

RAPPORT NATIONAL D'INVENTAIRE  
DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE  
DE LA PRINCIPAUTE DE MONACO  
1990-2017

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

Avril 2019





## SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	3
RESUME ANALYTIQUE .....	11
EXECUTIVE SUMMARY .....	13
1. INTRODUCTION .....	17
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 .....	17
1.1.1. Cadre général .....	17
1.1.2. Cadre de réalisation des inventaires des émissions de gaz à effet de serre .....	17
1.2. Système National d'Inventaire .....	19
1.2.1. Dispositions prises sur le plan institutionnel pour l'établissement de l'inventaire national .....	19
1.2.2. Descriptif synthétique de la préparation des inventaires d'émission .....	19
1.2.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification .....	21
1.2.3.1. Définitions .....	21
1.2.3.2. Contrôle qualité .....	22
1.2.3.3. Assurance qualité .....	27
1.2.3.4. Entités extérieures .....	28
1.2.4. Description des changements dans le système national depuis la soumission précédente .....	28
1.3. Collecte des données, traitement et archivage .....	30
1.3.1. Collecte .....	30
1.3.1.1. Secteur de l'Energie .....	30
1.3.1.2. Secteur de l'industrie .....	31
1.3.1.3. Secteur UTCATF .....	31
1.3.1.4. Secteur des déchets .....	31
1.3.2. Traçabilité, Suivi et Archivage .....	32
1.3.2.1. Traçabilité .....	32
1.3.2.2. Suivi des améliorations et des non-conformités .....	32
1.3.2.3. Archivage .....	32
1.4. Descriptions générales des méthodologies et sources utilisées .....	33
1.4.1. Principes .....	33
1.4.2. Méthodes de calcul et facteurs d'émission .....	33
1.4.3. Pouvoirs de réchauffement globaux .....	38
1.5. Description des catégories clés .....	39
1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1 .....	39
1.5.1.1. Catégories clés en 2017 .....	39
1.5.1.2. Catégories clés en 1990 .....	40
1.5.2. Catégories clés avec UTCATF –Tier 1 .....	41
1.5.3. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2 .....	42
1.5.3.1. Tier 2 – Contribution .....	42
1.5.3.2. Tier 2 – Evolution .....	43
1.6. Evaluation des incertitudes .....	44
1.7. Exhaustivité de l'Inventaire .....	44
1.7.1. Couverture temporelle .....	44
1.7.2. Territoire .....	44
1.7.3. Substances .....	44
1.7.4. Sources émettrices .....	45
1.7.4.1. Secteur de l'énergie .....	45
1.7.4.2. Processus industriels .....	45
1.7.4.3. UTCATF .....	45
1.7.4.4. Déchets .....	45
2. EVOLUTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE .....	46
2.1. Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre agrégées .....	46
2.1.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2017 .....	46

2.1.2.	Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre .....	48
2.1.3.	Evolution des émissions par gaz à effet de serre .....	49
2.1.4.	Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO <sub>2</sub> .....	52
2.2.	Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre par secteur.....	55
2.2.1.	Secteur Energie .....	56
2.2.2.	Secteur Procédés industriels .....	57
2.2.3.	Secteur Déchets .....	58
2.2.4.	Secteur UTCATF .....	59
3.	ENERGIE (SECTEUR 1 DU CRF) .....	60
3.1.	Caractéristiques générales du secteur .....	60
3.2.	Comparaison de l'approche sectorielle avec l'approche de référence .....	61
3.3.	Catégories sources 1A -Consommation de combustibles .....	63
3.3.1.	1A1a Production publique d'électricité et de chaleur.....	64
3.3.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source .....	65
3.3.1.2.	Incinération des déchets solides et des boues d'épuration .....	65
3.3.1.3.	Déchets incinérés.....	70
3.3.1.4.	Boues d'épuration des eaux incinérées .....	79
3.3.1.5.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel .....	81
3.3.2.	1A1b Raffinage du pétrole .....	85
3.3.3.	1A1c Manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie .....	85
3.3.4.	1A2 Industries manufacturières et construction.....	85
3.3.4.1.	1A2g.vii Engins mobiles non routiers.....	86
3.3.5.	1A3 Transports .....	92
3.3.5.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source .....	93
3.3.5.2.	Bilan énergétique.....	96
3.3.5.3.	1A3a Aviation domestique.....	100
3.3.5.4.	1A3b Transport routier .....	105
3.3.5.5.	1A3c Chemins de fer .....	121
3.3.5.6.	1A3d Navigation (domestique) .....	122
3.3.5.7.	1A3e Autres modes de transport.....	127
3.3.6.	1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel.....	128
3.3.6.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source .....	130
3.3.6.2.	Méthodologies d'estimation des émissions .....	133
3.3.6.3.	Incertitudes et degré d'exhaustivité .....	133
3.3.6.4.	Cohérence des séries temporelles.....	134
3.3.6.5.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique .....	134
3.3.6.6.	Recalcul.....	135
3.3.6.7.	Améliorations .....	135
3.3.7.	1A4c Agriculture, forêts, pêches .....	136
3.3.8.	1A5 Divers .....	136
3.4.	Catégories sources 1B - Emissions fugitives à partir des combustibles .....	137
3.4.1.	1B1 Emissions fugitives à partir des combustibles solides .....	138
3.4.2.	1B2a Emissions fugitives à partir des combustibles liquides.....	138
3.4.3.	1B2b Emissions fugitives de gaz naturel .....	138
3.4.3.1.	Réseaux de distribution de gaz .....	139
3.4.4.	1.B.2.c - Emissions due aux torchères et au venting .....	142
3.5.	Catégories sources 1C - Transport, injection et stockage géologique du CO <sub>2</sub> .....	143
3.6.	Recalcul du Secteur 1 .....	143
3.7.	1D - Memo Items.....	144
3.7.1.	Soutes internationales - 1D1 International Bunkers .....	144
3.7.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie .....	145
3.7.1.2.	Répartition générale de la consommation énergétique .....	145
3.7.1.3.	Aviation internationale (1.D.1.a) .....	147
3.7.1.4.	Navigation internationale (1.D.1.b) .....	149
4.	PROCEDES INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS (SECTEUR 2 DU CRF).....	151



4.1.	Caractéristiques générales du secteur .....	151
4.2.	Catégories sources .....	153
4.2.1.	Catégories sources 2A – Industrie Minière .....	153
4.2.2.	Catégories sources 2B – Industrie Chimique .....	153
4.2.3.	Catégories sources 2C – Industrie Métallurgique .....	153
4.2.4.	Catégorie source 2D – Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants .....	154
4.2.4.1.	Caractéristiques générales de la catégorie .....	155
4.2.4.2.	Catégorie 2.D.1 « Utilisation de lubrifiant » .....	155
4.2.4.3.	Catégorie 2.D.2 « Utilisation de cire de paraffine » .....	157
4.2.4.4.	Catégorie 2.D.3 «Autres» .....	158
4.2.5.	Catégories sources 2E – Industrie Electronique .....	170
4.2.6.	Catégories sources 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone (ODS) .....	171
4.2.6.1.	Réfrigération domestique (secteur 2.F.1.b) .....	172
4.2.6.3.	Climatisation stationnaire (2.F.1.f) .....	190
4.2.6.4.	Utilisation de mousse (secteur 2.F.2.a) .....	193
4.2.6.5.	Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs (secteur 2.F.4.a) .....	194
4.2.7.	Catégories sources 2G –Autres usages et fabrication de produits .....	196
4.2.7.1.	Méthodologie .....	197
4.2.8.	Catégories sources 2H –Autres .....	202
4.3.	Recalcul du secteur 2 .....	203
5.	AGRICULTURE (SECTEUR 3 DU CRF) .....	204
6.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE - UTCATF (SECTEUR 4 DU CRF) .....	205
6.1.	Caractéristiques générales .....	205
6.1.1.	Définitions et système de classification d'utilisation des terres .....	207
6.1.2.	Etablissements cat 4E .....	208
6.2.	Méthodologies d'estimation des émissions .....	214
6.2.1.	Méthodologie de calculs pour la variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres .....	214
6.2.2.	Méthodologies relatives aux émissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts ....	218
6.2.3.	Produit ligneux récolté - Catégorie 4G .....	221
6.3.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles .....	222
6.4.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique à la catégorie .....	222
6.5.	Recalcul .....	222
6.6.	Amélioration .....	222
6.6.1.	Amélioration de l'information relative à l'estimation de la couverture de houppier .....	222
6.6.2.	Déchets verts et produits ligneux .....	222
7.	DECHETS (SECTEUR 5 DU CRF) .....	223
7.1.	Dépôt de déchets solides sur les sites de décharge publique (secteur 5.A) .....	224
7.2.	Traitement biologique des déchets solides (secteur 5.B) .....	224
7.3.	Incinération et combustion à l'air libre des déchets (secteur 5.C) .....	224
7.4.	Traitement des eaux résiduaires (secteur 5.D.) .....	224
7.4.1.	Description de la catégorie source .....	224
7.4.1.1.	Traitement aérobie des eaux par l'UTER (a) .....	226
7.4.1.2.	Rejets en mer d'eaux non traitées (b) .....	226
7.4.2.	Méthode d'estimation des émissions .....	226
7.4.2.1.	Emissions de méthane (CH <sub>4</sub> ) .....	227
7.4.2.2.	Emissions d'Oxyde Nitreux (N <sub>2</sub> O) .....	228
7.4.2.3.	Paramètres complémentaires de rapportage de la catégorie .....	229
7.4.2.4.	Emissions de composé organique volatil non méthanique (COVNM) .....	229
7.4.3.	Données d'activités .....	230
7.4.3.1.	Volumes des eaux, volumes des eaux traitées et non traitées .....	230

