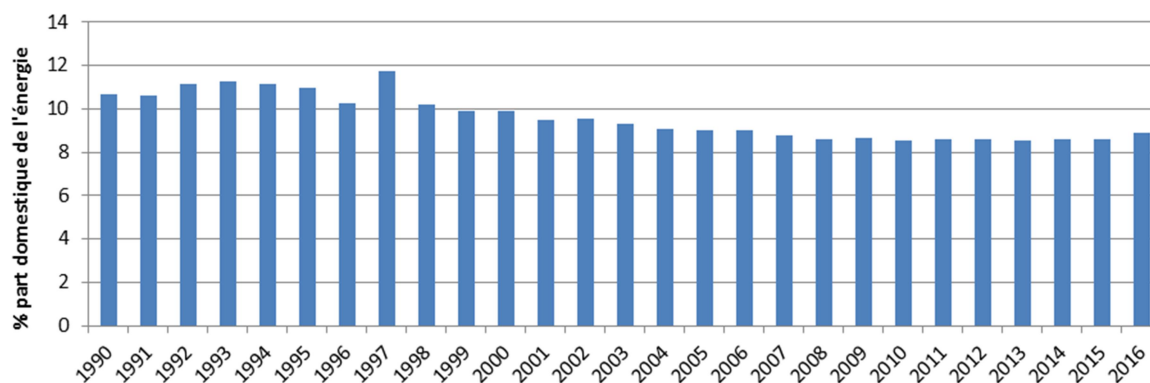
Ces résultats préliminaires n'ont pas été appliqués aux estimations 2018 pour cette catégorie, cependant les variations observées ont été intégrées au facteur d'incertitude de la donnée d'activité.

3.2.5.6.2.3. RESULTATS

Consommation énergétique

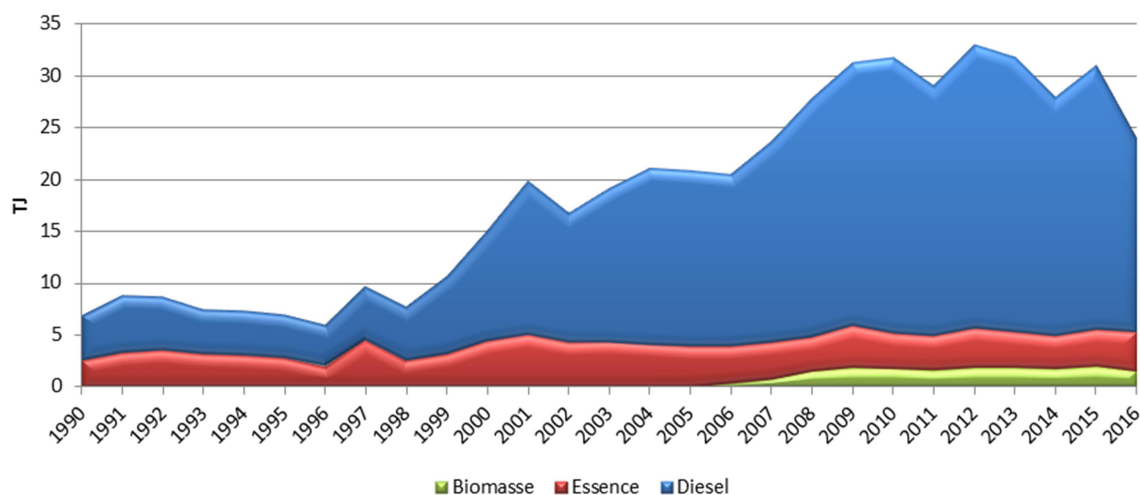
Rapportée à la consommation énergétique, l'évolution de part domestique de l'énergie consommée évolue de 10,7% à 8,9% entre 1990 à 2016. Elle est présentée dans le graphique ci-après.

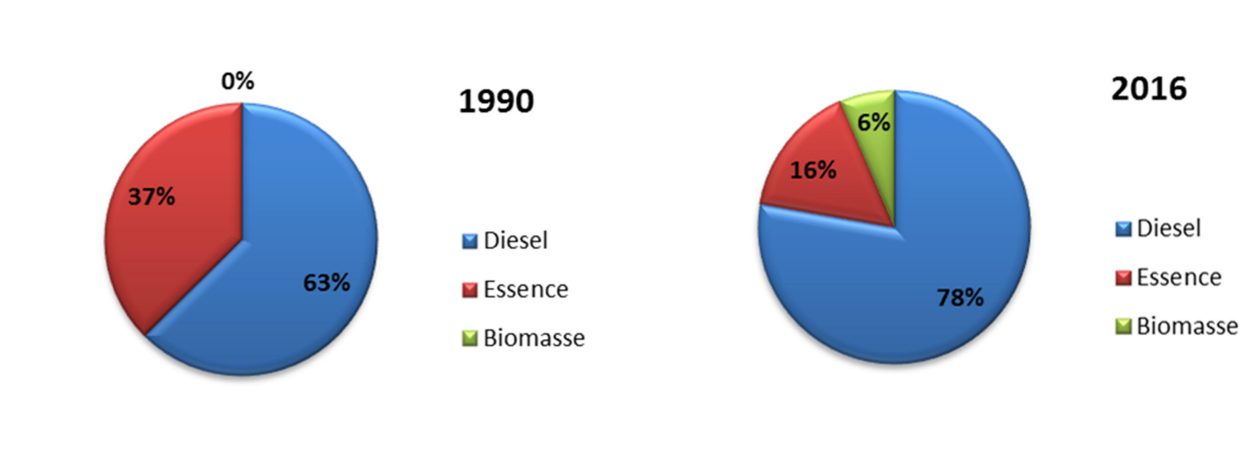
Part domestique de la consommation énergétique de la navigation



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





3.2.5.6.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

3.2.5.6.4. INCERTITUDES

Compte tenu des premiers résultats obtenus par l'actualisation de l'enquête sur la part de navigation nationale, l'incertitude sur les données d'activités a été évaluée à 44% pour le CO₂ et 45 % pour le CH₄ et le N₂O. En tenant compte spécifiquement des différences maximales observées et de la proportion de vente entre essence et diesel.

Les facteurs d'incertitude sur les facteurs d'émissions sont conformes aux lignes directrices 2006 du GIEC de 4% pour le CO₂, de 50% sur le CH₄ et de 140% pour le N₂O.

3.2.5.6.5. 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).

3.2.5.6.6. RECALCULS

Dans le cadre de l'amélioration des outils des calculs du transport, et de l'actualisation des outils de calculs du transport routier, un nouvel outil a également été développé pour le secteur maritime (1a3d et 1D1b). A cette occasion différent facteur de conversion et d'émissions ont évolué, notamment en relation avec le secteur 1A3b.

Selon CITEPA outil 1A3b

			NIR 2017	NIR 2018
Masse volumique essence	(720-775)	t/m3	0,755	755
Pouvoir calorifique essence	(42-45)	TJ/Kt	43,5	43,774
Masse volumique Diesel		t/m3	0,84	0.845
Pouvoir calorifique diesel		TJ/Kt	42,4	42.695

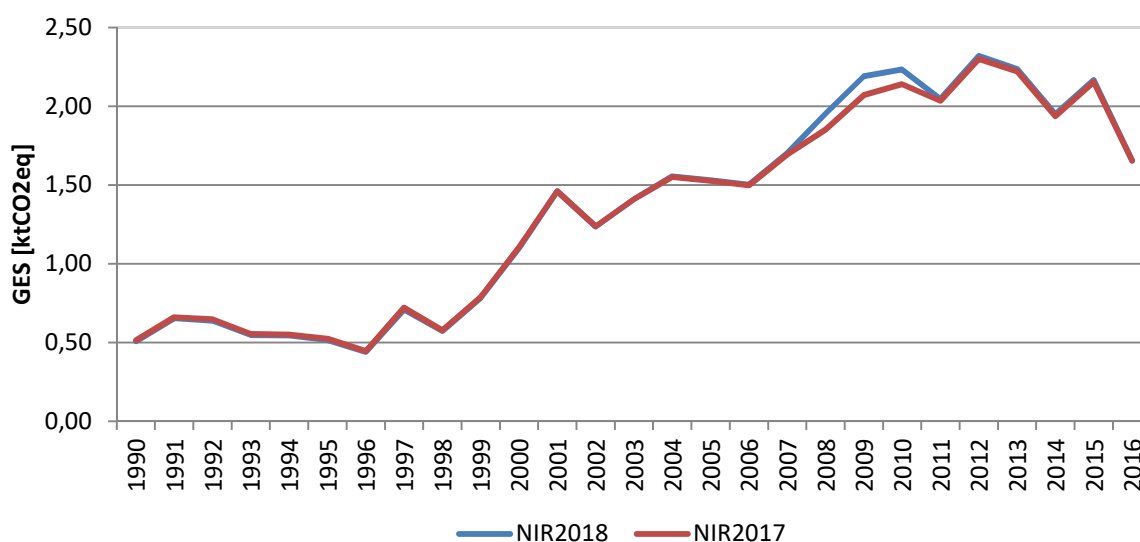
Les facteurs d'émissions de EMEP/EEA (*Emission inventory guidebook 2016*) ont également été utilisés pour les gaz secondaires.

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.

En outre l'ensemble des travaux conduit ont notamment permis la détection et la correction d'erreur (pour les carburants diesel et diesel biomasse) sur les années 2008-2010.

Les résultats de recalcul sont présentés ci-après.

Evolution des émissions GES entre 1990 et 2016 - recalcul



3.2.5.6.7. AMELIORATIONS

Une amélioration relative à l'application de l'enquête 2016 relative à la détermination de la part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation.

Il est également prévu l'application d'un facteur d'émissions spécifique pour le soufre dans le cadre de la prochaine soumission.

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 2016 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 2016 de

23,30 ktéq. CO₂

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

45,19 ktéq. CO₂

Soit une variation de :

-48,45 % (-21,89 ktéq. CO₂)

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

29,64% des émissions globales (45,33 % en 1990)

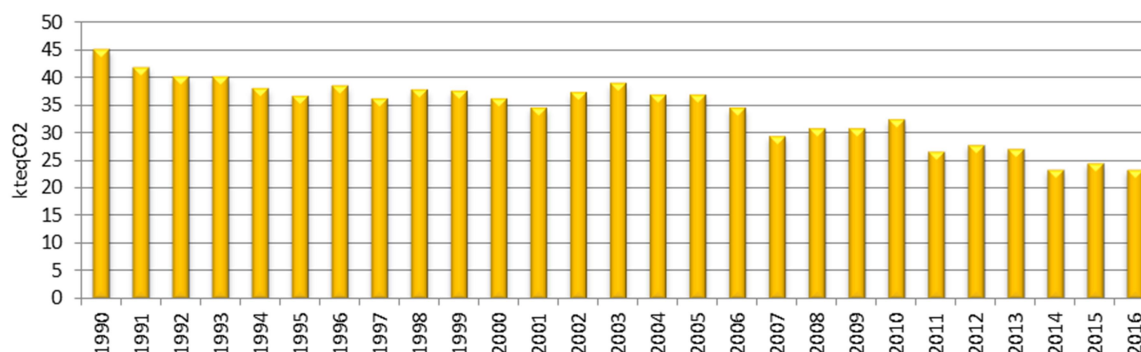
33,65 % des émissions du secteur de l'Energie (45,71 % en 1990)

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

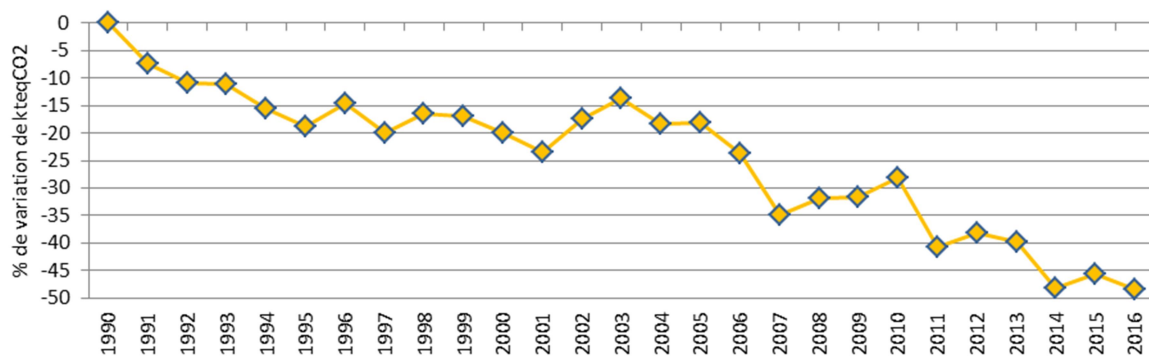
Individuellement, les catégories sources d'émissions : combustion de gaz naturel (1.A.4.b.i) et combustion de fioul domestique (1.A.4.b.i), constituent aussi des catégories clés.

Il s'agit également de la catégorie qui présente la plus forte diminution avec -21,89 ktéq. CO₂ par rapport à 1990.

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2016 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



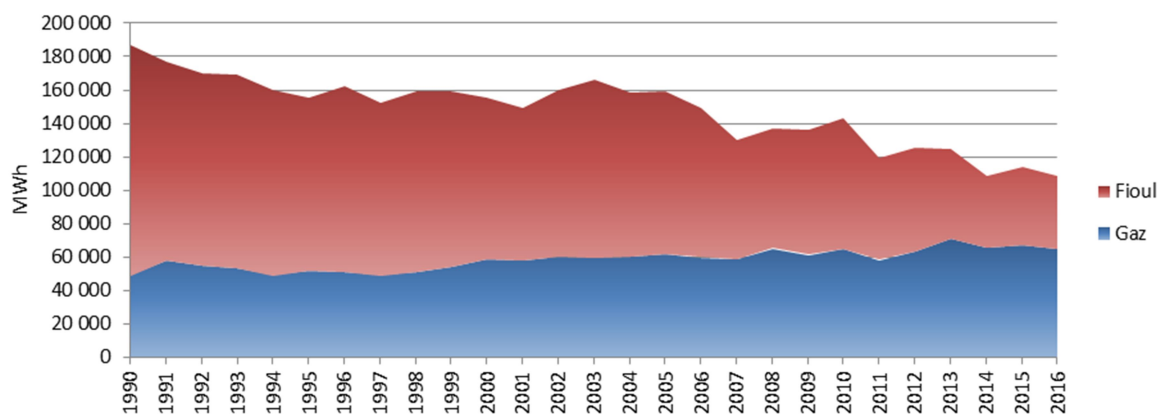
	Emissions de GES			% de variation par rapport à l'année de réf. 1990		
	Gaz Naturel	Fioul	Total	Gaz Naturel	Fioul	Total
	ktécq. CO ₂	ktécq. CO ₂	ktécq. CO ₂	%	%	%
1990	9,1	36,1	45,2	0,0	0,0	0,0
1991	10,6	31,3	41,9	16,8	-13,3	-7,3
1992	10,1	30,2	40,2	11,0	-16,5	-10,9
1993	9,8	30,4	40,2	8,1	-15,8	-11,0
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
2016	11,9	11,4	23,3	31,0	-68,4	-48,4

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
2016	43 345	64 740	108 085	-42,1

3.2.6.1.2. EMISSIONS DE GES

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

En 2016, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont représenté 11,89kt d'équivalent CO₂, correspondant à 51,05% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont augmenté de +30,97%.

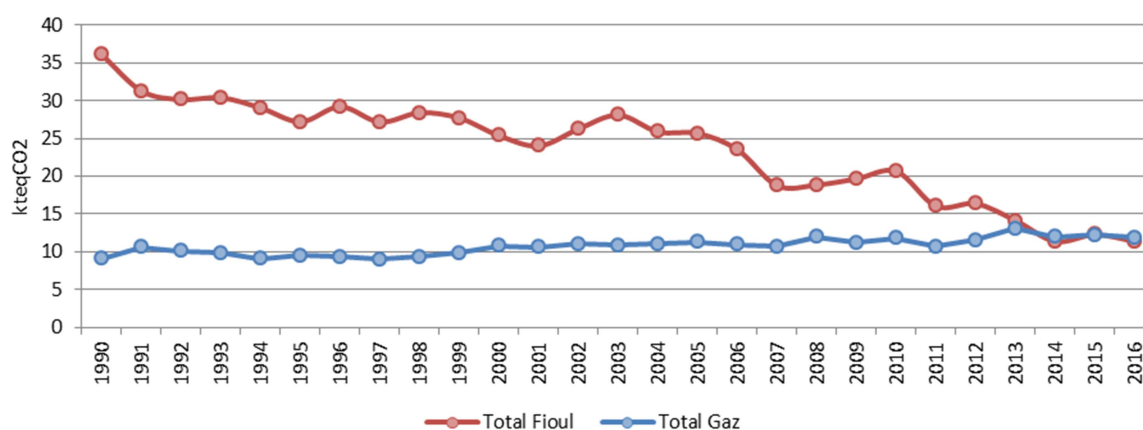
Le principal gaz émis est le CO₂ avec 11,83 ktéq. CO₂ émis, correspondant à 99,43% des émissions de gaz naturel. Vient ensuite le N₂O avec 0,06 ktéq. CO₂, correspondant à 0,53% des émissions, puis le CH₄ avec 0,005 ktéq. CO₂, correspondant à 0,04% des émissions.

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

En 2016, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont représenté 11,40 kt d'équivalent CO₂, correspondant à 48,95% des émissions du secteur. Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont diminué de -68,42%.

Le principal gaz émis est le CO₂ avec 11,37 ktéq. CO₂ émis, correspondant à 99,74% des émissions de fioul domestique. Vient ensuite le N₂O avec 0,03 ktéq. CO₂, correspondant à 0,24% des émissions, puis le CH₄ avec 0,003 ktéq. 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 dues au secteur commercial/institutionnel (1A4a) de celles qui sont dues au 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.

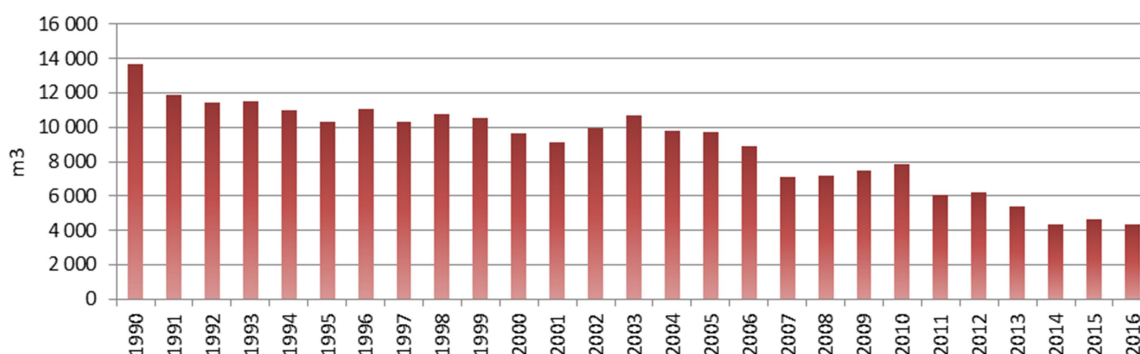
A partir de l'inventaire de l'année 2004, l'estimation de ces émissions est basée sur la quantité de fioul domestique consommée à Monaco (et achetée en partie par les utilisateurs résidant à Monaco auprès de fournisseurs situés en France). Cette quantité a pu être déterminée grâce à une enquête approfondie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

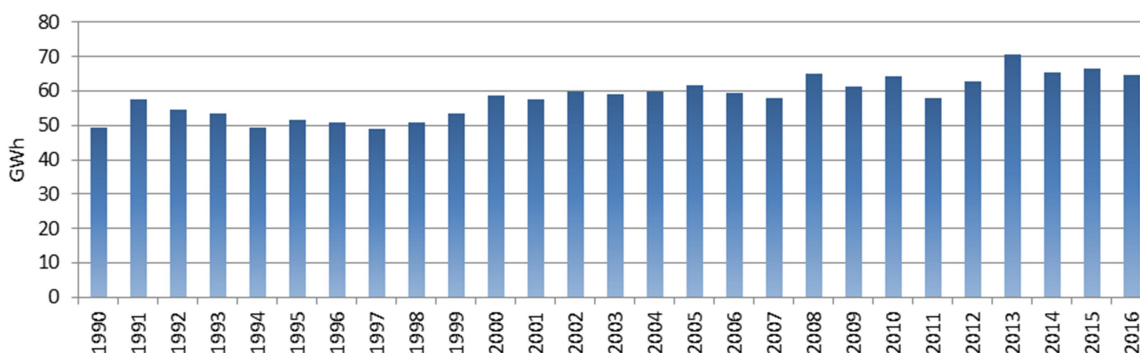
Consommation de fiouldomestique - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



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 au précédent inventaire.

3.2.6.5. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique

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.

3.2.6.6. Recalcul

Ce secteur n'a pas été l'objet de recalcul depuis la soumission du NIR 2017.

3.2.6.7. Améliorations

La SMEG est en charge de la constitution d'une base de données des usages de l'énergie qui permettrait de différencier la consommation de fioul et de gaz du secteur résidentiel du commercial / institutionnel. A ce jour, cette amélioration n'a pas pu être réalisée car la base de données n'est pas disponible.

Toutefois, comme indiqué dans le chapitre relatif à la catégorie 1A2, des discussions seront engagées avec la SMEG pour essayer de répartir la consommation de gaz entre les catégories 1A2, 1A4a et 1A4b, conformément à la Table 2.1, dans le Chapitre 2 du Volume 2 des lignes directrices 2006 du GIEC.

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 1.B.2.b 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 2016 sont présentés dans le tableau 1.B.2.b.5 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions fugitives à partir des combustibles sont en 2016 de

0,57 kt CO₂eq

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

1,78 ktCO₂eq

Soit une variation de :

-68.1 % (-1,21 kt CO₂eq)

Les émissions fugitives à partir des combustibles représentent :

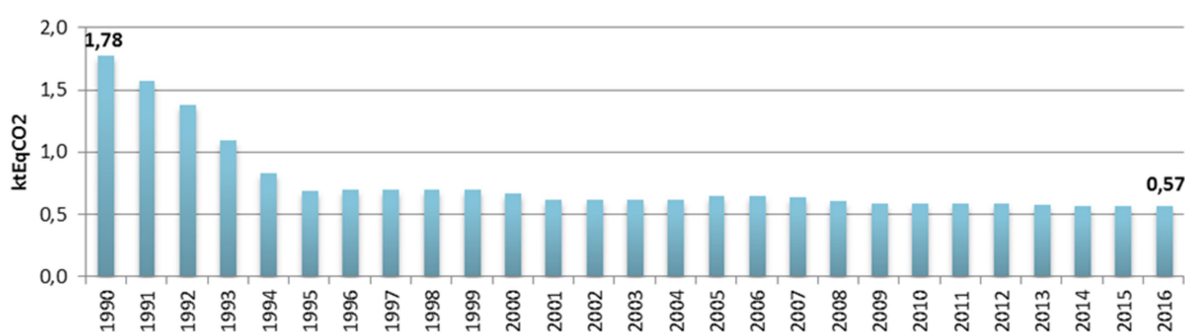
0,72 % des émissions globales (1,79 % en 1990)

0,82 % des émissions du secteur de l'énergie (1,80 % en 1990)

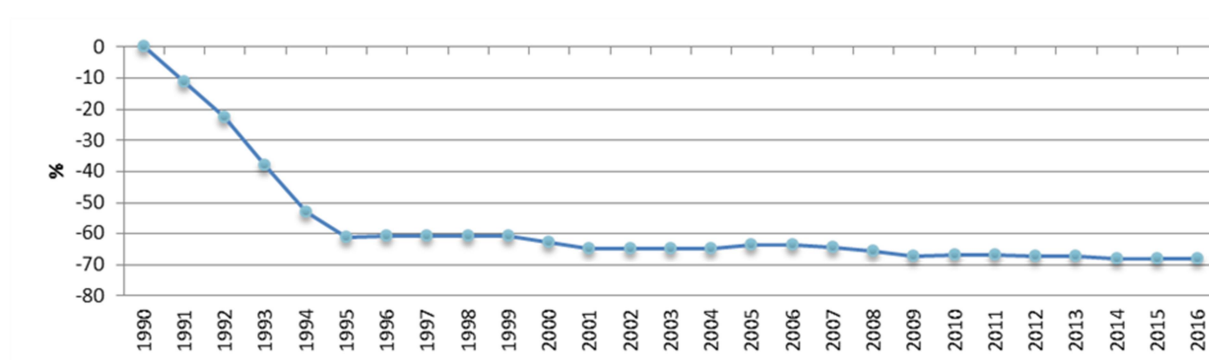
Cette catégorie ne constitue pas une catégorie clé.

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 68.1% par rapport à 1990.

Evolution des émissions fugitives à partir des combustibles entre 1990 et 2016



Evolution des émissions fugitives à partir des par rapport à 1990



3.3.1. 1B1 Emissions 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.

3.3.2. 1B2a Emissions 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 1.B.2.a.5).

Les émissions fugitives à partir des cuves de stockage des carburants à Monaco n'ont pas été estimées dans le cadre de cet inventaire.

Toutefois, il doit être noté que 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 trois stations-services qui sont également 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.

3.3.3. 1B2b Emissions fugitives de gaz naturel

La distribution de gaz naturel sur le territoire constitue à Monaco le seul poste d'émission de la catégorie (1.B.2.b.5 Emissions 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 2013 dans l'hypothèse où une bonne connaissance des éléments du réseau était possible <http://unfccc.int/resource/docs/2014/arr/mco.pdf>, paragraphe 50-53.

Cette méthode a été actualisée dans le cadre de l'inventaire des émissions de 2015.

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.

3.3.3.1. Réseaux 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 dans laquelle sont également demandés les volumes de gaz distribué.

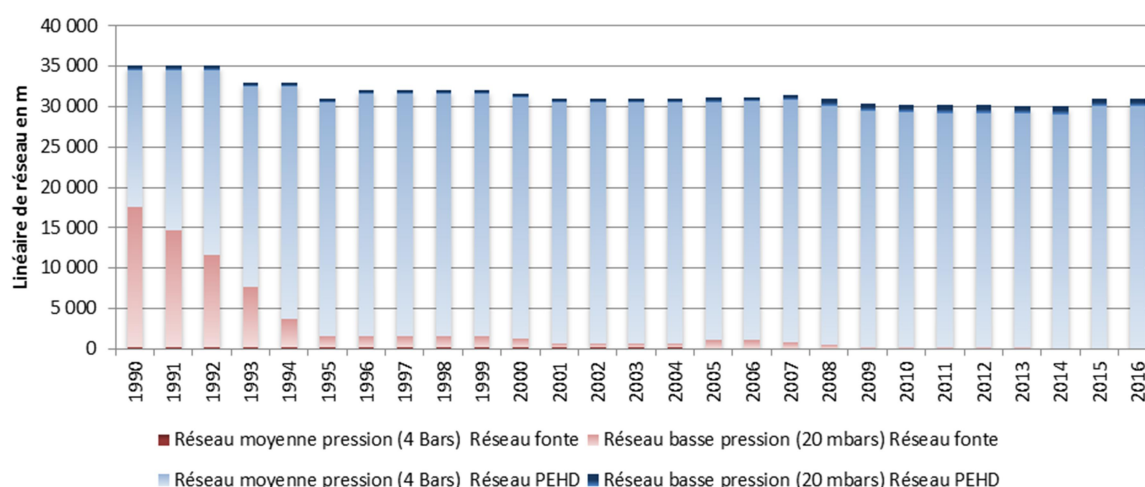
Le réseau est aujourd'hui totalement constitué par des canalisations PEHD, le remplacement de la fonte ayant été finalisé. Le gaz est majoritairement distribué à moyenne pression (4 bars). Il existe également un réseau à basse pression (20 mBars).

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, et à la suite de la revue de 2013.

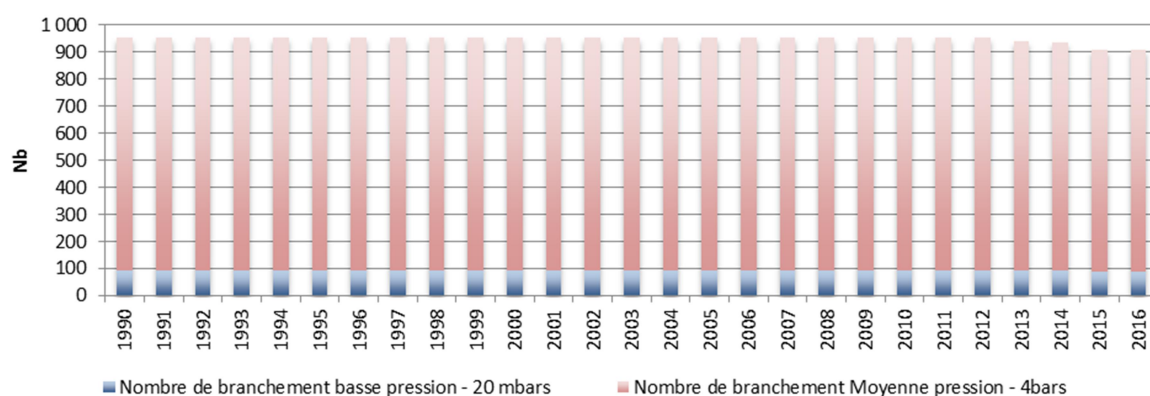
Les nombres d'équipements de distribution et branchements basse et moyenne pression sont également recensés annuellement. Au cours de cette période, il n'y a pas eu d'évolution des postes sources au nombre de 3.

L'ensemble de ces deux jeux de données a permis de disposer de la connaissance précise du réseau permettant d'appliquer une 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



3.3.3.1.1. 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 ». La méthodologie prend également en compte les recommandations de 2015.

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 1.B.2.b.5.

Les facteurs d'émission du compendium API ont été établis pour une composition de gaz de 93,4 mol% de CH₄ et 2.0 mol% de CO₂. Interrogé à plusieurs reprises la SMEG en charge de la distribution de gaz ne dispose pas de la composition exacte du gaz distribué.

Des recherches parallèles ont permis de déterminer que le gaz distribué dans le sud de la France et importé à Monaco est de type H (haut pouvoir calorifique). Selon des sources (Société Chimique de France) ainsi que des origines et quantité de gaz importée (SOES) la composition de gaz à haut pouvoir calorifique importé en France en 2015 des valeurs de l'ordre de 94.4%vol (95mol%) pour le CH₄ et de 0.3%vol (0.06mol%) pour le 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 :

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

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

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

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 CH ₄ /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

3.3.3.1.2. 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 listées ci-dessous.

Emissions linéaire réseau Moyenne pression - 4 bars	Tableau 6-10 du compendium API	Incertitude %
	FE de CH ₄ pour le plastique	260
	FE de CH ₄ pour la fonte	77
	FE de CO ₂ pour le plastique	261
	FE de CO ₂ pour la fonte	81,1
Emissions linéaire réseau basse pression - 20mbars	Tableau 6-10 du compendium API	Incertitude %
	FE de CH ₄ pour le PLASTIQUE	260
	FE de CH ₄ pour la fonte	77
	FE de CO ₂ pour le PLASTIQUE	261
	FE de CO ₂ pour la fonte	81,1
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

3.3.3.1.3. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique

A la suite des différentes améliorations portées à l'estimation des émissions de cette catégorie sur la base d'une méthodologie de Tier 3 pour les émissions fugitives de CH₄, les facteurs d'émissions rapportés au linéaire du réseau de distribution ont été estimé en 2016 à 730 kg/km pour l'ensemble des émissions, 690 kg/km pour les seules émissions routinières et à 196 kg/km pour les émissions liées aux coefficients de perméabilité des matériaux.

La comparaison de ces facteurs d'émission induit par rapport aux facteurs français de 181.53 kg/km (FCCC/ARR/2013/MCO) permet de situer les émissions calculées pour le réseau de Monaco dans une fourchette haute d'émissions.

Une comparaison complémentaire a été réalisée en conduisant une estimation des émissions selon une méthode de Tier 1 (GIEC2006 eq 4.2.1 du vol2 –FE tab 4.2.4) basé sur les quantités de gaz distribuées (cf cat 1A1a+1A4) montre pour 2016 un niveau d'émissions de 0.16 ktCO₂eq pour l'ensemble de la catégorie avec un facteur d'émission de 207.9 kg/km pour le CH₄.

L'ensemble de ces comparaisons laissent entendre qu'il est peu probable que la méthodologie actuelle conduise à une sous-estimation des émissions, et que les estimations effectuées actuellement se situe dans une fourchette haute d'émissions pour cette catégorie.

3.3.3.1.4. RECALCULS

Des modifications ont été apportées sur les données d'entrée entre 2014 et 2016, suite à des précisions de la SMEG (fournisseur de données d'entrées).

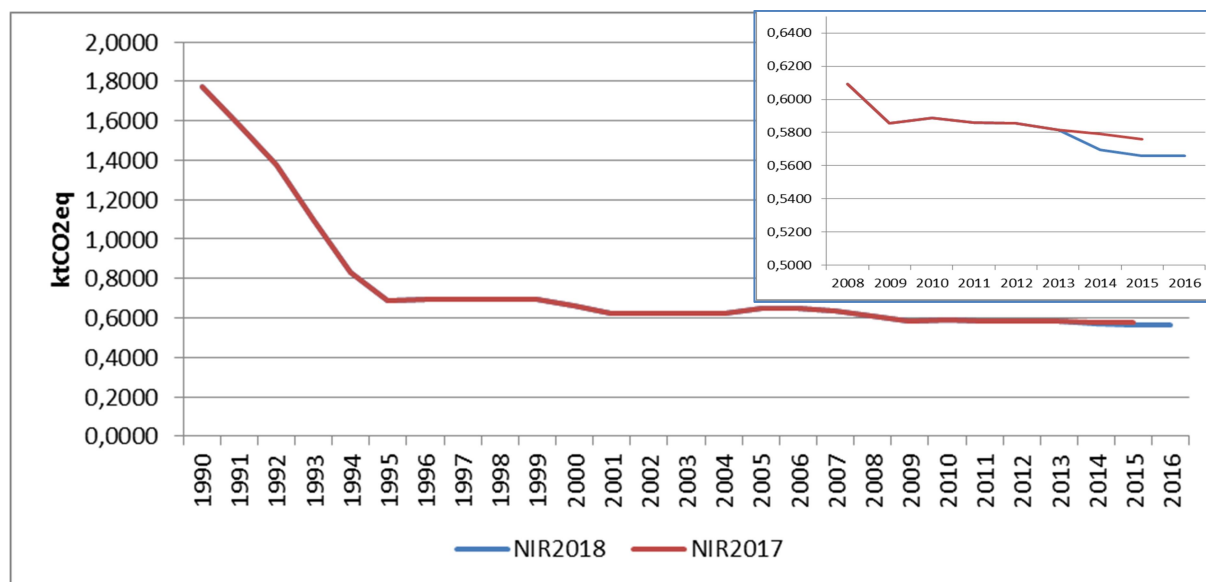
Les effets de ces modifications sont présentés dans le tableau et le graphe ci-après.

		.	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	1,776	1,576	1,377	1,099	0,833	0,688	0,694	0,694	0,694	0,694
Emissions CRF 2018	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 2017	kt CO2 eq	0,665	0,622	0,622	0,622	0,622	0,650	0,650	0,635	0,609	0,586
Emissions CRF 2018	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	2016
Emissions CRF 2017	kt CO2 eq	0,589	0,586	0,586	0,582	0,579	0,576	
Emissions CRF 2018	kt CO2 eq	0,589	0,586	0,582	0,5695	0,5695	0,566	0,566

Recalculs - Evolution des émissions fugitives



3.3.3.1.5. AMELIORATIONS

Il n'est pas prévu d'amélioration.

3.3.4. 1.B.2.c - 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 2016 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2016 de

19,66 kt CO₂ eq

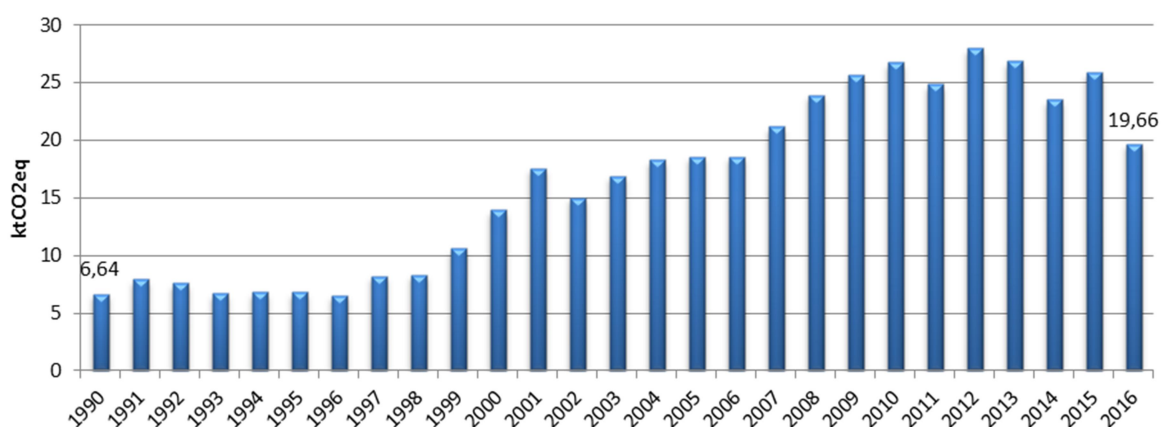
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

6,64 ktCO₂ eq

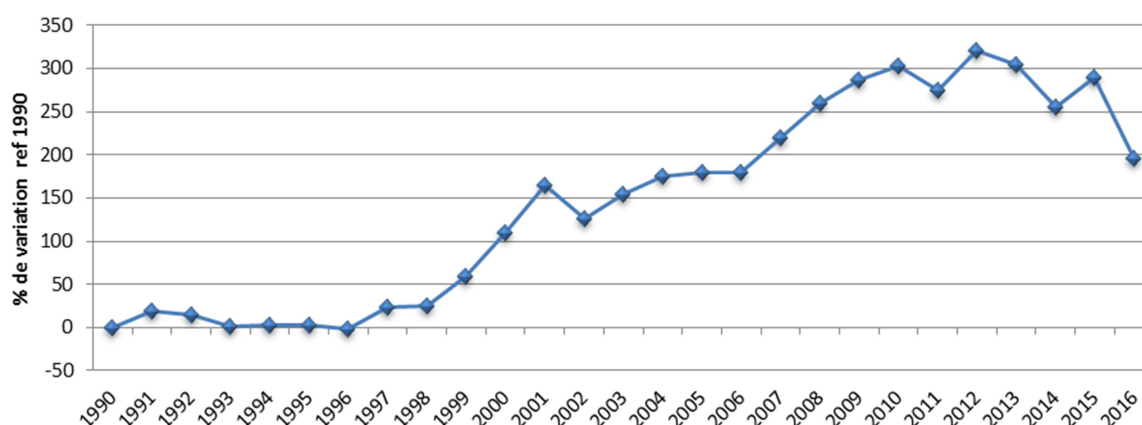
Soit une variation de :

+ 196 % (13,03 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2016



Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2016



Les émissions des soutes internationales sont passées de 6,64 ktCO₂eq en 1990 à 19.66 ktCO₂eq en 2016, soit une augmentation de 13,03 ktCO₂eq. Le maximum d'émission ayant été observé en 2012 avec 27,97 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).