7.4.3.2.	Détermination des matières organiques totales dans les eaux usées pour les voies de traitement (a) rejet direct en mer et (b) traitement UTER. ....	231
7.5.	Autre (secteur 5.E.) .....	233
7.6.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles.....	233
8.	AUTRES SECTEURS.....	237
9.	EMISSIONS INDIRECTES DE CO <sub>2</sub> ET D'OXYDES NITREUX .....	238
10.	NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS .....	239
10.1.	Explications et justifications concernant les nouveaux calculs .....	239
10.2.	Recalculs - comparaison pour l'année de référence et 2016. ....	241
10.3.	Implications sur les niveaux d'émissions .....	243
10.4.	Implications sur les tendances.....	243
10.5.	Améliorations planifiées .....	244
10.6.	Statut des recommandations .....	245
10.7.	Synthèse des émissions de 1990 et 2016 estimées dans les NIR 2018 et NIR 2019.....	248
11.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE – PROTOCOLE DE KYOTO (MODULE KP-LULUCF DU CRF) .....	254
11.1.	Informations générales.....	254
11.1.1.	Définition de forêt .....	254
11.2.	Information sur les terres .....	254
11.2.1.	Territoire.....	254
11.2.2.	Espaces verts .....	255
11.2.3.	Zone d'analyse.....	255
11.2.3.1.	Vue d'ensemble de l'évolution du territoire .....	256
11.2.3.2.	Zone 1 Entrée de ville .....	256
11.2.3.3.	Zone 2 Fontvieille.....	257
11.2.3.4.	Zone 3 Rocher .....	258
11.2.3.5.	Zone 4 Vallon st Devote .....	259
11.2.3.6.	Zone 5 Petite Afrique.....	259
11.2.3.7.	Zone 6 Jardin des Spélugues .....	260
11.2.3.8.	Zone 7 Sporting d'été .....	260
11.2.3.9.	Zone 8 Testimonio .....	261
11.2.4.	Conclusion .....	261
11.3.	Informations spécifiques aux activités .....	261
11.4.	Article 3.3 .....	261
11.5.	Article 3.4 .....	261
11.6.	Information relative à l'article 6 .....	262
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 ..	263
12.1.	Description du registre national.....	263
12.2.	Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF .....	263
12.3.	Notifications et erreurs .....	264
12.4.	Informations accessibles au public .....	264
12.5.	Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement .....	264
12.6.	Calcul de la réserve pour la période d'engagement .....	265
12.7.	Comptabilisation du secteur UTCATF .....	265
13.	MODIFICATIONS APPORTEES AU SYSTEME NATIONAL .....	266
13.1.	Nom et coordonnées du responsable du système national d'inventaire désigné par la Partie .....	266
13.2.	Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire .....	267
14.	MODIFICATIONS APPORTEES AU REGISTRE NATIONAL .....	269

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) .....	271
15.1.	Description des effets potentiels des politiques et mesures nationales .....	271
15.2.	Ressources financières et transfert de technologie .....	272
15.2.1.	Octroi de ressources financières .....	272
15.2.2.	Activités relatives au transfert de technologies .....	272
16.	AUTRES INFORMATIONS .....	273
17.	ANNEXE 1 - ANALYSE DES CATEGORIES CLES .....	274
17.1.	Résumé des catégories clés .....	275
17.2.	Evaluation des catégories principales pour l'année 1990 – Méthode Tier 1 .....	279
17.3.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – Méthode Tier 1 .....	280
17.4.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – Méthode Tier 2 – Contribution....	281
17.5.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – Méthode Tier 2 - Evolution ...	284
18.	ANNEXE 2 - TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES .....	287
19.	ANNEXE 3 - METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES.....	290
19.1.	Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets .....	290
19.1.1.	Incinération des déchets solides .....	290
19.1.1.1.	Calcul des émissions annuelles de NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC et de SO <sub>2</sub> .....	290
19.1.1.2.	Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle .....	291
19.1.2.	Incinération des boues d'épuration .....	292
19.1.2.1.	Calcul des émissions annuelles de CH <sub>4</sub> et de N <sub>2</sub> O.....	292
19.1.2.2.	Calcul des émissions annuelles de NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC et de SO <sub>2</sub> .....	292
19.1.3.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel.....	292
19.1.4.	Fioul lourd.....	293
19.1.4.1.	Données d'activités.....	293
19.1.4.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	293
19.1.4.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	293
19.1.4.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O .....	294
19.1.4.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects .....	294
19.1.4.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	294
19.1.5.	Gaz naturel .....	295
19.1.5.1.	Données d'activités.....	295
19.1.5.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	295
19.1.5.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	296
19.1.5.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O .....	296
19.1.5.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects .....	296
19.1.5.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	296
19.2.	Annexe 3.B. - Transport (1A3) .....	297
19.2.1.	Biocarburants .....	297
19.2.2.	Transport routier (1.A.3.b) .....	298
19.2.2.1.	Calcul du FE CO2 Country Specific [TR8] .....	298
19.2.2.2.	Parc statique par norme .....	299
19.2.2.3.	Age du parc par norme .....	300
19.2.2.4.	Kilométrage annuel moyen brut par norme .....	301
19.2.2.5.	Trafic brut par norme .....	302
19.2.2.6.	Consommation brute de carburant par norme .....	302
19.2.2.7.	Balance énergétique .....	302
19.2.2.8.	Trafic calé par norme.....	303
19.2.2.9.	Consommation calée de carburant par norme.....	303
19.2.2.10.	Consommations de lubrifiants, de produits pétroliers, de biocarburants et d'urée ....	303

19.2.2.11.	Calculs des facteurs d'émissions de COVNM des évaporations.....	303
19.2.2.12.	Calculs des émissions de GES et de polluants .....	304
19.2.2.13.	Références .....	304
19.2.3.	Navigation nationale (1A3d).....	304
19.2.3.1.	Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d) .....	304
19.2.3.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel .....	306
19.3.	Annexe 3.C. – Industrie manufacturière - 1A2g Autres secteurs – Sources mobiles.....	311
19.3.1.	Données d'activités .....	311
19.3.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	311
19.3.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	312
19.3.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O.....	312
19.3.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects.....	312
19.3.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	313
19.4.	Annexe 3.D. - Autres secteurs du domaine de l'énergie -(1A4) a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel.....	314
19.4.1.	Fioul domestique (FOD).....	314
19.4.1.1.	Données d'activité .....	314
19.4.1.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	314
19.4.1.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	314
19.4.1.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O .....	315
19.4.1.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects .....	315
19.4.1.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	315
19.4.2.	Gaz naturel .....	316
19.4.2.1.	Données d'activité .....	316
19.4.2.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	316
19.4.2.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	316
19.4.2.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O .....	317
19.4.2.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects .....	317
19.4.2.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	317
19.4.3.	Gaz de pétrole liquéfié .....	318
19.4.3.1.	Données d'activités.....	318
19.4.3.2.	Calcul des émissions de CO <sub>2</sub> .....	318
19.4.3.3.	Calcul des émissions de CH <sub>4</sub> .....	318
19.4.3.4.	Calcul des émissions de N <sub>2</sub> O .....	318
19.4.3.5.	Formules des émissions pour les gaz à effets indirects .....	319
19.4.3.6.	Calcul des émissions de NH <sub>3</sub> .....	319
20.	ANNEXE 4 – BILAN ENERGETIQUE .....	320
20.1.	Approche de référence 2017.....	320
20.2.	Balance énergétique nationale 2017 .....	321
21.	ANNEXE 5- INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES .....	323
21.1.	Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre. ....	323
21.1.1.	Entité .....	323
21.1.2.	Inventaire national .....	323
21.1.2.1.	Point de contact.....	323
21.1.2.2.	Auteurs .....	323
21.1.3.	Registre national d'inventaire .....	323
21.1.4.	Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les Changements Climatiques : 324	
21.2.	Résumé du Contrôle qualité / Assurance Qualité .....	325
21.2.1.	Contrôle qualité.....	325
21.2.2.	Assurance qualité .....	325
21.2.2.1.	Améliorations méthodologiques .....	325

21.2.2.2. Exhaustivité.....	326
21.3. Tableaux CRF SUMMARY 2.....	328
21.3.1. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 1990.....	329
21.3.2. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2017.....	330
22. REFERENCES.....	331
22.1. Secteur 1 – Energie .....	331
22.2. Secteur 2 – Industrie .....	332
22.3. Secteur 4 – UTCATF.....	333
22.4. Secteur 5 – Déchets.....	333



## RESUME ANALYTIQUE

Ce rapport présente, pour la période 1990 – 2017, 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 ( $\text{CO}_2$ ), méthane ( $\text{CH}_4$ ), protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre ( $\text{SF}_6$ ). Le trifluorure d'azote ( $\text{NF}_3$ ) 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 ( $\text{SO}_2$ ), les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), 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 10,59 % a été estimée par une méthode de niveau 1 pour l'ensemble de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en 2017.

Les émissions de gaz à effet de serre direct (exprimées en équivalent  $\text{CO}_2$ ) se situent pour l'année 2017 -14,64 % 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 101,43 kt  $\text{eqCO}_2$  pour l'année 1990 à 86,58 kt  $\text{eqCO}_2$  en 2017, hors secteur UTCATF.

En incluant le secteur UTCATF, les émissions sont passées de 101,43 kt  $\text{eqCO}_2$  pour l'année 1990 à 86,57 kt  $\text{eqCO}_2$  en 2017.

Dans l'ensemble, les émissions globales ont augmenté de 1990 à 2000, année pour laquelle la valeur maximale de 108,58 kt d'équivalent  $\text{CO}_2$  a été atteinte. Cette augmentation a été suivie d'une tendance relativement décroissante.

La contribution des différents gaz à effet de serre est la suivante pour 2017 (en % des émissions en équivalent  $\text{CO}_2$  hors UTCATF) :  $\text{CO}_2$ , 84,37 % ; HFC et PFC 9,39 %,  $\text{N}_2\text{O}$  3,30 %,  $\text{CH}_4$ , 2,82 % et  $\text{SF}_6$  0,12 %.

L'énergie, avec 89,72 % des émissions totales en équivalent  $\text{CO}_2$  hors UTCATF en 2017, occupe le premier rang des catégories de sources émettrices à Monaco au sens de la classification de la CCNUCC devant les procédés industriels, avec 7,64 % et les déchets avec 2,63 %.

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

Parmi les catégories clés, les émissions de  $\text{CO}_2$  liées à la combustion de déchets représentent environ 27,05 % des émissions totales et celles du transport routier environ 25,85 %. Ces deux secteurs sont à l'origine de près de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Entre 1990 et 2017, 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 72 % pour le monoxyde de carbone, de 57 % 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  $\text{eqCO}_2$ .





## 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 1990-2017.

Six direct greenhouse gases are taken into consideration: carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>). Nitrogen trifluoride (NF<sub>3</sub>) is not used in Monaco.

Data have also been reported for 4 indirect greenhouse gases: sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>), 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 10.59 % (corresponding to a standard deviation) has been estimated for the whole inventory in 2017.

Direct greenhouse gases emissions (in CO<sub>2</sub> equivalents) are, for 2017, 14.64% 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 101.43 kt CO<sub>2</sub> equivalent for the year 1990 to 86.58 kt CO<sub>2</sub> equivalent in 2017, excluding LULUCF. With LULUCF, emissions moved from 101.43 kt CO<sub>2</sub> equivalent for the year 1990 to 86.57 kt CO<sub>2</sub> equivalent in 2017.

Global emissions have increased from 1990 to 2000, for which the maximum value of 108.58 kt of CO<sub>2</sub> equivalent has been reached. This increase was followed by a relatively decreasing trend.

In 2017, the contribution of different greenhouse gases (in % of emissions in CO<sub>2</sub>eq excluding LULUCF) is estimated at 84.37 % for CO<sub>2</sub>; for HFCs and PFCs at 9.39 %, at 3.30 % for N<sub>2</sub>O, at 2.82 % for CH<sub>4</sub> and for SF<sub>6</sub> at 0.12%.

In 2017, the Energy sector, representing 89.72 % of total emissions in CO<sub>2</sub>eq (excluding LULUCF), ranks first category of emitting sources in Monaco as defined in the classification of the UNFCCC while industrial processes sector represent 7.64 % and waste sector 2.63 % 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 CO<sub>2</sub> emissions from waste incineration account for 27.05 % of total emissions and from road transport sector for 25.85 %. These two sectors are responsible for around half of emissions of the Principality of Monaco.

Between 1990 and 2017, emissions of indirect greenhouse gases are decreasing for the 4 gases. This decrease is of 90 % for sulfur dioxide, 72 % for carbon monoxide, 57 % 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 CO<sub>2</sub>eq.



## 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 CO<sub>2</sub> 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 cinquième 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 Division Energie-Climat-Activités Urbaines (ECAU) de la Direction de l'Environnement est 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.

La Division Energie-Climat-Activités Urbaines assure également 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).

L'Adjoint au Directeur de l'Environnement est en charge de l'Assurance Qualité.

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. Une réunion s'est tenue le 26 mars 2019, lors de laquelle l'ensemble des calculs ont été approuvés.

### 1.2.2. Descriptif synthétique de la préparation des inventaires d'émission

Dans le cadre de la réalisation du rapport national d'inventaire, la Division Energie-Climat-Activités Urbaines de 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**

Division Energie-Climat-Activités Urbaines  
3, avenue de Fontvieille  
MC 98000 MONACO  
MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : [environnement@gouv.mc](mailto: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  
Division Energie-Climat-Activités Urbaines  
3, avenue de Fontvieille  
MC 98000 MONACO  
MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : [jcarles@gouv.mc](mailto:jcarles@gouv.mc)

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

Mme ChrystelCHANTELOUBE  
Département des Relations Extérieures et de la Coopération  
Place de la visitation  
MC 98000 MONACO  
MONACO

Tél. : +49 (0) 30 26 39 033

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

e-mail : [c.chanteloube@gouv.mc](mailto:c.chanteloube@gouv.mc)



### 1.2.3. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification

#### 1.2.3.1. 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.
- **punctualité (timeliness)** : le dispositif d'élaboration de l'inventaire national doit permettre de produire celui-ci dans les délais requis.

#### 1.2.3.2. Contrôle qualité

##### 1.2.3.2.1. ENTITE EN CHARGE DU CONTROLE QUALITE

La Division Energie-Climat-Activités Urbaines conduit le processus Contrôle Qualité (CQ) dans le cadre de l'établissement de l'inventaire national, et a établi pour ce faire des procédures de contrôle qualité. Les contrôles qualité sont réalisés par les vérificateurs désignés dans le plan.

##### 1.2.3.2.2. PROCEDURES GENERALES CONTROLE QUALITE

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

- La vérification de la pertinence, de l'exactitude et de l'exhaustivité des données d'entrées.
- Un contrôle qualité dans le cadre du traitement des données (calculs des émissions, détermination des sources clés, calculs des incertitudes,...)
- Un contrôle de la cohérence entre les données traitées, le RNI et le reporting au sein du CRF reporter.
- La prise en comptes des remarques des revues.
- L'intervention des entités extérieures sur le processus de contrôle qualité.
- La traçabilité et l'archivage des éléments relatifs à l'établissement d'inventaire, des contrôles qualité réalisés tout au long du processus, ainsi que des suivi des non-conformités et des améliorations

---

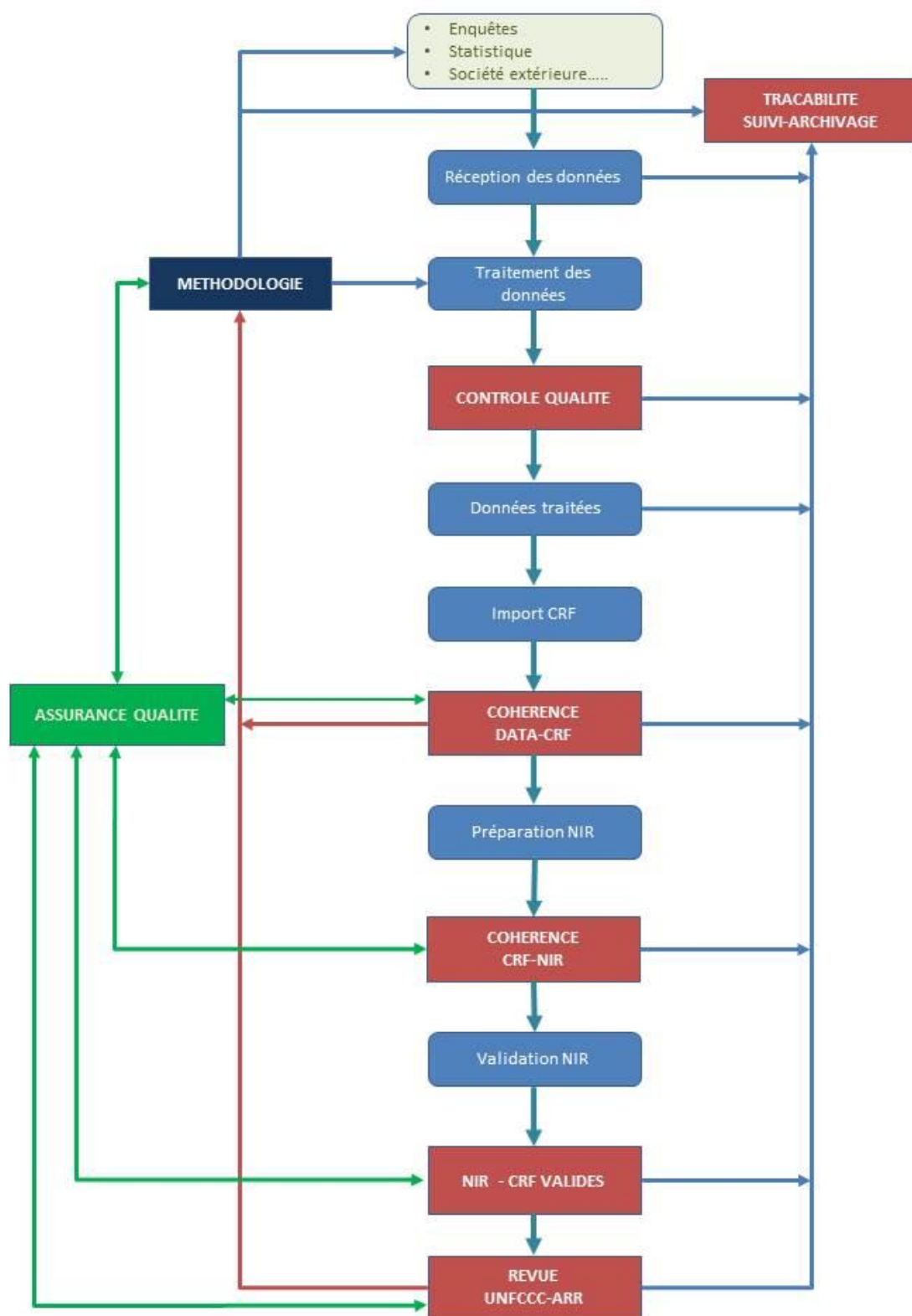
#### Procédures générales de niveau 1 mises en œuvre pour l'établissement des inventaires

---

	Activité CQ	Procédures
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.	Comparer les descriptions des données sur les activités, les facteurs d'émission et les autres paramètres d'estimation 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 les calculs) afin de rechercher des erreurs de transcription.
3	Vérifier que les émissions et absorptions sont calculées correctement.	Reproduire un ensemble de calculs d'émissions et d'absorptions.  Utiliser une méthode d'approximation simple qui donne des résultats similaires à l'original et des calculs plus complexes pour s'assurer qu'il n'y a pas d'erreur d'entrée des données ou de calcul.
4	Vérifier que les paramètres et les unités d'émission sont consignés	Vérifier que les unités sont étiquetées correctement dans les feuilles

	correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés.	<p>de calculs.</p> <p>Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs.</p> <p>Vérifier que les facteurs de conversion sont corrects.</p> <p>Vérifier que les facteurs d'ajustement temporel et spatial sont utilisés correctement.</p>
5	Vérifier l'intégrité des fichiers de la base de données.	<p>Confirmer que les phases de traitement des données appropriées sont représentées correctement dans la base de données.</p> <p>Confirmer que les relations entre les données sont représentées correctement dans la base de données.</p> <p>Vérifier que les champs de données sont étiquetés correctement et indiquent les spécifications de conception correctes.</p> <p>Vérifier que la documentation appropriée de la base de données et la structure et le fonctionnement du modèle sont archivés.</p>
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	<p>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.</p> <p>Vérifier que les données sur les émissions sont transcrites correctement entre divers produits intermédiaires</p>
8	Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	<p>Vérifier que les qualifications des personnes apportant une opinion d'experts sur l'estimation de l'incertitude sont appropriées.</p> <p>Vérifier que les qualifications, hypothèses et opinions d'experts sont consignées. Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement</p> <p>Au besoin, dupliquer les calculs d'erreurs ou un petit échantillon des distributions de probabilité utilisé par l'analyse Monte-Carlo.</p>
9	Vérifier la cohérence de la série temporelle.	<p>Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée de la série temporelle pour chaque catégorie de source.</p> <p>Vérifier la cohérence de l'algorithme/la méthode utilisé pour les calculs dans la série temporelle.</p> <p>Vérifier les changements méthodologiques et de données qui mènent à des recalculs.</p> <p>Vérifier que les résultats des activités d'atténuation ont été reflétés de manière appropriée dans les calculs de la série temporelle.</p>
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.