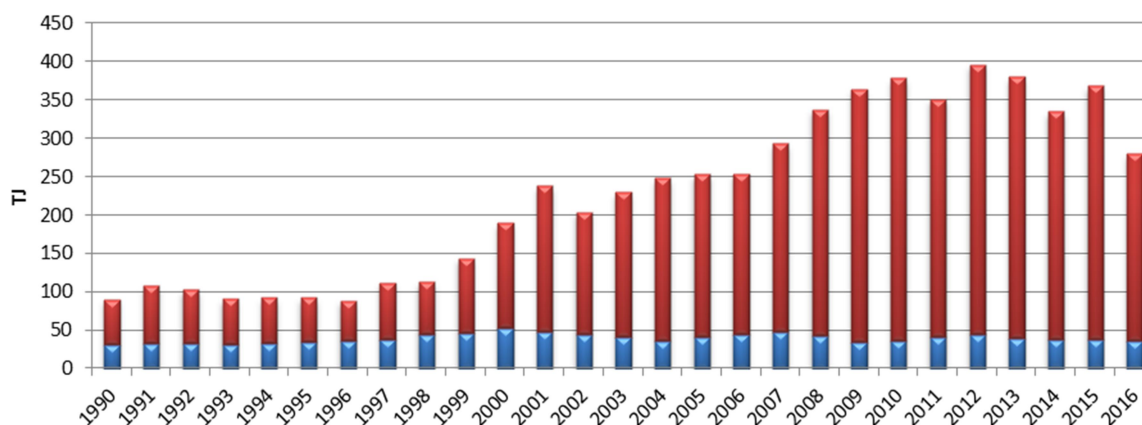
Pour ces deux catégories, les caractéristiques générales, les facteurs d'émissions et formules de calculs sont strictement identiques à celle développée respectivement pour les catégories :

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

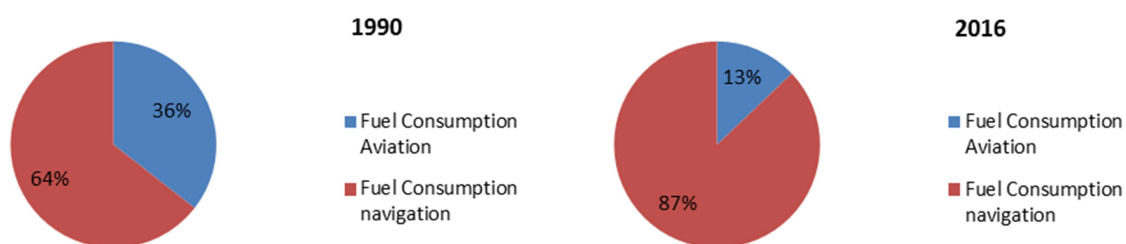
Les méthodes d'estimation des parts nationale et internationale des carburants consommés sont détaillées dans les Chapitres 1.A.3.a Aviation domestique et 1.A.3.d Navigation Domestique.

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 2016, la navigation représente 87% de la consommation de ce secteur.

En 2016, 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	2016	1990	2016
Part domestique %	8,85	15.03	10,69	8,90
Part internationale %	91,15	84.17	89,31	91,10

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 2016 de

2,62 kt CO₂ eq

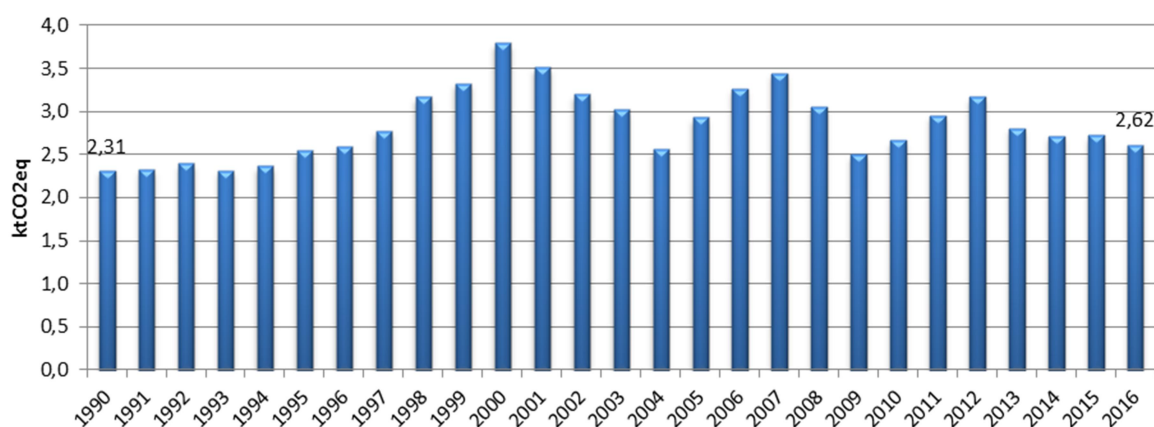
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

2,31 ktCO₂ eq

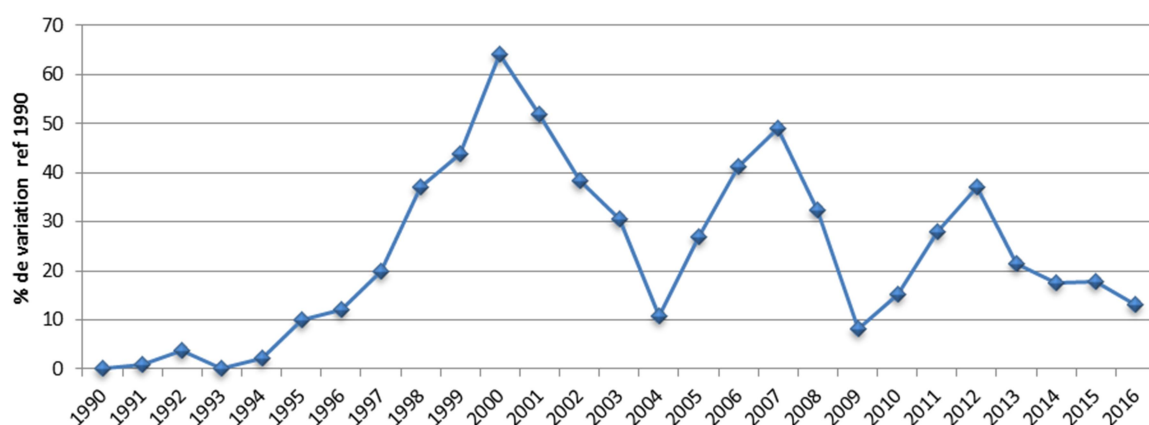
Soit une variation de :

+ 13,09 % (0,30 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2016 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.

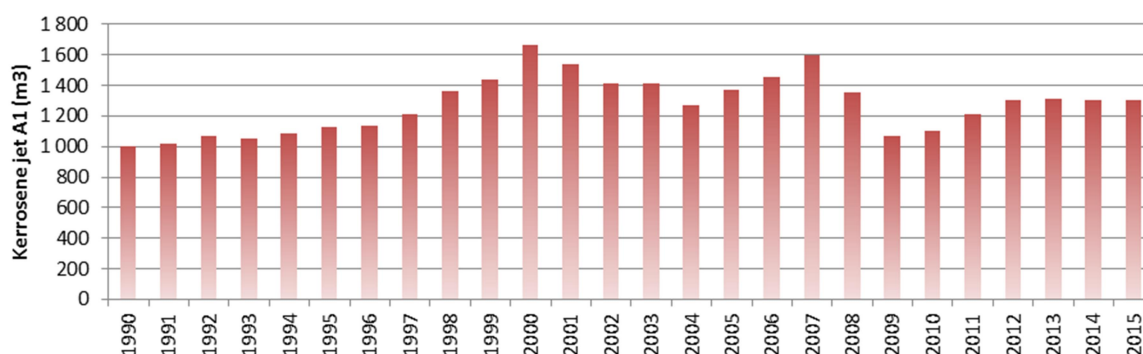
Aussi, de ces variations indépendantes, il n'est pas observé de tendances continues de variation des émissions sur la période.

Le seul carburant vendu par l'héliport de Monaco est le Kérosène pour aviation (Jet Kérosène), dont la consommation s'élève à 1213 m³ en 2016.

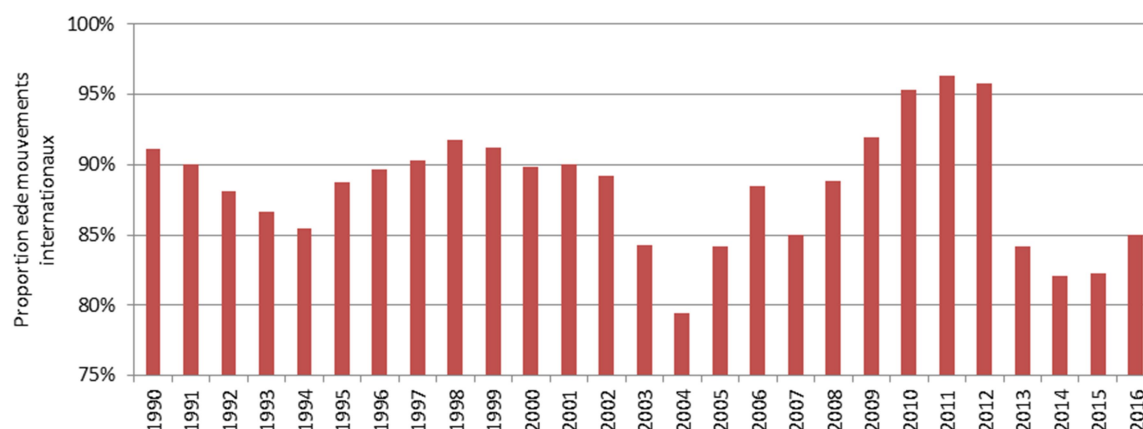
La proportion de vols internationaux enregistrés par l'héliport de Monaco par rapport au nombre total de vols est de 85% en 2016.

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 utilisées pour évaluer les émissions de l'aviation internationale sont en tout point identiques à celles utilisées pour l'aviation nationale. Les différentes descriptions méthodologiques, la détermination des parts internationale et nationale, les recalculs, le degré d'exhaustivité et les incertitudes sont développés au sein du chapitre dédié à l'aviation nationale (1A3a)

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 2016 de

17,05 kt CO₂ eq

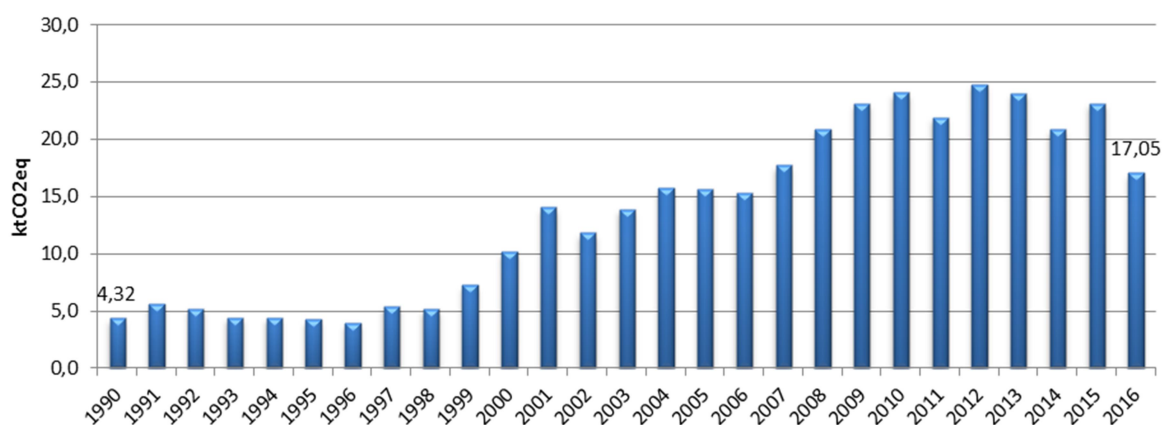
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

4,32 ktCO₂ eq

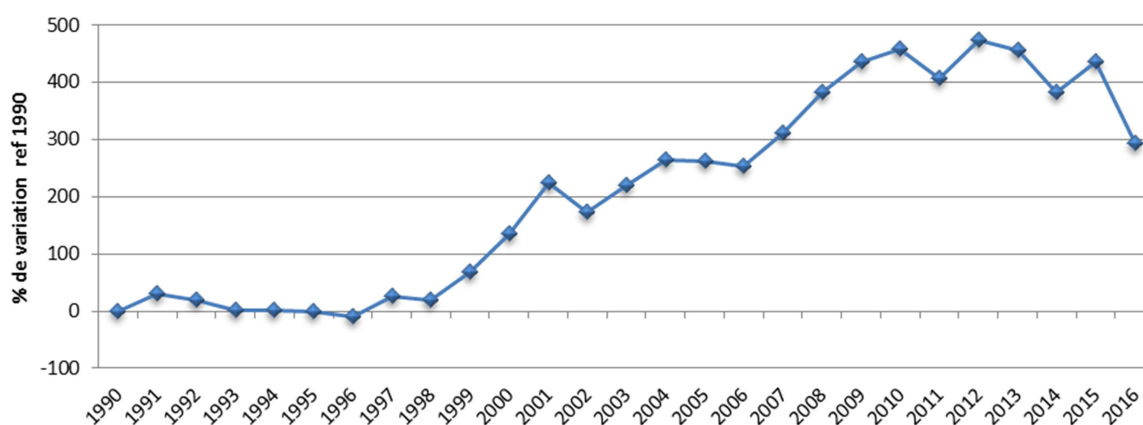
Soit une variation de :

+ 294 % (12,72 ktCO₂eq)

Evolution des émissions de GES des soutes internationales –Navigation internationale



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

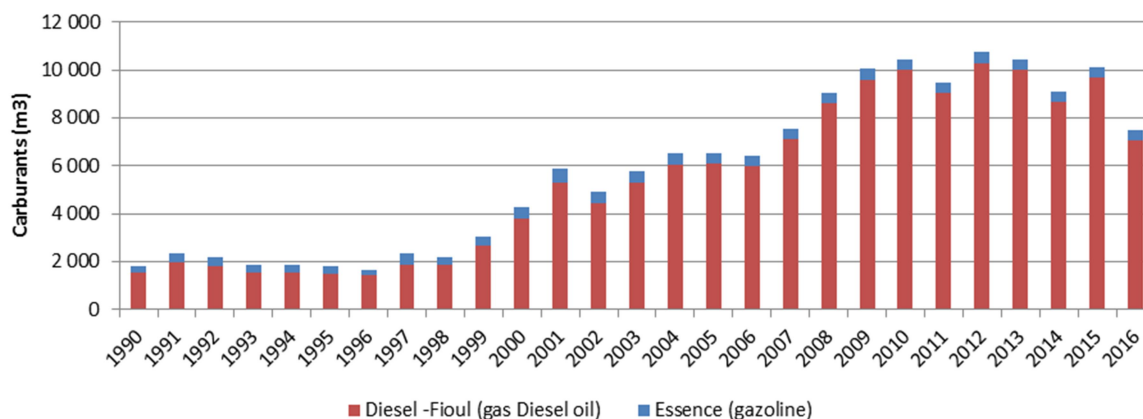


Les émissions de GES pour cette catégorie montrent une forte augmentation sur la période + 12,72 ktCO₂eq, ce qui représente une augmentation de 294 %.

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



Les méthodologies utilisées pour évaluer les émissions de la navigation internationale sont en tout point identique à celles utilisées pour la navigation nationale. . Les différentes descriptions méthodologiques, la détermination des parts internationale et nationale, les recalculs, le degré d'exhaustivité et les incertitudes sont développés au sein du chapitre dédié au transport maritime national (1A3d)

4. PROCÉDES INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS (Secteur 2 du CRF)

4.1. Caractéristiques générales du secteur

Les émissions de ce secteur en 2016 sont présentées dans le tableau 2 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'Industrie sont en 2016 de : **6,564ktCO₂eq**

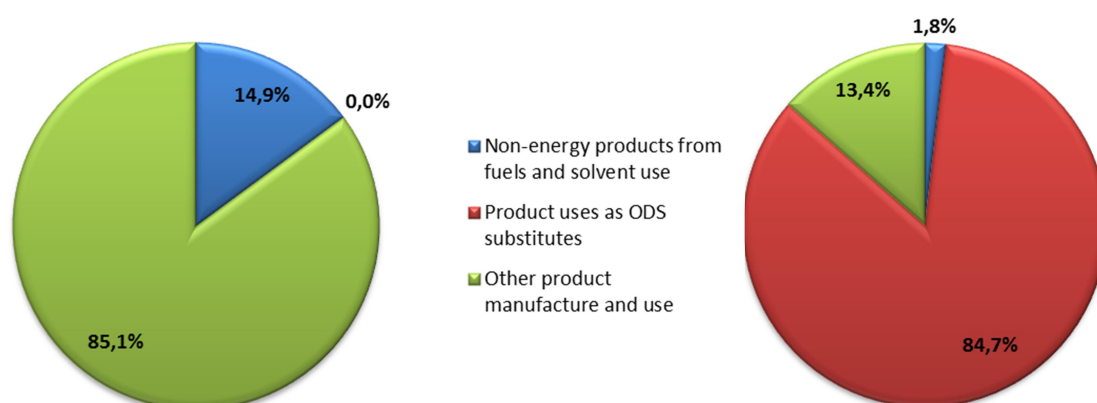
Les émissions de ce secteur, pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,282ktCO₂eq**

Soit une variation de : **+2223,55% (+6,28kt CO₂eq.)**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **8,35 % des émissions globales en 2016**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **0,28 % des émissions globales en 1990**

Répartition en 1990 et 2016 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, selon le « EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 ».

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.

L'inventaire soumis en 2018 fait apparaître plusieurs améliorations pour les calculs :

- La totalité des émissions de CO₂ associées aux émissions de NMVOC ont été recalculées (pour les sous-catégories pressings, menuiseries et peintres) sur toute la période.
- Les émissions de SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules ont fait l'objet d'un recalcul sur toute la période en utilisant désormais une méthode T1 couplée à un facteur d'émission CS.
- Après détection d'une erreur dans la feuille de calcul des émissions de SF₆ dans les appareillages électriques, dans le cadre du contrôle qualité, les émissions ont été recalculées sur toute la période.

Ces évolutions sont détaillées dans les chapitres ci-après.

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. Catégorie source 2D – Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants

Les émissions et puits de carbone du secteur des produits non énergétiques issus des carburants et de l'utilisation des solvants en 2016 sont présentés dans le tableau 2D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions la catégorie source 2D sont en 2016 de : **0,169kt CO₂eq**

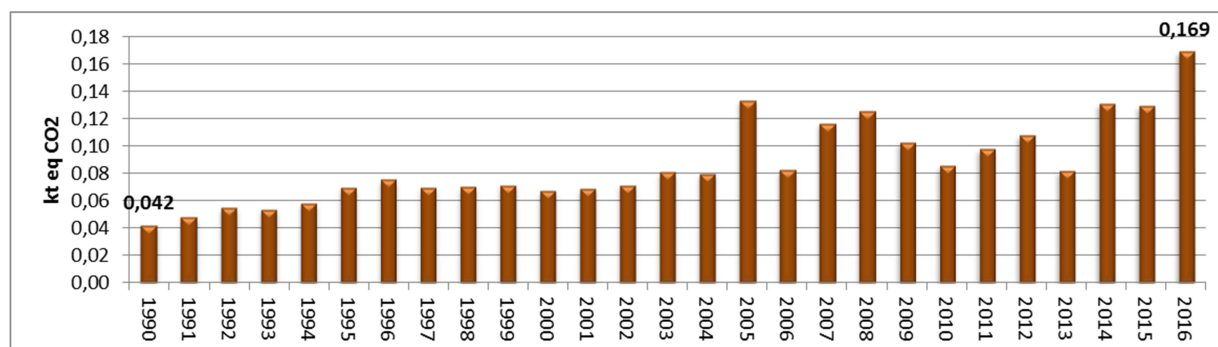
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,042 ktCO₂eq**

Soit une variation de : **+ 301.33 % (+0,127kt CO₂eq)**

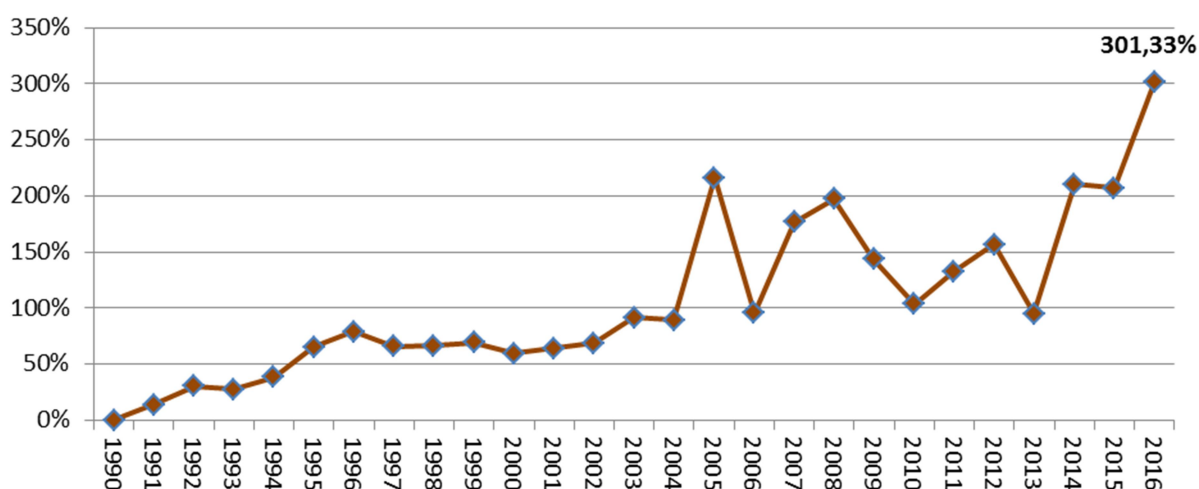
Les émissions de la catégorie source 2D représentent : **0,215% des émissions globales en 2016**

Les émissions de la catégorie source 2D représentent : **0,042 % des émissions globales en 1990**

Emissions de GES entre 1990 et 2016 de la catégorie source 2D- Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants



Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégoriesource 2D - Produits non énergétiques de combustibles et de l'utilisation des solvants



L'importante augmentation des émissions de ce secteur est notamment liée à une importante consommation de peinture en 2016 liée à des opérations immobilières de grande ampleur.

4.2.4.1. Caractéristiques générales de la catégorie

Les émissions GES issues des produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation de solvant ont pour origine :

Utilisation de lubrifiant (2D1):

Les émissions liées à l'utilisation de lubrifiants dans les moteurs 4 temps (consommation non énergétique) sont considérées dans cette section tandis que les émissions liées aux moteurs 2 temps (consommation énergétique) sont considérées dans le chapitre relatif au secteur du transport routier

Autres (2D3)

Les émissions considérées ici proviennent de différents secteurs :

- Application de peinture ;
- Nettoyage à sec ;
- Epandage d'enrobés bitumeux ;
- Imprimerie;
- Préservation du bois;
- Utilisation d'urée (secteur du transport routier).

4.2.4.2. Méthodologie de calcul

4.2.4.2.1. CATEGORIE 2.D.1 «LUBRIFIANTS»

Les consommations de lubrifiants sont calculées à partir des trafics calés (issus du modèle développé avec le CITEPA pour le calcul d'émissions routières cf. annexe 3) et des facteurs de consommations (FC) de lubrifiant proposés dans le guidebook 2016, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 Table 3.30 p49*.

Facteur de conversion par catégorie de véhicule, de fuel et d'âge pour le lubrifiant en kg/10000km*

Category	Fuel/engine category	Age	kg/10 000 km		
			Mean	Min	Max
PC	Petrol	Old	1,45	0,85	2,13
	Petrol	New	1,28	0,85	1,70
	Diesel	Old	1,49	0,85	2,13
	Diesel	New	1,28	0,43	2,13
LCV	Petrol	Old	1,45	0,85	2,13
	Petrol	New	1,28	0,85	1,70
	Diesel	Old	1,49	0,85	2,13
	Diesel	New	1,28	0,43	2,13
Urban Buses	Diesel	Old	8,50		
	Diesel	New	0,85		
Coaches	Diesel	Old	1,91	1,70	2,13
	Diesel	New	1,70	1,28	2,13
HDV	Diesel	Any	1,56		
Mopeds	2-stroke	Old	10,20	6,80	13,60
	2-stroke	New	6,80	5,10	8,50
Motorcycles	4-stroke	Any	0,43		0,85

*Old is for car > 20 years

Ainsi la consommation de lubrifiant est estimée selon l'équation :

$$Conso_lube = trafic\ calé \times FC$$

Les résultats sont reportés en kt dans le tableau 2D1 du CRF.

Les émissions de GES sont alors calculées avec une méthode de Tier 1 selon :

$$E_{gaz} = Conso_lube \times FE_lube_{Gaz}$$

Avec :

$$FE_lube_{gaz}(kg/kg) = PCI_{lube} \times FE_{Gaz}$$

Avec PCI = 40.2GJ/t_lube et les facteurs d'émissions du tableau ci-dessous, issus des guidelines GIEC 2006.

Facteur d'émissions (gaz)	
FE de CO2 pour le lubrifiant	73.3 kgCO2/GJ
FE de CH4 pour véhicules diesel	3.9 kg/TJ
FE de CH4 pour véhicules essence	33 kg/TJ
FE de CH4 pour les 2 roues	3.8 kg/TJ
FE de N2O pour véhicules diesel	3.9 kg/TJ
FE de N2O pour véhicules essence	3.2 kg/TJ
FE de N2O pour les 2 roues	5.7 kg/TJ

4.2.4.2.2. CATEGORIE 2.D.3 «AUTRES»

Les calculs ont été établis en utilisant la méthodologie « EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 ». 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.

4.2.4.2.2.1. ENTREPRISES DE PEINTURE « PAINT APPLICATION »

(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les dix-sept (17) 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, EGPM, ENTREPRISE GENERALE DE PEINTURE JEAN TUBINO ET FILS, ENTREPRISE GENERALE DE PEINTURE MARIO PARISI, GIORDANO CORRADO, INSOBAT, LUCIEN GAVIORNO, MARTINI, MONACO PEINTURE, MONACOLOR, MONTE-CARLO RENOVATION, POGGI ET FILS, RENOV' A 9, RENOVDECO, S.E.R.B.A.T., SARL ENTREPRISE CALABRO et VIOTTI ET SOULIER MONACO.

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 2016)

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 : $E_{\text{pollutant}} \times 0,6 \times (44/12)$

avec : 0,6 = valeur par défaut du GIEC (Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2)

4.2.4.2.2.2. 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 8 pressings implantés à Monaco, 4 n'étaient en 2016 que de simples points de dépôt.

Pour l'inventaire, les pressings « actifs » recensés sont : CLINN'MATIC, MONACO PRESSING 2, PAPALINS PRESSING et PRESS NET.

La totalité des machines installées à Monaco sont de type « machine de lavage à sec fonctionnant en circuit fermé avec filtre à charbon actif ».

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 2016)

EQUATION GENERALE

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} * EF_{\text{pollutant}}$$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{\text{production}}$ = quantité de vêtements nettoyés par an (en kilogrammes)

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission : 40 grammes par kilo de vêtement nettoyé

Puis, les émissions de CO₂ (en grammes) associées correspondent à : $E_{pollutant} \times 0,6 \times (44/12)$
avec : 0,6 = valeur par défaut du GIEC (Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2)

4.2.4.2.2.3. 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.

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 2016)

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 : $E_{pollutant} \times 0,6 \times (44/12)$

4.2.4.2.2.4. IMPRIMERIES « PRINTING » (Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les sept (7) 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 : BRAQUETTI ALBERT, ETABLISSEMENTS DO-RO, G.S. COMMUNICATION, DITO, I.M.C. DE MONTE CARLO, IMPRIMERIE LA ROUSSE et MULTIPRINT MONACO.

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 2016)

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 : $E_{pollutant} \times 0,6 \times (44/12)$

avec : 0,6 = valeur par défaut du GIEC (Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2)

4.2.4.2.2.5. MENUISERIES « WOOD PRESERVATION » (Méthode T1 avec facteur d'émission D)

Les neuf (9) artisans de la Principauté de Monaco sont interrogés annuellement afin qu'ils communiquent les quantités de bois massif qui ont fait l'objet un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité.

Les menuiseries recensées sont : ARREDO BOIS, DECOBOIS, LA MENUISERIE, LES ATELIERS DU BOIS, LUCIEN GAVIORNO, M.E.A., MARIO PIEIRIMARCHI, MENUISERIE-EBENISTERIE ROSSI et PAOLO CALIENDO.

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 emissioninventoryguidebook2016)

<p>EQUATION GENERALE</p> $E_{pollutant} = AR_{production} * EF_{pollutant}$

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{production}$ = quantité de bois qui a subi un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité par an (en m³) ;
 $EF_{pollutant}$ = 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 : $E_{pollutant} \times 0,6 \times (44/12)$

avec : 0,6 = valeur par défaut du GIEC (Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2)

4.2.4.2.2.6. UTILISATION D'UREE (PAR LE TRANSPORT ROUTIER)

Les émissions de CO₂ considérées ici ne concernent que l'utilisation d'urée par les véhicules routiers.

Les systèmes de catalyses déNOx SCR (SelectiveCatalystReduction) utilisé pour réduire les émissions de NOx dans le transport routier utilisent une solution aqueuse d'urée, en tant qu'agent réducteur et se retrouvent :

- sur les véhicules lourds (y compris bus et cars) à partir de la norme Euro V
- sur les véhicules légers à partir de la norme Euro 6.

Les émissions sont donc évaluées selon l'équation :

$$Emissions\ de\ CO_2 = FE\ (urée) \times ConsoUREE$$

Avec : $FE\ (Urée)$: facteur d'émissions de CO₂ en kg/kg d'urée
 $Conso\ UREE$ = consommation d'urée en kg

L'outil de modélisation développé conjointement avec le CITEPA, a permis d'évaluer la consommation d'urée à partir de la consommation de carburant des véhicules, avec les hypothèses suivantes :

Norme Euro	Consommation d'urée
Véhicule Euro 6	Entre 0.75 L et 3 L pour 1000 km
Véhicule Euro V SCR	= 6 % de la consommation de carburant
Véhicule EURO VI (tous SCR)	= 3.5 % de la consommation de carburant

Ainsi, la nature du parc et la consommation de carburant sont des données d'entrées significatives pour évaluer la consommation d'urée.

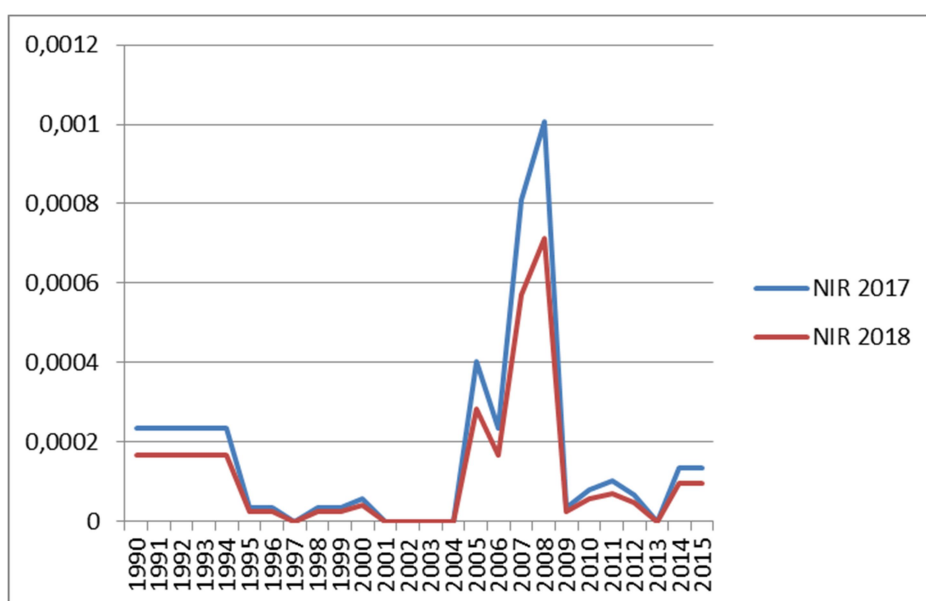
Le facteur d'émissions de 0.238 kg CO₂/kg urée provient du guidebook 2016, EMEP/EEA air pollutantemissioni nventory guidebook 2016.

4.2.4.3. Recalculs

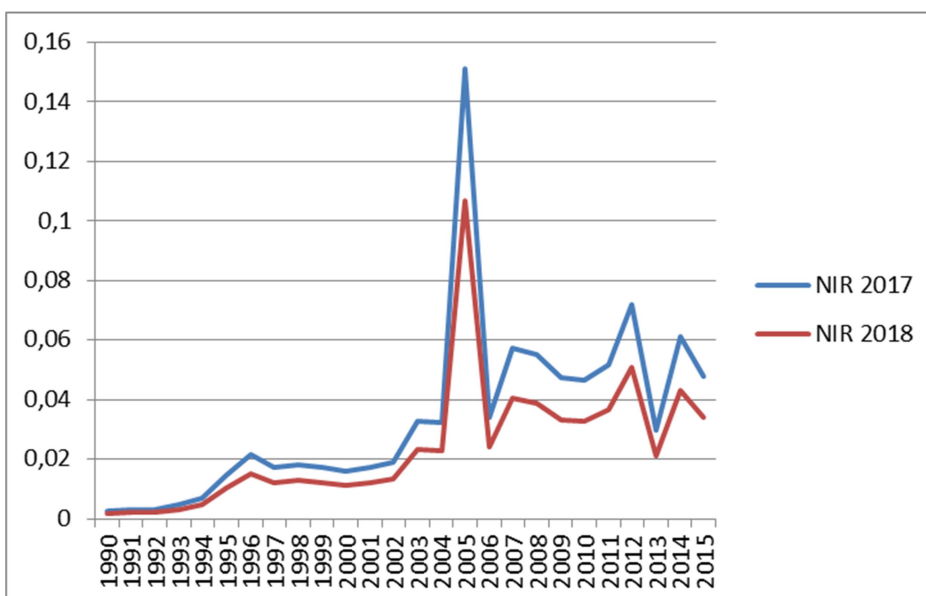
La totalité des émissions de CO₂ associées aux émissions de NMVOC ont été recalculées (pour les catégories pressings, menuiseries et peintres) sur toute la période et en utilisant la valeur de 0,6 (valeur par défaut du GIEC) à la place du 0,85 utilisé précédemment, suite à l'Assurance Qualité réalisée par le CITEPA.

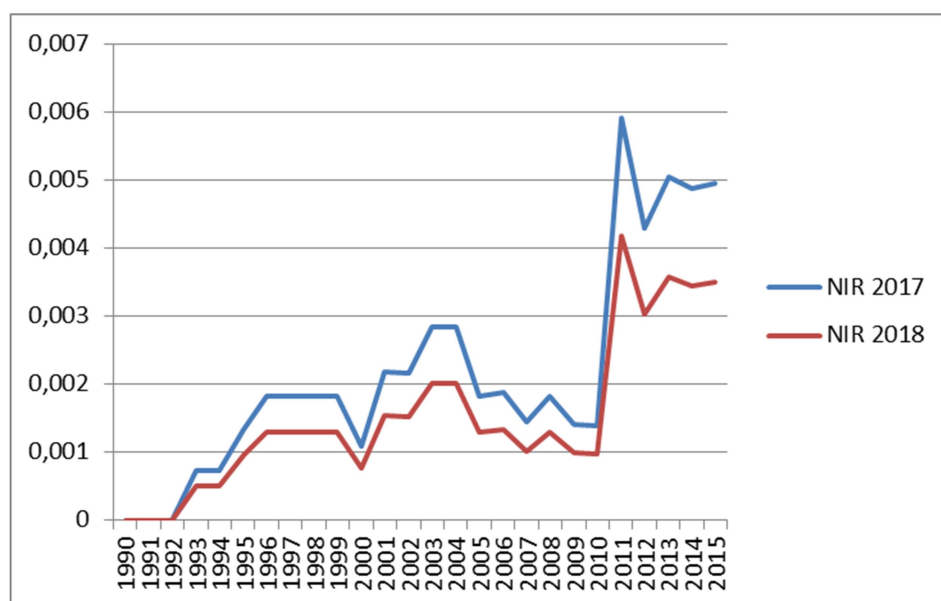
En outre, la catégorie des émissions relatives aux peintures a fait l'objet de recalculs suite à des erreurs détectée dans le cadre du contrôle qualité, d'une part sur une donnée source en 2003 et sur toute la série temporelle pour les données fournies, par les entreprises de peinture, en litres et non en kilogrammes. Sur ce dernier point un facteur de conversion, 1 litre de peinture = 1,4 kg, donné par la Fédération des industries des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs, Préservation du bois (FIPEC) - Syndicat National des Industries des Peintures, Enduits et Vernis (SIPÉV), a été utilisé.

Emissions indirectes de CO₂(en kt) liées aux activités de menuiserie



Emissions indirectes de CO₂(en kt) liées aux activités de peinture





4.2.4.4. Cohérence des séries temporelles

La continuité des données d'activités est assurée sur l'ensemble de la période.

De plus, les fortes variations interannuelles s'expliquent par :

- Pour les entreprises de peinture : les fluctuations sont liées à des opérations sur de gros chantiers, tels que les résidences Les jardins d'Apolline et Hélios en 2012 et Hôtel de Paris et résidence Petite Afrique en 2016 ;
- Pour l'épandage d'enrobés bitumeux : les fluctuations sont liées principalement aux opérations de remplacement d'enrobés dégradés sur les voies urbaine qui constituent le tracé du Grand-Prix de formule 1, conformément aux exigences de la Fédération Internationale de l'Automobile (FIA) ;
- Pour les pressings et imprimeries : les fluctuations sont uniquement liées aux évolutions du marché.

4.2.4.5. Incertitudes et degré d'exhaustivité

Les incertitudes suivantes ont été retenues :

- Emissions liées à l'épandage d'asphalte, estimées à 25% (selon le chapitre 5.4.4 des Lignes directrices GIEC 2006) ;
- Emissions liées à des opérations de préservation du bois par des entreprises de menuiserie :
 - Incertitude sur les données d'activité : 10%, liée à la nature des interlocuteurs questionnés (artisanat)
 - Incertitude FE NMVOC : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
 - Incertitude FE CO₂ : 10% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
- Emissions liées dues à des activités de nettoyage à sec de vêtements :
 - Incertitude sur les données d'activité : 5%, liée à la nature des interlocuteurs questionnés (commerces)
 - Incertitude FE NMVOC : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
 - Incertitude FE CO₂ : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
- Emissions liées à des activités de peinture :
 - Incertitude sur les données d'activité : 30%, liée à la nature des interlocuteurs questionnés (artisanat et P.M.E.)
 - Incertitude FE NMVOC : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
 - Incertitude FE CO₂ : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
- Emissions liées à des activités d'imprimerie :

- Incertitude sur les données d'activité : 20%, liée à la nature des interlocuteurs questionnés (P.M.E)
- Incertitude FE NMVOC : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
- Incertitude FE CO₂ : 50% (selon le chapitre 5.5.4 des Lignes directrices GIEC 2006)
- Emissions liées à l'utilisation d'urée par le transport routier : 8 % (tableau 4.3 du guide EMEP (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2016-p115) avec poor statistics w.EC
- Emissions liées à l'utilisation de lubrifiant : 52,2 % (selon le volume 5 des Lignes directrices GIEC 2006)

Les données d'activité sur l'ensemble de la période ont été fournies par les différentes entités concernées par les sous-catégories recensées comme présente en Principauté de Monaco (PME, commerces, artisans, sociétés concessionnaires ou Services de l'Etat).

En outre, il est à noter que 100% des entités interrogées annuellement ont répondu au questionnaire.

4.2.4.6. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique

Voir chapitre 4.3.

4.2.4.7. Améliorations

Les émissions liées à l'utilisation de cire de paraffine « Paraffin Wax Use » 2.D.2 n'ont pas pu être estimées dans le cadre de cet inventaire. Il est prévu de procéder à l'estimation de ces émissions dans le cadre du prochain inventaire en collaboration avec le CITEPA.

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 (ODS)

Les émissions et puits de carbone du secteur de l’utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone (ODS) en 2016 sont présentées 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 de la catégorie 2F sont en 2016 de :

5,67kt CO₂eq

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

0,00 ktCO₂eq

Soit une variation de :

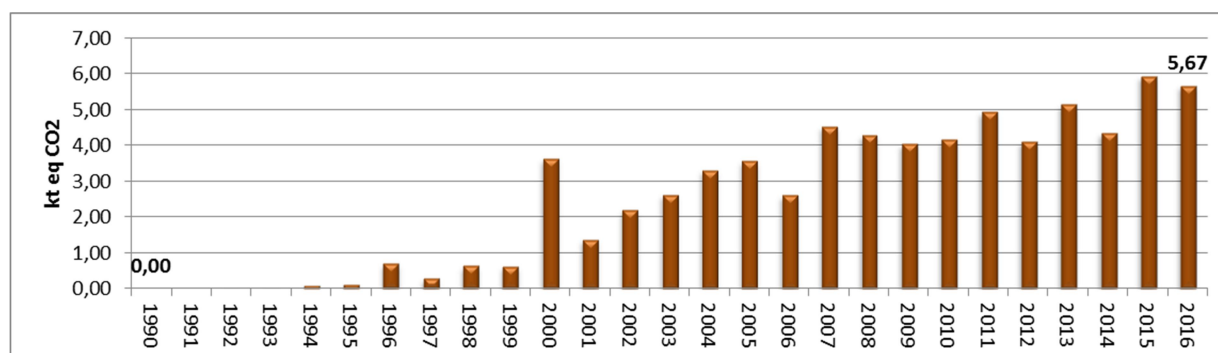
5,67kt CO₂eq

Les émissions de la catégorie 2F représentent :

7,2% des émissions globales en 2016

L’augmentation importante des émissions de ce secteur résulte d’une part de la généralisation des systèmes de climatisation dans les véhicules et du nombre croissant de locaux disposant de ces équipements

Emissions de GES entre 1990 et 2016 de la catégorie 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone



4.2.6.1. Caractéristiques générales de la catégorie source

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.

De plus, les émissions liées à l'utilisation de réfrigérateurs dans les hôtels a pu être calculée sur toute la série temporelle dans le cadre de cet inventaire.

Enfin, il n'y a pas en Principauté de Monaco d'activités susceptibles d'être source d'émissions de NF₃.

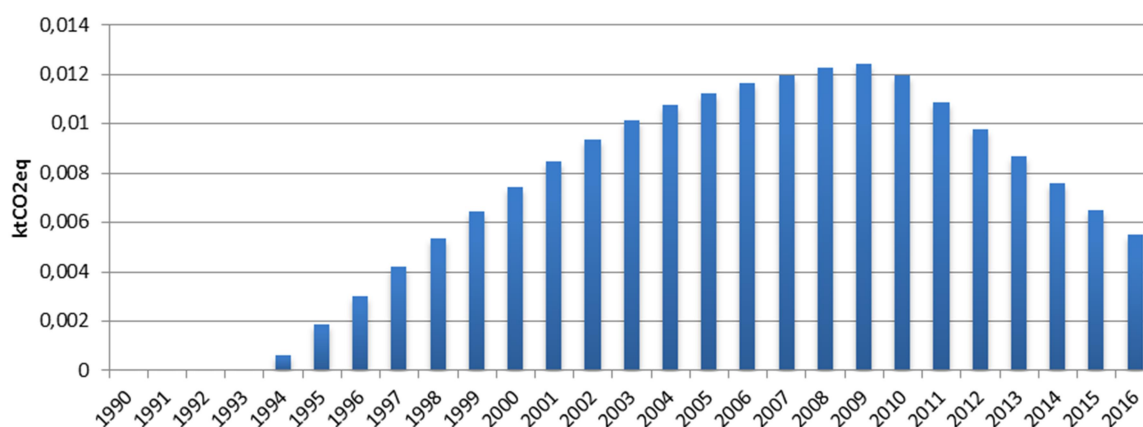
4.2.6.2. Réfrigération domestique (secteur 2.F.1.b)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Les émissions de la catégorie 2.F.1.b relative à la réfrigération domestique sont estimées en 2016 à 0,00551 ktCO₂eq, ayant pour origine le gaz fluoré R134a. Les émissions pour l'année de base 1990 était nulle (NO), les gaz utilisés alors ne sont pas couverts par la Convention.

La méthode utilisée est une méthode de niveau 2a (Tier2A), utilisant des facteurs de charge, de durées de vie et d'émissions par défaut (D) et spécifique au pays (CS).

Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b



L'évolution des émissions est dépendante de l'augmentation du nombre d'appareillages recensés et du type de gaz réfrigérant utilisé. L'HFC R-134a est apparu en 1994 en remplacement de gaz couverts par le Protocole de Montréal (ex : R12).

Monaco ne fabriquant pas d'appareillage de réfrigération domestique et ne procédant pas au retraitement en fin de vie des appareillages, les émissions sont exclusivement dues aux appareillages pendant leur utilisation. Les appareillages utilisés à Monaco sont exclusivement importés d'Europe.

La tendance d'évolution est marquée par l'interdiction en Europe au premier janvier 2015 (RÈGLEMENT (UE) No 517/2014 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0517>) des réfrigérateurs et congélateurs domestiques contenant des HFC dont le PRP est égal ou supérieur à 150. D'autres gaz que le R-134a sont déjà utilisés depuis 1995, principalement de l'isobutane (R600a) ainsi que d'autre gaz non couvert par la Convention.

Il est à noter que dans le cadre du présent inventaire les réfrigérateurs installés dans les chambres d'hôtel ont été estimés.

4.2.6.2.1. METHODOLOGIE

En absence d'émissions liées au container, à la charge, et à la fin de vie, seuls sont comptabilisées les émissions liées à l'utilisation des appareillages qui sont données par l'équation 7.13 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC.

$$E_{durée-de-vie,t} = B_t * \frac{X}{100}$$

Avec :

$E_{durée-de-vie,t}$

B_t : Quantité de HFC en banque pour l'année t (kg) par sous application

X : facteur d'émissions annuel (FE) de HFC par sous application au cours de l'utilisation en %.

Afin de procéder à l'estimation des émissions de cette catégorie, deux sous application ont été étudiés :

- La réfrigération domestique des ménages E.Domestique (réfrigérateurs et congélateurs)
- La réfrigération dans le secteur hôtelier E.(réfrigérateurs de chambre).

$$E_{durée-de-vie,t} = E_{durée-de-vie,E.DOMESTIQUE} + E_{durée-de-vie,E.HOTELIER}$$

Bt Quantité de HFC en banque pour la réfrigération domestique.

Pour la réfrigération domestique, l'estimation est basée sur la mise en relation de : la quantité d'appareillages, la charge des appareillages en fluides frigorigènes, la durée de vie des appareillages ainsi que répartition des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché.

La quantité d'appareillages (N réfrigérateurs + congélateurs domestiques) est estimée à partir des données issues des recensements de la population effectués en 2000, 2008 et 2016 par l'IMSEE ; respectivement N= 15 650, 18 476, 20 211 appareillages (<http://www.imsee.mc/Population-et-emploi/Recensement-de-la-population>).

La série temporelle est reconstituée en déterminant l'évolution d'un ratio d'appareillage par habitant (Pour chacun des recensements respectivement : 0,489, 0,523, 0,538 appareillage/habitant), l'évolution du nombre d'appareillages est corrélée à l'évolution de la population.

Une durée de vie moyenne (d) de 16 ans a été retenue en conformité avec le *Tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC* afin de construire une matrice de l'âge des équipements permettant de calculer l'évolution de la banque et la quantité de nouveaux appareillages chaque année.

Une charge moyenne ($M_{domestique}$) de 0,275 kg de fluide frigorigène par équipement domestique a été retenue (Tab7.9 Volume 3 de GL 2006 GIEC). Le choix de ce facteur ne devrait pas conduire à des sous-estimations de la quantité en banque. 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)).

Bt Quantité de HFC en banque pour les équipements hôteliers.

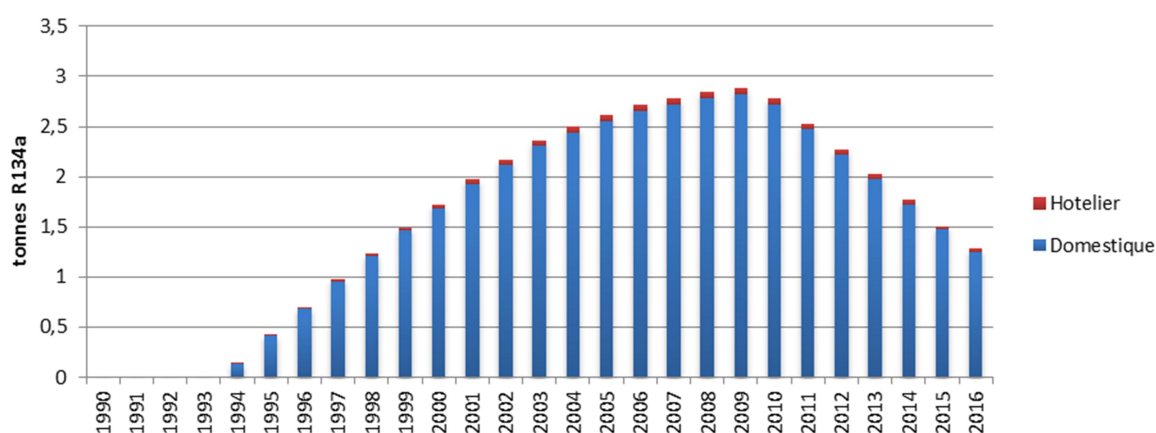
La quantité de HFC en banque pour les équipements hôteliers est estimée selon une méthode équivalente aux appareillages domestiques.

La quantité d'appareillages a été estimée à partir de l'évolution du nombre de chambres (Statistique IMSEE 1999, 2003, 2006, 2008 et 2009, 2011 à 2016) et à partir du nombre de chambres équipées en appareillages. Les chambres de qualité 3* et plus ont été considérées comme équipées, ce qui représente une évolution de 95.9% en 1990 à 98.4% en 2016 de chambres équipées.

Une durée de vie moyenne (d) de 16 ans a également été retenue en conformité avec le *Tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC* afin de construire une matrice de l'âge des équipements permettant de calculer l'évolution de la banque et la quantité de nouveaux appareillages chaque année.

Une charge moyenne ($M_{hotelier}$) de 0,05 kg de fluide frigorigène par équipement hôtelier a été retenue. Le facteur a été déterminé à partir d'un coefficient de charges de 0,21 g/l (Inventaires et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions - Année 2004, Rapport final - Décembre 2006. Doc2) pour les réfrigérateurs et d'un volume de 160 litres par appareillage, soit 33.6 g de fluide ramené à 50g /l pour être en conformité avec le tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC.

Quantité de gaz en banques pour la réfrigération domestique et hôtelière



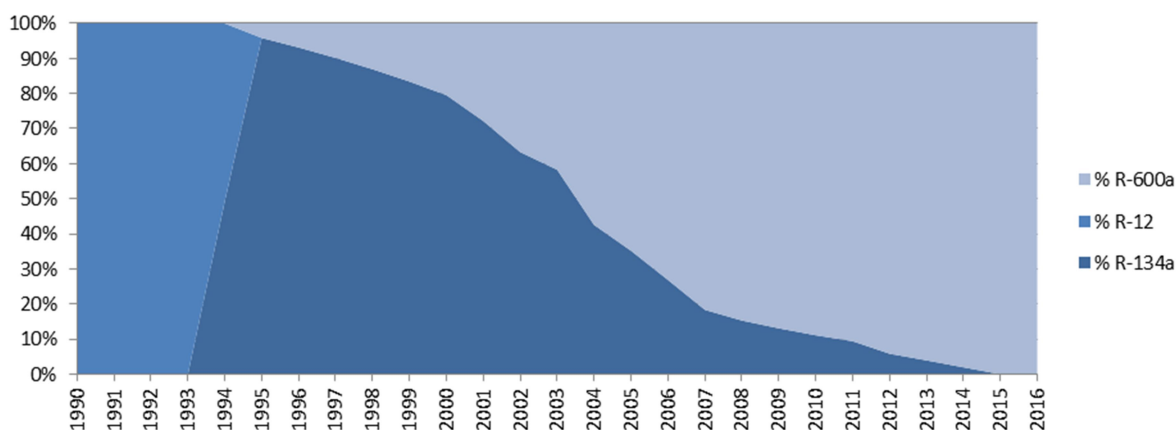
Facteur d'émission X

Pour la réfrigération domestique et le secteur hôtelier, un facteur d'émission moyen (x) de 0,3 % a été retenu en conformité avec le *tableau 7.9 du volume 3 des Lignes directrices 2006 du GIEC* pour la réfrigération domestique et les équipements hôteliers.

Part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché

La part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché est basée sur les données françaises déterminées en relation avec le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité mis en œuvre en 2017.

Part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché.



4.2.6.2.2. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Le nombre d'appareillages domestiques est donné par des recensements de la population et des ménages qui ont été réalisés en 2000, 2008 et 2016 pour lesquels une question spécifique relative aux différents appareillages de réfrigération a été posée.

Le nombre de chambres d'hôtel est une donnée exhaustive relevée par l'IMSEE (Institut Monégasque de la Statistique et des Études Économiques).

La cohérence des séries temporelles est donnée par l'utilisation de facteurs mettant en relation le nombre d'appareillages et la population, ainsi que l'évolution du nombre de chambres d'hôtel et la proportion d'équipement par chambre.

4.2.6.2.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

L'incertitude sur les données d'activité a été calculée en tenant compte des incertitudes liées aux données d'activités, mais la principale incertitude reste la charge unitaire des appareillages. L'incertitude sur la donnée d'activité est estimée à 82%.

L'incertitude sur les facteurs d'émissions par défaut est estimée à 66.7%

L'incertitude combinée est de 105,55%

4.2.6.2.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Une enquête a été conduite en 2017 auprès des hôteliers de Monaco avec un taux de réponse de 1665 chambres pour 2580 en total. Peu de renseignements ont été obtenus sur les charges et les fluides utilisés et parfois sur le nombre de réfrigérateurs. Compte-tenu de l'hétérogénéité des informations obtenues et du manque d'exhaustivité, les éléments de cette enquête n'ont pas été utilisés pour l'estimation des émissions de la catégorie.

Néanmoins, on peut relever qu'environ 400 chambres possèdent des dispositifs anciens dont 330 confirmé contenant du R134a (12.8%).

La plupart des hôtels ont des parcs renouvelés avec des appareillages contenant du R600 ou du R717 (NH₃).

En parallèle, une évaluation complémentaire des émissions a été réalisée en déterminant la banque monégasque en R134a par rapport à la banque française. Le ratio a été calculé sur la base du ratio de population pour estimer la banque, les émissions ont été calculées avec un facteur d'émission (x) de 0.3%.

En 1995, les émissions basées sur la méthodologie comparative donnent 0,0008 ktCO₂eq alors que la méthodologie NIR2018 donne des émissions de 0,0018 ktCO₂eq.

En 2016, les émissions basées sur la méthodologie comparative donnent 0,0012 ktCO₂eq alors que la méthodologie NIR2018 donne des émissions de 0,0055 ktCO₂eq.

Les émissions calculées à Monaco selon la méthodologie NIR2018 sont de 2.25 à 4.5 fois supérieure aux données calculées à partir du ratio banque/habitant français.

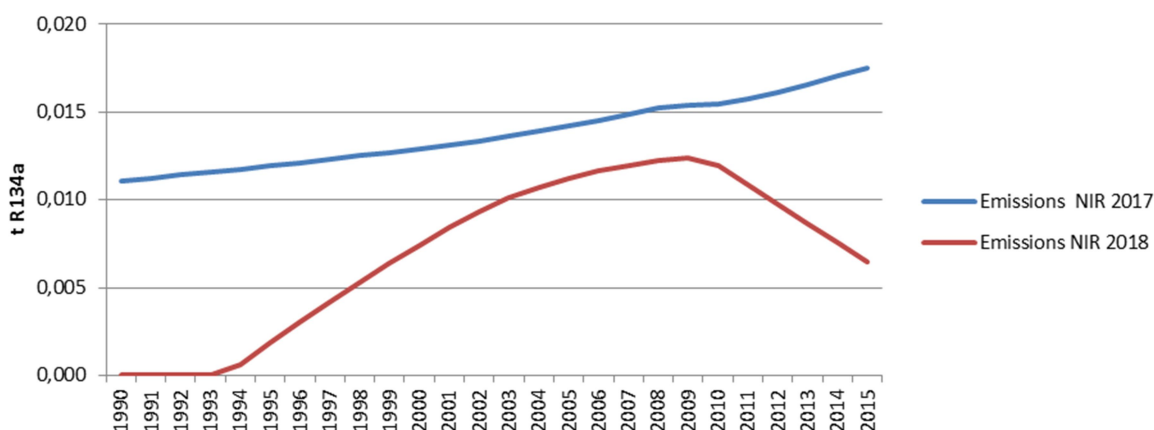
Ce résultat, peut témoigner d'un suréquipement en appareillages de réfrigération, ce suréquipement reste cependant en conformité aux conditions nationales monégasques caractéristiques du tissu urbain dense et d'une population exclusive à haut niveau de revenu.

4.2.6.2.5. RECALCULS

Les émissions ont pu être recalculées sur toute la série temporelle afin de prendre en compte plusieurs améliorations significatives :

- La part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché avec les remplacements progressif du R12 par le 134a, puis du R134a par l'isobutane (R600) ;
- La modification des données d'activités en conformité au tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC (charge-durée de vie) ;
- La prise en compte des appareillages du secteur hôtelier.

Recalcul des émissions de R134a pour la réfrigération domestique (NIR2017-NIR2018)



4.2.6.2.6. AMELIORATION

Il n'est pas projeté d'amélioration relative aux estimations des émissions de cette catégorie hormis celle pouvant intervenir dans le cadre des procédures d'AQ-CQ et liées la consolidation des données d'entrée (AD) et des facteurs d'émissions (FE).

4.2.6.3. HFC et PFC utilisés pour la climatisation résidentielle et commerciale (secteurs 2.F.1.a et 2.F.1.f)

4.2.6.3.1. METHODOLOGIE

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 et un (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 que partiellement 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 : CLIMATEC, CLIMATHERM, CLIMATIS, COMETH-SOMOCLIM, CONFORT SANITAIRE, CONFORT HABITAT SERVICE (CURTISOLAR), CRYSTAL, FREM, GAVIORNO, G.T.I.A. Climatisation et Ventilation, HOME ELECTRIC ENERGIE, HONEYWELL, H.M.C., MAINTENANCE

CLIMATISATION SERVICE, MONAFROID, MONTERASTELLI & Cie, NOARO FRERES, ROFAX, SOGET, SQUARELECTRIC et TECHNO.

Les variations inter-annuelles des émissions de GES de ce secteur sont liées à l'évolution des ventes de HFCs sur le territoire.

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 2015 pour le secteur, après une diminution observée en 2014 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.

Certaines entreprises implantées à Monaco peuvent également intervenir en France, ce qui peut expliquer les importantes variations inter-annuelles.

(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

Émissions = ventes annuelles de nouveau fluide frigorigène – charge totale du nouvel équipement + charge totale originelle de l'équipement retirée – 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).

4.2.6.3.2. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La même méthodologie est utilisée sur l'ensemble de la période pour assurer la cohérence temporelle.

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 et PFC

Pour ce qui concerne les émissions liées à l'utilisation de PFC, celles-ci 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).

4.2.6.3.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

L'ensemble des émissions de ce secteur ont été calculées, sur toute la période 1990-2016, 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 2016 ».

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 2016, le taux de réponse moyen est de 80%. Parmi les entreprises n'ayant pas répondu, une majorité ne semble pas utiliser de F-gaz.

Ainsi, une incertitude de 30% sur la donnée d'activité paraît pertinente.

4.2.6.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Dans le cadre du contrôle qualité spécifique et en complément des éléments exposés au chapitre 4.3, une documentation des fluctuations importantes des quantités déclarées par les entreprises a été initiée.

Aussi, en 2015, une quantité importante de R507 a été déclarée par une entreprise monégasque. Ce gaz a été utilisé dans une installation, de chauffage horticole, située dans une commune limitrophe française qui a nécessité une recharge complète de l'équipement.

4.2.6.3.5. RECALCULS

Il n'y pas eu de recalcul pour cette catégorie.

4.2.6.3.6. AMELIORATIONS

Une réglementation sur les gaz fluorés est cours d'élaboration, et rendra notamment obligatoire la transmission de données par les opérateurs. La collecte des données devrait en être consolidée.

En outre, il est prévu de différencier les quantités de gaz utilisées dans les nouveaux équipements de celles utilisées dans le cadre d'opération de maintenance. Cette amélioration devrait être mise en place dans le prochain inventaire.

4.2.6.4. HFC et PFC utilisés pour la climatisation des véhicules (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 en 2016 sont présentés dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile sont en 2016 de	1,94 kt CO₂eq
---	---------------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	0,00	ktCO₂ eq
---	-------------	----------------------------

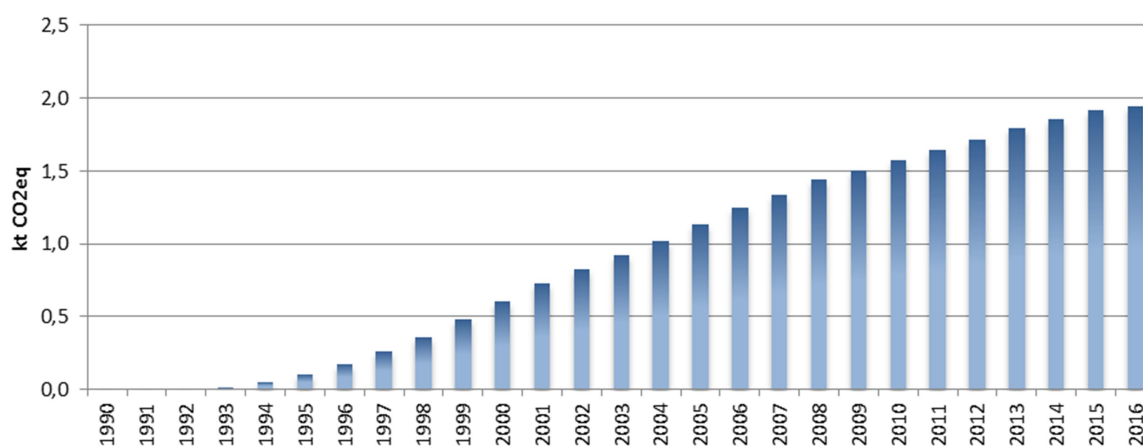
Soit une variation de :	1,94	kt CO₂ eq
--------------------------------	-------------	-----------------------------

Les émissions catégorie 2.F.1.e climatisation mobile représentent :

2,47% des émissions globales (0,00% en 1990)

29,62 % des émissions du secteur des procédés industriels (0,00 % en 1990)

Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2016 pour la climatisation mobile



4.2.6.4.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA CATÉGORIE SOURCE

L'estimation des émissions est constituée des pertes en gaz réfrigérant du parc de véhicules personnel et d'utilitaires léger lors de l'utilisation des véhicules, seul poste d'émission à Monaco pour cette catégorie.

La tendance d'évolution est marquée par l'augmentation, en volume, du parc de véhicules, l'augmentation du nombre de véhicules possédant un dispositif de climatisation (Mobile Air Conditioning, MAC) mais également par l'évolution progressive des fluides réfrigérants utilisés au sein des MAC.

Il en résulte aujourd'hui une augmentation progressive des émissions de ce secteur due à l'augmentation du parc de véhicules, du nombre de MAC et de la substitution du fluide frigorigène CFC R12, couvert par le protocole de Montréal, par un HFC, le R134a comptabilisé dans le cadre des inventaires de la CCNUCC.

La diminution des facteurs d'émission unitaire par MAC et la substitution progressive depuis 2011 du fluide de réfrigération R134a, réduit actuellement cette augmentation. Une baisse de la banque de R134a devrait intervenir les prochaines années à la faveur du renouvellement des parcs de véhicules.

La méthodologie développée depuis le RNI 2016, prend en compte les différents paramètres, gaz, banques et facteur d'émissions, permettant d'estimer au mieux les émissions de cette catégorie et leurs évolutions au cours du temps.

4.2.6.4.2. MÉTHODOLOGIE

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.

4.2.6.4.2.1. POUR LE STOCK DE GAZBT

- Les types de véhicules : Véhicule personnel (VP) et véhicules utilitaires légers (VUL).
- L'année de production des véhicules : De 1970 à 2016
- Les gaz utilisés: R134a, (R12, HFO-1234yf sont estimés mais non comptabilisé)
- Les quantités de véhicules climatisés : Pour chaque année de 1990 à 2016
- 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
- Les volumes et type de gaz, en fonction des caractéristiques de la flotte

4.2.6.4.2.2. POUR LE FACTEUR D'ÉMISSIONS X

- Le pourcentage de fuite Par année de production de 1970 à 2016

Les bilans Bt et x sont reportés dans les tableaux suivants

Détermination du stock Bt et du facteur d'émissions x sont présentés dans les sections suivantes

Stock de Gaz R134a Bt par type de véhicules par gaz en tonnes

Année	Stock VP (t)	Stock VUL (t)	Bt VP+VUL (t)
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	0,829	0,064	0,893
1997	1,366	0,095	1,461
1998	2,135	0,149	2,284
1999	3,147	0,212	3,359
2000	4,196	0,312	4,508
2001	5,154	0,426	5,581
2002	6,000	0,511	6,511
2003	6,788	0,600	7,388
2004	7,589	0,686	8,275
2005	8,427	0,799	9,225
2006	9,306	0,934	10,240
2007	10,036	1,048	11,084
2008	10,820	1,137	11,957
2009	11,258	1,285	12,543
2010	11,693	1,421	13,114
2011	12,259	1,531	13,791
2012	12,768	1,614	14,382
2013	13,342	1,722	15,064
2014	13,788	1,793	15,581
2015	14,222	1,880	16,101
2016	14,405	1,926	16,331

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	15,00	
1993	15,00	
1994	15,00	15,00
1995	15,00	15,00
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
2016	8,35	8,88

4.2.6.4.2.3. DÉTERMINATION DU STOCK BT ET DU FACTEUR D'ÉMISSIONS X

Gaz couvert pour le bilan

Sur la période 1990-2016 seul un gaz de climatisation listé au sein des gaz couvert par l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (CCNUCC) 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.

Le gaz R134 de PRG 1430 doit être progressivement substitué par un gaz de dont le PRG est inférieur à 150 conformément à la [DIRECTIVE 2006/40/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 17 mai 2006 concernant les émissions provenant des systèmes de climatisation des véhicules à moteur](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0040) : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0040>.

Le fluide frigorigène pressenti pour ce remplacement est le HFO-1234yf (PRG de 4) non comptabilisé dans le cadre des RNI CCNUCC (ADEME -ALTERNATIVES AUX HFC A FORT GWP DANS LES APPLICATIONS DE REFRIGERATION ET DE CLIMATISATION -31 mai 2014 réalisée par EReIE, le CEMAFROID et ARMINES CES et coordonnée par EReIE).

Les émissions de gaz R-12 et HFO-1234yf recensés au sein des systèmes de climatisation mobile ne sont pas comptabilisés au sein du bilan établi ce bilan.

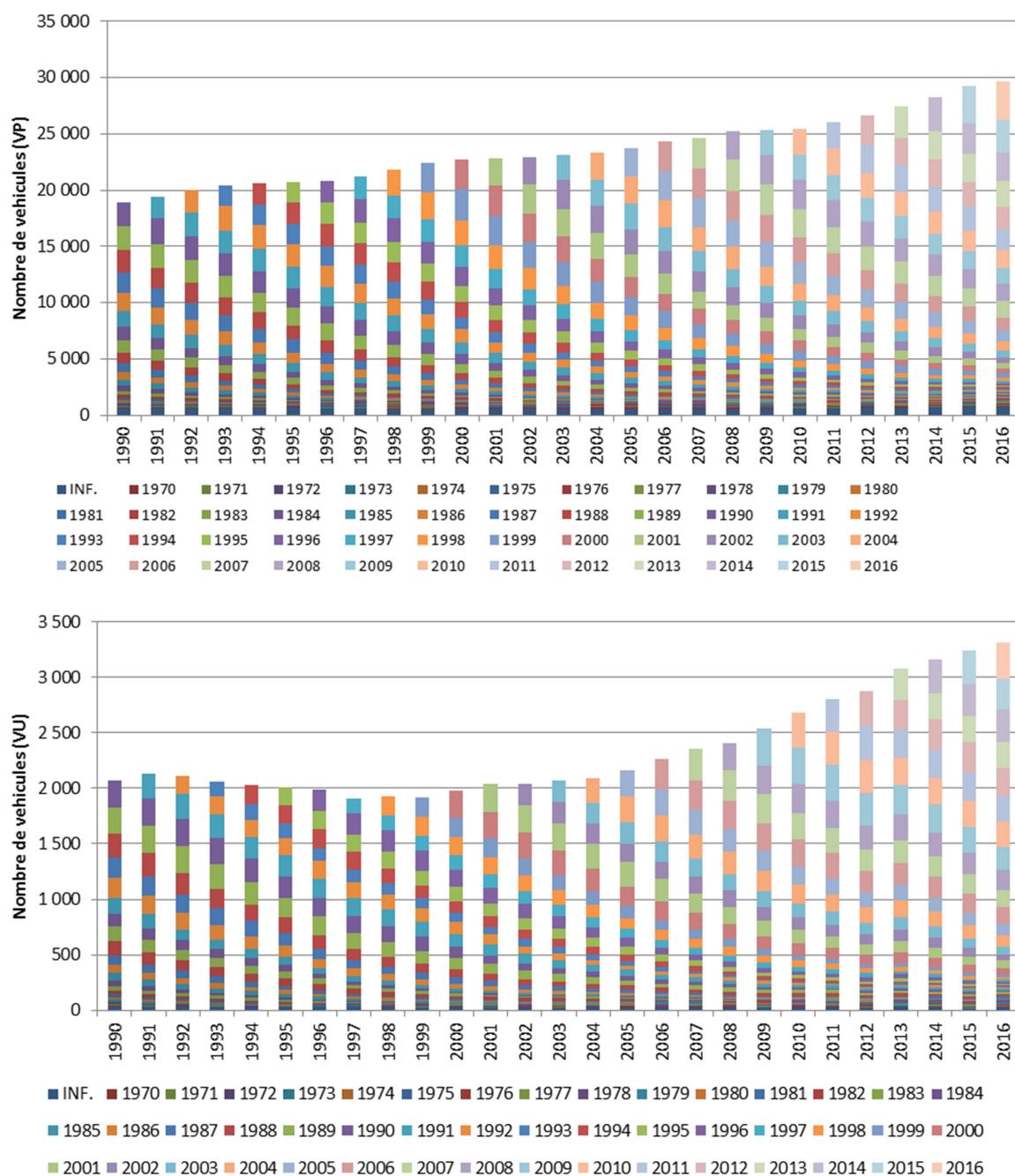
Stock de gaz (Bt)

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 par le Service des titres de circulation 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 2016

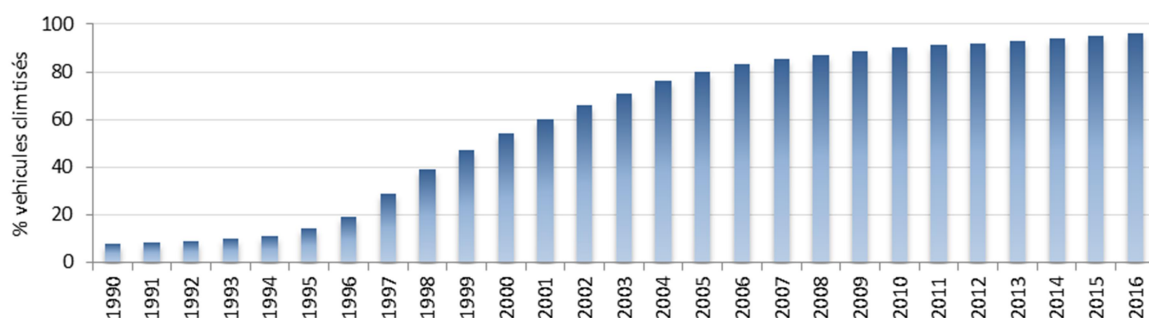


Nombre de véhicules climatisés

En absence de données relatives au nombre réel de taux d'équipement de MAC présent au sein des parcs de véhicules monégasque, une estimation a été réalisée à partir du 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 2016



Gaz de climatisation au sein des véhicules : type, répartition par type et quantité

Une analyse a été conduite afin de déterminer pour chaque année de première mise en circulation des véhicules :

- 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.

Une première étude réalisée dans le cadre de l'inventaire 2016, 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>](#)

Dans le cadre de cet inventaire une actualisation de ces données a été réalisée à partir d'une seconde source de données issues de l'équipementier NRF pour les véhicules mis sur le marché jusqu'en 2016: http://nrf.eu/wp-content/uploads/2017/02/NRF_-_R134a-R1234yf_Airconditioning_Filling_Chart.pdf

Afin d'établir des caractéristiques de la banque de R134a de la flotte monégasque, ces données, par marque type de gaz, quantité de gaz par véhicules et années de première mise en circulation ont été appliquées aux caractéristiques spécifiques de la flotte monégasque.