	<p>Pour les sous-catégories, confirmer que toute la catégorie de source est couverte.</p> <p>Fournir une définition claire des catégories de type « Autres ».</p> <p>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 »).</p>
11	<p>Vérification des tendances.</p> <p>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 variations par rapport à des 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.</p> <p>Vérifier la valeur des facteurs d'émission implicites (émissions agrégées divisées par les données sur les activités) entre séries temporelles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des observations aberrantes non expliquées sont-elles relevées pour une année quelconque ?</li> <li>- Si elles restent statiques entre séries temporelles, les variations des émissions ou absorptions sont-elles capturées ?</li> </ul> <p>Vérifier si on observe des tendances inhabituelles et inexpliquées pour des données sur les activités ou d'autres paramètres entre séries temporelles.</p>
12	<p>Effectuer un examen de la documentation interne et de l'archivage.</p> <p>Vérifier qu'il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations et permettant la duplication des estimations d'émissions et d'incertitudes.</p> <p>Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivées et stockées pour faciliter un examen détaillé.</p> <p>Vérifier que les archives sont fermées et conservées dans un endroit sûr à la fin de l'inventaire.</p> <p>Vérifier l'intégrité de tout système d'archivage de données par des organisations externes participant à la préparation de l'inventaire.</p>





#### **1.2.3.2.3. CONTROLES QUALITE – DONNEES SOURCES ET TRAITEMENTS**

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 d'émission exportables vers le « Online CRF Reporter GHG inventory software (CRF) Web Application ».

Ces fiches disposent de 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 réalisé par la vérification des fiches de calcul 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. Les modifications méthodologiques font l'objet d'une approbation préalable d'Assurance Qualité.

Le processus de vérification de la qualité des fiches de calcul a pour objectif de satisfaire aux points 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 des procédures générales de contrôle qualité de niveau 1 pour l'établissement des inventaires.

#### **1.2.3.2.4. COHERENCE DATA-CRF ET CRF-NIR**

Une compilation des émissions parallèles au CRF reporter est réalisée dans l'outil RISQ 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 entre les différentes étapes d'élaboration du Rapport National d'Inventaire : cohérence entre les méthodologies, les données d'activité utilisées pour les calculs et les résultats, ainsi que la cohérence entre le CRF et le NIR.

Le processus de cohérence a pour objectif de satisfaire aux points 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 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 » sont utilisés « submission checks », en privilégiant, toutefois, une mise en conformité sur les catégories clé et les catégories d'émissions propres à la Principauté.

#### **1.2.3.3. Assurance qualité**

L'Adjoint au Directeur de l'Environnement 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
- 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.

L'Adjoint au Directeur de l'Environnement 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 approbation.

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

L'Assurance Qualité peut également être confiée en tout ou partie à des entités extérieures.  
A ce titre, des missions périodiques d'assurance qualité sont confiées au CITEPA.

#### **1.2.3.4. Entités extérieures**

Dans le cadre de la réalisation de l'inventaire 2018, 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'Etudes 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).

Le CITEPA assure périodiquement des missions d'assurance qualité des rapports nationaux, ainsi que 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 a été conduite dans le cadre du NIR 2018 postérieurement à la soumission dudit rapport.

L'Assurance qualité du NIR 2019 par le CITEPA n'a pas été réalisée.

#### **1.2.4. Description des changements dans le système national depuis la soumission précédente**

Depuis la soumission précédente, de nombreuses améliorations du système national ont été opérées afin de renforcer la qualité des inventaires conformément aux demandes de l'ERT (FFCCC/ARR/2017/MCO)

Le Plan de Contrôle Qualité a été entièrement réécrit.

Cette refonte a permis de préciser les rôles et responsabilités le planning d'élaboration de l'inventaire national et les procédures et vérifications à opérer dans le cadre du contrôle qualité.

En outre, les fiches de calculs sont en cours d'uniformisation en termes de structure, de contenu et de présentation des données.

Enfin, les procédures qualité ont été renforcées à chaque étape d'élaboration de l'inventaire national.



En complément, la Direction de l'Environnement s'est doté de l'outil RISQ développé par le CITEPA. Il s'agit d'un système regroupant un nombre important de tâches associées aux inventaires d'émission. Cela va de la réalisation des calculs d'émission au rapportage des tableaux d'émission en passant par les outils de suivi et de contrôle qualité.

Deux fonctionnalités majeures peuvent être distinguées dans RISQ :

- A. La gestion du flux de données pour les émissions (de la donnée source aux résultats d'inventaire)
- B. La gestion de l'organisation des inventaires (tableau de bord et suivi des non conformités)

Cet outil a été utilisé dans le cadre du présent inventaire mais sera pleinement opérationnel pour l'élaboration du prochain inventaire.

### 1.3. Collecte des données, traitement et archivage

#### 1.3.1. 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).

Il n'existe pas d'accord particulier ou de réglementation pour la collecte des données. Une Ordonnance Souveraine, en cours de préparation, qui devrait être publiée en 2019, pourrait imposer la communication de données par les acteurs privés.

##### 1.3.1.1. 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) et les données relatives à la destination et la provenance des hélicoptères auprès de l'Institut Monégasque de la Statistique et des Etudes Économiques.

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 Économiques.

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

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

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

### **1.3.1.2. 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 et des aérosols-inhalateurs sont obtenues auprès CITEPA (valeurs françaises) et rapportées à la population monégasque.

Les données relatives à l'utilisation du N2O sont obtenues auprès des entités utilisant des anesthésiants médicaux.

Les données relatives à l'utilisation de paraffine obtenues auprès du CITEPA et rapportées à la population monégasque.

Pour la climatisation mobile (MAC) les données relatives au parc de véhicule monégasque sont obtenues auprès de la base immatriculation du Service des Titres de Circulation (STC). D'autres données permettant l'estimation des émissions sont obtenues auprès d'études et de bases de données commerciales de fournisseur de gaz pour MAC. Ces références sont listées ci-après au sein de la description de la catégorie.

Les estimations des émissions de la réfrigération domestique sont conduites à partir des appareillages déclarés lors des recensements de populations conduits en 2000, 2008 et 2016. Les répartitions des gaz au sein des appareillages neuf commercialisés sont obtenues auprès du CITEPA, données française, correspondant en tout point aux appareillages commercialisé à Monaco.

### **1.3.1.3. Secteur UTCATF**

Les données relatives aux espaces verts sont fournies par la Direction de l'Aménagement Urbain (DAU) en charge de la gestion des espaces verts et des jardins publics. La DAU Procédé également au recensement des espaces verts privées.

Les données relatives à l'utilisation d'engrais dans le cadre de l'entretien des jardins publics sont obtenues à auprès des principaux gestionnaires d'espaces verts : La Direction de l'Aménagement Urbain (DAU), la Mairie de Monaco, Le Jardin Exotique, La Société des Bains de Mer (SBM).

### **1.3.1.4. Secteur des déchets**

Les données relatives au traitement des eaux usées urbaines sont obtenues auprès de la SMEaux et de la Direction de l'Aménagement Urbain (DAU), Service de l'Etat en charge de la collecte et du prétraitement des eaux résiduaire ainsi que du contrôle de la délégation de service public du traitement des eaux par 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).

### **1.3.2. Traçabilité, Suivi et Archivage**

#### **1.3.2.1. Traçabilité**

L'ensemble des données d'activités et documents doivent être référencés.

Les références doivent figurer dans les fiches de calculs lorsque les données sont utilisées.

L'ensemble des modifications opérées sur les fiches de calculs sont mentionnées dans l'onglet dédié de la fiche.

#### **1.3.2.2. Suivi des améliorations et des non-conformités**

Toute proposition d'amélioration et toute non-conformité sera prochainement consignée dans l'outil RISQ.

Il comporte une description de l'amélioration ou de la non-conformité, la catégorie concernée et une date de résolution.

#### **1.3.2.3. Archivage**

L'ensemble de la documentation, telles que les données d'entrée, les références et les traitements doivent être archivées dans l'espace dédié du disque dur partagé qui comporte les niveaux adéquats de sécurité et de sauvegarde.

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 ;

##### Sur base informatique

- Données d'activité référencées ;
- 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 ;
- Plan d'Assurance Qualité / Contrôle Qualité, incluant la liste des personnels qui composent l'équipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre et leurs fonctions, ainsi que le planning d'élaboration du NIR
- Enregistrements des activités d'AQ/CQ aux différentes étapes de la réalisation des inventaires ;
- Enregistrements des non-conformités et propositions d'améliorations (détectées en interne ou externe – ex : revue CCNUCC) et planification de leur résolution (cf. RISQ).
- Calculs des incertitudes conformément aux lignes directrices du GIEC ;
- Lignes Directrices (CCNUCC, GIEC, EMEP) ;
- 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 CCNUCC et les rapports d'audits.

Le processus de traçabilité, suivi et archivage a pour objectif de satisfaire aux points 12 des procédures générales de niveau 1 pour l'établissement des inventaires.

## 1.4. Descriptions générales des méthodologies et sources utilisées

### 1.4.1. Principes

Les méthodologies d'estimation des émissions de GES sont retenues ou développées avec pour objectifs d'atteindre le 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 et de l'assurance qualité.
- 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'émission

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 ou utilisées dans le rapport national d'inventaire français.