Pour la première étude cette mise en relation a été déterminée à partir des marques représentant 75 % du parc total de véhicules immatriculés pour les VP et 80% de du parc total de véhicules immatriculés pour les VUL. Cette analyse a été réalisée sur la base de données des véhicules immatriculés de 2014 :

Pour les VP les 15 marques suivantes représentent environ 75% du parc en 2014 et 2017:

Audi, BMW, Citroën, Fiat, Ford, Land rover, Mercedes-Benz, Mini, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Smart, Toyota, Volkswagen.

Pour les VUL les 8 marques suivantes représentent environ 80% du parc en 2014 et 2017:

Citroën, Fiat, Ford, Iveco, Mercedes-Benz, Nissan, Peugeot, Renault

Pour l'actualisation l'évaluation a pu être réalisée sur l'ensemble des marques présentes au sein du Parc monégasque immatriculé en 2016 et de la base NRF : soit 44 marques pour les véhicules personnels et 13 marques pour les véhicules utilitaires légers.

Suivant les résultats obtenus il a été retenu d'utiliser l'analyse de la base Behr-Hella pour la première partie de la période 1990-2007, cette base de données prenant notamment en compte les véhicules équipés en gaz R-12 en début de période. Puis la base NRF à partir de 2007, d'une meilleure représentativité, et prenant en compte les années 2015 et 2016.

Les résultats de la charge moyenne des véhicules en fluides réfrigérant ainsi que la répartition des fluides frigorigènes sont présentés ci-après.

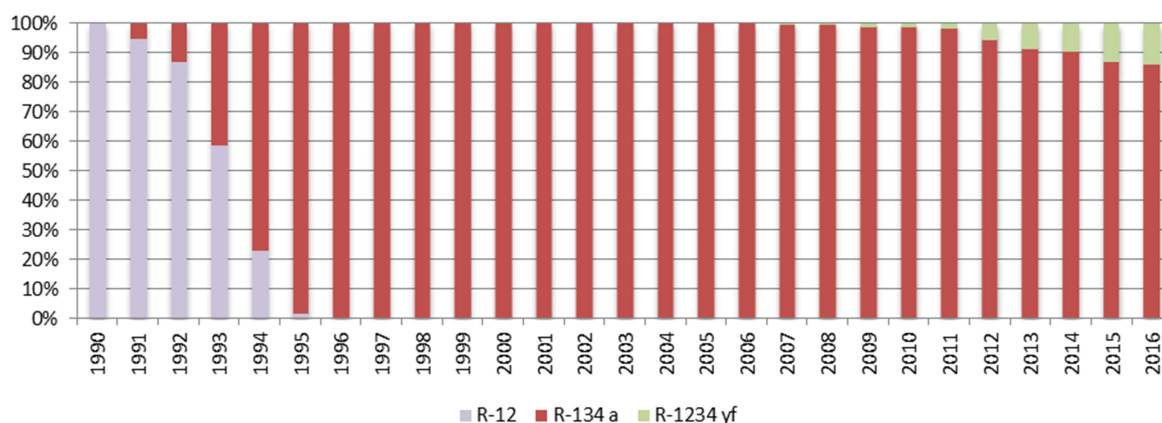
Quantité de gaz contenue, par gaz et par année de production des véhicules

Pour chaque marque, une quantité moyenne de fluides frigorigènes a été calculée suivant l'année de production des véhicules.

Proportion des gaz au sein des ventes de véhicules neuf

Dès 1991, le gaz R134a se substitue au gaz R12 au sein des modèles vendus pour être le seul gaz présent au sein des modèles neuf à partir de 1996. Les premiers modèles fonctionnant au gaz R-1234yf apparaissent dès 2007 pour constituer en 2016 un peu moins de 14% des véhicules vendus.

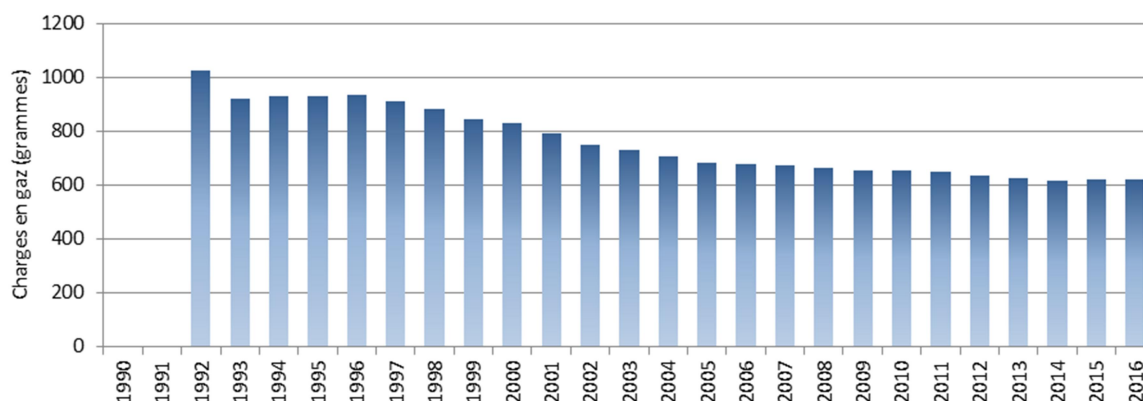
Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les véhicules personnels (VP)



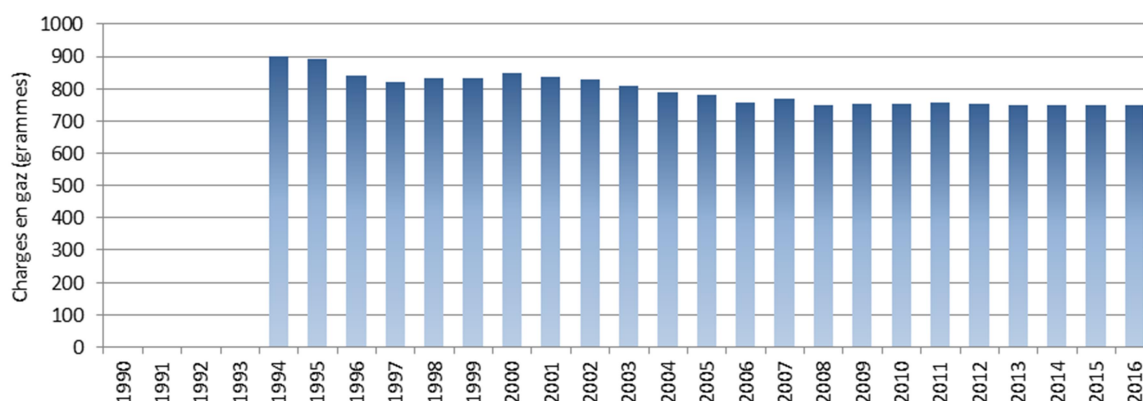
Charges unitaire des véhicules en gaz.

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 véhicules de la marque au sein 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)

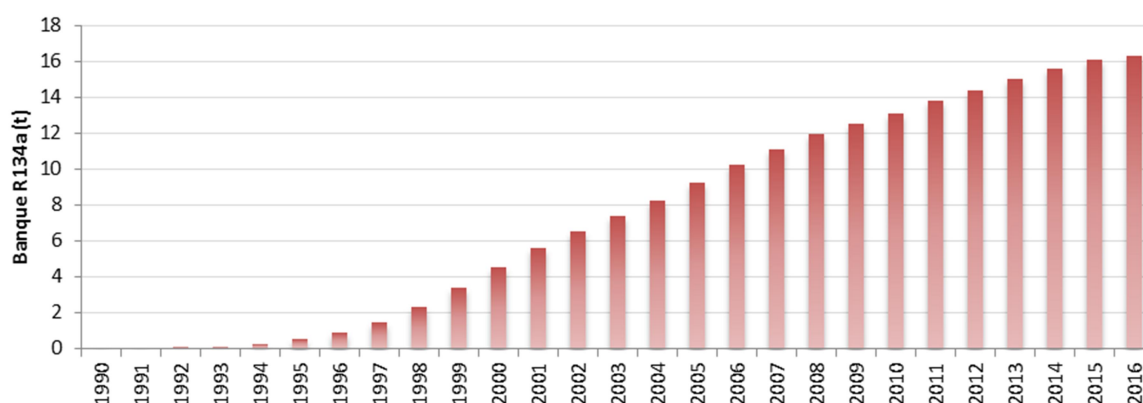


Cette méthodologie donne pour les véhicules particuliers une valeur moyenne de charge en R-134a, de 790 grammes sur la période 1999-2003. A titre de comparaison la valeur donnée par l'étude « [Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner \(B4-3040/2002/337136/MAR/C1\) Shwarz and harnish](#) » 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 R134a (Bt) au sein de la flotte automobile (VP+VUL) entre 1990 et 2016



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 conditionning 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 de variation mesuré est de 28.8 g/an (3.8%) pour les meilleurs systèmes et de 81.9 (10.8%) pour les plus mauvais.

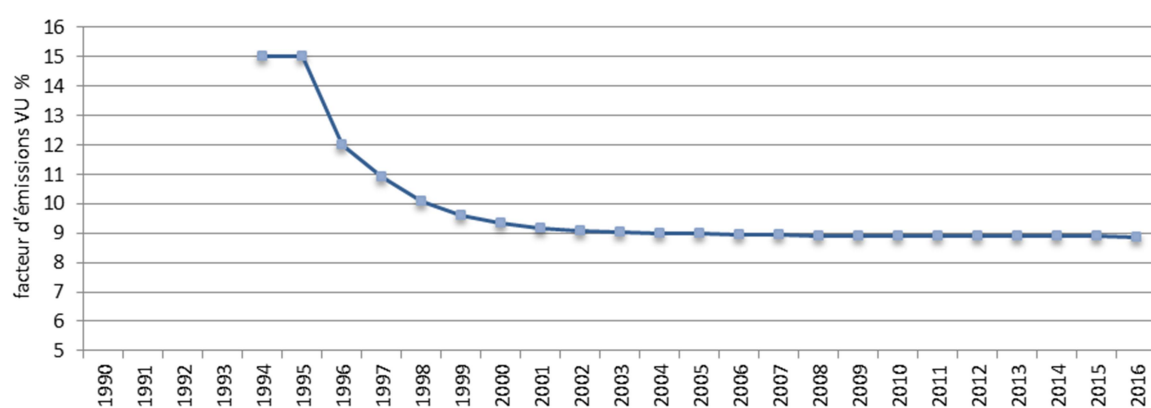
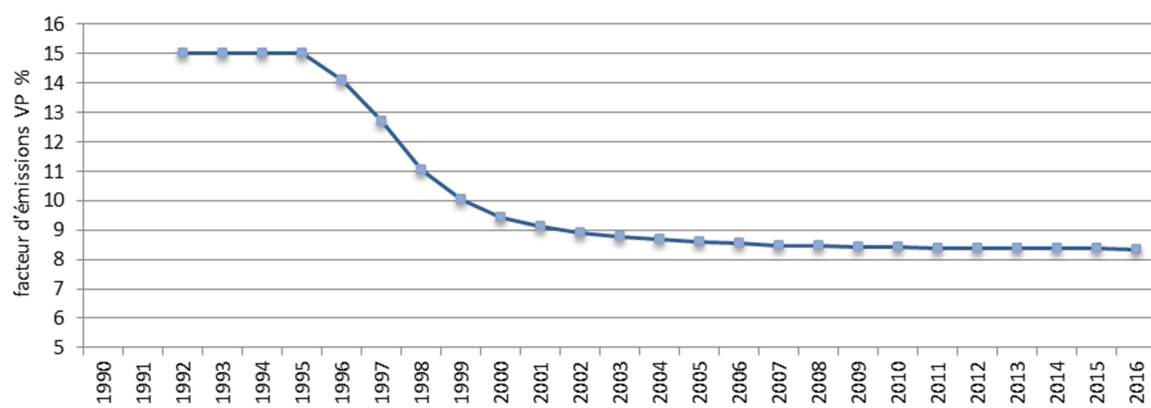
Aussi, il a été choisi d'utiliser la valeur de 7.13 % qui correspond à la valeur haute du facteur d'émission calculée pour cette étude.

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 refrereration and air conditionning system).

Les facteurs d'émission spécifiques à la flotte de véhicules de Monaco sur la période 1990-2016 sont présentés dans la figure ci-après.

Evolution des facteurs d'émissions au sein de la flotte automobile (VP et VUL) entre 1990 et 2016



4.2.6.4.3. COHERENCE DES SERIES 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 1990-2016. 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 le plus récentes.

4.2.6.4.4. INCERTITUDE ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

L'approche développée sur l'ensemble du parc automobile de Monaco est exhaustive concernant les VP et VUL.

Les travaux de consolidation de la base de données relative à la flotte de véhicules réalisés pour l'estimation des émissions de la catégorie 1A3b ont été réalisés et

Comme indiqué dans le cadre du NIR2017, un élargissement à la climatisation des véhicules lourds reste envisagé à partir de la base de données relative à la flotte de véhicules consolidé.

Le développement de la cette 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.

4.2.6.4.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle spécifique à la catégorie source n'a été réalisé.

4.2.6.4.6. 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 2015 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 (gaz non couvert par la CCNUCC) ont été intégrés au bilan des émissions de gaz à effet de serre de cette catégorie.

A l'occasion de l'établissement des rapports 2016 et 2017, cette erreur a été rectifiée et les recalcul des émissions de gaz à effet de serre de cette catégorie ont été réalisés sur l'ensemble de la période.

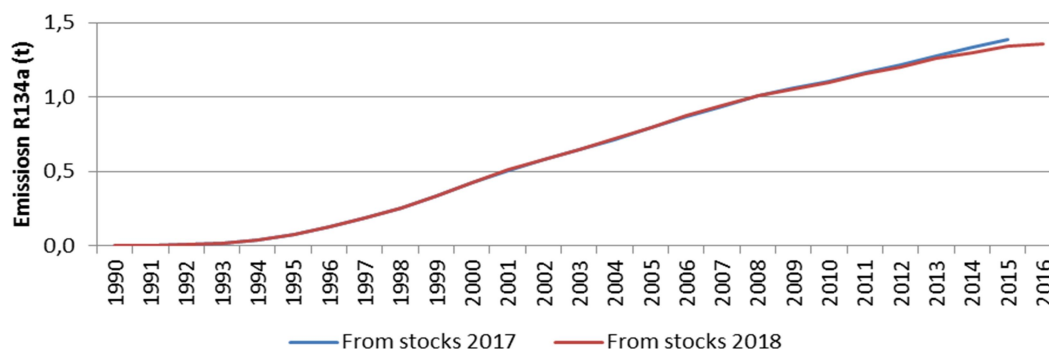
Dans le cadre de ce rapport, deux éléments d'amélioration ont nécessité la conduite de recalculs :

- La consolidation de la base de données de véhicules sur l'ensemble de la période dans le cadre des travaux réalisés pour la catégorie 1A3b du transport routier.
- Consolidation de la banque par utilisation de données actualisées pour les gaz de climatisation et les volumes unitaires de MAC (base de données de l'équipementier NFR).

Les différences de stock et d'émissions sont présentées dans le tableau ci-après

	Stock		Emissions	
	In operating systems (average annual stocks) 2017	In operating systems (average annual stocks) 2018	From stocks 2017	From stocks 2018
	t R134a	t R134a	t R134a	t R134a
1990	NO	NO	NO	NO
1991	NO	NO	NO	NO
1992	0,03	0,01	0,00	0,00
1993	0,09	1,79	0,01	0,15
1994	0,25	0,05	0,04	0,00
1995	0,50	0,11	0,08	0,02
1996	0,89	15,58	0,12	1,30
1997	1,46	0,40	0,18	0,03
1998	2,28	0,00	0,25	0,18
1999	3,35	15,58	0,33	1,86
2000	4,49	0,00	0,42	0,00
2001	5,55	0,00	0,51	0,00
2002	6,48	0,00	0,58	0,00
2003	7,34	0,00	0,65	0,00
2004	8,22	8,28	0,72	0,72
2005	9,15	9,23	0,79	0,79
2006	10,11	10,24	0,87	0,87
2007	10,98	11,08	0,94	0,94
2008	11,85	11,96	1,01	1,01
2009	12,46	12,54	1,06	1,05
2010	13,04	13,11	1,10	1,10
2011	13,74	13,79	1,16	1,15
2012	14,41	14,38	1,22	1,20
2013	15,15	15,06	1,28	1,26
2014	15,83	15,58	1,33	1,30
2015	16,51	16,10	1,39	1,34
2016		16,33		1,36

Evolution des émissions de la climatisation mobile entre le RNI 2017 et le RNI 2018



4.2.6.4.7. AMELIORATIONS PREVUES

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.

4.2.6.5. Utilisation de mousse (secteur 2.F.2.a)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

4.2.6.5.1. METHODOLOGIE

Compte tenu de l'absence de données statistiques spécifiques produites en Principauté de Monaco, une méthode d'estimation des émissions associée a été élaborée, avec le CITEPA, en corrélant les données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque. Les émissions ont pu être calculées sur toute la période.

4.2.6.5.2. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

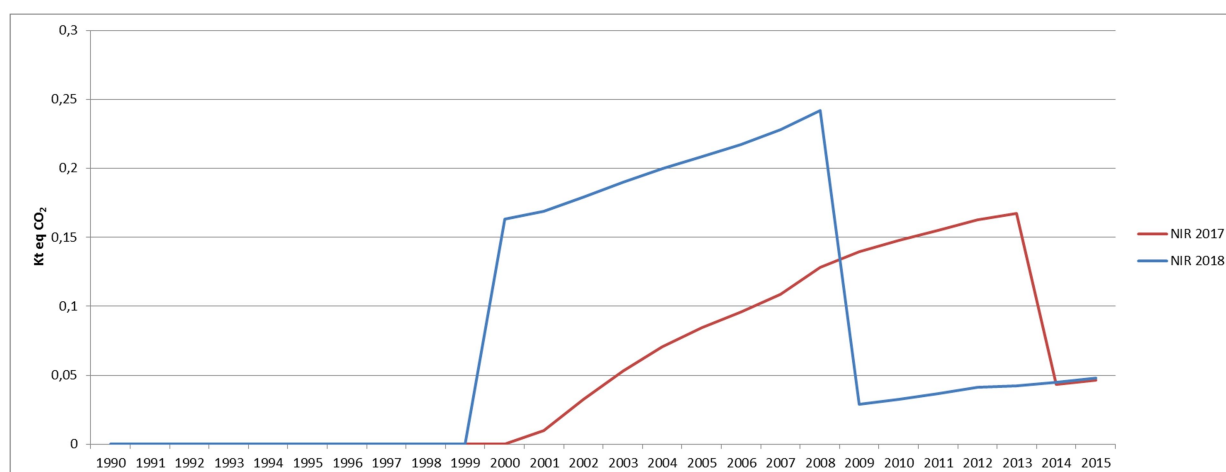
4.2.6.5.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

La méthodologie développée en partenariat avec le CITEPA a une incertitude de 20% sur les données d'activité et de 20% sur le Facteur d'Emission.

4.2.6.5.4. RECALCULS

Cette catégorie a fait l'objet d'un recalcul suite d'une part à un recalage de la population entre 2009 et 2016 par l'IMSEE conséquemment au dernier recensement de la population (MONACO EN CHIFFRES, IMSEE, 2017), à un recalage de la population entre 1990 et 2007 suite à une erreur détectée dans le cadre du contrôle qualité, et d'autre part, à une modification des données françaises utilisées. En outre, le contrôle qualité en mis en exergue des erreurs intervenus dans l'importation du CRF dans le NIR 2017 pour la période 2000-2013. Les émissions recalculées sont supérieures à celle estimées dans le cadre du NIR 2017, sur la période 1999-2009, avant de diminuer fortement.

Recalculs des émissions de la catégorie 2.F.2.a en kt CO₂eq



Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
NIR 2017	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,0003
NIR 2018	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,1634

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NIR 2017	0,0100	0,0327	0,0533	0,0708	0,0844	0,0957	0,1087	0,1282	0,1393	0,1477
NIR 2018	0,1687	0,1793	0,1899	0,1998	0,2084	0,2170	0,2279	0,2419	0,0289	0,0326

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016
NIR 2017	0,1549	0,1629	0,1673	0,0435	0,0462	
NIR 2018	0,0365	0,0411	0,0424	0,0448	0,0478	0,0499

4.2.6.5.5. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

4.2.6.6. Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs (secteur 2.F.4.a) (Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

4.2.6.6.1. METHODOLOGIE

Compte tenu de l'absence de données statistiques spécifiques produites en Principauté de Monaco, une méthode d'estimation des émissions associée a été élaborée, avec le CITEPA, en corrélant les données françaises avec la population française, rapportées à la population monégasque. Des émissions ont pu être calculées sur toute la période.

4.2.6.6.2. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

4.2.6.6.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

La méthodologie développée en partenariat avec le CITEPA a une incertitude de 20% sur les données d'activité et de 20% sur le facteur d'Emission.

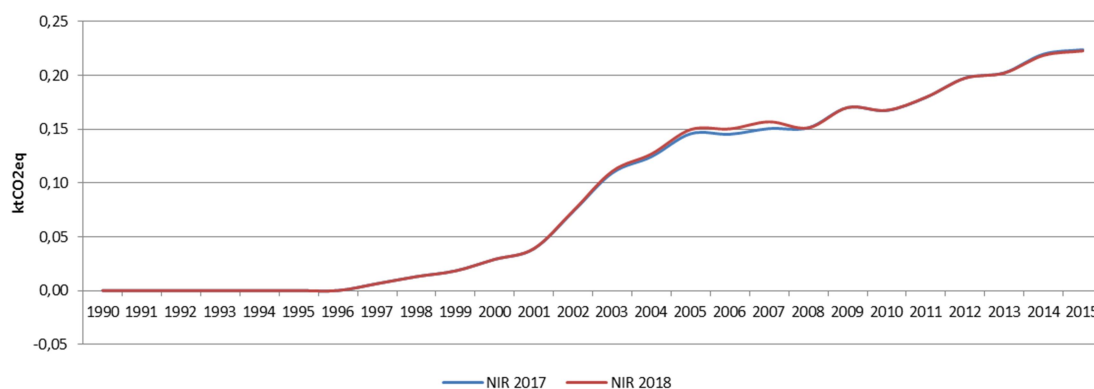
4.2.6.6.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle spécifique à la catégorie source n'a été réalisé.

4.2.6.6.5. RECALCULS

Cette catégorie a fait l'objet d'un recalcul suite à un recalage de la population entre 2009 et 2016 par l'IMSEE suite au dernier recensement de la population (MONACO EN CHIFFRES, IMSEE, 2017) et à un recalage de la population entre 1990 et 2007 suite à une erreur détectée dans le cadre du contrôle qualité. Les émissions recalculées sont très légèrement inférieures à celle estimées dans le cadre du NIR 2017.

Recalculs des émissions de la catégorie 2.F.4.a



Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
NIR 2017	0	0	0	0	0	0	0	0,006501	0,013035	0,018386	0,029014
NIR 2018	0	0	0	0	0	0	0	0,006449	0,012958	0,018325	0,029014

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NIR 2017	0,0389	0,07348	0,1094	0,12454	0,1458	0,14535	0,150605	0,151289	0,170164	0,167403
NIR 2018	0,0391	0,07412	0,1109	0,12704	0,1497	0,15029	0,156903	0,151289	0,17014	0,167559

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016
NIR 2017	0,1796	0,19769	0,2025	0,21982	0,2239	
NIR 2018	0,1797	0,1975	0,2022	0,21865	0,2228	0,22285

4.2.6.6. AMÉLIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

4.2.7. Catégories sources 2G –Autres usages et fabrication de produits

Les émissions du secteur « Autres usages et fabrication de produits » en 2016 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 2016 de : 0,73kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,24 ktCO₂eq

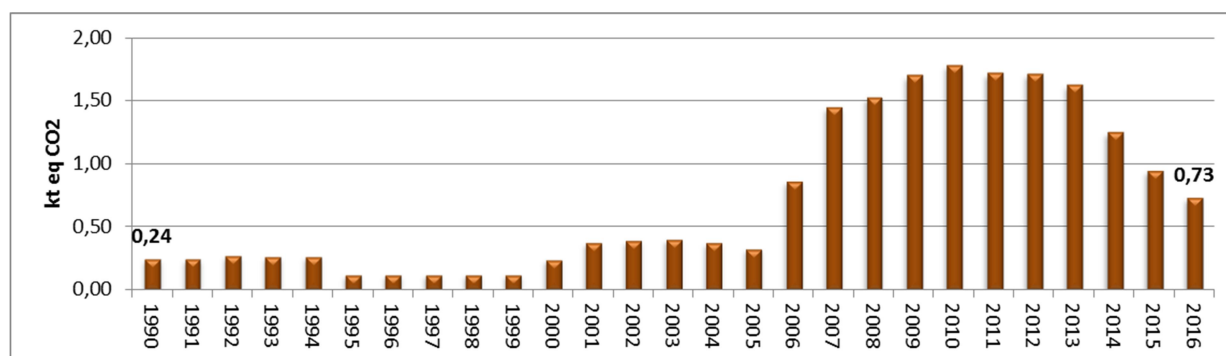
Soit une variation de : + 202.88 % (0,49kt CO₂eq)

Les émissions du secteur de l'Industrie 2F représentent : 0,93% des émissions globales en 2016

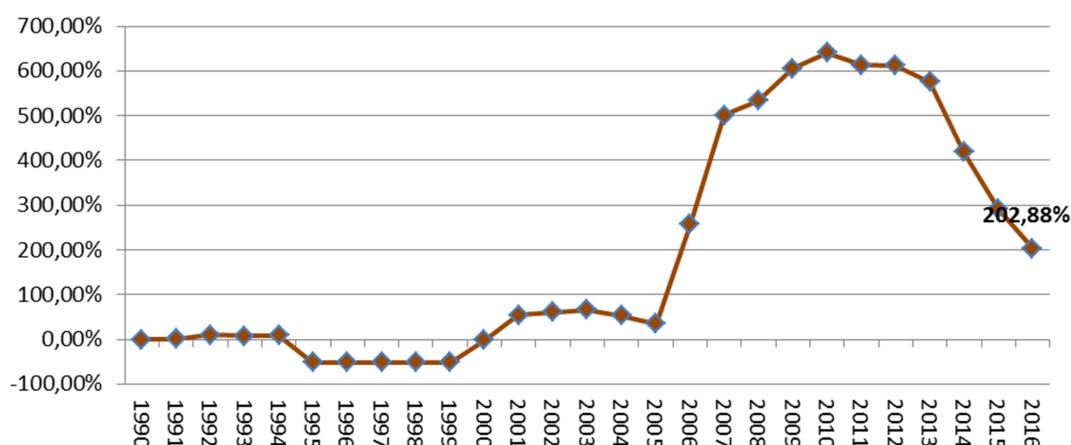
Les émissions du secteur de l'Industrie 2F représentent : 0,24% des émissions globales en 1990

L'augmentation des émissions de ce secteur jusqu'en 2010, puis leur décroissance, est liée à l'utilisation de N₂O dans le secteur médical.

Emissions de GES entre 1990 et 2016 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



4.2.7.1. Méthodologie

4.2.7.1.1. 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

Calcul des émissions annuelles de SF₆ utilisé dans les appareillages électriques

(2.G.1 « Electricequipment »)

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 été utilisés.

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)

De plus, suite à l'Assurance-Qualité réalisée par le CITEPA en 2017, il a été décidé de considérer que le SF₆ utilisé à la mise en service d'un appareillage soit assimilé à de la maintenance.

4.2.7.1.2. 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. Un deuxième accélérateur de particules a été installé en 2016 au sein du même établissement.

A l'aide de l'équation 8.16 des Lignes directrices du GIEC 2006, les émissions associées ont pu être calculées sur toute la période.

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 CS (Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre)

Dans le cadre du NIR 2018, la méthodologie d'estimation des émissions de SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules à usage médical a été améliorée. En effet, un facteur d'émission propre à Monaco a pu être déterminé à partir de la quantité de SF₆ utilisée.

Selon les informations communiquées par le CHPG, la consommation est 2,3 kg de SF₆ pour 10 ans pour un accélérateur de particules.

Aussi, il a été décidé d'appliquer un facteur d'émission de 230g de SF₆/an / accélérateur.

EQUATION 8.16
EMISSIONS TOTALES DE L'ACCELERATEUR DE RECHERCHE

$$Emissions\ totales = \sum \text{émissions accélérateur individuel}$$

Avec : émissions accélérateur individuel = 230 grammes de SF₆/an (Facteur d'émission CS)

4.2.7.1.3. N₂O UTILISÉ COMME ANESTHÉSANT 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.

Néanmoins, selon le C.H.P.G., « Le N₂O n'est plus utilisé comme anesthésiant au sein du CHPG depuis la date du 19 Février 2016 ». De plus, cette substance est de moins en moins utilisée par les autres établissements médicaux de la Principauté de Monaco.

Calcul des émissions annuelles de N₂O 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
EMISSIONS 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 $FE_i = 1$

4.2.7.1.4. 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. La vente d'aérosols est constante en France. Elle est donc considérée comme constantes sur toute la période à Monaco. La Principauté de Monaco ne peut pas à ce jour obtenir de donnée plus précise.

4.2.7.2. Cohérence des séries temporelles

Les méthodologies ont été appliquées sur l'ensemble de la série temporelle.

4.2.7.3. Incertitudes et degré d'exhaustivité

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 liée aux émissions de N₂O comme anesthésiant a été estimée à : 10% sur la donnée d'activité et 5% sur le Facteur d'Emission.

L'incertitude liée aux émissions de N₂O comme gaz propulseur d'aérosols a été estimée par le CITEPA à : 20% sur la donnée d'activité et 20% sur le Facteur d'Emission.

L'incertitude liée aux émissions de SF₆ des accélérateurs de particules a été estimée à : 10% sur le Facteur d'Emission CS (valeur communiquée par le Chef de la Division de Radiophysique et de Radioprotection du CHPG).

4.2.7.4. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique

Voir chapitre 4.3.

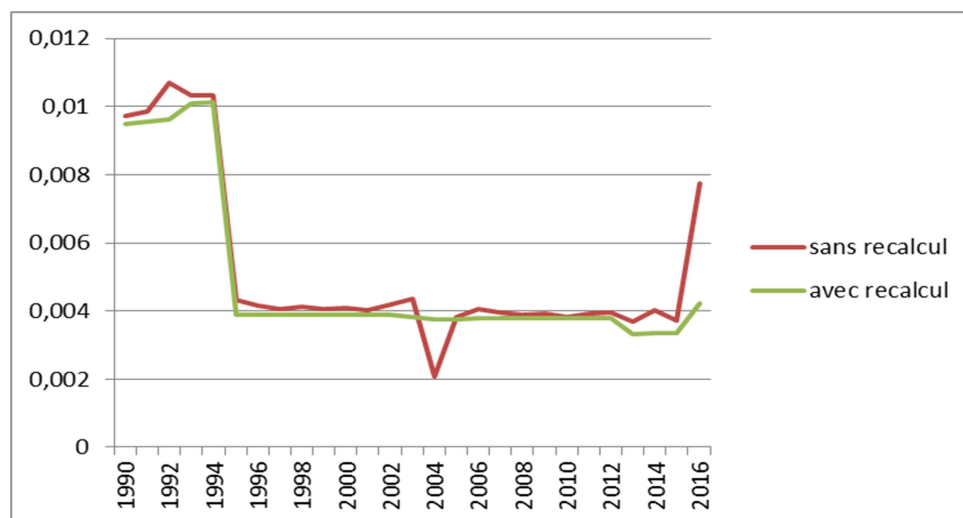
4.2.7.5. Recalculs

Les émissions de SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules et de SF₆ utilisé dans les appareillages électriques ont fait l'objet d'un recalcul.

4.2.7.5.1. SF₆ UTILISÉ DANS LES APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES

Suite aux contrôles qualité de la catégorie « SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (secteur 2.G.1) » et des vérifications opérées conséquemment auprès de l'opérateur (SMEG), ainsi à l'assurance qualité réalisée par le CITEPA en 2017, il est apparu que les données déclarées pour l'année 2015 étaient erronées et que la feuille de calcul comportait une erreur. Aussi, les données ont été recalculées sur l'ensemble de la série temporelle.

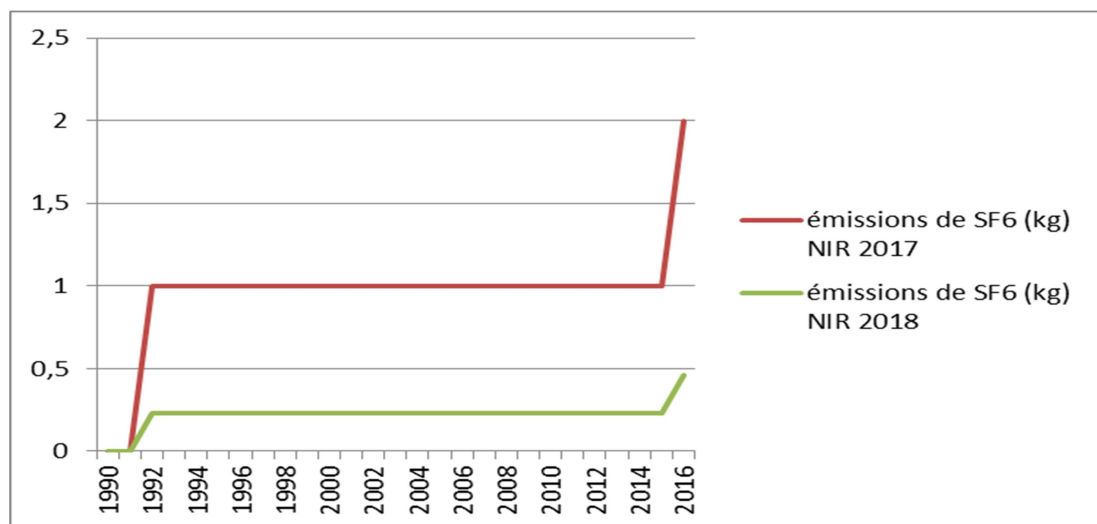
Recalcul des émissions de SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (en kg)



4.2.7.5.2. SF₆ UTILISÉ DANS LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES

Les émissions de SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules ont fait l'objet d'un recalcul sur toute la série temporelle en utilisant désormais une méthode CS couplée à un facteur d'émission CS, suite à la détermination d'un facteur d'émission CS de 230g/an/accélérateur de particules, établi avec l'appui du Chef de la Division de Radiophysique et de Radioprotection du CHPG.

Recalcul des émissions de SF₆ dans les accélérateurs de particules (en kg)



4.2.7.6. Améliorations

Il n'est pas envisagé d'amélioration dans cette catégorie.

4.2.8. Catégories sources 2H –Autres

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

4.3. Contrôle qualité spécifique au secteur

4.3.1. La collecte des données sources auprès des entreprises

Au début de chaque année, et après vérification de l'existence et des coordonnées des différents 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.

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.

Ce recensement a permis de mettre en évidence une modification du tissu industriel depuis 1990.

- Les 8 pressings monégasques encore en activité ne sont plus que des points de collecte pour la moitié d'entre eux ;
- Il existe 17 entreprises de peinture en activité ;
- Il existe 7 imprimeries à Monaco, mais seules 3 disposent encore de techniques d'impression traditionnelles, les autres utilisant de l'impression numérique
- 17 entreprises de climatisation étaient recensées en 1990 et il y en a 21 aujourd'hui. Les 3 principales entreprises de climatisation, en termes de consommation de gaz fluorés, existaient déjà en 1990.

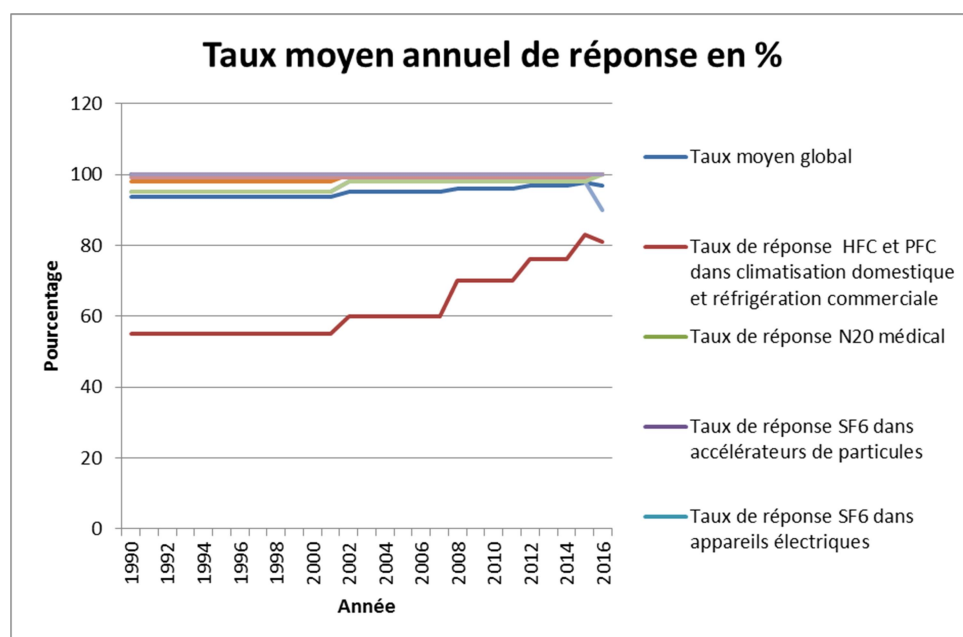
Les différentes sociétés sont visitées régulièrement par la Direction de l'Environnement dans le cadre des visites périodiques de la Commission Technique et, à cette occasion, une sensibilisation est effectuée pour qu'elles poursuivent et améliorent leurs réponses aux questionnaires.

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. Des relances téléphoniques sont également effectuées en complément.

Pour les entreprises de climatisation domestique et réfrigération commerciale, le taux de réponse est de 70%

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 %



Enfin, une réglementation nationale relative à l'utilisation des gaz fluorés est en cours d'élaboration. Ce texte permettrait, 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.

Des réflexions sont également en cours concernant l'obligation de communication de données par les entreprises à l'origine des émissions des autres catégories du secteur 2.

5. AGRICULTURE (Secteur 3 du CRF)

Monaco étant une cité-état entièrement urbanisée, aucune surface n'est 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)

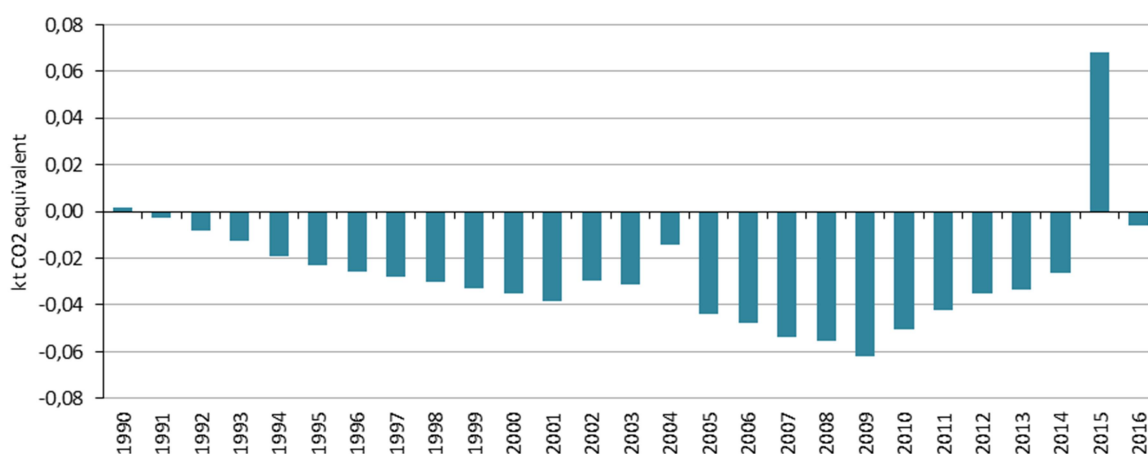
Les émissions et puits de carbone de ce secteur en 2016 sont présentés dans le tableau 4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur UTCATF, sont en 2016 de : **- 0,0057ktCO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,0016 ktCO₂ eq

Soit une variation de : **-0,0073kt CO₂eq**

Evolution des émissions de GES du secteur UTCATF



Le secteur présente dans sa globalité des émissions de -0,0057kt CO₂eq.

Pour l'année de référence 1990, ces émissions représentaient 0,0016 kt CO₂eq.

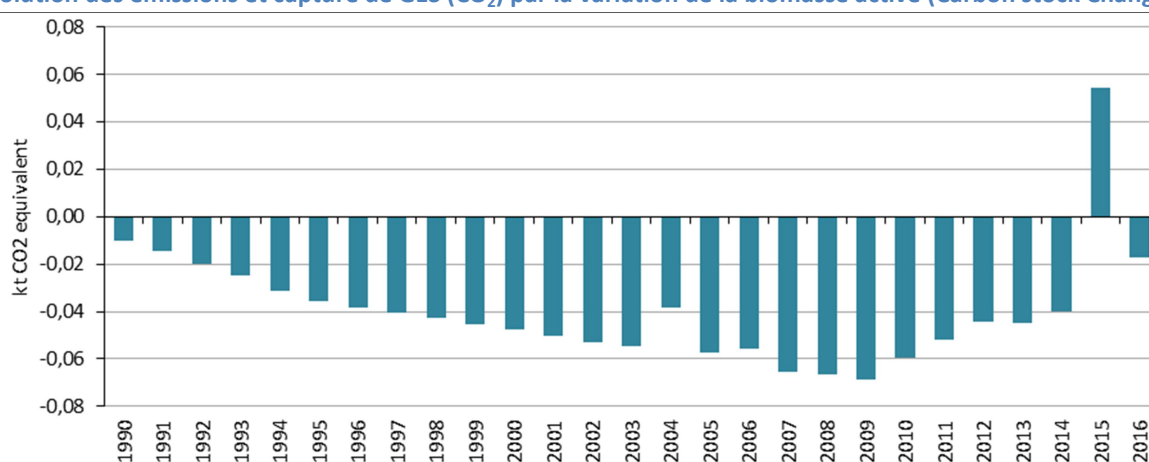
Deux sources d'émission de GES et puit de carbone sont comptabilisé et estimées dans ce secteur :

6.1. Caractéristiques générales

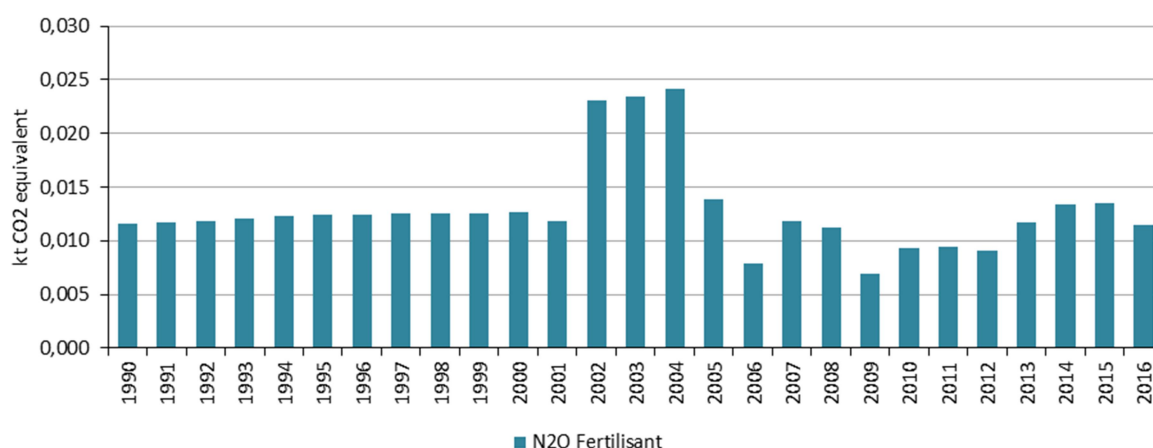
Le territoire de Monaco est intégralement inclus dans la catégorie établissements 4.E (settlements).
Au sein de cette catégorie, deux sources d'émissions de GES et puits de carbone sont comptabilisés :

- **La variation nette de carbone en biomasse active des arbres (4.E.1 carbon stock change)** qui peut être classé en sous-catégories (tree crown cover et other settlement afin d'estimer des émissions/absorptions liées aux surfaces arborées de Monaco.
La variation de la biomasse des arbres a représenté en 2016 une capture de 0,017 kt d'équivalent CO₂.
- **Les émissions de N₂O par l'utilisation de fertilisants dans les parcs et jardins (4.E.1 Direct N₂O Emissions from N Inputs to Managed Soils - Inorganic N Fertilizers).**
L'utilisation des engrais a représenté une émission de: 0,012 kt d'équivalent CO₂ en 2016.

Evolution des émissions et capture de GES (CO₂) par la variation de la biomasse active (Carbon stock Change)



Evolution des émissions de GES (N₂O) du secteur par l'utilisation des engrais – (Inorganic N Fertilizers)



Selon les méthodologies de calculs utilisés, les émissions et puits de carbone dus à la variation de la biomasse active sont directement liés à la surface d'espace vert.

Après avoir régulièrement augmentée, la réduction des surfaces de jardin et d'espaces verts (2004) puis le ralentissement de leur accroissement (2010-2014) ont des conséquences sur les niveaux de captures de carbone de la catégorie 4.E.1 carbon stock change.

Aussi, dans le cadre de plusieurs opérations d'urbanisme actuellement en cours, la surface publique d'espace vert est passée de 27.66 ha en 2014 à 27.02ha en 2015, puis à 26,91 en 2016. Selon la méthodologie employée, cette perte de surface eu pour conséquence une évolution de la catégorie de puits de carbone à source d'émissions pour l'année 2015 (0.07ktCO₂eq).

Mis à part pour les années 2002-2004, la variation des émissions dues à l'utilisation d'engrais reste constante au cours de la période. A partir de 2005, les émissions directement liées à l'utilisation des engrais varient entre 0,006 ktCO₂eq et 0,014kt CO₂eq.

6.2. Définitions et système de classification d'utilisation des terres

Les six principales catégories de l'utilisation des terres changement d'affectation des terres et forêts (Secteur 4) 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.

Monaco est une Ville-Etat. L'occupation des sols pour l'ensemble du territoire est entièrement constituée d'Etablissements (Cat 4.E). Il n'existe pas d'autre utilisation des terres notamment à des fins d'agriculture ou de foresterie.

Photographie aérienne du territoire de Monaco 2015 (Geomonaco®)



Occupation des sols (Geomonaco®)



La superficie totale de Monaco est de 202,7 hectares (IMSEE 2017). Une large part du territoire est occupée par les bâtiments. Les surfaces restantes correspondent aux voiries, aux esplanades, aux ports et quais, aux plages, aux terrasses, publiques et privées.

Les espaces verts comprennent les parcs et les jardins publics et privés (DAU –IMSEE), des jardins d'agrément peuvent également se trouver sur les bâtiments ou sur des dalles d'infrastructure. Il subsiste également quelques surfaces non imperméabilisées principalement sous forme de falaise. Les surfaces de Jardin et d'espace verts représentent plus de 43.75 hectares

6.3. Etablissements cat 4E.

6.3.1. 4.E.1- Variation du stock de Carbone

6.3.1.1. Description de la catégorie

La catégorie d'utilisation des terres « Etablissements » pour les émissions et captures de carbone a été subdivisée en deux sous-catégories :

- La couverture des houppiers des arbres.
- Autres établissements.

Couverture des houppiers des arbres

Le calcul de variation des stocks de carbone dans la biomasse vivante des arbres urbains « Couverture de houppier » est réalisé selon la méthode de niveau Tier 2A des 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.

L'estimation de cette catégorie est basée sur une relation établie entre la surface d'espaces verts et la couverture de houppier.

- Volume de houppier

L'estimation du volume de houppier est réalisée à partir d'une étude conduite en 2005 par la Direction de l'Aménagement Urbain (DAU 2006) à la demande de la Direction de l'Environnement qui a porté exhaustivement sur l'ensemble des 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.

- Surface des espaces verts.

La variation de la surface totale des espaces verts de 1990 à 2016 à Monaco est réalisée par un suivi topographique de la surface également publiée par le Service national de Statistique.

La connaissance de ces paramètres a permis d'estimer l'évolution du couvert forestier des espaces verts de Monaco de 1990 à 2016.

Autre établissement

La catégorie « autres établissements » comprend les zones imperméabilisées ou espaces verts non arborées ainsi que les falaises ou les pelouses d'agrément.

L'absorption de CO₂ résultant de ces surfaces, telle que comme 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.

La variation du stock de carbone dans les sols « Autre établissement » n'est pas prise en considération. Ainsi, les clés de notation NO-NE ont été utilisées pour cette catégorie.

6.3.1.2. Variation des surfaces d'espaces verts

Les données relatives aux surfaces d'espaces verts sont données par l'Institut Monégasque de la Statistique et des Études Économiques (IMSEE) à partir de données relevées par la direction de l'Aménagement Urbain (DAU) en charge de la gestion de l'espace public et des jardins.

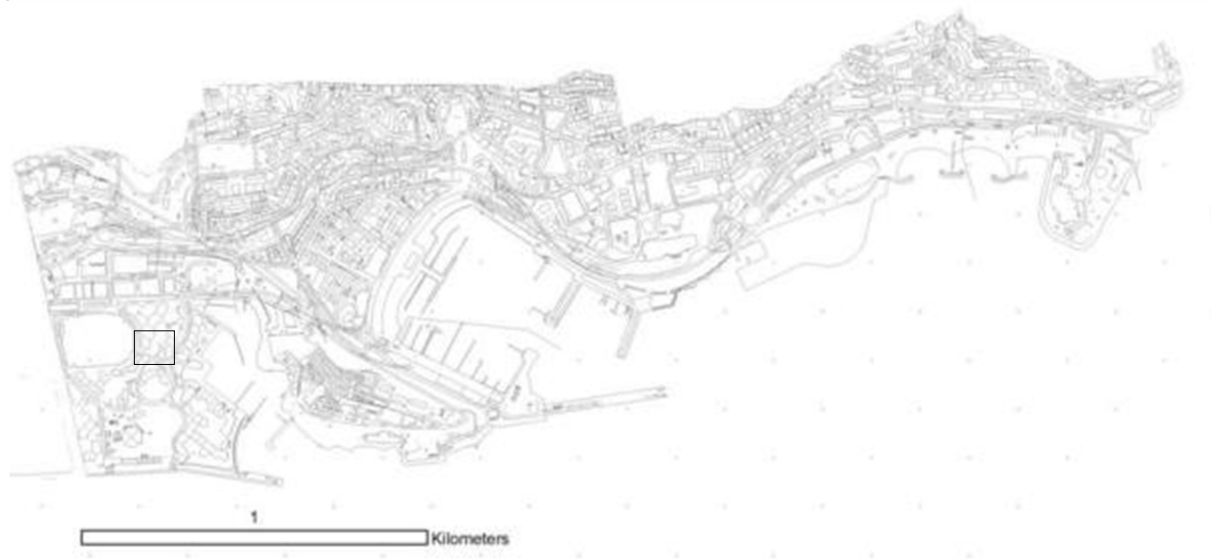
Evolution de la surface d'espace vert de 1990-à 2016.



	Surface publique	Surface privé	Surface totale	Variation de la surface d'espaces verts
	m2	m2	m2	m2
1990	243 928	145 200	389 128	15 474
1991	247 831	146 116	393 947	4 819
1992	253 766	147 031	400 797	6 851
1993	258 026	147 947	405 973	5 176
1994	264 682	148 862	413 544	7 572
1995	268 383	149 778	418 161	4 617
1996	269 167	150 694	419 861	1 700
1997	270 042	151 609	421 651	1 791
1998	270 042	152 525	422 567	916
1999	271 396	153 441	424 837	2 270
2000	271 486	154 356	425 842	1 006
2001	272 038	155 272	427 310	1 468
2002	272 980	156 187	429 167	1 858
2003	272 474	157 103	429 577	410
2004	267 541	158 808	426 349	-3 228
2005	267 541	160 986	428 527	2 178
2006	265 363	160 986	426 349	-2 178
2007	271 411	166 807	438 218	11 869
2008	272 711	166 807	439 518	1 300
2009	274 421	168 245	442 666	3 148
2010	275 531	168 245	443 776	1 110
2011	275 290	168 245	443 535	-241
2012	274 923	168 242	443 165	-370
2013	275 354	168 245	443 599	434
2014	276 619	168 445	445 064	1 465
2015	270 176	168 445	438 621	-6 443
2016	269 114	168 389	437 503	-1 118

Les variations de surfaces de Jardin sont données par la Direction de l'aménagement Urbain à partir de relevés topographiques réalisées ou compilées par la Direction de la Prospective de l'Urbanisme et de la Mobilité. Le plan topographique de Monaco fait l'objet d'une actualisation continue.

Plan topographique General de Monaco (Geomonaco®)



Une représentation géographique des espaces verts est proposée ci-dessous pour l'année 2012.

Cartographie des espaces verts de Monaco (DAU 2012)



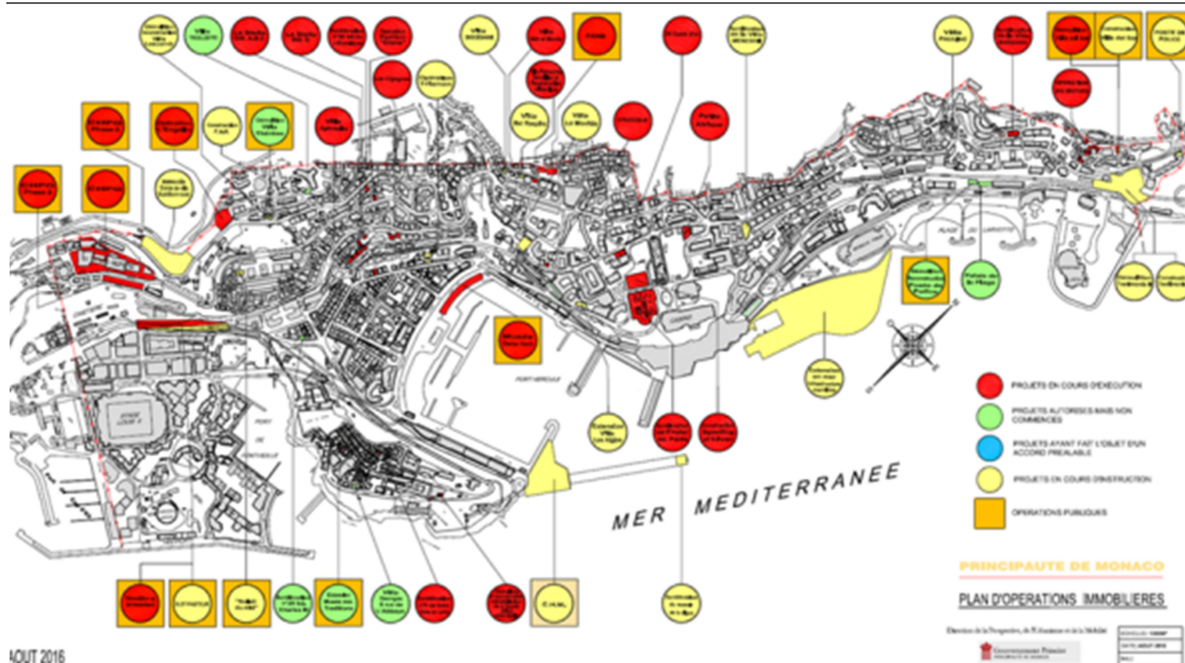
Un détail des données et des informations est présenté dans les extraits suivants sur la zone de Fontvieille. Photographie arienne et plan topographique avec les espaces verts (en vert).

Photo aérienne et plan topographique simplifié de Monaco (Geomonaco©) + espaces verts (DAU)



Les variations de surfaces d'espaces verts qui sont observées au sein de la catégorie 4E établissements sont la conséquence d'opérations d'urbanisme qui peuvent générer la création ou la perte d'espace vert.

Cartographie des opérations immobilières 2016



6.3.1.3. Perte de biomasse due à l'élague et à l'élimination des déchets verts

Les émissions liées à la perte biomasse relative à l'élague des arbres sont comptabilisées au sein du secteur 1A1a Production. Les déchets verts issus de l'élague participent à la valorisation énergétique des déchets pour la production de vapeur et d'électricité.

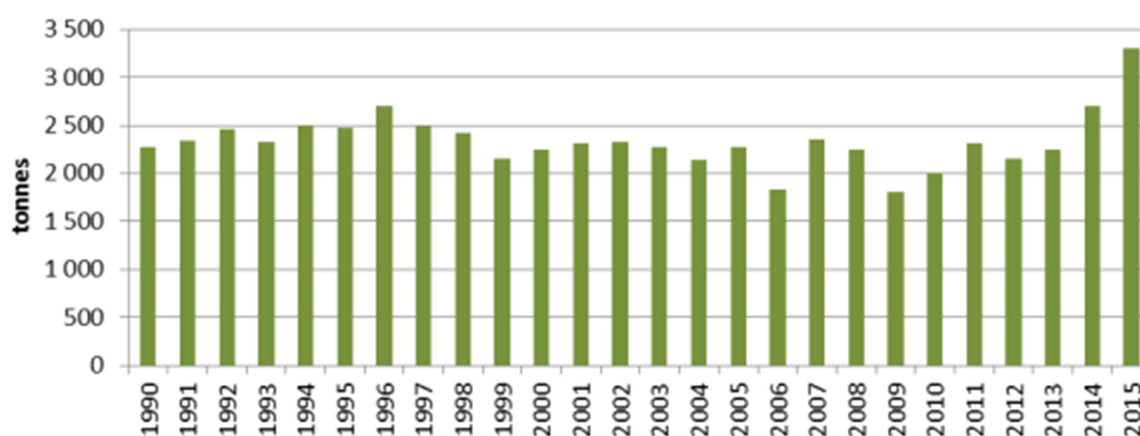
Les quantités de déchets verts incinérés sont de l'ordre de 2500 tonnes par an et leurs évolutions sont présentées ci-dessous.

Les valeurs relevées sont constituées des déchets provenant de Monaco, mais également des communes françaises limitrophes au territoire.

Ces déchets sont également constitués de matières nonligneuses, avec un cycle infra-annuel de pousse et de taille.

Pour ces raisons les tonnages relevés ne peuvent représenter la perte de matières ligneuses seules liées à l'élague des arbres sur les territoires.

Tonnages de déchets verts incinérés à Monaco (Secteur - 1A1a énergie)



6.3.2. 4. E.1 - Utilisation de fertilisant

Des engrais sont utilisés dans les parcs et les jardins publics et privés de la Principauté de Monaco par les gestionnaires des espaces verts.

Les émissions de N₂O sont estimées à partir des quantités d'engrais utilisées, cette information collectée annuellement par une enquête auprès des gestionnaires.

Sont considérés par cette enquête, les gestionnaires des espaces verts publics,

- Direction de l'Aménagement Urbain (DAU)
- Mairie de Monaco

Le principal gestionnaire d'espace vert privé

- Société des bains de Mer

Les résultats de l'enquête sont sous la forme du volume d'engrais utilisé et de sa teneur en azote

Enquête 2016	Quantités d'engrais (t)	Teneur en azote (%N)	Quantités d'azote (tN)
DAU	40	3	1,2
DAU	13	3	0,39
DAU	4	3	0,12
Mairie	0,05	7	0,0035
Mairie	0,2	5	0,01
Mairie	0,85	1,3	0,01105
Mairie	0,025	5	0,00125
SBM	2,3	15	0,345
SBM	0,3	16	0,048
SBM	1,272	2	0,02544
SBM	1,175	7	0,08225
Total annuel	63,172		2,237

6.3.3. Méthodologies d'estimation des émissions

6.3.3.1. Méthodologie de calculs pour la variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres

Le nombre total d'espaces occupés par les établissements est de 202,7 hectares (soit l'ensemble 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.

Les absorptions liées aux zones arborées sont calculées en appliquant l'équation 8.2 du GIEC 2006 ce qui correspond à une 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 restants 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 des 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.

Surface totale du houppier en phase de croissance

Les surfaces arborées de Monaco ne sont pas directement connues, elles sont estimées à partir des surfaces d'espaces verts dont la superficie est fournie annuellement par la D.A.U.

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 de houppier 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 pour les années 1990 et 2006.

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).

Cependant, pour estimer la surface couverte par les arbres, et en absence de traitement de données plus précises, il a été pris pour hypothèse que la demi-sphère (Volume = $\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^3$) assurait la meilleure représentation des arbres présents sur le territoire à Monaco. A partir de cette formule, les volumes de houppier ont pu être convertis en surface de couvert arboré.

		1990	2006	
a	Surface d'espaces verts (m2)	389 128	426 349	
b	Nombre d'arbres total	5 733	6 281	
c	Densité en arbres (arbres /ha espace vert)	a/b*1000	147	159
d	Volume de houppier public (m3)	DAU 2006	356 579	387 913
e	Volume de houppier privé (m3)	DAU 2006	212 256	235 333
f	Volume de houppier total (m3)	d+e	568 835	623 245
g	Volume de houppier total (m3/arbre)	f/b	99	99
h	Rayon moyen (m)	$(g/(4/3/2*PI))^{1/3}$	3,618	3,618
i	Surface de couvert moyen (m2/arbre)	h^2*PI	41,132	41,134

Les variations annuelles de la surface arborées sont corrélées à la surface totale d'espace vert

$$Surface\ arborées\ (m2) = a\ (m2) * c\ (arbres\ /ha\ espace\ vert) * i\ (m2/arbre)$$

La densité en arbre (arbres / ha espaces vert) ainsi que la surface de couvert moyen (m2/arbre) est supposé constante à partir de 2006 à respectivement 159 a/ha et 41,134 m2/a.

	Densité en arbres	Surface de couvert moyen	Surface arborée de Monaco
	(arbres /ha espace vert)	(m2/arbres)	(m2)
1990	147,3	41,132	226 433
1991	147,3	41,132	235 810
1992	148,1	41,132	239 957
1993	148,8	41,132	245 378
1994	149,6	41,132	249 811
1995	150,4	41,132	255 758
1996	151,1	41,133	259 915
1997	151,9	41,133	262 279
1998	152,6	41,133	264 711
1999	153,4	41,133	266 602
2000	154,1	41,133	269 357
2001	154,9	41,133	271 321
2002	155,7	41,133	273 587
2003	156,4	41,133	276 113
2004	157,2	41,133	277 714
2005	157,9	41,133	276 955
2006	158,7	41,134	279 705
2007	159,4	41,134	287 395
2008	159,4	41,134	288 248
2009	159,4	41,134	290 312
2010	159,4	41,134	291 040
2011	159,4	41,134	290 882
2012	159,4	41,134	290 639
2013	159,4	41,134	290 924
2014	159,4	41,134	291 885
2015	159,4	41,134	287 659
2016	159,4	41,134	279 611

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 lors que 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 variation des surfaces arborées est donnée par la différence entre l'année N et l'année N-1 de la surface arborée

La surface arborée active est donnée par la somme des variations de surface arborée pendant 20 ans.

	Variation annuelle de surface arborée (Surface arborée active (<20ans)		Variation annuelle de surface arborée (Surface arborée active (<20ans)
	m2	m2		m2	m2
1990	9 377	9 377	2004	-759	51 281
1991	4 147	13 524	2005	2 749	54 031
1992	5 421	18 945	2006	-94	54 031
1993	4 433	23 378	2007	7 784	61 815
1994	5 947	29 325	2008	853	62 667
1995	4 157	33 483	2009	2 065	64 732
1996	2 364	35 847	2010	728	56 083
1997	2 432	38 278	2011	-158	51 936
1998	1 891	40 169	2012	-243	46 515
1999	2 755	42 924	2013	285	42 367
2000	1 964	44 888	2014	961	37 380
2001	2 266	47 154	2015	-4 225	33 223
2002	2 526	49 680	2016	-733	30 859
2003	1 601	51 281			

Taux de croissance

La croissance des arbres sur les surfaces arborées (<20 ans) est estimée à partir d'un facteur d'absorption de 2,9 tC/ha/an, valeur par défaut fournie par le GIEC dans la table 8.1 du volume 4 des lignes directrices du GIEC. Les émissions liées à la perte de couverture arborée sont estimées à partir d'un stock de carbone de 58 tC/ha qui correspond au résultat de 20 années de croissance au rythme de 2,9 tC/ha/an.

	Gains (tC/an)	Pertes (tC/an)	Absorption (tCO2/an)	Emissions (tCO2/an)		Gains (tC/an)	Pertes (tC/an)	Absorption (tCO2/an)	Emissions (tCO2/an)
1990	2,7	0	-10,0	0	2004	14,9	-4,4	-54,5	16,1
1991	3,9	0	-14,4	0	2005	15,7	0,0	-57,5	0,0
1992	5,5	0	-20,1	0	2006	15,7	-0,5	-57,5	2,0
1993	6,8	0	-24,9	0	2007	17,9	0	-65,7	0
1994	8,5	0	-31,2	0	2008	18,2	0	-66,6	0
1995	9,7	0	-35,6	0	2009	18,8	0	-68,8	0
1996	10,4	0	-38,1	0	2010	16,3	0	-59,6	0
1997	11,1	0	-40,7	0	2011	15,1	-0,9	-55,2	3,4
1998	11,6	0	-42,7	0	2012	13,5	-1,4	-49,5	5,2
1999	12,4	0	-45,6	0	2013	12,3	0,0	-45,0	0,0
2000	13,0	0	-47,7	0	2014	10,8	0,0	-39,7	0,0
2001	13,7	0	-50,1	0	2015	9,6	-24,5	-35,3	89,9
2002	14,4	0	-52,8	0	2016	8,9	-4,3	-32,8	15,6
2003	14,9	0	-54,5	0					

6.3.3.2. Méthodologies relatives aux émissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts

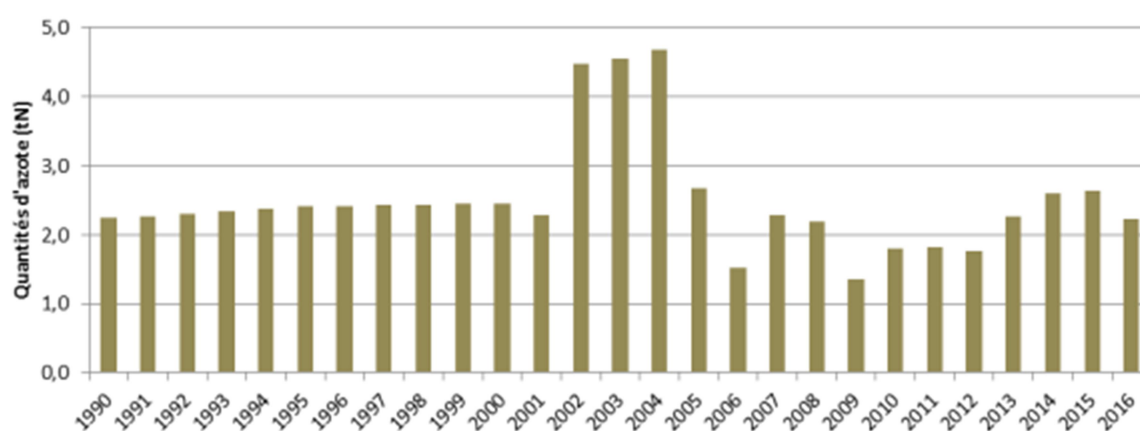
Méthodologie

Les quantités de fertilisants et leur teneur en azote sont fournis par les principaux gestionnaires des espaces verts publics et privés 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

Les principaux contributeurs sont La Direction de l'Aménagement Urbain (DAU), la mairie de Monaco ainsi que la SBM (Société des Bains de Mer).

Sur l'ensemble de la période la somme annuelle de l'azote des différents engrais utilisés est présenté ci-dessous

Quantité d'azote (tN) utilisée dans les espaces verts



Emission directe

Les émissions directes sont calculées grâce à l'équation 11.2 du volume 4 des lignes directrices 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 N₂O dues à l'application d'engrais synthétique et de N organique dans les conditions i (kg N₂O-N (kg entrées de N)⁻¹); i = 1, ..., n.

Il est considéré que les amendements organiques sont négligeables ainsi que les apports liés aux résidus et à la minéralisation des sols.

Les paramètres suivant sont appliqué à l'équation 11.2 du GIEC

FSN = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an ⁻¹	Donnée d'activité annuelle
FON = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FRR = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote et dues au renouvellement des fourrages/pâturages, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FMOS = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux associée aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FE1 = facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues aux entrées de N, kg N ₂ O-N (kg entrées de N) ⁻¹ (tableau 11.1)	0.01 (0.003-0.03)[kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
N ₂ O-NSO = émissions annuelles directes de N ₂ O-N imputables aux sols organiques gérés, kg N ₂ O-N an ⁻¹	Négligeable sur la période
N ₂ O-NPPP = émissions annuelles directes de N ₂ O-N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N ₂ O-N an ⁻¹	Nul sur la période

Emission indirectes

Les émissions indirectes liées à la volatilisation sont estimées grâce à l'équation 11.9 du volume 4 des lignes directrices 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."

$$N_2O_{Direct} - N = [(F_{SN} * Frac_{GAZE}) + ((F_{ON} + F_{PPP}) * Frac_{GAZM})] * FE_4$$

FSN = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an ⁻¹	Donnée d'activité annuelle
FracGAZ E = 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)	0.1
FON = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FPPP = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FracGAZ M [volatilisation de tous les engrais organiques au N appliqués, et des fèces et de l'urine déposées par les animaux paissant], (kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg N appliqué ou déposé) ⁻¹	0.2
FE4 = facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues au dépôt atmosphérique de N s[volatilisation et redépôt de N], kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilisé)	0.01

La conversion des émissions de N₂O-N en émissions de N₂O, pour l'établissement des rapports, se fait à l'aide de l'équation suivante :

$$N_2O_{Direct} = N_2O - N * 44/28$$

Le tableau suivant récapitule les résultats de l'application de la méthodologie de calcul.

Utilisation d'engrais et niveau d'émissions

	kg N/an	N ₂ O Em directes (t)	N ₂ OEm indirectes (t)	N ₂ O total (t)	N ₂ O total (kt CO ₂ eq)
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
2016	2 237	0,035	0,004	0,039	0,012

6.4. Produit ligneux récolté Cat4G

Lors de la revue intervenue en 2017, l'équipe d'expert en charge de l'audit a recommandé d'estimer les émissions de la catégorie 4G selon une méthodologie de niveau 1 afin de déterminer si la contribution de cette catégorie pouvait être significative et dans ce cas de proposer une explication de l'application de la méthode de niveau 1 au sein du NIR.

Monaco a pris en compte cette demande. Toutefois, il n'a pas encore été possible d'établir cette évaluation. Dans le cadre de son programme d'assurance qualité, Monaco pourrait être en mesure de proposer des éléments de réponse dans le cadre de son prochain inventaire.

Dans cette attente les clés de notation NO –NA ont été conservées pour cette catégorie.

6.5. Incertitudes et cohérence des séries temporelles

Pour le stock de carbone une incertitude de 20% est appliquée aux données d'activité compte tenu des incertitudes liées la méthode d'estimation de la surface de houppier.
Une incertitude de 30% est appliquée au facteur d'émissions et stockage de carbone.

Pour le N₂O les quantités d'azote inventorié sont bien renseignées et une erreur de 5% est appliquée pour la donnée d'activité. Un facteur d'incertitude de 50% est utilisé pour le facteur d'émissions

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

Il n'est pas réalisé de contrôle qualité spécifique à la catégorie.

6.7. Recalculs spécifiques au secteur

Il n'y a pas eu d'évolution de méthodologie entre le rapport 2017 et le rapport 2018, aussi aucun recalculs n'a été conduit.

Les principales modifications méthodologiques sont intervenues dans le cadre de la soumission du rapport 2017, pour le stock de carbone et pour les émissions relatives à l'utilisation d'engrais.

Ces évolutions ont été entre prise en coordination avec le CITEPA dans le cadre de notre démarche d'assurance qualité.

Pour le stock de carbone, le travail a porté sur la consolidation des données d'entrée (surface d'espace verts) à partir des série statistiques disponible, ainsi qu'une la simplification de la méthode d'estimation de la surface de houppier, en considérant que l'ensemble des arbres présentait une forme demi sphérique.

Concernant les émissions de N₂O liée à l'utilisation des engrais, il a été utilisé 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 de la méthode de niveau 1 donnée par l'équation 11.1.

6.8. Améliorations

6.8.1.1. Amélioration de l'information relative à l'estimation de la couverture de houppier

Des vérifications sont actuellement entreprises afin de renforcer les données d'activités relatives à et à l'évolution des espaces verts.

Ces vérifications concernent l'évolution des surfaces d'espaces verts sur la période préalable à 1990 pour permettre de consolider l'estimation de la variation du stock de carbone sur la première partie de la période de calcul.

La Direction de l'Environnement suit également toute évolution des systèmes d'information géographique de gestion des espaces verts dont les données pourraient permettre de consolider les données et les méthodologies de calcul.

6.8.1.2. Déchets verts et produits ligneux.

Des travaux sont actuellement entrepris afin d'opérer à une caractérisation des déchets incinérés (cf Secteur 1A1a). Cette caractérisation pourrait permettre l'amélioration de la connaissance des volumes de déchets verts et des différents produits ligneux entrant dans le processus de traitement des déchets et de contribuer également à aux estimations relatives aux produits ligneux.

6.9. 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)

Les émissions et puits de carbone du secteur des déchets en 2016 sont présentés dans le tableau 5 du cadre commun de présentation (CRF).