## Secteur 1 –Energie

				Méthodes			Facteurs d'émission		
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> 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
1A2	Manufacturing Industry	Off-road vehicles	Liquid	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2	Manufacturing Industry	Off-road vehicles	Biomass	T2	T1	T1	CS	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, T2	T1, T3	T1	CS, D	D	D

<b>1B2b5</b>	Fugitive emissions	Natural gas distribution	Natural gas	T3	T3	NA	CS	CS	NA
<b>1D1a</b>	International Bunkers	International aviation	Jet kerosene	T1	T1	T1	D	D	D
<b>1D1b</b>	International Bunkers	International navigation	Gas Diesel oil	T1	T1	T1	D	D	D
<b>1D1b</b>	International Bunkers	International navigation	Gasoline	T1	T1	T1	CS	D	D
<b>1D1b</b>	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 <sub>6</sub>	NF3	CO2	N2O	CH4	HFC	PFC	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF <sub>6</sub>	NF3	CO2	N2O	CH4
2D	Produits non énergétiques issus de carburants et utilisation de solvants																
2D1	Lubricant Use						T1	T1	T1						CS	CS	CS
2D2	Paraffin Wax Use						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Paint application						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Dry cleaning						T2	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Road paving						T2	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Printing industry						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Wood preservation						T2	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Urea from road transportation						T1	NA	NA						CS	NA	NA
2D3	Domestic Solvent						T1	NA	NA						D	NA	NA
2D3	Application of glues						CS	NA	NA						CS	NA	NA
2F	Utilisation de produits comme substitus des ODS																
2F1b	Domestic refrigeration	T2	NA	NA	NA	NA				D	NA	NA	NA	NA			

<b>2F1e</b>	Mobile Air-conditioning	T2	NA	NA	NA	NA	CS	NA	NA	NA	NA
<b>2F1f</b>	Stationnary Air-conditioning	T2	T2	NA	NA	NA	D	D	NA	NA	NA
<b>2F2</b>	Foam Blowing Agents	CS	NA	NA	NA	NA	OTH	NA	NA	NA	NA
<b>2F4</b>	Aerosols	CS	NA	NA	NA	NA	D	NA	NA	NA	NA
<b>2G</b>	Autres usages et fabrication de produits										
<b>2G1</b>	Electrical Equipment	NA	NA	NA	T1	NA	NA	NA	NA	D	NA
<b>2G2b</b>	Accelerators	NA	NA	NA	CS	NA	NA	NA	NA	CS	NA
<b>2G3a</b>	Medical Applications					NA				D	NA
<b>2G3b</b>	Propellant					NA				CS	NA

### Secteur 3 –Agriculture

		Méthodes			Facteurs d'émission		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>3</b>	Agriculture	NO	NO	NO	NA	NA	NA

### Secteur 4 –UTCATF

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



## Secteur 5 –Déchets

		Méthodes			Facteurs d'émission		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>5D1</b>	Domestic wastewater	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. Description des catégories 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 CO<sub>2</sub> 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.

### 1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1

#### 1.5.1.1. Catégories clés en 2017

Le tableau ci-après dresse la liste des catégories clés pour l'année 2017, 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.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,247	0,078	0,247	0,078	24,7%	24,7%	24,7%	24,7%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,245	0,067	0,245	0,067	24,5%	49,3%	24,5%	49,3%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,139	0,043	0,139	0,043	13,9%	63,2%	13,9%	63,2%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,136	0,175	0,136	0,176	13,6%	76,9%	13,6%	76,9%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO <sub>2</sub> equivalent	0,091	0,077	0,091	0,077	9,1%	86,0%	9,1%	86,0%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,041	0,014	0,041	0,014	4,1%	90,1%	4,1%	90,1%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH <sub>4</sub>	kt	0,020	0,017	0,020	0,017	2,0%	92,1%	2,0%	92,1%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	kt	0,016	0,009	0,016	0,009	1,6%	93,7%	1,6%	93,7%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N <sub>2</sub> O	kt	0,011	0,004	0,011	0,004	1,1%	94,8%	1,1%	94,8%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH <sub>4</sub>	kt	0,006	0,009	0,006	0,009	0,6%	95,4%	0,6%	95,4%

Les catégories clés en niveau sont au nombre de 10.

Les émissions de CO<sub>2</sub> résultant de l'incinération des déchets représentent (1.A.1) environ 24,7 % des émissions totales et celles du transport routier représentent environ 24,5%. Ces deux secteurs sont à l'origine de près de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Parmi ces catégories clés, sur les 7 gaz à effet de serre direct, le CO<sub>2</sub> représente 82,6 % des émissions totales hors UTCATF.

Le tableau suivant concerne l'analyse des catégories clés au regard de leur évolution entre 1990 et 2017.

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	0,136	0,175	0,136	0,176	33,8%	33,8%	33,9%	33,9%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,247	0,078	0,247	0,078	15,1%	48,8%	15,0%	48,9%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,091	0,077	0,091	0,077	14,9%	63,7%	14,8%	63,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,245	0,067	0,245	0,067	12,9%	76,6%	12,9%	76,7%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,139	0,043	0,139	0,043	8,3%	84,9%	8,3%	85,0%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,02	0,017	0,02	0,017	3,3%	88,2%	3,3%	88,2%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,041	0,014	0,041	0,014	2,7%	90,9%	2,7%	90,9%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,016	0,009	0,016	0,009	1,7%	92,7%	1,7%	92,7%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,006	0,009	0,006	0,009	1,7%	94,4%	1,7%	94,4%
1.A.1.a	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,005	0,005	0,005	0,005	1,0%	95,4%	1,0%	95,4%

Les catégories clés en tendance sont au nombre de 10.

Il est à noter que l'ensemble des 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 CO<sub>2</sub> liées à la consommation de fioul dans le cadre de la valorisation énergétique des déchets.

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

- Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation de carburant liquide pour les autres secteurs de l'énergie qui ont très fortement diminuées ;
- Le CO<sub>2</sub> lié à la valorisation énergétique des déchets qui sont relativement stables depuis 2003 ;
- Les émissions relatives aux F-gaz qui sont en augmentation constante ;
- La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur du transport routier ;
- La consommation de gaz naturel en légère constante augmentation ;
- L'accroissement des émissions de CH<sub>4</sub> 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	0,341	0,000	0,341	0,000	34,1%	34,1%	34,1%	34,1%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,323	0,000	0,323	0,000	32,3%	66,4%	32,3%	66,4%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,156	0,000	0,156	0,000	15,6%	82,0%	15,6%	82,0%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,089	0,000	0,089	0,000	8,9%	90,9%	8,9%	90,9%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,025	0,000	0,025	0,000	2,5%	93,4%	2,5%	93,4%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,017	0,000	0,017	0,000	1,7%	95,1%	1,7%	95,1%

Il est à noter qu'en 1990, seulement 5 catégories formaient les catégories clés. Il est à noter que les 6 principales catégories clés de 1990 demeurent en 2017.

Les émissions de CO<sub>2</sub> 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 2017, elle représente 13,6% des émissions.

La part des émissions CO<sub>2</sub> dans le secteur du transport routier a également diminuée entre 1990 et 2017 en passant de 32,3% à 12,9%. Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la valorisation énergétique des déchets a *a contrario* augmenté de 15,6% à 24,7%.

### **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 2017

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.

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

### 1.5.3. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2

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

#### 1.5.3.1. Tier 2 – Contribution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2017	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.a - Autres combustibles fossiles	CO2	15,87	21,42	24,7	24,7	40	997	44,1	44,1	1
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,78	21,21	24	49,2	8	196	8,7	52,8	2
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,56	0,46	1	49,8	254	136	6,0	58,8	3
2.F.1..f - Climatisation stationnaire	F gaz	0,00	5,71	7	56,4	20	132	5,8	64,6	4
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,93	1,1	57,4	100	108	4,8	69,4	5
1.A.2.g – GNR	N2O	0,29	0,40	0,5	57,9	200	93	4,1	73,5	6
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	CO2	9,03	12,06	14	71,8	6	89	3,9	77,4	7
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,55	0,6	72,5	133	85	3,8	81,2	8
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	CO2	34,63	11,76	14	86,1	6	79	3,5	84,7	9
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	1,75	2	88,1	32	65	2,9	87,6	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,37	2	89,7	25	39	1,7	89,3	11
1.A.2.g – GNR	CO2	2,51	3,54	4,1	93,8	9	35	1,6	90,8	12
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,18	0	94,0	128	27	1,2	92,0	13
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,96	2	96,2	11	24	1,1	93,1	14
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	N2O	0,17	0,21	0,2	96,5	100	24	1,1	94,2	15
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,46	0,37	0	96,9	54	23	1,0	95,2	16
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	N2O	0,05	0,06	0	97,0	200	15	0,7	95,8	17

17 catégories constituent des catégories clé Tier2 en contribution.

On retrouve l'ensemble des catégories clé de Tier 1. Toutefois les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O de certaines catégories deviennent significatives et notamment les émissions de N<sub>2</sub>O des catégories 5.D et 1.A.2.g.

On peut noter que les émissions de CO<sub>2</sub> de la catégorie 1.A.1.a liées essentiellement à la combustion de déchets contribuent à hauteur de 44,1%.

### 1.5.3.2. Tier 2 – Evolution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (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.1.a - Autres combustibles fossiles	CO2	15,87	21,42	0,078	0,078	40	3,1	30,53	30,53	1
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,55	0,009	0,09	133	1,3	12,29	42,82	2
2.F.1..f - Climatisation stationnaire	F gaz	0,00	5,71	0,056	0,14	20	1,1	10,98	53,80	3
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	CO2	34,63	11,76	0,175	0,32	6	1,0	9,98	63,78	4
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,78	21,21	0,067	0,39	8	0,5	5,21	69,00	5
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	1,75	0,017	0,40	32	0,5	5,17	74,16	6
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,93	0,004	0,41	100	0,4	4,37	78,54	7
1.A.2.g – GNR	N2O	0,29	0,40	0,002	0,41	200	0,3	3,05	81,59	8
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	CO2	9,03	12,06	0,043	0,45	6	0,3	2,68	84,27	9
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,18	0,002	0,45	128	0,2	2,24	86,51	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,37	0,009	0,46	25	0,2	2,20	88,71	11
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,96	0,019	0,48	11	0,2	2,04	90,75	12
1.A.2.g – GNR	CO2	2,51	3,54	0,014	0,50	9	0,1	1,16	91,90	13
2.D.3 - Imprimerie	CO2	0,00	0,03	0,000	0,50	321	0,1	1,00	92,90	14
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	N2O	0,08	0,03	0,000	0,50	200	0,1	0,80	93,70	15
2.D.3 - Paint application	CO2	0,00	0,05	0,000	0,50	169	0,1	0,80	94,50	16
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	N2O	0,17	0,21	0,001	0,50	100	0,1	0,61	95,11	17

17 catégories sont des catégories clé en Tier 2 en termes d'évolution.

On retrouve les mêmes catégories que les catégories clé en terme de contribution, à l'exception des émissions de N<sub>2</sub>O des catégories 5.D.1 eaux usées domestiques, 1.A.3.b Transport routier et 1.A.4.b combustion stationnaire – gaz.

Nonobstant, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation de peintures et d'encre dans les imprimeries (2.D.3), ainsi que les émissions de N<sub>2</sub>O de 1.A.4.b combustion stationnaire – fioul constituent des catégories clé Tier 2.

On peut noter que les émissions de CO<sub>2</sub> de la catégorie 1.A.1.a liées essentiellement à la combustion de déchets contribuent à hauteur de 30,53%, suivies des émissions de CH<sub>4</sub> liées aux émissions fugitives (1.b.2.b.5) à hauteur de 12,29% et des émissions de F-gaz de la climatisation stationnaire (2.F.1.f) à hauteur de 10,98%..