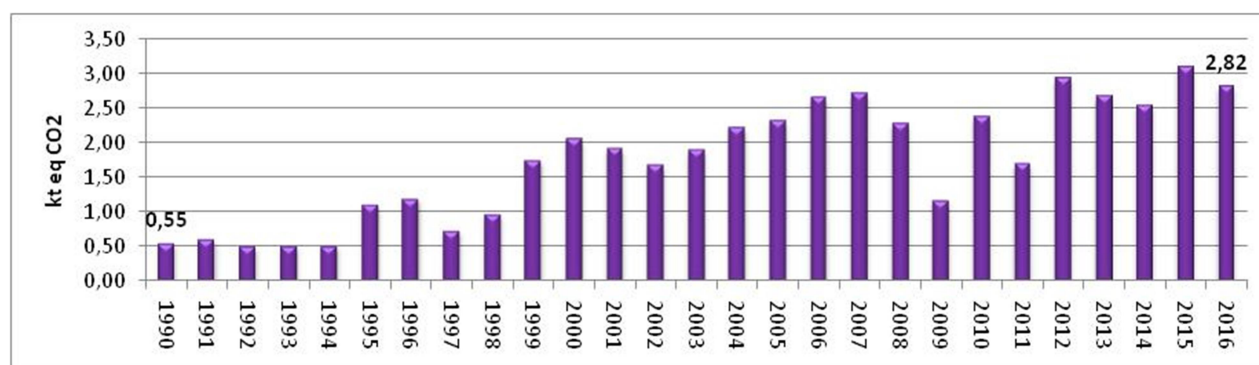
Les émissions du secteur déchets, sont en 2016 de : **2,82kt CO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculées sont de : **0,55 ktCO₂eq**

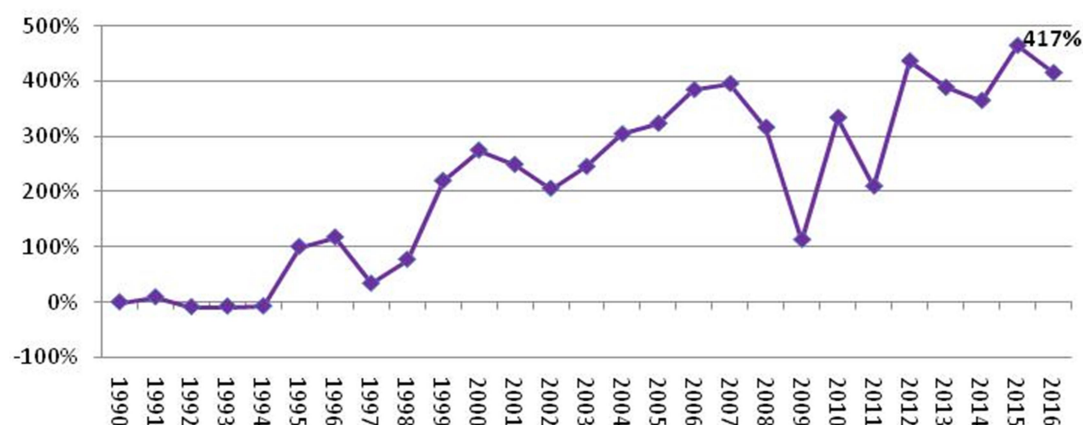
Soit une variation de : **+ 417 % (+ 2,28kt CO₂eq)**

Les émissions du secteur des déchets représentent : 3,59% des émissions globales en 2016
 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 2016



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 cette catégorie est proportionnel aux variations de la population et de la charge en polluants des eaux résiduaires à traiter au regard notamment des capacités de traitement.

7.1. 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. 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.

7.3. 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 au sein de la catégorie de la production publique d'énergie [1.A.1 Energy Industries 1.A.1.a Public Electricity and Heat Production 1.A.1.a.ii Combinedheat and power generation]

Les clés de notation NO, IE sont été utilisées dans le cadre de la section 5.C du CRF Reporter.

7.4. Traitement des eaux résiduaires (secteur 5.D.)

Les émissions de CH₄ de la catégorie 1.2.4. Traitement des eaux résiduaires (5.D.1) constitue une catégorie source clé d'émissions pour l'inventaire 2018.

7.4.1. Description de la catégorie source

Monaco, au sein d'un bassin hydrologique de 11 km², assure la collecte des eaux résiduaires du territoire et de certaines communes limitrophes, ainsi que le traitement de l'ensemble des eaux usées collectées.

Le taux de raccordement au réseau de collectes des eaux usées de la population de Monaco est de 100%.

La majeure partie du réseau de collecte est unitaire (eaux usées et pluviales mélangées). 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.

Les eaux résiduaires produites par les activités économiques (principalement des activités de services du secteur tertiaire) sont intégralement recueillies par le réseau de collectes des eaux domestiques et rapportées dans la catégorie 5.D.1 Domesticwaste water conformément aux Lignes Directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 5, paragraphe 6.2.3).

Aussi, aucune émission n'est reportée au sein de la catégorie 5.D.2 IndustrialWaste Water, pour laquelle la clé de notation IE est utilisée.

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 (B). En cas d'arrêt de l'usine de traitement, des eaux non traitées peuvent également être rejetées en mer (A).

L'UTER a une capacité hydraulique maximale de 31 000 m³/jour et de 1800 m³/heure pour à une capacité d'épuration maximale de 80 000 à 100 000 Equivalents Habitants (EH).

Les émissions de N₂O sont basées sur les caractéristiques locales de la population et les émissions de NMVOC sur les volumes d'eau résiduaires traitées.

Les émissions de CH₄ restent dépendantes des volumes rejetés directement en mer ou traitées. Dans ce dernier cas, la qualité du fonctionnement de l'usine va conditionner l'émission de CH₄.

7.4.1.1. Rejets en mer d'eaux non traitées (a)

En cas d'arrêt des installations de traitement, 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 sur débit ou de maintenance technique.

Conformément aux lignes directrices du GIEC de 2006, des émissions de CH₄ sont également estimées en considérant un risque d'anaérobiose dans le milieu récepteur pouvant provoquer l'émission de CH₄.

7.4.1.2. Traitement aérobie des eaux par l'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 (floculation) et au traitement secondaire des eaux (filtration biologique aérobie sur flore fixée - procédé Biocarbone).

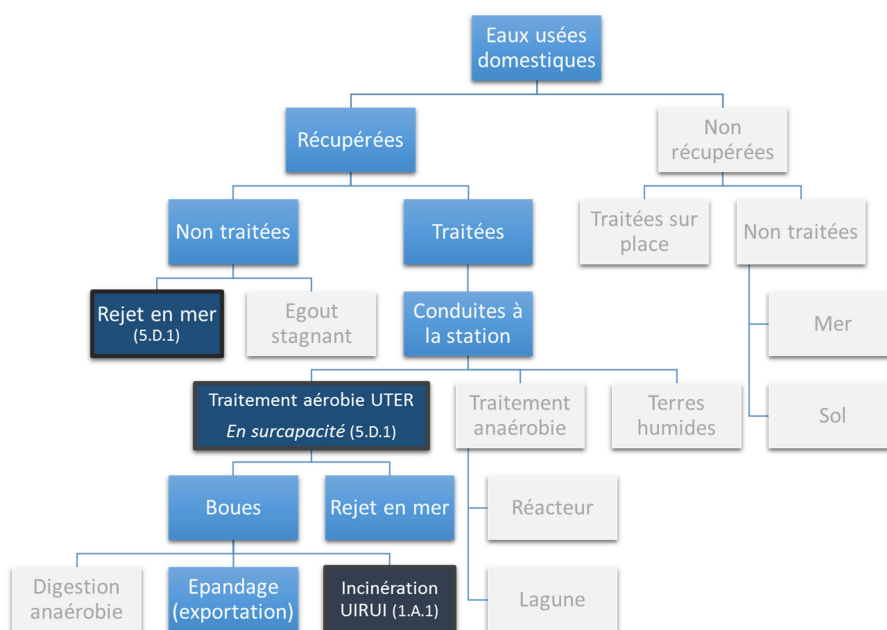
Les eaux traitées sont rejetées en mer par l'émissaire principal. La zone de réception des effluents se situe en zone marine ouverte pour favoriser la dispersion des effluents. Cette zone n'est pas soumise à des phénomènes d'eutrophisation.

Le traitement aérobie en mode de fonctionnement optimal ne génère pas d'émissions de CH₄. Seul un fonctionnement dégradé de la station (surcapacité) peut créer des conditions d'anaérobiose qui peuvent provoquer la formation de CH₄.

Ainsi, dans les estimations des émissions de CH₄, la capacité de traitement de l'usine UTER est donc prise en compte : l'usine de traitement des eaux usées de Monaco a été construite pour une capacité de traitement qui aujourd'hui se voit fréquemment dépassée à la suite de l'augmentation de la population et du développement des activités urbaines.

Il peut arriver que la charge polluante entrante dépasse les capacités de traitement de la station. Dans le cadre de l'application des GL GIEC2006, cette situation est identifiée comme pouvant générer des émissions de CH₄. Un renforcement des installations de traitements de l'eau et du transfert des boues d'épuration a été réalisé en 2008 pour répondre à l'augmentation des charges à traiter. Cependant la capacité de traitement reste limite et la qualité du traitement se dégrade progressivement. La construction d'une nouvelle station de traitement est initiée en 2018 pour être opérationnelle à l'horizon 2020.

La figure suivante met en évidence les étapes du processus de rejets directs (A) et de traitement (B) des eaux résiduaires (bleu clair) et les étapes pour lesquelles des émissions de CH₄ générées (bleu foncé) sont comptabilisées au sein de ce secteur ou au sein du secteur 1A1a.



7.4.2. Méthode d'estimation des émissions

Les émissions pour la catégorie 5.D.1 « Domesticwaster water » sont estimée pour le CH₄, le N₂O, ainsi que pour des COVNM.

Les méthodes de calcul utilisée pour cette catégorie sont de Tier 1st « T1 », avec un facteur d'émission « CS » pour le CH₄, « D » pour le N₂O et « D » pour les COVNM.

7.4.2.1. 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 de 2006.

Dans le système de gestion des eaux usées de Monaco, les émissions peuvent être dues :

- aux émissions liées au traitement des eaux (station aérobie en surcapacité),
- aux émissions liées aux rejets en mer d'eau non traitées.

Les émissions totales de CH₄ sont ainsi calculées :

$$CH4_{Emissions} = CH4_{(A) \text{ Rejet direct en mer}} + CH4_{(B) \text{ Traitement aérobie en surcapacité}}$$

Avec l'équation 6.1 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC, appliquée séparément pour chacun des types de traitement/rejets sous la forme suivante :

$$CH4_{Emissions(j)} = \left[\sum_{i,j} [(U_i * T_{i,j} * EF_j)] (TOW_j - S_j) \right] - R_j$$

j : type de traitement/rejets émetteur de CH₄ dans les circonstances nationales

Où j = (A) rejet direct en mer des eaux non traitées et (B) traitement aérobie UTER en cas de dépassement des capacités de traitement.

U_i : fraction de population par groupe de revenus i

T_i : degré d'utilisation du système de traitement pour chaque fraction de groupe par revenus i

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 :

Paramètres	Valeur retenue	Unités	Références	Commentaire
TOWA	Donnée d'activité	Kg/BO ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée à partir des charges en BO ₅ et la proportion d'eau rejetée sans traitement (A)
TOWB	Donnée d'activité	Kg/BO ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée à partir des charges en BO ₅ et la proportion avec traitement aérobie (B)
S_A	0	Kg/BO 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).
U_i	1		(CS) Spécifique au pays	Une seule classe de population est identifiée à Monaco, de type urbain
$T_{i,j}$	1		(CS) Spécifique au pays	Le degré d'utilisation à Monaco est estimé à 100%

EF est déterminé selon 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 domestiques):

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

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 lakedischarge) (D) Valeur par défaut
MCF_b	Selon la donnée d'activité		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices de l'IPCC. MCF variable suivant le fonctionnement normal ou surchargé de l'usine de traitement UTER MCF _b = 0 si le fonctionnement est optimal/ MCF _b = 0.3 si le fonctionnement est en surcapacité (CS) Spécifique au pays

7.4.2.2. 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 (N_{EFFLUENT}) est estimé grâce à l'équation 6.8 :

$$N_{effluent} = (P * Protéine * F_{NPR} * F_{NON-CON} * F_{IND-COM}) - N_{Boues}$$

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-CON} = 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
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)
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).
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).
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)
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).

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.

$$N_{2O \text{ Emissions}} = N_{\text{Effluent}} * EF_{\text{Effluent}} * 44/28$$

$N_{2O \text{ Emissions}}$ = 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).

7.4.2.3. Emissions de composé organique volatil non méthanique (COVNM)

L'estimation des émissions de COVNM est basée sur le facteur d'émission par défaut proposé dans EMEP/EEA Guidebook 2016 Volume 5D- *Table 3.1- Tier 1 emission factors for source category 5.D Wastewater handling* selon l'équation

$$COVNM_{Emissions} = V_{Effluent}(m^3) * EF_{pollutant}(mg/m^3) / 10^6$$

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).

Paramètres	Valeurs retenue	Unités	Références
EF _{NMVO}	15	mg/m ³ waste water handled	facteur d'émission pour les émissions de NMVOC d'eaux usées traitées selon la méthode de Tier 1 D) Valeur proposée par défaut dans EMEP/EEA Guidebook 2016

7.4.3. Données d'activités

7.4.3.1. Volumes des eaux, 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).

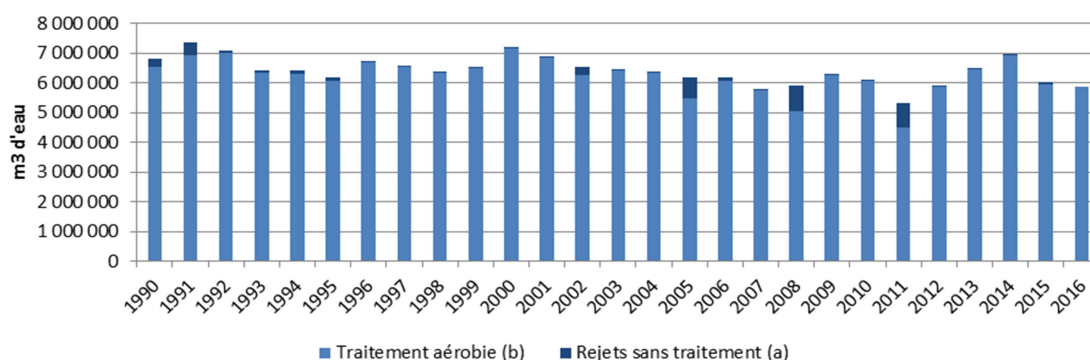
Les volumes des eaux usées non traitées correspondent aux arrêts de l'usine de traitement des eaux pour des opérations de maintenance ou en cas de dysfonctionnement.

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.

$$Volumes_{rejet\ direct} (m^3/an) = Volume_{moyen\ horai} (m^3/h) * N_{heure\ d'arrêt\ de\ la\ station} (h/an)$$

C'est en 2005, 2008 et 2011 que l'on observe les plus importants volumes d'eau non traitée qui sont la conséquence des arrêts de la station UTER pour des opérations de maintenance et de renforcement des capacités de traitement.

Données d'activités – Rejets annuels d'eaux résiduaires.



7.4.3.2. Détermination des matières organiques totales dans les eaux usées pour les voies de traitement (a) rejet direct en mer (TOW_a) et (b) traitement UTER (TOW_b)

La méthodologie actuelle de calcul des émissions de CH₄ est dépendante de trois paramètres principaux d'évolution des données d'activité.

- La variation des charges TOW (Données d'activité kgDBO₅/an).
- Les volumes d'eaux traitées et les volumes rejetés directement en mer (MCF=0.1)
- La qualité du traitement (0<MCF<0.3)

7.4.3.2.1. DBO₅ ANNUELLE

La quantité de DBO₅ annuelle des eaux traitées (TOW_b) et des eaux usées non traitées (TOW_a) est déterminée à partir des volumes journaliers d'eaux résiduaires multipliés par la concentration journalière en DBO₅ donnée par les analyses de surveillance de la station d'épuration UTER

$$DBO_{5_s} (kg/DBO_5/an) = \sum_{365} C_n DBO_5 (mg/l) * V_n(m^3/j) / 10^3$$

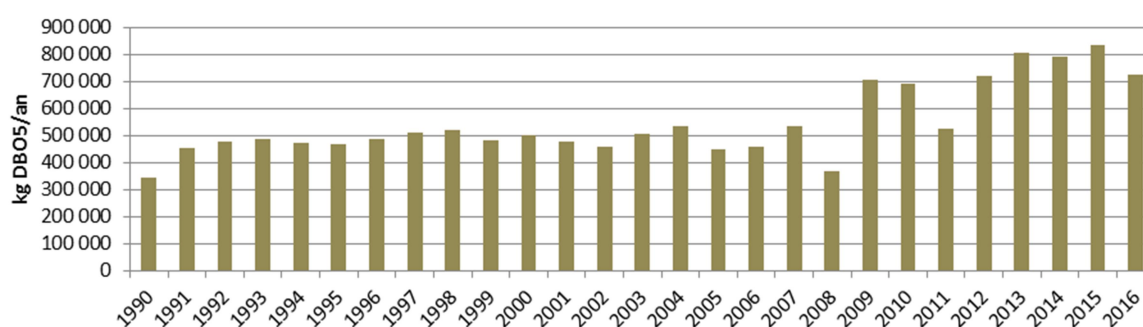
Données d'activités – TOW_a et TOW_b (kg DBO₅ an)



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 1.A.1 du cadre commun de reporting.

7.4.3.2.2. DETERMINATION DES DU FACTEUR DE CORRECTION DU METHANE (MCF) DU PROCEDE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

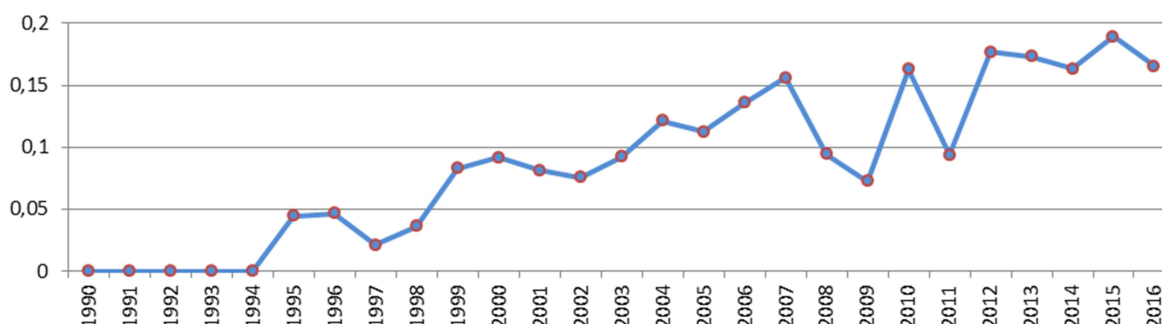
La fraction d'eaux résiduaires se dégradant par un procédé anaérobie est considérée comme très faible, voire nulle pour les systèmes de traitement aérobies bien gérés.

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

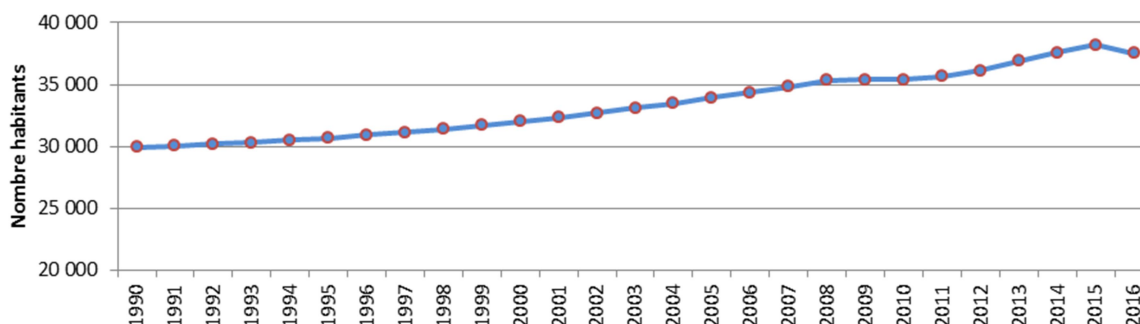


7.4.3.3. Evolution de la population

Pour estimer les émissions en N₂O, notamment en évaluant le N_{EFFLUENT}, il est nécessaire de connaître la population sur Monaco.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution de la population depuis 1990 (sources IMSEE).

Données d'activités – Evolution de la population



7.5. 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.

7.6. 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.

7.7. Contrôle qualité -Assurance Qualité spécifique

Conformément aux recommandations données dans la Review, un contrôle qualité des données utilisées a été effectué.

Lors de l'intégration des données dans le CRF, tableau 5.D.1.,

- la totalité de la charge organique (TOWa et TOWb) ;
- les données annuelles du N_{EFFLUENT} ;
- les valeurs des $F_{\text{NON-CON}}$ et $F_{\text{IND-COM}}$ utilisées dans les estimations ;
- les valeurs de la population dans la bonne unité ;

ont été reportées, en tenant compte des recommandations.

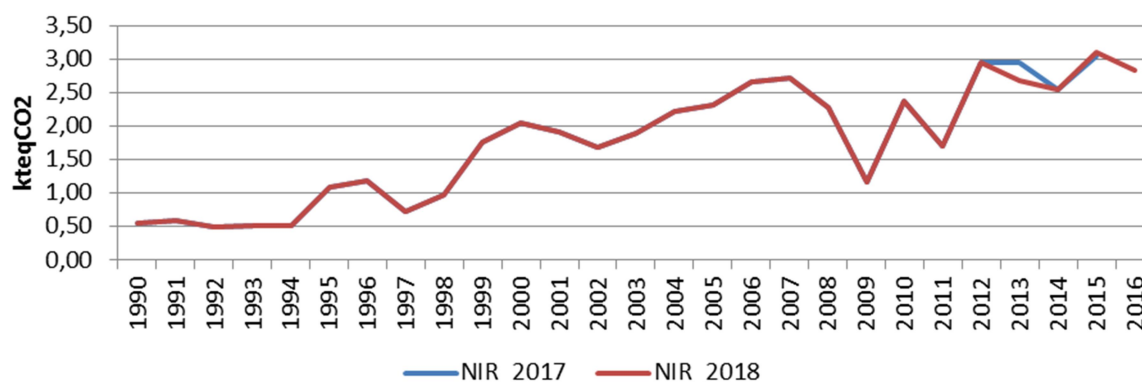
Les variations observées certaines années (2009-2011) peuvent s'expliquer par l'utilisation de donnée provenant de sources différentes. En effet les années où des arrêts de fonctionnement de la station de traitement ont eu lieu et en absence de données journalière issues de l'auto-surveillance, l'utilisation de données générales issues notamment des rapports annuels de fonctionnement (moyennes) ou la reconstruction de données d'activité sur certaines périodes peut néanmoins conduire à l'observation de ces variations.

Il a été vérifié la cohérence des données d'entrées avec la catégorie 1.A.1

7.8. Recalculs

7.8.1. Emissions de GES

Un contrôle qualité sur les données d'activité utilisées a mis en évidence des données erronées pour 2013. Une fois corrigées, les émissions GES recalculées sont présentées dans le graphique suivant mettant en évidence une légère surestimation présentée dans l'inventaire précédent.



7.8.2. Emissions de NMCOV

Un contrôle qualité sur les données d'activité a mis en évidence une erreur sur la méthodologie : dans les calculs les volumes totaux d'eaux usées étaient pris en compte auparavant. Désormais, seuls les volumes d'eaux usées traitées sont pris en compte. Cette différence de méthodologie peut impliquer une variation de 20% des émissions certaines années où l'usine a été arrêtée (par exemple en 2011).

7.9. Améliorations

Des travaux ont été initiés, afin de déterminer ou d'améliorer, les valeurs par défaut (D) ou l'amélioration des méthodologies utilisées pour l'estimation des émissions de GES (CH₄ et N₂O).

Ces travaux visent en particulier le CH₄:

La consolidation du paramètre S, relatif à la matière organique retirée en tant que boues.

L'utilisation de facteur MCF spécifique aux conditions de traitement et de rejets actuels. Un risque de surestimation des émissions ayant été pré-identifié dans le cadre de nos procédures d'assurance qualité.

Pour le N₂O, une 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, et donc un calcul direct de N_{EFFLUENT} en utilisant les rejets en volume et les teneurs en N (total) est envisagée.

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 au NIR 2018

L'inventaire 2017 a permis de rectifier certaines erreurs présentes dans les précédents inventaires, suite à des contrôles qualité ou détectées dans le cadre du précédent audit.

Le rapport a également été modifié. Le chapitre du secteur « industrie » est désormais plus lisible.

Enfin, le chapitre sur les catégories clés intègre une analyse de tier 2 et une annexe sur l'AQ/CQ, les références et le suivi des recommandations ont été ajoutées.

Les émissions relatives à la consommation d'urée et de lubrifiants a été estimée sur la série temporelle

Modifications méthodologiques apportées au NIR 2018

Les modifications méthodologiques listées ci-après ont été opérées dans l'inventaire 2018. 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 quantités de boues d'épuration incinérées

1A3a. Aviation nationale

- Corrections apportées sur les données d'activité.

1A3b. Transport routier

- Amélioration de la précision du modèle de calcul (prise en compte notamment de l'âge et des caractéristiques techniques des véhicules – norme Euro) et estimation des émissions liées à l'utilisation de lubrifiants

1B Emissions fugitives à partir des combustibles

- Des modifications ont été apportées sur les données d'entrée entre 2014 et 2016, suite à des précisions de la SMEG (fournisseur de données d'entrées).

Secteur des procédés industriels et utilisations d'autres produits

2D –Produits non énergétiques des carburants

- 2D1. Estimation des émissions des lubrifiants
- 2D3. Peinture -Application d'un facteur de conversion des litres en kilogrammes de certaines données d'activité sur la série temporelle
- 2D3. Urée – Estimation des émissions liées à la consommation d'Urée par le transport routier

2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone

- 2F1b. Prise en compte de la part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché avec les remplacements progressif du R12 par le 134a, puis du R134a par l'isobutane (R600) ; modification des données d'activités en conformité au tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC (charge-durée de vie) et prise en compte des appareillages du secteur hôtelier ;
- 2F1e Amélioration de la méthodologie de calcul ;
- 2F2a. Application des données corrigées de la population et des facteurs d'émissions consolidés ;
- 2F4a. Application de données corrigées de la population.

2G – Autres usages et fabrications de produits

- Les émissions de SF6 utilisé dans les accélérateurs de particules ont fait l'objet d'un recalcul sur toute la série temporelle en utilisant désormais une méthode CS couplée à un facteur d'émission CS, suite à la détermination d'un facteur d'émission CS de 230g/an/accélérateur de particules.
- Modifications apportées sur toute la série temporelle suite à des corrections de la formule de calculs et de données d'entrée de 2015.

Secteur UTCATF

4E- Etablissements :

- Amélioration de la transparence des méthodologies

Secteur des déchets

- Un contrôle qualité sur les données d'activité utilisées a mis en évidence des erreurs sur certaines données d'activité.

10.2. Recalculs - comparaison pour l'année de référence et 2015.

	NIR 2017	NIR 2018		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Année 1990	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
Total (net emissions)⁽²⁾	99,31	99,70	0,39	0,39
1. Energy	98,50	98,87	0,38	0,38
A. Fuel combustion (sectoral approach)	96,72	97,10	0,38	0,39
1. Energy industries	18,01	18,01	0,00	0,00
3. Transport	33,51	33,89	0,38	1,11
4. Other sectors	45,19	45,19	0,00	0,00
B. Fugitive emissions from fuels	1,78	1,78	0,00	0,00
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	1,78	1,78	0,00	0,00
2. Industrial Processes	0,27	0,28	0,02	5,32
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,01	0,04	0,04	85,15
F. Product uses as ODS substitutes	0,02	NO,IE	#VALEUR!	#VALEUR!
G. Other product manufacture and use	0,25	0,24	-0,01	-2,08
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA		
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	0,00	0,00	0,00	0,00
E. Settlements	0,00	0,00	0,00	0,00
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:				
International bunkers	6,61	6,64	0,03	0,45
Aviation	2,31	2,31	0,00	0,00
Navigation	4,29	4,32	0,03	0,69
CO₂ emissions from biomass	32,13	32,13	0,00	0,00
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	99,31	99,70	0,39	0,39
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	99,31	99,70	0,39	0,39

	NIR 2017	NIR 2018		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Année 2015	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
Total (net emissions)⁽²⁾	81,78	82,21	0,43	0,53
1. Energy	71,61	72,05	0,44	0,62
A. Fuel combustion (sectoral approach)	71,04	71,49	0,45	0,63
1. Energy industries	21,58	21,58	0,00	0,02
3. Transport	24,93	25,38	0,45	1,77
4. Other sectors	24,53	24,53	0,00	0,00
B. Fugitive emissions from fuels	0,58	0,57	-0,01	-1,75
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	0,58	0,57	-0,01	-1,75
2. Industrial Processes	7,09	6,99	-0,09	-1,35
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,11	0,13	0,02	11,67
F. Product uses as ODS substitutes	6,01	5,92	-0,08	-1,42
G. Other product manufacture and use	0,97	0,94	-0,03	-2,73
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA		
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	0,07	0,07	0,00	0,00
E. Settlements	0,07	0,07	0,00	0,00
5. Waste	3,01	3,09	0,08	2,71
D. Waste water treatment and discharge	3,01	3,09	0,08	2,71
Memo items:				
International bunkers	25,90	25,88	-0,01	-0,05
Aviation	3,03	2,72	-0,30	-11,16
Navigation	22,87	23,16	0,29	1,26
CO₂ emissions from biomass	42,82	42,89	0,08	0,18
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	81,71	82,14	0,43	0,53
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	81,78	82,21	0,43	0,53

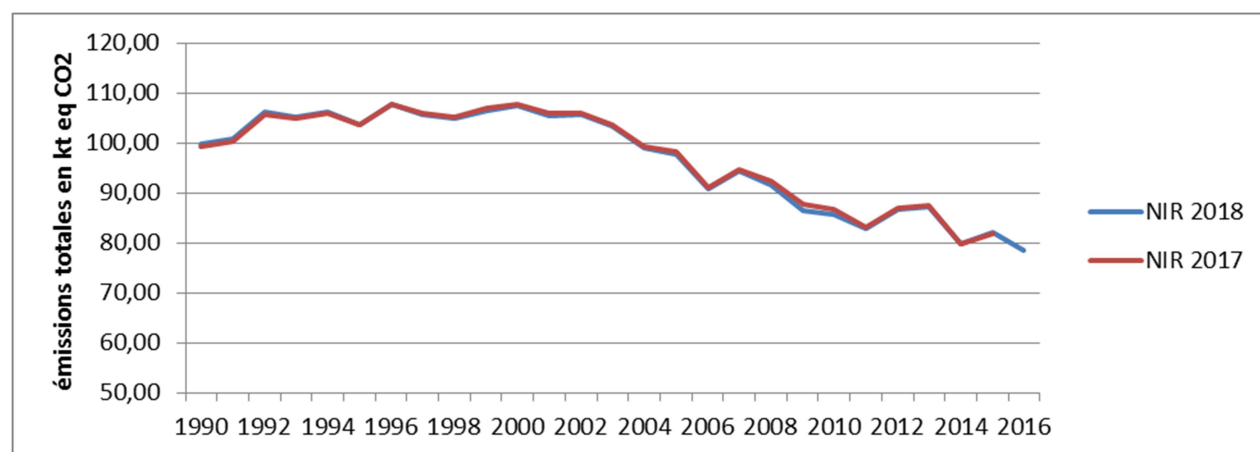
10.3. Implications sur les niveaux d'émissions

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 2017 et l'inventaire 2018



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 peu d'effets sur les tendances.

La diminution des émissions de GES observée en 2015 lors de l'inventaire 2017 était de -17,65%, elle est de -17,55 % pour l'inventaire 2018.

Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2017 et l'inventaire 2018



10.5. Améliorations planifiées

Sont d'ores et déjà planifiées les améliorations suivantes sur les secteurs clés :

- 1A1. Prise en compte des résultats de campagne de caractérisation des déchets de Monaco réalisée en 2016-2017, si les données sont pertinentes ;
- 1A3a. Consolidations des données d'activité ;
- 1A3b. Réalisation d'une estimation des émissions du transport routier à partir des données de trafic
- 1A3d. Utilisation des résultats de l'enquête « navigation » ;
- 1A4. Calculer les émissions de la catégorie 1A4 en différenciant le secteur résidentiel du secteur commercial / institutionnel et du secteur industriel lorsque la base de donnée sera disponible ou préalablement si des données pertinentes sont disponibles ;
- 2D. Estimation des émissions relatives à l'utilisation de paraffine ;
- 2F. Amélioration de la méthodologie de calcul des émissions relatives à l'utilisation de HFCs dans la climatisation résidentielle et commerciale, ainsi que la consolidation des données relatives à la climatisation mobile ;
- 4^E. Amélioration de l'information relative à la couverture de houppier et de la connaissance des déchets verts incinérés.
- 5D. Des travaux ont été initiés, afin de déterminer ou d'améliorer, les valeurs par défaut (D) ou l'amélioration des méthodologies utilisées pour l'estimation des émissions de GES (CH₄ et N₂O).

10.6. Statut des recommandations

Secteur	Recommandations	Statut	Commentaire
General	Submit all the elements of the next inventory by 15 April 2018, as required by decision 24/CP.19.	fait	
	Amend the annex with information on the QA/QC and verification procedures implemented for each of the sectors.	fait	
	Revise the organization of the QA activities, taking into account that, in principle and in accordance with the IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, these should not be carried out by experts involved in the preparation of the inventory.	fait	
	Strengthen cooperation with national institutions and companies in order to increase the use of available country-specific data for the preparation of the inventory so as to develop more accurate estimates	non initié	ce point sera étudié au cas par cas dans le cadre de futures soumissions
	Present the results of the key category identification analysis following the format of tables 4.2 and 4.3 from volume 1 of the 2006 IPCC Guidelines.	fait	
	include in the NIR explanations of the underlying assumptions used to quantify and estimate the uncertainty for all categories. Where feasible, in particular for key categories, the ERT encourages Monaco to also include qualitative discussions of uncertainty.	initié	
Energie	submit its SEF tables by 15 April 2018	fait	
	Explain the difficulties with the availability of information in the NIR and try to develop methods to collect data in order to complete the reference approach	non initié	envisagé pour la prochaine soumission
	Repeat the survey on international and domestic navigation on a regular basis to enhance the accuracy of the allocation of emissions between international and domestic navigation	fait	
	Make efforts to report emissions from the commercial/institutional and residential subcategories separately	partiellement prévu	les données ne sont pas disponibles. des discussions seront engagées pour évaluer la donnée aux classifications CITI pour le gaz
	Revise the reporting of feedstocks and NEU of fuels in CRF table 1.A(d) in a consistent manner under the energy and industrial processes sectors and explain in the NIR the use and disposal of lubricants in the country	fait	
	explain the reason for the decreasing trend in the CEF for liquid biomass during the 1990s (from 25.47 t C/TJ in 1992 to 19.21 t C/TJ in 2001) and, if appropriate, correct the CEF.	prévu	sera étudié avec le CITEPA
	replace the notation key "NO" with 1 for the conversion factor (TJ/unit) of liquid biomass in CRF table 1.A(b). The ERT also recommends that Monaco correct the error in total biomass consumption reported for the reference approach.	fait	
	explain the reasons why the CEF for municipal waste (non-biomass fraction) (16.57 t C/TJ) is lower than the IPCC default value (25.0 t C/TJ, within a range of 20.0–33.0 t C/TJ) and, if appropriate, correct the CEF.	prévu	sera étudié avec le CITEPA
	explain in the NIR why it applies the EFs for gas/diesel oil boilers instead of those for residual fuel oil/shale oil boilers for estimating CH ₄ and N ₂ O emissions from public electricity and heat production (1.A.1.a), and correct it, if appropriate. The ERT notes that even if Monaco applied the incorrect default CH ₄ and N ₂ O EFs for the base-year inventory, the difference in emissions from applying the higher EFs for residual fuel oil/shale oil boilers would be below the significance threshold as defined in decision 24/CP.19, annex I, paragraph 37(b).	prévu	sera étudié avec le CITEPA et envisagé dans la prochaine soumission si approprié
	encourages the Party to update the waste fraction based on surveys in future submissions	prévu pour le NIR 2019	la caractérisation s'est terminée en décembre 2017 et les résultats ont été obtenus en avril 2018
	The ERT recommends that Monaco disaggregate emissions from categories 1.A.2, 1.A.4.a and 1.A.4.b. To aid in this effort, the ERT recommends that Monaco conduct a survey on fuel consumption of manufacturing industries and construction (1.A.2) and report in the NIR on the progress made in conducting such a survey. In conducting such a survey, the ERT encourages Monaco to contact SMEG to determine whether it can provide data on gas consumption for each category for the entire time series. The ERT also recommends that Monaco report the emissions from manufacturing industries and construction (1.A.2) as "IE" until the completion of the survey	prévu	voir supra

Secteur	Recommendations	Statut	Commentaire
IPPU	Justify the application of the EF for aerosol cans and verify the applicability of constant emissions across the time series.	fait	confirmé par CITEPA
	estimate CO2 emissions from lubricant use and report on the method and EFs used and the quality checks performed	fait	
	report parafin emissions in the next submission, for example by investigating data used by France, as Monaco also does for other sources. In the event that data are not available to estimate the emissions for this category, the ERT recommends that Monaco temporarily report the notation key "NE" for paraffin wax use.	prévu	problème de temps. calcul sera envisagé dans le NIR 2019. notation NE mentionnée
	include information in the NIR to describe observed fluctuations in HFC emissions from stationary air conditioning, for example by explaining that the trends are due to sales fluctuations from one year to the next.	fait	
	Include information on the trend in the use of PFCs	fait	
LULUCF	Provide more transparent information on the calculation of emissions from the burning of biomass of green waste, to ensure the consistency of the information reported, and on the allocation of emissions and carbon stock changes between the LULUCF, waste and energy sectors	fait	
	complete CRF table 4.1 with the land area for settlements remaining settlements.	fait	
	The ERT commends the Party for the provisional efforts by DAU to undertake a survey and recommends that the Party include in the NIR information on the area of crown cover change, in particular the definition of a "tree crown cover" land-use category and the related threshold criteria for conversion from "tree crown cover" to "other settlements", together with a clear explanation of any fluctuations in the NIR	fait	précisions apportées dans le NIR 2018
	include information in the NIR on how losses are calculated using allometric equations and that the Party use the correct notation key ("NE") in CRF table 4(V) for CO2 emissions from green waste collection instead of "NO" and "IE" for CH4 and N2O emissions instead of "NO". The ERT encourages Monaco to improve the description in the NIR of the characterization of green waste related to origin, size and tree type.	partiellement fait	CRF corrigé. L'amélioration des descriptions souhaitée nécessite des données non disponibles
	commends Monaco for conducting recalculations and recommends that the Party describe the underlying assumptions regarding the definitions of other settlements and tree crown cover with respect to the shape of trees. Should this category again be subject to recalculations in the next submission, the ERT recommends that the Party fully describe the reason for such recalculations in the section on recalculations in the NIR	fait	
	The ERT recommends that Monaco transparently document the AD and EFs used to estimate direct emissions from managed soils in the NIR and ensure that any methodological changes are reported in the relevant sections of the NIR on recalculations	prévu	
waste	The ERT recommends that the Party include explanations for any large inter-annual changes in the total organic product in the NIR and ensure that the total organic product reported in CRF table 5.D contains all DC, including the BOD discharged to the sea.	fait	
	The ERT recommends that Monaco include the AD for NEFFLUENT in CRF table 5.D	fait	
	recommends that Monaco report in the additional information table of CRF table 5.D the correct population and the actual values of FNON-CON and FIND-COM used in the calculations.	fait	
	use the notation key "IE" instead of "NO" in CRF table 5.D for industrial wastewater and describe in CRF table 9 that these emissions are included together with domestic wastewater	fait	
KP-LULUCF	Use the appropriate notation keys in the KP-LULUCF CRF tables to report on all mandatory activities under Article 3, paragraphs 3 and 4, of the Kyoto Protocol.	fait	
	Recommends that the Party include a comprehensive time-series analysis of land areas in its NIR. The ERT encourages Monaco to include in the NIR, if used in the analysis, the results of aerial surveys of the DPUM and IGN in the NIR.	fait	
	report its FM cap in the CRF accounting table.	fait	

10.7. Synthèse des émissions de 1990 et 2015 estimées dans les NIR 2017 et 2018

Tableau des émissions de l'année 1990 - soumission 2018

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2018 v1
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⁾	95,51	2,14	1,83	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	99,70
1. Energy	95,48	2,06	1,33						98,87
A. Fuel combustion (sectoral approach)	95,48	0,29	1,33						97,10
1. Energy industries	17,28	0,00	0,73						18,01
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
3. Transport	33,15	0,28	0,46						33,89
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	0,04	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	0,28
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	0,04	0,00	0,00						0,04
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				NO,IE	NO,IE	NO	NO	NO	NO,IE
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,02	NO	NO	0,22	NO	NO	0,24
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,IE	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,IE	0,01						0,00
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NO	NO	NO						NO
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	6,57	0,01	0,05						6,64
Aviation	2,29	0,00	0,02						2,31
Navigation	4,28	0,01	0,03						4,32
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 CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									99,70
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									99,70
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 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
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 2015 -soumission 2018

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2015

Submission 2018 v1

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⁾	69,69	3,20	3,31	5,92	NO,IE	0,08	NO	NO	82,21
1. Energy	69,51	0,70	1,85						72,05
A. Fuel combustion (sectoral approach)	69,51	0,13	1,85						71,49
1. Energy industries	20,23	0,00	1,35						21,58
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
3. Transport	24,85	0,12	0,40						25,38
4. Other sectors	24,43	0,01	0,09						24,53
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,57	NO						0,57
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,57	NO						0,57
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,13	0,00	0,86	5,92	NO,IE	0,08	NO	NO	6,99
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	0,13	0,00	0,00						0,13
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				5,92	NO,IE	NO	NO	NO	5,92
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,86	NO	NO	0,08	NO	NO	0,94
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,IE	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,IE	0,01						0,07
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NO	NO	NO						NO
5. Waste	NO,IE	2,50	0,59						3,09
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		2,50	0,59						3,09
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	25,61	0,06	0,22						25,88
Aviation	2,70	0,00	0,02						2,72
Navigation	22,90	0,06	0,20						23,16
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	42,89								42,89
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									82,14
Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									82,21
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 2015 -soumission 2017

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

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

11.1.1. Définition de forêt

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 adopté la définition suivante pour le terme « forêt » :

On entend par «forêt» une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,5 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.