## 1.6. Evaluation 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 2017, est de 10,59 %.

L'incertitude relative à la tendance observée pour les émissions totales entre l'année de base 1990 et 2017 est évaluée à 4,34 %.

## 1.7. Exhaustivité de l'Inventaire

### 1.7.1. Couverture temporelle

Les émissions de gaz à effet de serre sont pour l'ensemble des secteurs calculé sur la période 1990-2017. L'année de référence est de 1990 pour le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, et le N<sub>2</sub>O 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 <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
CH <sub>4</sub>	Méthane
N <sub>2</sub> 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 <sub>6</sub>	Hexafluorure de soufre
NF <sub>3</sub> ,	Trifluorure d'azote

#### Les gaz à effet de serre indirect :

SO <sub>2</sub>	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 du transport routier sont calculées à partir notamment de la vente de carburant sont couvertes pour l'ensemble du territoire.

Le trafic lié au transport aérien domestique et à la navigation domestique est inclus dans le total national, tandis que la part 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.

La consommation de gazole non routier et gaz liquéfié sont couvertes sur le périmètre national.

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 CO<sub>2</sub> correspondantes.

Pour ce qui est du calcul des émissions réelles de gaz fluorés (HFC, PFC et SF<sub>6</sub>), une méthode Tier 2a 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 CO<sub>2</sub>.

Les émissions relatives à l'utilisation de paraffine, de colles et de solvants domestiques ont été estimées dans le cadre de cet inventaire.

##### **1.7.4.3. UTCATF**

Les émissions directes et indirectes de N<sub>2</sub>O 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 résiduaires 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. Les déchets recyclables, dangereux et ultimes sont exportés.

## 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 2017, les évolutions observées depuis l'année de référence de 1990 par gaz et par secteurs d'émissions.

### 2.1. Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre agrégées

#### 2.1.1. Emissions globales de gaz à effet de serre en 2017

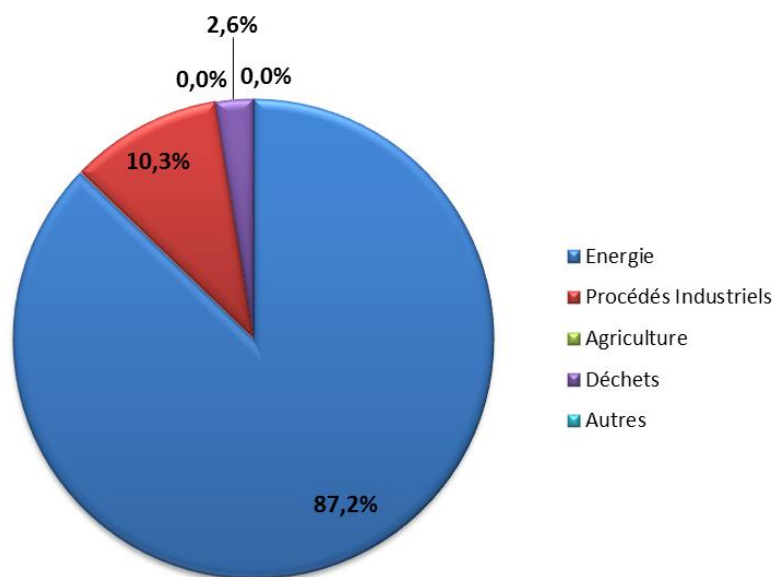
Pour l'année 2017, les émissions globales, secteur UTCATF inclus, sont de : **86,58 kt CO<sub>2</sub>eq**

Pour l'année 2017, les émissions globales, hors secteur UTCATF, sont de : **86,59 kt CO<sub>2</sub>eq**

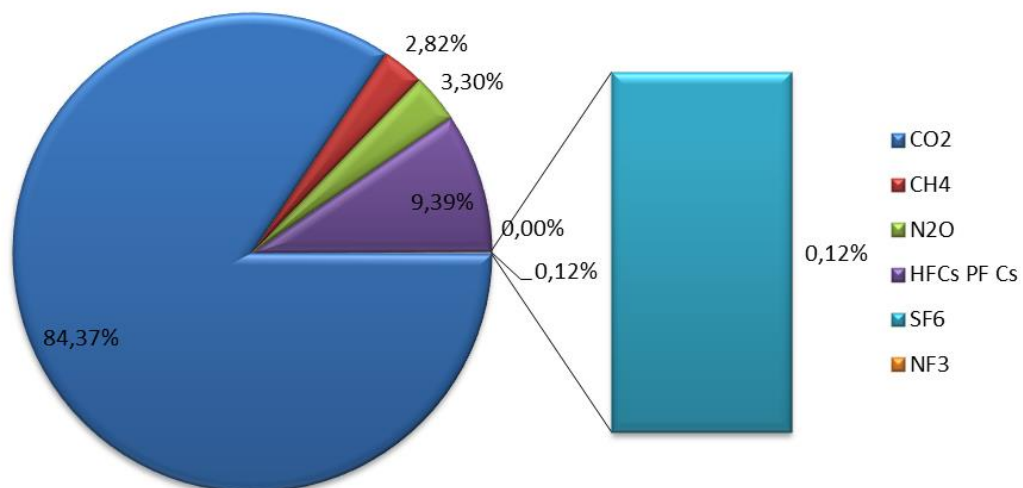
Le polluant le plus contributeur est le CO<sub>2</sub> issu très majoritairement du secteur énergétique qui reste aussi la principale source des émissions de Monaco avec 86,85% des émissions globales.

Catégorie d'émissions ou de puits de gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Mix de HFCs et PFCs non spécifié	NF <sub>3</sub>	Total	Répartition hors UTCATF	Répartition avec UTCATF
	CO <sub>2</sub> équivalent (kt)									%	%
Energie	72,73	0,69	2,05						75,48	87,17%	87,17%
Procédés industriels et utilisation de produits	0,32	0,00	0,33	8,13	NO,IE	0,11	NO	NO	8,89	10,27%	10,3%
Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	0,00%	0,0%
Déchets	NO,IE	1,75	0,46						2,21	2,56%	2,6%
Autres	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00%	0,00
Emissions totale en ktCO <sub>2</sub> équivalent sans UTCATF	73,06	2,44	2,85	8,13	0,00	0,11	0,00	0,00	86,59		
UTCATF	-0,01	NO,IE	0,01						0,00		0,00%
Emissions totale en ktCO <sub>2</sub> équivalent avec UTCATF	73,04	2,44	2,86	8,13	NO,IE	0,11	NO	NO	86,58		
Memo items - International bunkers	14,85	0,03	0,13						15,00		
Aviation	2,55	0,00	0,02						2,57		
Navigation	12,30	0,03	0,10						12,43		
CO <sub>2</sub> indirect	NE,NO										

## Emissions de GES par secteur (hors UTCATF)



## Emissions de GES par gaz (hors UTCATF en kt CO<sub>2</sub>eq)



### 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 2017 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 : 101,43 kt CO<sub>2</sub>eq**

**Les émissions pour l'année 2017 sont de : 86,58 kt CO<sub>2</sub>eq**

La diminution observée entre 1990 et 2017 est de : -14,84 ktCO<sub>2</sub>eq

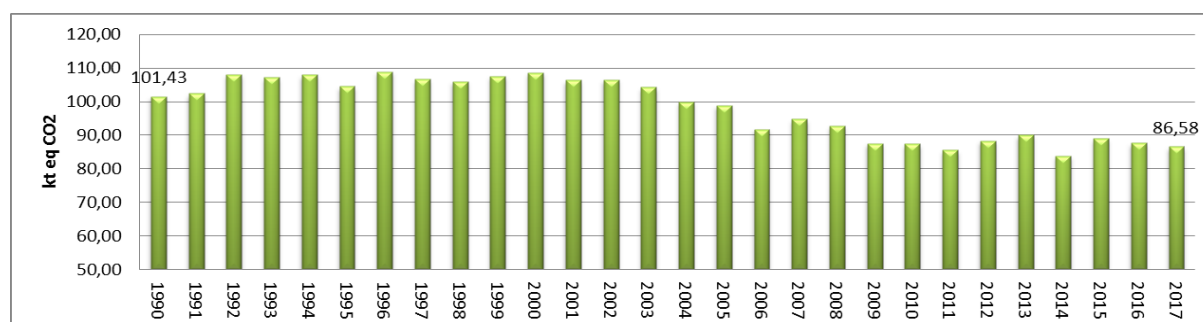
**Par rapport à l'année de référence 1990, la variation est de : -14,6 %.**

Le pic maximum des émissions a été observé en 2000 : 108,58 ktCO<sub>2</sub>eq.  
Depuis ce maximum, la diminution observée a été de : 22 ktCO<sub>2</sub>eq (20,3%)

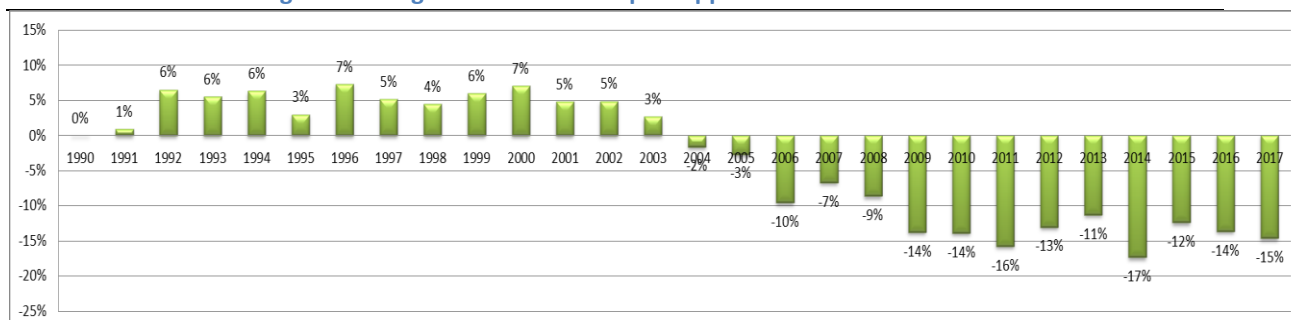
L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 14,64% par rapport à l'année de référence de 1990. Le pic maximum des émissions a été atteint en 2000 avec 108,58 ktCO<sub>2</sub>eq. En 2017, les émissions globales étaient de 86,58 ktCO<sub>2</sub>eq.