Si l'on se réfère aux choix de la définition de la forêt par la FAO de 2001, celle-ci exclut les terres à vocation urbaine prédominante.

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 à la définition de forêt, car le type d'utilisation des terres est « établissement ».

11.2. Information sur les terres

En conformité avec les décisions 2/CMP 7, annexe I, paragraphes 25 et 2/CMP1 annexe II paragraphe 2(b)(i) une analyse a été conduite afin d'identifier les zones pouvant abriter des activités KP-LULUCF et en particulier la déforestation.

Bien que le territoire de Monaco soit exclusivement constitué d'établissement, cette analyse conduite en relation avec le CITEPA vise à identifier les zones susceptibles de rencontrer la définition de forêt

En effet, en dehors des seuils quantitatifs (surface, taux de couvert, hauteur des arbres), un critère d'usage dominant peut également être retenu. Le GIEC indique que « les définitions des catégories d'affectation des terres peuvent incorporer les types de couverture terrestre, être basées sur l'affectation des terres, ou faire un mélange des deux » (GIEC 2006, vol. 4, chap. 3, section 2). De fait, les six catégories mêlent utilisation (usage des terres) et occupation (couverture physique). Cette imprécision peut entraîner à première vue un doute quant au traitement de certains cas particuliers comme les terres boisées sans utilisation forestière, mais les définitions du GIEC précisent clairement ces cas. Ainsi, la catégorie Etablissements, inclut bien différents espaces bâtis et non bâtis, y compris boisés, « si tant est que ces terres sont associées fonctionnellement ou administrativement avec des villes, villages ou autres types d'établissements » (GIEC, 2006).

11.2.1. Territoire

Le territoire de Monaco présente une très forte densité urbaine, un milieu très transformé. L'espace aérien (immeubles, mobilier urbain, infrastructures) et souterrain (infrastructures, tunnels, parkings) est très encombré et laisse peu de place à la biomasse ligneuse. Il n'existe pas d'inventaire forestier, ni de gestion forestière à Monaco, simplement une gestion urbaine qui inclut le recensement et l'entretien des arbres d'ornement, dans les espaces publics et privés.

11.2.2.Espace verts

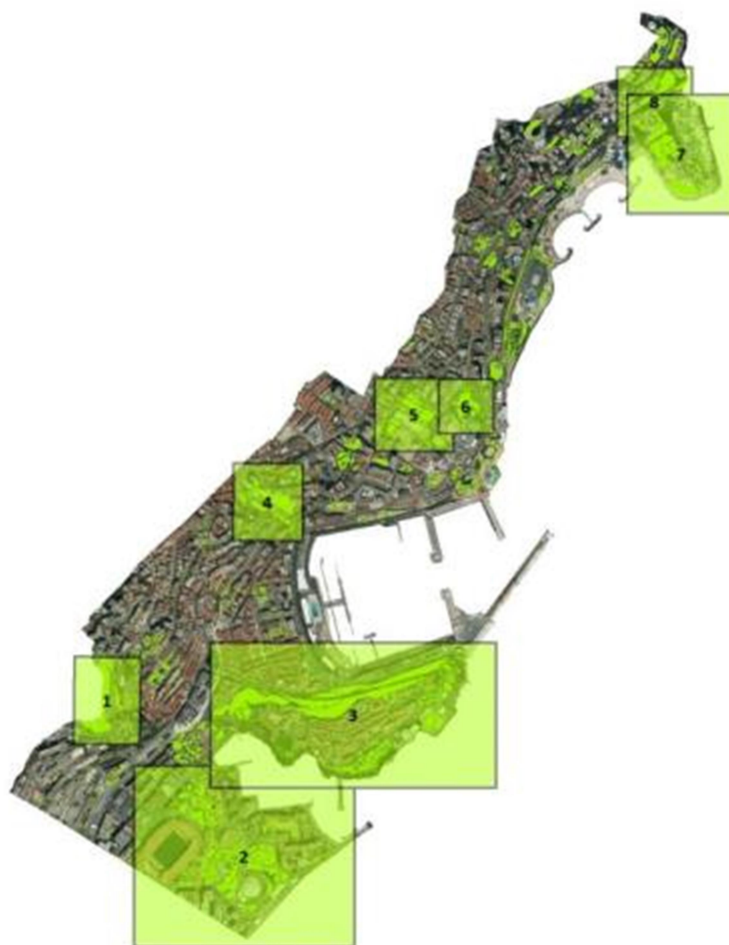
Sur les 202 ha du territoire, environs 20% sont constitués d'espaces verts (Monaco, DAU 2011). Cette superficie ne reflète pas la présence d'une importante zone arborée, mais cumule l'ensemble des jardins, parcs, terrasses, alignements d'arbres, etc... D'ailleurs, la gestion des arbres est renforcée par un « Code de l'Arbre » (Monaco, DAU 2011) qui définit les actions à mener pour gérer et conserver le patrimoine arboré. Les « zones vertes » sont constituées par des parcs ou jardins publics – aucune mention de bois et forêt n'est faite dans les textes réglementaires monégasques (voir l'Ordonnance-Loi n°674 du 3 novembre 1959, modifiée par la Loi n°718 du 27 décembre 1961, modifiée à compter du 23 décembre 2017 par la loi n° 1.446 du 12 juin 2017).

11.2.3.Zone d'analyse

8 zones d'analyse ont été retenues où les volumes d'espaces présentaient des caractéristiques pouvant se rapprocher des seuils quantitatifs de la définition de forêt.

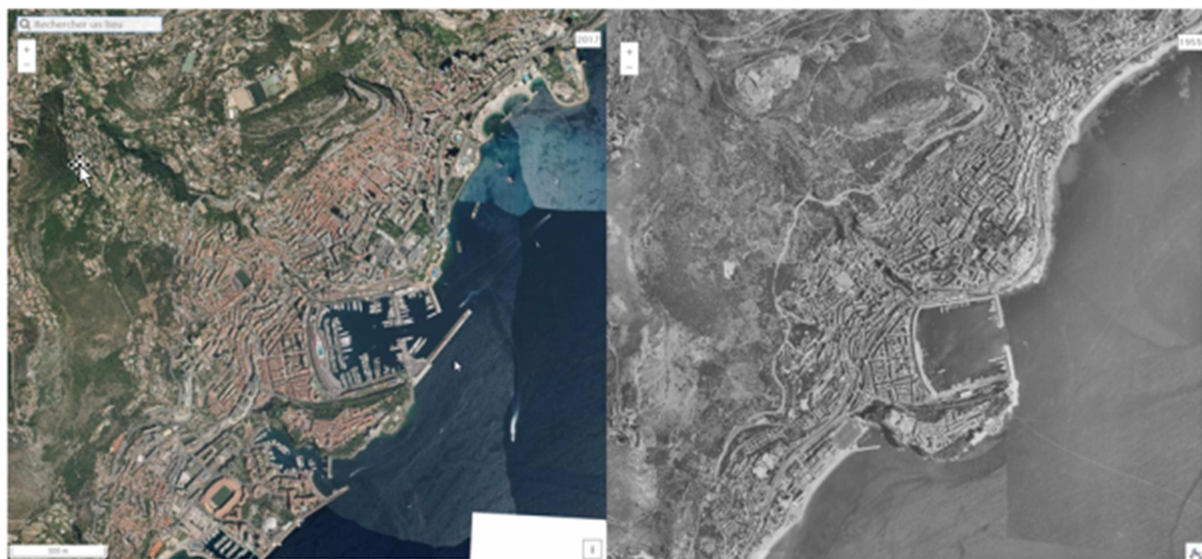
- Zone 1 Entrée de ville
- Zone 2 Fontvieille
- Zone 3 Rocher
- Zone 4 Vallon st Devote
- Zone 5 Petite Afrique
- Zone 6 Jardin des Spélugues
- Zone 7 Sporting d'été
- Zone 8 Testimonio

Cartographie des zones d'analyses



A partir des images de photographie aérienne de l'IGN pour les années 1986 et 2017 (<http://www.ign.fr/>) une analyse des images est fournie pour chaque zone.

11.2.3.1. Vue d'ensemble de l'évolution du territoire



Comparaison territoire entre 2017 et composition de cartes (1955-1965)

Ce que l'on remarque en premier lieu ce sont les extensions du territoire sur la mer au nord-est pour les années 1960 puis au sud-ouest avec le quartier de Fontvieille entre 1970 et 1980.

11.2.3.2. Zone 1 Entrée de ville



Entrée de ville – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (droite)

Sur la gauche de l'image un espace vert et les serres du Jardin exotique sont actuellement en travaux dans le cadre d'une opération immobilière. Au-dessus de cette zone, un parc destiné au sport a laissé sa place aux nouvelles serres du Jardin Exotique de Monaco.

11.2.3.3. Zone 2 Fontvieille



Fontvieille – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (droite)

La zone de Fontvieille est constituée d'un ensemble disparate de jardins d'immeubles, de parcs publics, d'espaces sportifs et de toitures végétalisées. Certains de ces espaces sont plantés sur des dalles (voir ci-dessous). Il est annoté qu'en 1986 l'aménagement du nouveau quartier de Fontvieille n'est pas terminé.

Il est à noter que les espaces verts sur ce quartier gagné sur la mer sont généralement réalisés sur des dalles pouvant abriter des infrastructures.



11.2.3.4. Zone 3 Rocher



Rocher – Comparaison 1986 (haut) – 2017 (bas)

Observation de ces photographies aériennes : les espaces boisés autour du quartier de Monaco-Ville et du Palais.

D'une part, la continuité entre ces espaces est interrompue par plusieurs routes. Ces espaces boisés sont pour certains des alignements d'arbres en bord d'avenue, pour d'autres la végétation poussant sur les fortes pentes. Au-delà de leur structure, c'est leur usage qui est urbain, et non forestier.

11.2.3.5. Zone 4 Vallon st Dévôte



Vallon Sainte Dévôte – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (droite)

Le cas du vallon est typique des espaces vert que l'on peut retrouver à Monaco (Rocher –Jardin exotique et entrée de ville) marqué par une forte verticalité.

Entre les deux périodes, il y a eu la construction de la gare souterraine de Monaco dont la partie visible se trouve au fond du Vallon.

On note la création d'espace vert sur dalle.

11.2.3.6. Zone 5 Petite Afrique



Les jardins à la Française du casino de Monaco (SBM) ont laissé place à des constructions provisoire abritant les commerces précédemment intégré aux bâtiment sur lequel une opération immobilière est en cours.

En haut de l'image, les Jardins de la Petite Afrique (SBM), espace à vocation urbaine largement revêtu et complanté d'arbres d'ornement.

11.2.3.7. Zone 6 Jardin des Spélugues



Le jardin des Spélugues correspond à un espace d'environ 0,7 m², donc au-delà du seuil de 0,5 ha. Il s'agit cependant d'un espace urbain, attenant au Casino, sans vocation forestière.

11.2.3.8. Zone 7 Sporting d'été



Sporting d'été – Comparaison 1986 (gauche) – 2017 (droite)

Le terre-plein du Sporting d'été est un espace complètement artificialisé incluant maintenant le Monte-Carlo Bay Hotel & Resort, incluant piscines et larges espaces revêtus, avec de petits espaces arborés en aucun cas assimilables à de la forêt.

11.2.3.9. Zone 8 Testimonio



11.2.4. Conclusion

Quelle que soit la donnée utilisée, on peut conclure qu'il n'y a pas eu durant la totalité de la période de rapportage et qu'il n'y a pas aujourd'hui d'espace pouvant répondre aux critères de définition de la forêt tels que définis par le GIEC dans le cadre des inventaires d'émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble des surfaces est en « Etablissements », mais il est possible pour Monaco de considérer des sous catégories, et aussi de comptabiliser l'évolution de la biomasse dans ces zones artificialisées.

11.3. 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.

11.4. 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.

11.5. 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 et ne dispose pas par conséquent d'un Niveau de Référence pour la Gestion Forestière (FMRL).

C'est pourquoi la notation « NO » a été utilisée dans les tables du CRF qui correspondent à l'Article 3.4.

Toutefois, dans le cadre de l'audit du NIR 2017, un plafond de gestion forestière (FM Cap) a été calculé à hauteur de 3,5% des émissions de l'année de référence.

Le plafond annuel calculé dans le cadre du NIR 2018 est de 3,49 kt CO₂eq.

11.6. 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.

Le registre monégasque des échanges de quotas d'émission a achevé le processus de mise en production et est devenu pleinement opérationnel avec le Relevé International des Transactions (ITL) le 9 septembre 2015. Dans le cadre du processus de mise en production, la quantité attribuée de la première période de 495 221 AAU a été transférée dans le registre.

La Principauté de Monaco utilise le logiciel de registre CR, qui a été développé par Lippke & Wagner GmbH. Ce dernier assure les développements et la maintenance du registre monégasque.

La Principauté de Monaco coopère également avec la Confédération Suisse qui utilise le même logiciel pour son registre.

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 2017 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 publics » 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 n'ont pas fait l'objet de modification, etsont 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

L'entité administrative chargée d'administrer le registre monégasque des émissions de gaz à effet de serre est :

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 ChhayavuthKheng

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

13.2. Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire

Un nouvel expert en charge de la réalisation des calculs a été recruté en novembre 2017 au sein de l'équipe d'inventaire.

14. Modifications apportées au registre national

Le registre monégasque est opérationnel depuis 2015.

Des modifications ont été apportées en 2015, non reportées dans le rapport de 2016. Elles sont reportées dans ce rapport.

Reporting Item	Description
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(a) Change of name or contact	No change.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(b) Change regarding cooperation arrangement	No change of cooperation arrangement occurred during the reported period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(c) Change to database structure or the capacity of national registry	The following relevant changes occurred in 2015. New registry operating system platform and database New registry hardware infrastructure New registry software provider New registry software
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(d) Change regarding conformance to technical standards	In September 2015, the new registry software successfully passed the Annex H test and therewith conforms to the technical standards as specified in the UNFCCC Data Exchange Standards for registry systems under the Kyoto Protocol (technical design specification).
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(e) Change to discrepancies procedures	No change of discrepancies procedures occurred during the reported period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(f) Change regarding security	No change of security measures occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(g) Change to list of publicly available information	No change to the list of publicly available information occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(h) Change of Internet address	No change of the registry internet address occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(i) Change regarding data integrity measures	No change of data integrity measures occurred during the reporting period.
15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(j) Change regarding test results	No change of test results occurred during the reporting period.

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 ;
- Limiter les émissions relatives aux gaz fluorés.

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

La Principauté de Monaco a fait de la lutte contre la pauvreté sa priorité d'intervention. Les principaux bénéficiaires sont les personnes les plus démunies, les populations vivant en zone rurale, les enfants et les adultes porteurs d'un handicap, les réfugiés, les femmes et les enfants vivant dans des conditions précaires, notamment en situation de rue.

Les 8 Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) constituent le fil conducteur de la politique de coopération au développement du Gouvernement de la Principauté de Monaco et sont déclinés à travers 4 domaines d'intervention : Santé, Education, Microéconomie et Environnement.

En termes de répartition géographique, l'aide est essentiellement concentrée sur le continent africain, ciblant plus particulièrement les Pays les Moins Avancés (PMA) tels que le Burkina-Faso, le Burundi, Haïti, le Mali, la Mauritanie, Madagascar, le Mozambique, le Niger, le Sénégal, le Soudan, le Kenya, Haïti, Equateur , Philippine,

Ethiopie, Vanuatu et le Timor-Leste. Des projets sont également soutenus dans le Bassin méditerranéen (pays historiques de coopération) et en Mongolie.

La Coopération monégasque se voulant une coopération de proximité, un effort particulier est apporté au déploiement de la coopération bilatérale. Une part de l'Aide Publique au Développement (APD) monégasque est également versée au titre du canal multilatéral pour des programmes et projets qui sont conformes aux priorités politiques poursuivies par la Principauté de Monaco sur la scène internationale comme la protection de l'environnement, l'action humanitaire, la santé, l'aide au renforcement des capacités, la protection des enfants et les droits de l'homme. En plus de l'aide octroyée dans le cadre des coopérations bilatérale et multilatérale, des aides humanitaires d'urgence sont délivrées pour soutenir les populations touchées par des catastrophes naturelles ou des pénuries alimentaires.

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)

En complément des crédits alloués chaque année au titre de l'APD, des crédits spécifiques ont été inscrits au budget de l'Etat pour soutenir des actions de lutte contre les changements climatiques dans les pays en développement. Ces crédits sont donc nouveaux et additionnels à l'APD.

Dans ce cadre, un Protocole d'Accord a été signé en janvier 2011 avec la République Tunisienne pour le renforcement des capacités de l'autorité compétente en matière de promotion du Mécanisme de Développement Propre (MDP) dans le secteur de l'énergie et de l'industrie afin d'augmenter le nombre de projets dans ces secteurs. Afin de tenir compte des avancées de la négociation intergouvernementale sur le climat à Cancún et à Durban, une quatrième activité complémentaire a été initiée en 2012 avec pour objectif d'accompagner la formulation de Mesures d'Atténuation Appropriées au niveau National - NAMA (définition d'une stratégie nationale et d'un premier portefeuille de projets NAMA).

Toujours concernant des financements spécifiquement dédiés au climat, un système pilote d'irrigation à partir de l'énergie solaire photovoltaïque a été installé en 2011 dans une oasis au Maroc afin de démontrer l'avantage de cette technologie par rapport à l'utilisation des sources d'énergie conventionnelles pour l'irrigation des parcelles agricoles.

15.3.1. Aide fournie aux pays en développement particulièrement vulnérables aux changements climatiques

Entre 2014 et 2017, plus de la moitié de l'APD monégasque a été consacrée à des PMA, pays considérés comme particulièrement vulnérables au changement climatique. Dans ces pays, les actions soutenues s'inscrivent principalement dans les secteurs de la santé et de l'éducation, en adéquation avec les besoins prioritaires.

Au titre de la lutte contre les effets adverses du changement climatique, on peut citer les actions soutenues en Mongolie visant à mettre en place des concepts innovants de production agricole et d'élevage adaptés aux extrêmes climatiques. Les modes de production agricole et d'élevage mis en place permettront aux populations nomades de continuer à vivre de leurs moyens de subsistance traditionnels. L'association Akamasoa du Père Pedro Opeka à Madagascar avec la société Solarplexus basée à l'île de la Réunion projettent d'installer une unité photovoltaïque à Antolojanahary à Madagascar. L'apport monégasque pour ce projet s'élève à 80 000 €.

Sur le plan du multilatéral, la Principauté de Monaco a apporté en 2017 une contribution de 500 000 euros au Fonds Vert pour le Climat et sa contribution ne cesse d'augmenter.

15.3.2. Octroi de ressources financières

En 2017, le montant total de l'APD, exclusivement délivrée sous forme de subventions, s'est élevé à 586 462.17 Euros dont plus de 10% alloués à des projets dans le domaine de l'environnement. Ces projets se déclinent selon les deux axes d'intervention suivants :

- Lutte contre la désertification et le changement climatique
- Conservation de la biodiversité et promotion de l'écotourisme

L'aide apportée selon ces deux axes d'intervention se concentre sur des projets alliant des objectifs de préservation de l'environnement et de développement socio-économique des populations locales. En matière de conservation de la biodiversité, les projets cofinancés visent à renforcer l'efficacité de gestion d'aires protégées (terrestres et marines) pour en faire des atouts de développement économique et social des zones riveraines notamment à travers la création d'activités écotouristiques.

D'autres projets concernent la diffusion de modes de gestion durable d'écosystèmes forestiers et oasiens fortement menacés par les activités humaines et le phénomène de désertification.

Enfin, en Mongolie, les initiatives visent à lutter contre le surpâturage et la désertification et à prévenir les phénomènes climatiques extrêmes afin de permettre aux populations nomades de mieux résister à ces événements et de continuer à vivre de leurs moyens de subsistance traditionnels. L'ensemble de ces actions est comptabilisé au titre de l'APD.

15.3.3. Activités relatives au transfert de technologies

En 2017, l'association Akamasoa du Père Pedro Opeka à Madagascar avec la société Solarplexus basée à l'île de la Réunion vont installer une unité photovoltaïque à Antolojanahary à Madagascar afin de démontrer l'avantage de cette technologie par rapport à l'utilisation des sources d'énergie conventionnelles pour l'irrigation des parcelles agricoles. L'exécution de cette action a été réalisée par une société privée monégasque sur des financements publics spécifiques à la lutte contre le changement climatique autres que ceux de l'APD.

16. Autres Informations

Pas d'autre information.

17. Références

EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, juillet 2016

Lignes Directrices 2006 - GIEC

IMSEE – Monaco en chiffres – édition 2017

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 2017: monacostatisticspocket. Institut Monégasque de la Statistique et des Etudes Economiques.
<http://www.gouv.mc/content/download/304645/3458746/file/monaco%20en%20chiffres%202017.pdf>

Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and gas industry – API – August 2009

Inventaires et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions 2004, données de base, 2006, ARMINES 60588, ADEME

Inventaire des émissions des fluides frigorigènes et leurs prévisions d'évolutions jusqu'en 2025, 2011, ARMINES ADEME

.

18. ANNEXE 1 - ANALYSE DES CATEGORIES CLES

L'analyse des catégories principales, appliquée à son inventaire soumis en 2016, 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. Résumé des catégories clés

TABLE 7 SUMMARY OVERVIEW FOR
(Sheet 1 of 1)

Inventory 2016
Submission 2018 v1
MONACO

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source identification		Key category excluding LULUCF	Key category including LULUCF
		L	T		
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2		X	X	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Biomass	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Biomass	N2O	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacture and construction	N2O				

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source identification		Key category excluding LULUCF	Key category including LULUCF
		L	T		
1.A.3.a Domestic Aviation	CO2				
1.A.3.a Domestic Aviation	CH4				
1.A.3.a Domestic Aviation	N2O				
1.A.3.b Road Transportation	CO2	X	X	X	X
1.A.3.b Road Transportation	CH4				
1.A.3.b Road Transportation	N2O				
1.A.3.c Railways	CO2				
1.A.3.c Railways	CH4				
1.A.3.c Railways	N2O				
1.A.3.d Domestic Navigation - Liquid Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.3.d Domestic Navigation - Liquid Fuels	CH4				
1.A.3.d Domestic Navigation - Liquid Fuels	N2O				
1.A.3.d Domestic Navigation - Gaseous Fuels	CO2				
1.A.3.d Domestic Navigation - Gaseous Fuels	CH4				
1.A.3.d Domestic Navigation - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.3.d Domestic Navigation - Other Fossil Fuels	CO2				
1.A.3.d Domestic Navigation - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.3.d Domestic Navigation - Other Fossil Fuels	N2O				
1.A.3.d Domestic Navigation - Biomass Fuels	CH4				
1.A.3.d Domestic Navigation - Biomass Fuels	N2O				
1.A.3.e Other Transportation	CO2				
1.A.3.e Other Transportation	CH4				
1.A.3.e Other Transportation	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.4 Other Sectors - Liquid Fuels	CH4				
1.A.4 Other Sectors - Liquid Fuels	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Solid Fuels	CO2				
1.A.4 Other Sectors - Solid Fuels	CH4				
1.A.4 Other Sectors - Solid Fuels	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.4 Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4				

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source identification		Key category excluding LULUCF	Key category including LULUCF
		L	T		
1.A.4 Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Other Fossil Fuels	CO2				
1.A.4 Other Sectors - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.4 Other Sectors - Other Fossil Fuels	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Peat	CO2				
1.A.4 Other Sectors - Peat	CH4				
1.A.4 Other Sectors - Peat	N2O				
1.A.4 Other Sectors - Biomass	CH4				
1.A.4 Other Sectors - Biomass	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Liquid Fuels	CO2				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Liquid Fuels	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Liquid Fuels	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Solid Fuels	CO2				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Solid Fuels	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Solid Fuels	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Gaseous Fuels	CO2				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Gaseous Fuels	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Other Fossil Fuels	CO2				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Other Fossil Fuels	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Peat	CO2				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Peat	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Peat	N2O				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Biomass	CH4				
1.A.5 Other (Not specified elsewhere) - Biomass	N2O				
1.B.1 Fugitive emissions from Solid Fuels	CO2				
1.B.1 Fugitive emissions from Solid Fuels	CH4				
1.B.2.a Fugitive Emissions from Fuels - Oil and Natural Gas - Oil	CO2				
1.B.2.a Fugitive Emissions from Fuels - Oil and Natural Gas - Oil	CH4				
1.B.2.b Fugitive Emissions from Fuels - Oil and Natural Gas - Natural Gas	CO2				
1.B.2.b Fugitive Emissions from Fuels - Oil and Natural Gas - Natural Gas	CH4		X	X	X
1.B.2.c Fugitive Emissions from Fuels - Venting and flaring	CO2				
1.B.2.c Fugitive Emissions from Fuels - Venting and flaring	CH4				

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source identification		Key category excluding LULUCF	Key category including LULUCF
		L	T		
1.B.2.c Fugitive Emissions from Fuels - Venting and flaring	N2O				
1.B.2.d Fugitive Emissions from Fuels - Other	CO2				
1.B.2.d Fugitive Emissions from Fuels - Other	CH4				
1.B.2.d Fugitive Emissions from Fuels - Other	N2O				
1.C CO2 Transport and Storage	CO2				
2.A.1 Cement Production	CO2				
2.A.2 Lime Production	CO2				
2.A.3 Glass Production	CO2				
2.A.4 Other Process Uses of Carbonates	CO2				
2.B.1 Ammonia Production	CO2				
2.B.1 Ammonia Production	CH4				
2.B.1 Ammonia Production	N2O				
2.B.2 Nitric Acid Production	N2O				
2.B.3 Adipic Acid Production	CO2				
2.B.3 Adipic Acid Production	N2O				
2.B.4 Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production	CO2				
2.B.4 Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production	N2O				
2.B.5 Carbide Production	CO2				
2.B.5 Carbide Production	CH4				
2.B.6 Titanium Dioxide Production	CO2				
2.B.7 Soda Ash Production	CO2				

B. Evaluation des catégories principales pour l'année 1990 – Méthode Tier 1

Code GIEC	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
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,361	0,000	0,361	0,000	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,325	0,000	0,325	0,000	32,5%	68,6%	32,5%	68,6%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,162	0,000	0,162	0,000	16,2%	84,8%	16,2%	84,8%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,091	0,000	0,091	0,000	9,1%	93,9%	9,1%	93,9%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,018	0,000	0,018	0,000	1,8%	95,7%	1,8%	95,7%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,011	0,000	0,011	0,000	1,1%	96,8%	1,1%	96,8%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,006	0,000	0,006	0,000	0,6%	97,4%	0,6%	97,4%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	97,9%	0,5%	97,9%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,4%	0,5%	98,4%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,9%	0,5%	98,9%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,003	0,000	0,003	0,000	0,3%	99,2%	0,3%	99,2%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,4%	0,2%	99,4%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,6%	0,2%	99,6%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,8%	0,2%	99,8%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	N2O	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	100,0%	0,1%	100,0%
4.C.1	Grassland	Carbon stock change	CO2	kt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%

C. Evaluation des catégories principales pour l'année 2016 – Méthode Tier 1

Code GIEC	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
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,279	0,036	0,279	0,036	28,0%	27,9%	27,9%	27,9%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,245	0,065	0,245	0,065	24,5%	52,4%	24,5%	52,4%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,150	0,047	0,150	0,047	15,0%	67,4%	15,0%	67,4%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,145	0,171	0,145	0,171	14,5%	81,9%	14,5%	81,9%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,069	0,054	0,069	0,054	6,9%	88,8%	6,9%	88,8%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,028	0,022	0,029	0,022	2,8%	91,6%	2,9%	91,7%
1.A.3.b	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,021	0,012	0,021	0,012	2,1%	93,7%	2,1%	93,8%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,4%	95,1%	1,4%	95,2%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	kt	0,008	0,006	0,008	0,006	0,8%	95,9%	0,8%	96,0%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,007	0,008	0,007	0,008	0,7%	96,6%	0,7%	96,7%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,007	0,002	0,007	0,002	0,7%	97,3%	0,7%	97,4%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,006	0,003	0,006	0,003	0,6%	97,9%	0,6%	98,0%
1.A.3.d	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,4%	0,5%	98,5%
2.F.4	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,003	0,002	0,003	0,002	0,3%	98,7%	0,3%	98,8%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,001	0,002	0,001	0,2%	98,9%	0,2%	99,0%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,002	0,007	0,002	0,007	0,2%	99,1%	0,2%	99,2%
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	kt	0,002	0,001	0,002	0,001	0,2%	99,3%	0,2%	99,4%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	N2O	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	99,4%	0,1%	99,5%
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1%	99,5%	0,1%	99,6%
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1%	99,6%	0,1%	99,7%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1%	99,7%	0,1%	99,8%
1.A.3.d	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1%	99,8%	0,1%	99,9%
4.C.1	Grassland	Carbon stock change	CO2	kt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0%	99,8%	0,0%	99,9%

C. Evaluation des catégories principales pour l'année 2016 – Méthode Tier 2

Code GIEC	Catégorie	Classification	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2016 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2016	Cumul avec UTCATF (%)	Incertitude sur émissions (%)	contribution x incertitude	Evaluation niveau Tier 2 (%)	Cumul tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	16,18086	19,27297	24,5	24,5	27,2	666,9	0,3	0,3	1
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	1,77049	0,56555	0,7	25,2	708,7	509,9	0,2	0,5	2
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	32,42327	21,97000	27,9	53,2	8,0	223,6	0,1	0,6	3
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	0,46491	0,58245	0,7	53,9	253,9	188,1	0,1	0,7	4
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	0,56050	1,06703	1,4	55,3	100,1	135,9	0,1	0,7	5
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	9,03023	11,82667	15,0	70,3	8,6	129,4	0,1	0,8	6
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	36,01523	11,37433	14,5	84,8	7,0	101,3	0,0	0,8	7
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	0,08165	2,24104	2,9	87,6	32,0	91,2	0,0	0,9	8
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	N2O	0,04760	0,06251	0,1	87,7	1000,0	79,5	0,0	0,9	9
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	N2O	0,08690	0,02745	0,0	87,8	1000,0	34,9	0,0	0,9	10
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	0,21664	0,10659	0,1	87,9	253,9	34,4	0,0	0,9	11
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	0,02377	0,62156	0,8	88,7	32,0	25,3	0,0	1,0	12
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	0,16711	0,18532	0,2	88,9	100,1	23,6	0,0	1,0	13
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	0,04119	0,16809	0,2	89,1	109,9	23,5	0,0	1,0	14
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	0,45826	0,38335	0,5	89,6	24,0	11,7	0,0	1,0	15
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	0,50336	1,63564	2,1	91,7	5,0	10,4	0,0	1,0	16
2.F.4	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,22285	0,3	92,0	36,1	10,2	0,0	1,0	17
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	0,27646	0,11506	0,1	92,1	54,0	7,9	0,0	1,0	18
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	0,00000	0,04995	0,1	92,2	50,0	3,2	0,0	1,0	19
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	0,22278	0,45889	0,6	92,8	5,0	2,9	0,0	1,0	20
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	1,10254	0,17088	0,2	93,0	7,0	1,5	0,0	1,0	21

19. 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) 2016	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	19,27	5,00	26,7	27,2	44,4	0,1	0,2	1,7	1,4	4,9
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	1,07	5,00	100,0	100,1	1,8	0,0	0,0	0,6	0,1	0,4
1.A.1.a - Liquid fuels	CO2	1,10	0,17	0,20	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Gaseous fuels	CO2	NO	0,08	5,00	7,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Liquid fuels	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 - Gaseous fuels	CH4	NO	0,00	5,00	100,0	100,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Liquid fuels	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 - Gaseous fuels	N2O	NO	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	0,46	51,67	4,0	51,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	51,67	100,0	112,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	51,67	150,0	158,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,42	21,97			8,0	5,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,12			54,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,46	0,38			24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,50	1,64	43,78	3,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	44,54	50,0	57,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	44,54	140,0	70,0	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	11,37	0,20	7,0	7,0	1,0	0,2	0,1	1,2	0,0	1,4
1.A.4.b - Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CO2	9,03	11,83	5,00	7,0	8,6	1,7	0,0	0,1	0,3	0,8	0,8
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
1.B - Emissions fugitives												
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	0,57	10,00	708,7	708,7	26,0	0,0	0,0	5,9	0,1	34,8

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) 2016	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	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
2 - INDUSTRIE												
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	CO2	0,04	0,04	15,00	50,0	52,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	CH4	0,00	0,00	15,00	50,0	52,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	N2O	0,00	0,00	15,00	50,0	52,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Road paving with asphalt	CO2	0,00	0,00	5,00	25,0	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Dry cleaning	CO2	NO	0,00	5,00	50,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Printing industry	CO2	0,00	0,03	20,00	50,0	53,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Paint application	CO2	0,00	0,09	30,00	50,0	58,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Wood preservation	CO2	0,00	0,00	10,00	50,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Urea from road transportation	CO2	NO	0,01	0,00	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	NO	0,01	81,82	66,7	105,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	NO	1,94	10,00	4,1	10,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1
2.F.1.f - Stationary air-conditionning	F gaz	NO	3,44	20,00		20,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
2.F.2.a - Moussees "closed cells"	F gaz	NO	0,05	20,00	20,0	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	NO	0,22	20,00	20,0	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
2.G.1 - Other Product Manufacture and Use - Electrical Equipment	SF6	0,22	0,10	5,00	30,0	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G.2.b - Other Product Manufacture and Use - Accelerators	SF6	NO	0,01	0,00	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G.3.a - Other Product Manufacture and Use - Medical Applications	N2O	NO	0,60	10,00	5,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
2.G.3.b - Other Product Manufacture and Use - Propellant for pressure and aerosol products	N2O	0,02	0,02	20,00	20,0	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 - AGRICULTURE												
4 - UTCATF												
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,01	-0,02	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	2,24	5,00	31,6	32,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,2	0,5
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,46	0,58	44,29	250,0	253,9	3,5	0,0	0,0	0,5	0,4	0,4
		ΣC	ΣD				ΣH					ΣM
TOTAL		99,70	78,61				86,10					45,735
		Pourcentage d'incertitude du total de l'inventaire				√ ΣH	9,28	Incertitude sur la tendance			√ ΣM	6,76

20. ANNEXE 3 - METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

20.1. Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets

20.1.1. Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des déchets solides

20.1.1.1. 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'épuration, 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 *emissioninventoryguidebook* 2016, Tab.3-1 [5.C.1.a *Municipal wasteincineration* GB2016].