Avec le secteur UTCATF, les émissions de 1990 sont de 101,42 kt CO<sub>2</sub>eq et celles de 2017, de 86,59 ktCO<sub>2</sub>eq. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 14,63% par rapport à l'année de référence de 1990.

#### Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre entre 1990 et 2017



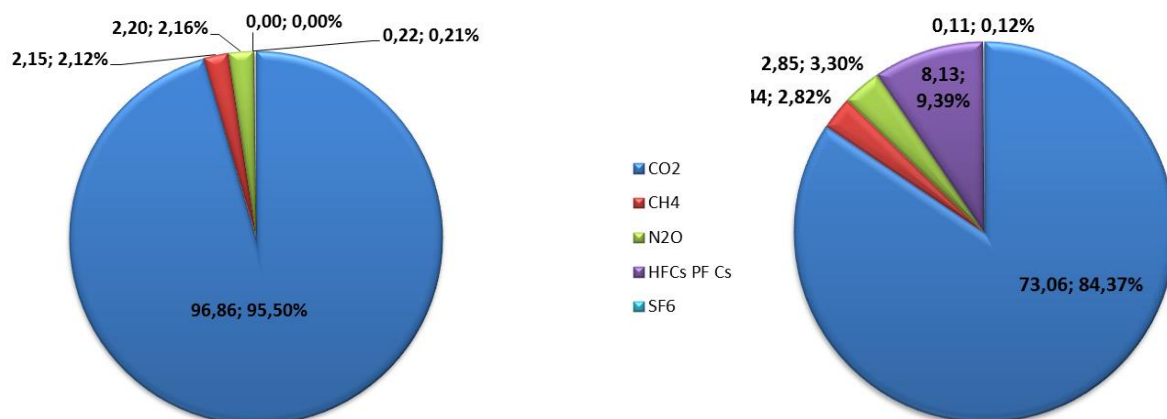
#### Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre par rapport à 1990



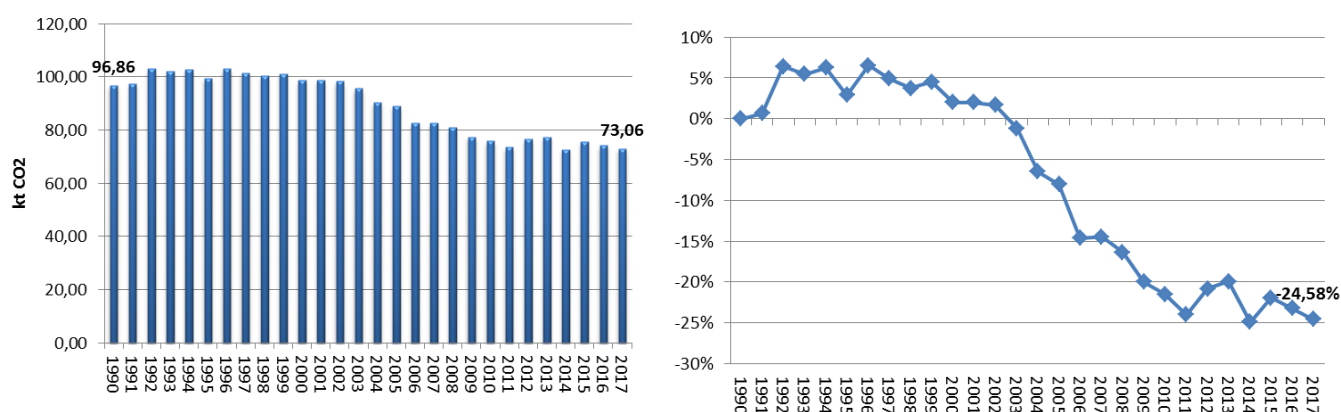
### 2.1.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre

L'évolution des émissions des gaz à effet de serre CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC et SF<sub>6</sub> entre 1990 et 2017 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.

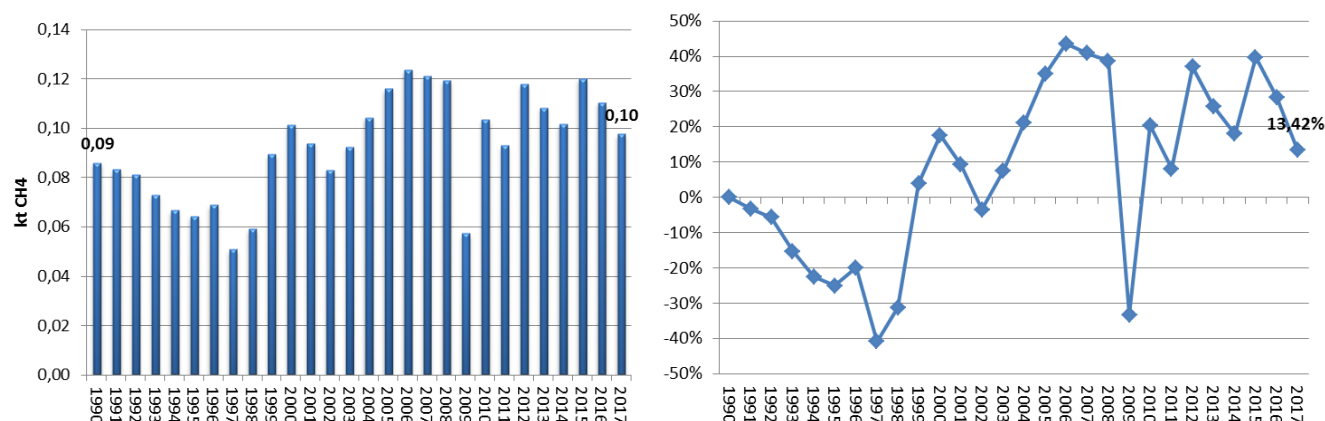
#### Répartition en 1990 et 2017 des émissions par gaz à effet de serre.



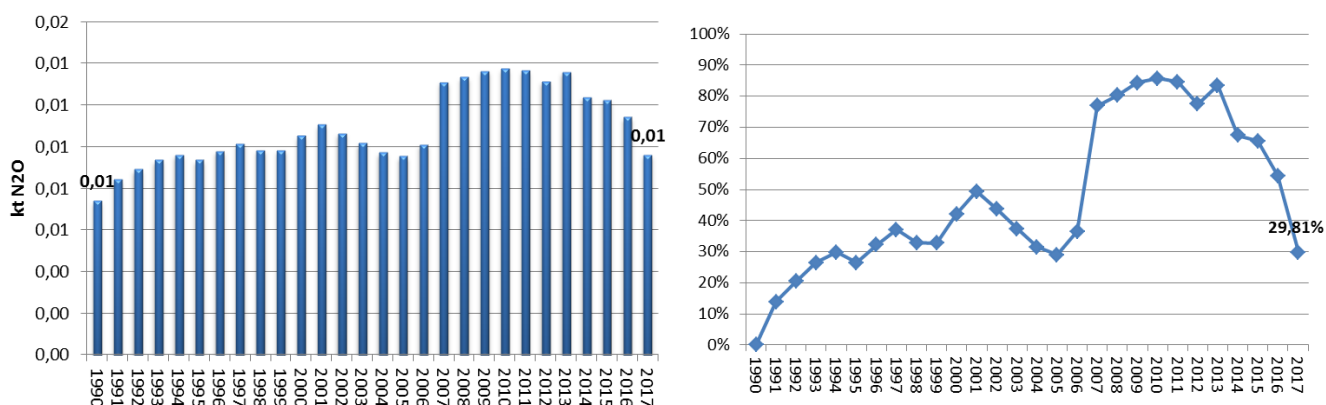
Le principal gaz émis en 2017 reste le CO<sub>2</sub> qui représente 84,37% des émissions globales. Entre 1990 et 2017, les émissions de CO<sub>2</sub> sont passées de 96,86kt à 73,06 kt. Cela représente une diminution de 24,58% des émissions de ce gaz en 2017 par rapport à 1990.



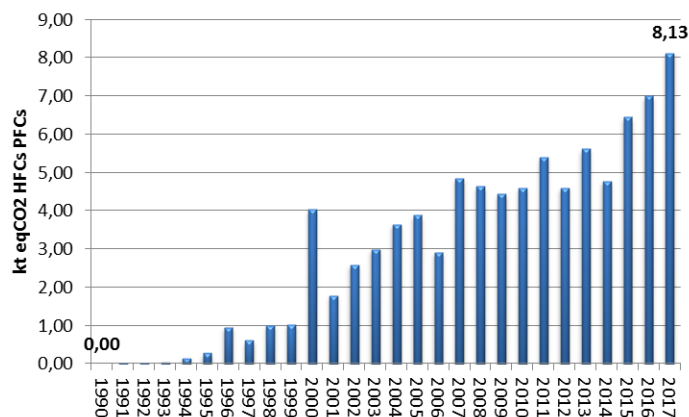
Durant la même période, les émissions de CH<sub>4</sub> sont passées de 0,09kt en 1990 à 0,10 kt en 2017. Le maximum a été observé en 2006.



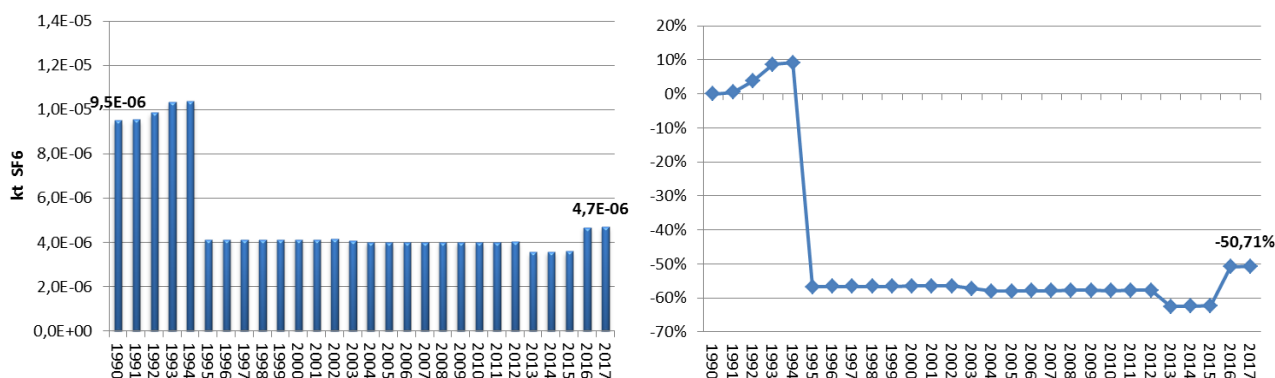
Les émissions de N<sub>2</sub>O sont passées de 0,0074 kt en 1990 à 0,0096 kt en 2017, avec un maximum observé en 2010 (0,0138kt).