20.1.1.2. 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
2016	15312	8782	4895	6761	6017	3212	1530	343	1784	3546

20.1.2. Calcul des émissions de gaz à effet de serre pour l'incinération des boues d'épuration

20.1.2.1. 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'épuration, en tonnes de poids humide ;
- dm : teneur en matière sèche des boues d'épuration fournie par la SMA chaque année (cette valeur fournie dans le tableau ci-dessous peut varier d'une année sur l'autre) ;

Années	1990 à 2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 à 2011	2012	2013
dm	0,2723	0,2672	0,2643	0,2619	0,2751	0,2622	0,2723	0,2854	0,2792

Années	2014	2015	2016
dm	0,2812	0,2717	0,2640

- 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

20.1.2.2. 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'épuration, 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* 2016, Tab.3-1 [5.C.1.b *Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge*, GB2016].

20.2. Annexe 3.B. - Transport (1A3)

20.2.1. Transport routier (1.A.3.b)

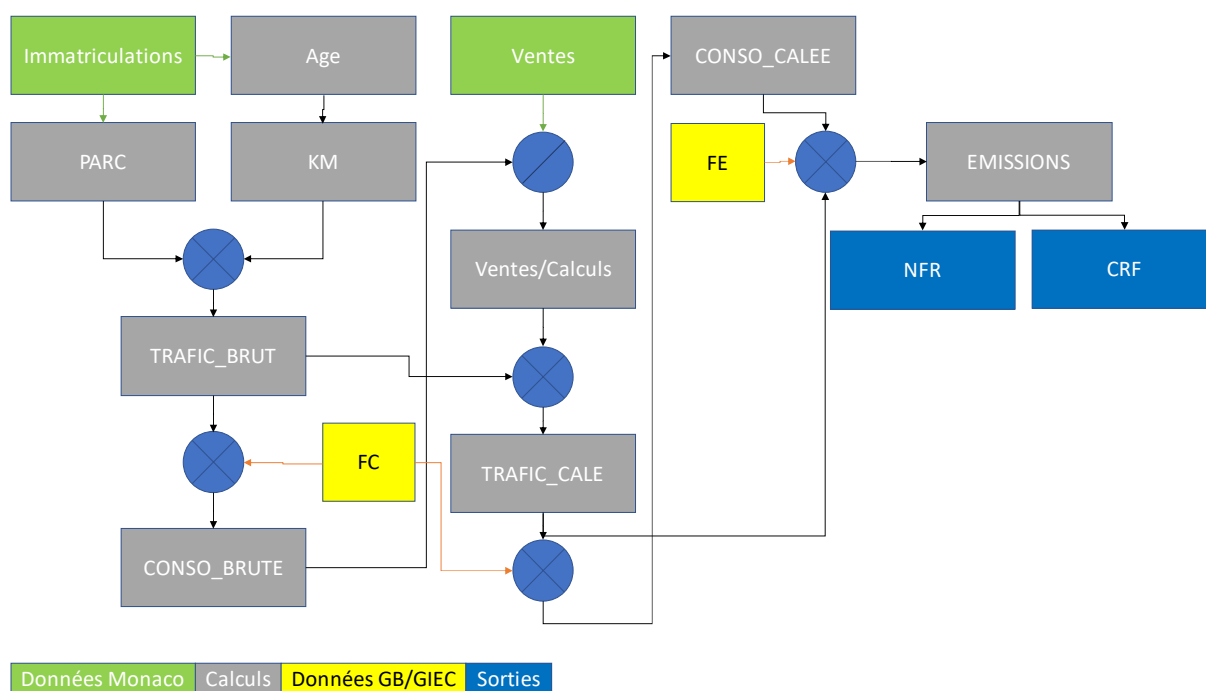
Le modèle de calculs des émissions du secteur du transport routier a été développé avec le CITEPA (www.citepa.org) qui fournit ci-après la méthodologie détaillée.

Les émissions sont calculées à un niveau fin (type de véhicule/motorisation du véhicule/taille du véhicule/norme d'émission) à partir des données de parc par âge et des ventes de carburants de la Principauté de Monaco.

La méthodologie est de niveau Tier 2.

Les facteurs d'émissions utilisés sont soit :

- ceux par défaut du GIEC (CH₄, N₂O) ou de Copert (CO₂)
- ceux de niveau Tier 2 (CO, COVNM, NOx, PM, etc.)



20.2.1.1. Parc statique par norme

Les données d'entrée fournies par la Principauté de Monaco sont les parcs statiques par âge par année d'étude.

Pour obtenir le parc par norme pour une année, il faut sommer les données du parc par âge en fonction des dates d'application des normes.

$$Parc_Moyen(v,m,t,n,a) = \sum_{i=andeb}^{i=anfin} [Immatriculation(v,m,t,a,i)]$$

(Équation 1)

Avec

v : le type de véhicule (VP, VUL, PL, BUS, CAR, 2R),

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),

t : la taille du véhicule (mini ou <0,8 L, small ou 0,8- 1,4 L, etc.),

i : année d'immatriculation,

n : Norme (Pre-ECE, pre-Euro, Euro 1, etc.) dont la première année d'application *i* est *andeb* et la dernière est *anfin*,

a : Année d'étude.

Les dates d'application des normes pour les différents types de véhicules sont reportées ci-dessous :

an début an fin			
VP	PRE ECE	1920	1971
	ECE 15/00-01	1972	1976
	ECE 15/02	1977	1981
	ECE 15/03	1982	1986
	ECE 15/04	1987	1992
	Open Loop		
	Euro 1 - 91/441/EEC	1993	1996
	Euro 2 - 94/12/EEC	1997	2000
	Euro 3 - 98/69/EC I	2001	2004
	Euro 4 - 98/69/EC II	2005	2010
VUL	Euro 5 - EC 715/2007	2011	2015
	Euro 6 up to 2016	2016	2016
	Euro 6 2017-2019	2017	2019
	Euro 6 2020+	2020	2100
	Conventional	1920	1994
	Euro 1 - 93/59/EEC	1995	1996/1997
2R	Euro 2 - 96/69/EEC	1997/1998	2000/2001
	Euro 3 - 98/69/EC I	2001/2002	2004/2006
	Euro 4 - 98/69/EC II	2005/2007	2010/2011
	Euro 5 - EC 715/2007	2011/2012	2015/2016
	Euro 6 up to 2017	2016/2017	2018/2019
	Euro 6 2018-2020	2019/2020	2019/2020
PL/ bus/ car	Euro 6 2021+	2020/2021	2100
	Conventional	1920	1993
	Euro I - 91/542/EEC I	1994	1996
	Euro II - 91/542/EEC II	1997	2001
	Euro III - 2000	2002	2006
	Euro IV - 2005	2007	2009
2R	Euro V - 2008	2010	2013
	Euro VI	2014	2100
	Conventional	1920	1999
2R	Mop - Euro 1	2000	2004
	Mop - Euro 2	2005	2006
	Mop - Euro 3 andon	2007	2100

20.2.1.2. Age du parc par norme

Afin de pouvoir estimer le kilométrage annuel moyen par âge, il faut connaître l'âge du parc par norme. A partir des données sources d'immatriculation par âge, il est possible de connaître d'abord l'année moyenne d'immatriculation en faisant une moyenne pondérée des immatriculations par les années.

$$An_Immat_Moyen(v,m,t,n,a) = \sum_i [Immatriculation(v,m,t,a,i) * i] / Parc_Moyen(v,m,t,n,a) \quad (\text{Équation 2})$$

Ensuite, l'âge du parc par norme peut être calculé.

$$Age_Moyen(v,m,t,n,a) = a + 1 - An_Immat_Moyen(v,m,t,n,a) \quad (\text{Équation 3})$$

Avec

v : le type de véhicule (VP, VUL, PL, BUS, CAR, 2R),

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),

t : la taille du véhicule (mini ou <0,8 l, small ou 0,8 L – 1,4 L, etc.),

i : année d'immatriculation,

n : Norme (Pre-ECE, pre-Euro, Euro 1, etc.) dont la première année d'application *i* est an début et la dernière est an fin,

a : Année d'étude,

20.2.2. Kilométrage annuel moyen brut par norme

Afin de pouvoir estimer le kilométrage annuel moyen par norme, il faut, au préalable, connaître le kilométrage annuel moyen par âge.

Pour répartir le kilométrage annuel moyen par âge, des fonctions de répartition par âge sont utilisées. Elles sont issues du rapport de l'IFSTTAR ([1]) :

- **Pour les VP**, le kilométrage annuel parcouru par une voiture d'âge a (exprimé en nombre d'années), de taille t et de motorisation m suit une loi exponentielle de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = g(t) \times p(m) \times km(m) \times f(a) = g(t) \times p(m) \times km(m) \times \exp(-\alpha(m) \times a)$$

avec

$km(m)$: kilométrage de référence des véhicules de motorisation m ,

$g(t)$: correction cylindrée des véhicules de taille t ,

$p(m)$: Correction autre des véhicules de motorisation m ,

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),

t : la taille du véhicule (mini ou <0,8 l, small ou 0,8 l – 1,4 l, etc.),

a : année d'étude,

$\alpha(m)$: coefficient.

- **Pour les VUL**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) et de motorisation m suit une loi log-normale de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \{1 - \phi[(a - \mu(m))/\sigma(m)] / \phi[(A(m) - \mu(m))/\sigma(m)]\}$$

avec ϕ loi log-normale

avec

$km(m)$: kilométrage de référence des véhicules de motorisation m ,

$A(m)$: longévité maximum des véhicules,

$\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,

$\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les PL**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) suit soit une loi exponentielle (camion rigide) soit une loi log-normale (tracteur routier) de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \exp(-\alpha \times a) \text{ pour les camions rigides}$$

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \{1 - \phi[(a - \mu(m))/\sigma(m)] / \phi[(A(m) - \mu(m))/\sigma(m)]\} \text{ pour les tracteurs routiers}$$

avec

$km(m)$: kilométrage de référence des véhicules de motorisation m ,

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),

a : année d'étude,

α : coefficient,

$A(m)$: longévité maximum des véhicules,

$\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,

$\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les bus et cars**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) et de motorisation m suit une loi log-normale de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \{1 - \phi[(a - \mu(m))/\sigma(m)] / \phi[(A(m) - \mu(m))/\sigma(m)]\}$$

avec ϕ loi log-normale

avec

$km(m)$: kilométrage de référence des véhicules de motorisation m ,

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),
 a : année d'étude,
 $A(m)$: longévité maximum des véhicules,
 $\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,
 $\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les 2 roues**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) et de taille t une loi linéaire de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(t) \times \{A(t) \times a + B(t)\}$$

avec :

$km(t)$: kilométrage de référence des véhicules de taille t ,
 $A(t)$ et $B(t)$: coefficients de la régression linéaire

En utilisant l'âge moyen par norme calculé au chapitre précédent, les kilométrages annuels moyens par norme sont enfin obtenus.

20.2.2.1. Trafic brut par norme

La multiplication du parc par norme (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) par le kilométrage annuel moyen brut par norme (cf. 20.2.2) fournit le trafic brut par norme (c'est-à-dire non calé sur les ventes de carburants).

$$Trafic\ brut(v,m,t,n,a) = Parc_Moyen(v,m,t,n,a) \times km(v,m,t,n,a)$$

(Équation 4)

Avec :

v : le type de véhicule (VP, VUL, PL, BUS, CAR, 2R),
 m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),
 t : la taille du véhicule (mini ou <0,8 l, small ou 0,8 l – 1,4 l, etc.),
 n : Norme (Pre-ECE, pre-Euro, Euro 1, etc.) dont la première année d'application i est antérieure et la dernière est antérieure ou égale à l'année d'étude.
 a : Année d'étude.

20.2.2.2. Consommation brute de carburant par norme

La consommation de carburant est obtenue en multipliant les facteurs de consommation du guide méthodologique ([2]) par le trafic brut calculé précédemment (cf. 20.2.2.1).

$$Conso\ brute(v,m,t,n,a) = Trafic\ brut(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n) \{ \times \%R\acute{e}duc \}$$

(Équation 5)

%Réduc est la réduction des consommations unitaires issues du Car-labelling de l'ADEME. Cette réduction n'est appliquée qu'aux véhicules particuliers (VP) post Euro 1.

20.2.2.3. Balance énergétique

La somme des consommations brutes par carburants (c) est comparée aux ventes de carburants.

$$Conso\ calc(c,a) = \sum_v \sum_t \sum_n [Conso\ brute(v,m,t,n,a)]$$

(Équation 6)

Le ratio $R_{km}(c)$ des ventes de carburant sur le calcul des consommations brutes est alors calculé.

$$R_{km}(c,a) = Stat\ Vente\ (c,a) / Conso\ calc(c,a)$$

(Équation 7)

20.2.2.4. Trafic calé par norme

La multiplication du trafic brut par norme (cf. 20.2.2.1) par le ratio de la balance énergétique $R_{km}(c)$ (cf. 20.2.2.3) fournit le trafic calé (sur les ventes de carburants) par norme.

$$Trafic\ calé(v,m,t,n,a) = Trafic\ brut(v,m,t,n,a) \times R_{km}(c,a)$$

(Équation 8)

20.2.2.5. Consommation calée de carburant par norme

La consommation de carburant est obtenue en multipliant les facteurs de consommation du guide méthodologique ([2]) par le trafic calé calculé précédemment (cf. 20.2.2.4).

$$Conso\ calée(v,m,t,n,a) = Trafic\ calé(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n) \{x\ \%Rédud\}$$

(Équation 9)

20.2.2.6. Consommations de lubrifiants, de produits pétroliers, de biocarburants et d'urée.

Les consommations de lubrifiants sont calculées à partir des trafics calés (cf. (Équation 8) et des facteurs de consommations de lubrifiant du guide méthodologique ([2]).

$$Conso\ lub(v,m,t,n,a) = Trafic\ calé(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n)$$

(Équation 10)

Les consommations de produits pétroliers ($conso_pp$) et de biocarburants ($conso_bio$) sont estimées à partir des consommations de carburants calées (cf. (Équation 9) et des pourcentages d'incorporation de biocarburants en France.

$$Conso\ pp(v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times \%pp(c,a)$$

(Équation 11)

$$Conso\ bio(v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times \%bio(c,a)$$

(Équation 12)

Les consommations d'urée sont calculées à partir des trafics calés et des facteurs de consommations d'urée fournies par le CITEPA (données du guide méthodologique ([2]) pour les PL et du CCFA⁴ pour les VP et VUL).

$$Conso\ urée(v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times \%conso \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow VP\ et\ VUL$$

$$Ou$$
$$Conso\ urée(v,m,t,n,a) = Trafic\ calé(v,m,t,n,a) \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow PL$$

(Équation 13)

20.2.2.7. Calculs des facteurs d'émissions de COVNM des évaporations

Les facteurs d'émissions de COVNM des évaporations des véhicules essences dépendent des paramètres véhicules (âge, type de réservoir), des caractéristiques des carburants (pression de vapeur saturante), de la saison et de la température mensuelle moyenne $T(mm,a)$:

$$FE\ évap(v,m,t,n,a) = COVNM_Evap_hot_Soak(v,m,t,n,T,a) + COVNM_Diurnal(v,m,t,n,T,a) + COVNM_Running_losses(v,m,t,n,T,a)$$

(Équation 14)

Les émissions de COVNM des évaporations ont lieu lors du roulage (Running losses), du stationnement (Diurnal) et quand le moteur est chaud (hot Soak).

⁴ Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

20.2.2.8. Calculs des émissions de GES et de polluants

Les trafics et les consommations calés sur les ventes de carburants ont été calculés. A partir de ces données, le calcul des émissions se fait en multipliant l'une ou l'autre de ces activités par les facteurs d'émissions issus soit des lignes directrices du GIEC ([2]) soit du guide méthodologique EMEP ([2]).

$$Emission(pol,v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n)$$

Ou

$$Emission(pol,v,m,t,n,a) = Trafic\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n)$$

(Équation 15)

Références bibliographiques

- [1]. ANDRE M. et al, 2014. Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, Rapport IFSTTAR-LTE, 137p
- [2]. 1.A.3.b.i-iv Road transport 2017, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Last Update June 2017
- [3]. 1.A.3.b.v Gasoline evaporation 2016, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016
- [4]. 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear 2016, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016
- [5]. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2_Volume2 / V2_3_Ch3_Mobile_Combustion

20.2.3. Navigation nationale (1A3d)

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre du secteur de la navigation il a été utilisé une méthodologie de niveau 1 (Tier 1) avec des facteurs d'émissions spécifique et par défaut (CS/D).

20.2.3.1. 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.

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 diesel et 27,34% pour l'essence.

20.2.3.2. Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel

Dans le cadre d'une évolution de l'estimation des émissions l'outil de calculs des émissions de GES a été modernisé, et à ce titre différents facteurs ont évolués.

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 diesel

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 diesel).

Pour le bio-diesel et le bio-essence, les divers produits ayant des PCI 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%	2,554	37,455	0,915
2010	6,10%	6,56%	5,90%	2,560	37,516	0,913
2011	5,85%	6,27%	5,65%	2,568	37,610	0,911
2012	6,07%	6,52%	5,87%	2,564	37,564	0,912
2013	6,06%	6,52%	5,86%	2,555	37,456	0,915
2014	6,66%	7,13%	6,44%	2,575	37,683	0,909
2015	6,68%	7,14%	6,47%	2,583	37,780	0,907
2016	6,91%	7,35%	6,68%	2,591	37,907	0,903

[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 _{bio} =V _{bio} /V _{Mélange}	%M _{bio} =M _{bio} /M _{Mélange}	%PCI _{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%		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%	1,913	27,072	0,792
2015	8,22%	8,56%	5,50%	1,913	27,330	0,790
2016	8,62%	8,90%	5,94%	1,913	28,446	0,782

[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

Equation générale pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre

L'équation générale 3.5.1 du volume 2 des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

$$Emissions = \sum (carburant\ consommé_{ab} * Facteur\ d'émission_{ab})$$

a = type de carburant (diesel, essence, LPG, soutes, etc.)

b = type de navigation (type de navire ou de bateau, et éventuellement type de moteur, par exemple) (Le carburant utilisé n'est différent selon le type de navire qu'avec l'approche de Niveau 2. b peut donc être ignoré au Niveau 1)

Carburant consommé -Energie

1a. Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les bateaux à moteur Diesel (en térajoules)

Part de PP au sein du gasoil :	1-% vbio tab biogasole	%	(CITEPA)
Masse volumique du diesel :	0,845	t/m3	(CITEPA)
Pouvoir calorifique du diesel :	42,695	TJ/kt	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ) Edpp} = ((1-\% \text{ vbio}) * Vd * 0,845 * 42,695 \times 10^{-3})$$

avec : Vd = consommations annuelles de diesel par les bateaux (en m3) pour la navigation national ou pour la navigation internationale

1b. Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la partie biomasse des bateaux à moteur Diesel (en térajoules)

Part de biomasse au sein du gasoil :	% vbio tab biogasole	%	(CITEPA)
Pouvoir calorifique du diesel :	voir tableau PCIbio biodiesel	GJ / t	(CITEPA)
Masse volumique du diesel :	voir tableau Rbio biodiesel	t/m3	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ) Edbio} = Vbio * Vd \times PCI \text{ bio} \times Rbio \times 10^{-3}$$

avec : Vd = consommations annuelles de diesel par les bateaux (en m3) pour la navigation nationale ou pour la navigation internationale

2a. Calcul de la consommation annuelle d'énergie par les bateaux à moteur à essence (en térajoules)

Part de PP au sein de l'essence :	1-% vbio tab bioessence	%	(CITEPA)
Masse volumique de l'essence :	0,755	t/m3	(CITEPA)
Pouvoir calorifique du l'essence :	43,774	TJ/kt	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ) Eepp} = (1-\% \text{ vbio}) Vd \times 0,755 \times 43,774 \times 10^{-3}$$

avec : Ve = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3) pour la navigation national ou pour la navigation internationale

2b. Calcul de la consommation annuelle d'énergie de la part biomasse des bateaux à moteur à essence (en térajoules)

Part de biomasse au sein du l'essence :	% vbio tab bioessence	%	(CITEPA)
Pouvoir calorifique du diesel :	voir tableau PCIbio bioessence	GJ / t	(CITEPA)
Masse volumique du diesel :	voir tableau Rbio bioessence	t/m3	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle d'énergie (TJ) Eebio} = \text{Vbio\%} \times \text{Vd} \times \text{PCI bio} \times \text{Rbio} \times 10^{-3}$$

avec : Ve = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3) pour la navigation nationale ou pour la navigation internationale

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 (diesel pp) : 74100 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = \text{Edpp} * 74100 * 10^{-6}$$

1b. Calcul des émissions annuelles de CO₂ par la partie biomasse du diesel

Volume de biocarburant au sein du mélange Voir tableau biogasole %vbio (%) (CITEPA)

Masse volumique carburant bio Voir tableau biogasole rbio (t/m3) (CITEPA)

Facteur d'émission (diesel) : Voir tableau biogasole FECO2 bio (kg/kg) (CITEPA)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = \text{Vd} * \%vbio * rbio * FECO2bio * 10^{-3}$$

2. Calcul des émissions annuelles de CH₄

Facteur d'émission (diesel pp) : 7 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = \text{Edpp} * 7 * 10^{-6} + \text{Edbio} * 7 * 10^{-6}$$

3. Calcul des émissions annuelles de N₂O

Facteur d'émission (diesel pp) : 2 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = \text{Edpp} * 2 * 10^{-6} + \text{Edbio} * 7 * 10^{-6}$$

4. Calcul des émissions annuelles de NO_x

Facteur d'émission (diesel) : 78.5 kg / tonnes de diesel (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes diesel} + \text{Tonnes diesel bio}) * \text{bio} * 78.5 * 10^{-3}$$

5. Calcul des émissions annuelles de CO

Facteur d'émission (diesel) : 7.4 kg / tonnes de diesel (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes diesel} + \text{Tonnes diesel bio}) * \text{bio} * 7.4 * 10^{-3}$$

6. Calcul des émissions annuelles de NMVOC

Facteur d'émission (diesel) : 2.8 kg / tonnes de diesel (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes Diesel} + \text{Tonnes diesel bio}) * \text{bio} * 2.8 \times 10^{-3}$$

7. Calcul des émissions annuelles de SO₂

Facteur d'émission (diesel) : 20 kg / tonnes de diesel (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes diesel} + \text{Tonnes diesel bio}) * \text{bio} * 20 \times 10^{-3}$$

Navigation Nationale - Calcul des émissions de GES par les bateaux à moteur essence

1a. Calcul des émissions annuelles de CO₂ pour l'essence

Facteur d'émission (essence pp) : 69 300 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = E_{\text{epp}} * 69300 \times 10^{-6}$$

1b. Calcul des émissions annuelles de CO₂ par la partie biomasse

Volume de biocarburant au sein du mélange Voir tableau bioessence %vbio (%) (CITEPA)

Masse volumique carburant bio Voir tableau bioessence rbio (t/m³) (CITEPA)

Facteur d'émission (diesel) : Voir tableau bioessence FECO₂ bio (kg/kg) (CITEPA)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = V_d * \%vbio * r_{bio} * FECO_{2bio} \times 10^{-3}$$

2. Calcul des émissions annuelles de CH₄

Facteur d'émission (essence) : 7 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = E_{\text{epp}} * 7 \times 10^{-6} + E_{\text{ebio}} * 7 \times 10^{-6}$$

3. Calcul des émissions annuelles de N₂O

Facteur d'émission (essence) : 2 Kg / TJ (IPCC 2006)

$$\text{Emissions annuelles ktCO}_2\text{eq} = E_{\text{epp}} * 2 \times 10^{-6} + E_{\text{ebio}} * 7 \times 10^{-6}$$

4. Calcul des émissions annuelles de NO_x

Facteur d'émission (essence) : 9.4kg / tonnes d'essence (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes essence} + \text{Tonnes essence bio}) * \text{bio} * 78.5 \times 10^{-3}$$

5. Calcul des émissions annuelles de CO

Facteur d'émission (essence) : 574 kg / tonnes d'essence (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes essence} + \text{Tonnes essence bio}) * \text{bio} * 7.4 \times 10^{-3}$$

6. Calcul des émissions annuelles de NMVOC

Facteur d'émission (diesel) : 182 kg / tonnes d'essence (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes essence} + \text{Tonnes essence bio}) * \text{bio} * 2.8 \times 10^{-3}$$

7. Calcul des émissions annuelles de SO₂

Facteur d'émission (diesel) : 20 kg / tonnes d'essence (EMEP EEA 2016)

Formule de calcul :

$$\text{Emissions annuelles} = (\text{Tonnes essence} + \text{Tonnes essence bio}) * \text{bio} * 20 \times 10^{-3}$$

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 NOx

Facteur d'émission (essence) : 9,7 g / kg d'essence (IPCC)

$$\begin{array}{l} \text{Emissions annuelles} \\ \text{de NOx (tonnes)} \end{array} = N \times 0,755 \times 9,7 \times 10^{-6}$$

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%

20.3. 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 :

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$

20.3.1. 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 2016 Tab.3-5(1.A.4. Small Combustion GB2016)

- FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5(1.A.4. Small Combustion GB2016)

- FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5(1.A.4. Small Combustion GB2016)

- 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
FE (kg/TJ)	42,86	19,05	4,76	0,00048

20.3.2. 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 : 1 GWh = 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 2018 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	2016
FE (kg/TJ)	56 546	56 418	56 465	56 658	56 582	56 615	56 377	56 418	56 383

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 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016) |
| - FE _{CO} = 26 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016) |
| - FE _{NMVOC} = 1,9 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016) |
| - FE _{SOx} = 0,3 kg/TJ ; | EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016) |

21. 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 2016

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		1877,0 TJ	
Combustibles liquides	Combustion stationnaire	Carburants liquides (fioul)	153,5 TJ	
		Gaz naturel	209,8 TJ	
	Transports	Carburants liquides	328,4 TJ	
		Part biomasse des carburants	21,6 TJ	
	SMA + CPCFF	Carburants liquides (fioul lourd)	2,2 TJ	
		Gaz naturel	1,4 TJ	
Valorisation des déchets	Part fossile des déchets		317,3 TJ	
	Part Biomasse des déchets		403,0 TJ	

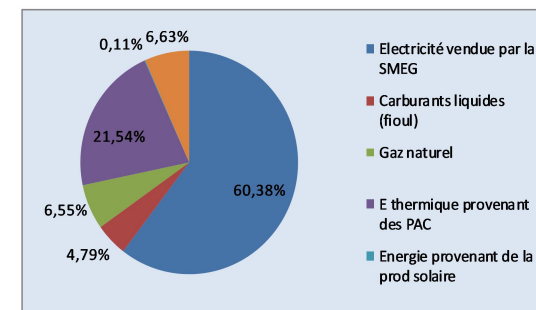
ENR et part biomasse des combustibles	17,84%	714,93 TJ
Electricité importée	46,84%	1877,04 TJ
Combustibles liquides	17,35%	695,27 TJ
Valorisation des déchets	17,97%	720,24 TJ



Bilan des consommations énergétiques par secteur

Résidentiel, Commerces et Industries (RCI)	3202,9
--	--------

Transports	350,0
------------	-------

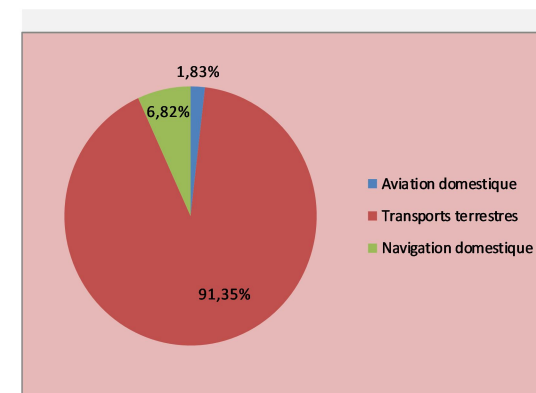


Electricité vendue par la SMEG	1933,9 TJ	60,38%
Carburants liquides (fioul)	153,5 TJ	4,79%
Gaz naturel	209,8 TJ	6,55%
E thermique provenant des PAC	689,9 TJ	21,54%
Energie provenant de la prod solaire	3,4 TJ	0,11%
Chaud/froid produit par la centrale	212,4 TJ	6,63%

Bilan des consommations détaillées par énergie pour le RCI

Aviation domestique	6,4 TJ	1,83%
Transports terrestres	319,7 TJ	91,35%
Navigation domestique	23,9 TJ	6,82%

Bilan des consommations détaillées par énergie transport



22. ANNEXE 5- Informations complémentaires

22.1. Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.

22.1.1. 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>

22.1.2. Inventaire national

22.1.2.1. 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

22.1.2.2. Auteurs

M. Philippe ANTOGNELLI	Direction de l'Environnement
Mlle Jessica ASTIER	Direction de l'Environnement
M. Jérémie CARLES	Direction de l'Environnement
Mme Laure CHEVALIER	Direction de l'Environnement
M. Patrick ROLLAND	Direction de l'Environnement

22.1.3. 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

22.1.4. Point focal pour la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques :

M. Benjamin LABARRERE

Ambassade de la Principauté de Monaco en Allemagne

Klingelhöferstrasse 7, 10785 Berlin

Tél. : +49 (0) 30 26 39 033

Fax : +49 (0) 30 26 39 03 44

e-mail : b.labarrere@ambassade-monaco.de

22.2. Résumé du Contrôle qualité / Assurance Qualité

N°	Objet	Objet 2	Procédure	Responsable	Contrôle réalisé		Action corrective		commentaire
					Contrôle (O/N)	Erreur (O/N)	(O/N)	Descriptif / Commentaires	
1	Vérifier que les hypothèses et critères pour la sélection des données sur les activités, les facteurs d'émission et autres paramètres d'estimation sont documentés.		Vérifier que les éléments sont mentionnés	Coordonateur	O	O	O	2D certains facteurs ont été documentés	
			Vérifier que les éléments sont cohérents avec les méthodes choisies	Vérificateur 1	O	N			
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
2	Vérifier l'ensemble des questionnaires ont été reçus et correctement renseignés		Contrôle industrie	Expert	O	O	O	Relance par téléphone et mail des entités qui n'ont pas renseigné les questionnaires	
			Contrôle énergie	Expert	O	N			
			Contrôle transport routier	Expert	O	N			
			Contrôle navigation	Expert	O	N			
			Contrôle transport aérien	Expert	O	N			
			Contrôle déchets	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
3	Vérifier l'absence d'erreur de transcription dans les entrées de données et les références.		Contrôle industrie	Expert	O	N			
			Contrôle énergie	Expert	O	N			
			Contrôle transport routier	Expert	O	N			
			Contrôle navigation	Expert	O	N			
			Contrôle transport aérien	Expert	O	N			
			Contrôle déchets	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
			Vérification par échantillonnage	Vérificateur 1	O	O	O	corrigé	erreur sur certaines données (population)
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
4	Vérifier que les émissions sont calculées correctement.		Vérifier que les éléments sont cohérents avec les méthodes choisies	Vérificateur 1	O	N	O	corrigé	peinture
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
5	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 utilisées correctement du début à la fin des calculs.	Contrôle industrie	Expert	O	N			
			Contrôle énergie	Expert	O	N			
			Contrôle transport routier	Expert	O	N			
			Contrôle navigation	Expert	O	N			
			Contrôle transport aérien	Expert	O	N			
			Contrôle déchets	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
		Vérifier que les facteurs d'émission et de conversion sont corrects.	Vérification par échantillonnage	Vérificateur 1	O	N			
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
			Contrôle industrie	Expert	O	N			
			Contrôle énergie	Expert	O	O	N	nécessitent des vérifications complémentaires	les résultats seront pris en compte dans la prochaine soumission
			Contrôle transport routier	Expert	O	N			
			Contrôle navigation	Expert	O	N			
			Contrôle transport aérien	Expert	O	N			
			Contrôle déchets	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
			Vérification par échantillonnage	Vérificateur 1	O	N			
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
6	Vérifier la cohérence des données	Vérifier la cohérence des données du secteur et de chaque fournisseur de données sur la série temporelle	Contrôle industrie	Expert	O	N			
			Contrôle énergie	Expert	O	N			
			Contrôle transport routier	Expert	O	N			
			Contrôle navigation	Expert	O	N			
			Contrôle transport aérien	Expert	O	O	O	différences de données entre différentes sources. Une unique source a été retenue	consolidation prévue avec la Direction de l'Aviation Civile
			Contrôle déchets	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
7	Vérifier que le mouvement des données d'inventaires entre les phases de traitement est correct.	Vérifier que les données sur les émissions et absorptions sont agrégées correctement, des niveaux de présentation inférieurs vers des niveaux supérieurs	Contrôle global	Vérificateur 1	O	N			
			Contrôle industrie	Expert	O	N			
			Contrôle énergie	Expert	O	N			
			Contrôle LULUCF / KP-LULUCF	Expert	O	N			
			Contrôle waste	Expert	O	N			

N°	Objet	Objet 2	Procédure	Responsable	Contrôle réalisé		Action corrective		commentaire
					Contrôle (O/N/C)	Erreur (O/N)	(O/N)	Descriptif / Commentaires	
8	Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement.	Vérifier que le calcul des incertitudes est complet	Coordonateur	O	N			
			Vérifier que les incertitudes sont calculées correctement	Vérificateur 1	O	O	O	erreur sur UTCATF corrigée et accélérateur documentée	
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	O	O	erreur sur déchets corrigée	
9	Vérifier la cohérence de la série temporelle.	Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée de la série temporelle pour chaque catégorie de source et la méthode utilisée pour les calculs .	Tous secteurs	Coordonateur	O	N			
			Validation du changement méthodologique	Responsable QA	O	N			
		Vérifier les changements méthodologiques et de données qui mènent à des recalculs	Vérifier que les éléments sont cohérents avec les méthodes choisies	Vérificateur 1	O	O	O	insérés	
				Vérificateur 2	O	N			
				Vérificateur 3	O	N			
10	Vérifier 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	Tous secteurs	Coordonateur	O	N			Seules les émissions liées à la paraffine ne sont pas estimées. Ce point constitue une amélioration prévue
		Vérifier que les lacunes connues en matière de données, à l'origine d'estimations incomplètes sont documentées, y compris une évaluation qualitative de l'importance de l'estimation par rapport aux émissions totales (par exemple, sous-catégories classées comme « non estimées », voir Chapitre 8, Directives sur l'établissement des rapports et tableaux)	Tous secteurs	Coordonateur	O	N			
11	Vérification des tendances	Pour chaque catégorie de source, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs, si elles sont disponibles. En cas de variations importantes ou de tendances prévues, vérifier de nouveau les estimations et expliquer toute différence. Des variations importantes des émissions ou absorptions par rapport aux années précédentes peuvent indiquer des erreurs possibles d'entrée ou de calcul.	Tous secteurs	Coordonateur	O	N			
12	Effectuer un examen de la documentation interne et de l'archivage.	Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivés et stockés pour faciliter un examen détaillé	Tous secteurs	Coordonateur	O	N			

22.3. 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 2016.

22.3.1. 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 2018 v1
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	CO₂ equivalent (kt)								
Total (net emissions)⁽¹⁾	95.51	2.14	1.83	NO,IE	NO,IE	0.22	NO	NO	99.70
1. Energy	95.48	2.06	1.33						98.87
A. Fuel combustion (sectoral approach)	95.48	0.29	1.33						97.10
1. Energy industries	17.28	0.00	0.73						18.01
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
3. Transport	33.15	0.28	0.46						33.89
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	0.04	0.00	0.02	NO,IE	NO,IE	0.22	NO	NO	0.28
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	0.04	0.00	0.00						0.04
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				NO,IE	NO,IE	NO	NO	NO	NO,IE
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0.02	NO	NO	0.22	NO	NO	0.24
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,IE	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,IE	0.01						0.00
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NO	NO	NO						NO
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	6.57	0.01	0.05						6.64
Aviation	2.29	0.00	0.02						2.31
Navigation	4.28	0.01	0.03						4.32
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO₂ emissions from biomass	32.13								32.13
CO₂ captured	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									99.70
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									99.70
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

22.3.2. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2016

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2016
Submission 2018 v1
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⁾	66,94	2,94	2,96	5,67	NO,IE	0,11	NO	NO	78,61
1. Energy	66,79	0,69	1,74						69,23
A. Fuel combustion (sectoral approach)	66,79	0,13	1,74						68,66
1. Energy industries	19,52	0,00	1,25						20,78
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
3. Transport	24,06	0,12	0,40						24,59
4. Other sectors	23,20	0,01	0,09						23,30
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,57	NO						0,57
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,57	NO						0,57
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO
2. Industrial processes and product use	0,17	0,00	0,62	5,67	NO,IE	0,11	NO	NO	6,56
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	0,17	0,00	0,00						0,17
E. Electronic industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				5,67	NO,IE				5,67
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,62	NO	NO	0,11	NO	NO	0,73
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⁾	-0,02	NO,IE	0,01						-0,01
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	-0,02	NO,IE	0,01						-0,01
F. Other land	NO	NO	NO						NO
G. Harvested wood products	NO								NO
H. Other	NO	NO	NO						NO
5. Waste	NO,IE	2,24	0,58						2,82
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		2,24	0,58						2,82
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	19,45	0,04	0,17						19,66
Aviation	2,59	0,00	0,02						2,62
Navigation	16,86	0,04	0,15						17,05
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO
CO ₂ emissions from biomass	41,55								41,55
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 CO₂⁽³⁾	NO,NE								
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									78,62
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									78,61
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