Les émissions de HFC-PFC sont passées de 0,00 ktCO<sub>2</sub>eq en 1990 à 8,13 ktCO<sub>2</sub>eq en 2017. 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 SF<sub>6</sub> sont passées de 9,5.10<sup>-6</sup> kt en 1990 à 4,7.10<sup>-6</sup> kt en 2017.



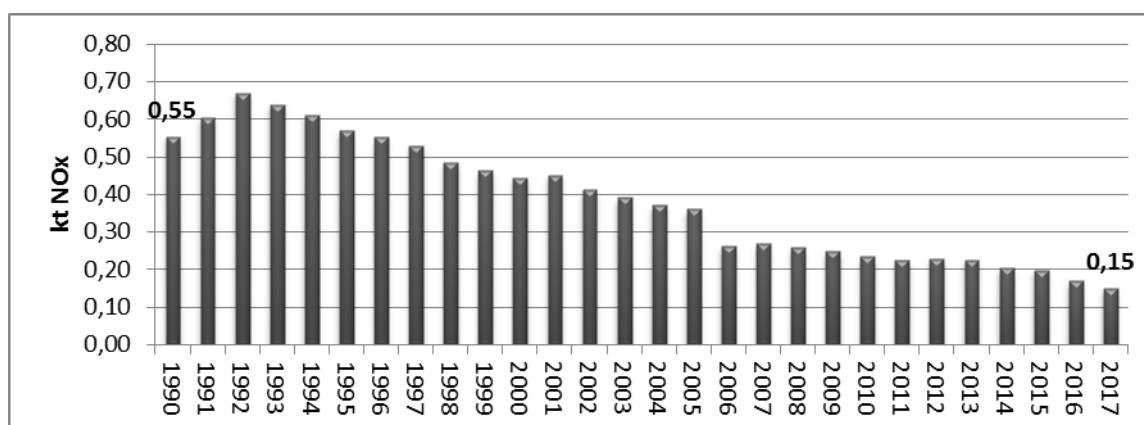
	Total (without LULUCF)	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	NF3
	kt CO2 eq	kt	kt	kt	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt	kt
1990	101,42	96,86	0,09	0,01	NO,IE	NO,IE	2,17E-01	NO
1991	102,33	97,52	0,08	0,01	0,00	NO,IE	2,18E-01	NO
1992	108,01	103,10	0,08	0,01	0,02	NO,IE	2,25E-01	NO
1993	107,06	102,17	0,07	0,01	0,05	NO,IE	2,35E-01	NO
1994	107,84	102,93	0,07	0,01	0,15	NO,IE	2,36E-01	NO
1995	104,45	99,68	0,06	0,01	0,29	NO,IE	9,38E-02	NO
1996	108,84	103,16	0,07	0,01	0,96	NO,IE	9,39E-02	NO
1997	106,63	101,64	0,05	0,01	0,61	NO,IE	9,40E-02	NO
1998	105,97	100,47	0,06	0,01	1,00	NO,IE	9,40E-02	NO
1999	107,50	101,22	0,09	0,01	1,03	NO,IE	9,41E-02	NO
2000	108,58	98,79	0,10	0,01	4,04	NO,IE	9,41E-02	NO
2001	106,30	98,80	0,09	0,01	1,69	0,09	9,42E-02	NO
2002	106,39	98,48	0,08	0,01	2,52	0,07	9,42E-02	NO
2003	104,15	95,74	0,09	0,01	2,96	0,04	9,26E-02	NO
2004	99,81	90,59	0,10	0,01	3,60	0,05	9,11E-02	NO
2005	98,76	89,05	0,12	0,01	3,81	0,08	9,11E-02	NO
2006	91,76	82,67	0,12	0,01	2,82	0,09	9,13E-02	NO
2007	94,70	82,83	0,12	0,01	4,78	0,08	9,14E-02	NO
2008	92,71	81,03	0,12	0,01	4,62	0,02	9,14E-02	NO
2009	87,52	77,50	0,06	0,01	4,42	0,02	9,15E-02	NO
2010	87,41	76,04	0,10	0,01	4,60	NO,IE	9,14E-02	NO
2011	85,48	73,60	0,09	0,01	5,41	NO,IE	9,14E-02	NO
2012	88,24	76,70	0,12	0,01	4,60	NO,IE	9,15E-02	NO
2013	89,99	77,55	0,11	0,01	5,62	NO,IE	8,12E-02	NO
2014	83,83	72,74	0,10	0,01	4,79	NO,IE	8,16E-02	NO
2015	88,78	75,60	0,12	0,01	6,45	NO,IE	8,18E-02	NO
2016	87,61	74,34	0,11	0,01	7,01	NO,IE	1,07E-01	NO
2017	86,59	73,06	0,10	0,01	8,13	NO,IE	0,11	NO

#### 2.1.4. Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO<sub>2</sub>

Cette section vise à représenter les niveaux d'émission des gaz indirects que sont les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM / NMVOC), le monoxyde de carbone (CO) ainsi que le dioxyde de soufre(SO<sub>2</sub>).

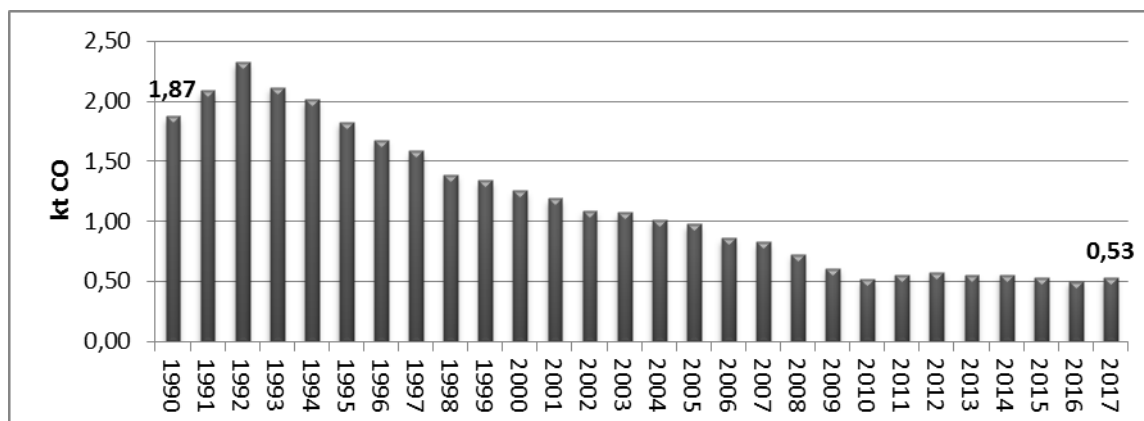
La décroissance des émissions de NO<sub>x</sub> est principalement due au sein du secteur de l'énergie à la diminution progressive de l'utilisation du fioul pour le chauffage domestique ainsi qu'à l'amélioration technologique des véhicules automobiles en particulier pour les motorisations diesel.

##### Evolution de 1990 à 2017 des émissions de NO<sub>x</sub>



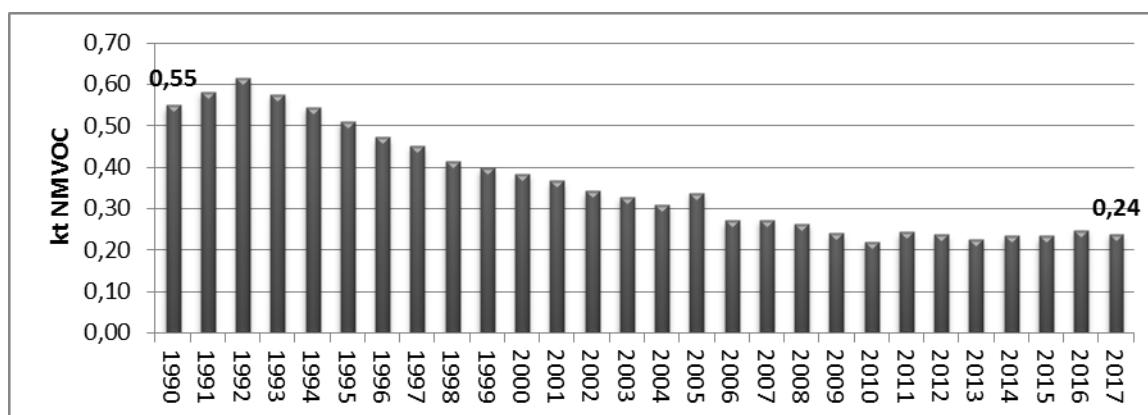
Ces mêmes raisons évoquées dans le cadre des NO<sub>x</sub>, contribuent à la diminution progressive des niveaux d'émissions de NMVOC et de CO.

##### Evolution de 1990 à 2017 des émissions de CO



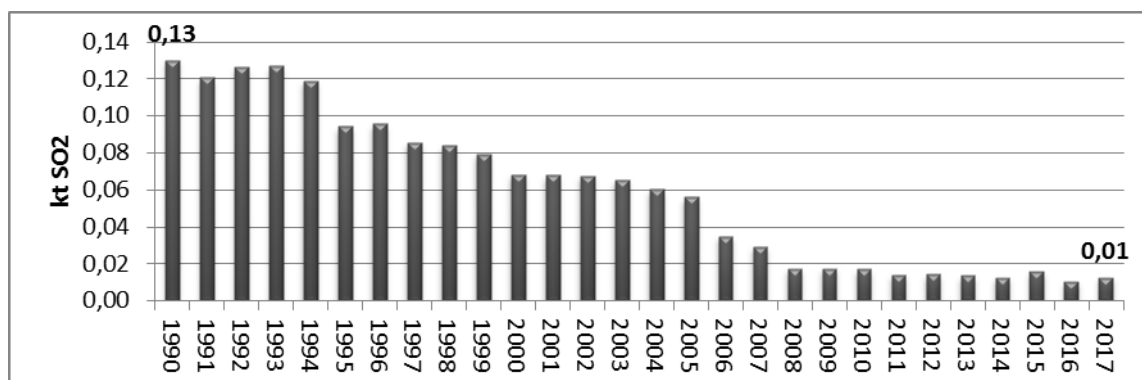


### Evolution de 1990 à 2017 des émissions de NMVOC



La diminution des niveaux de SO<sub>2</sub> 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 2017 des émissions de SO<sub>2</sub>

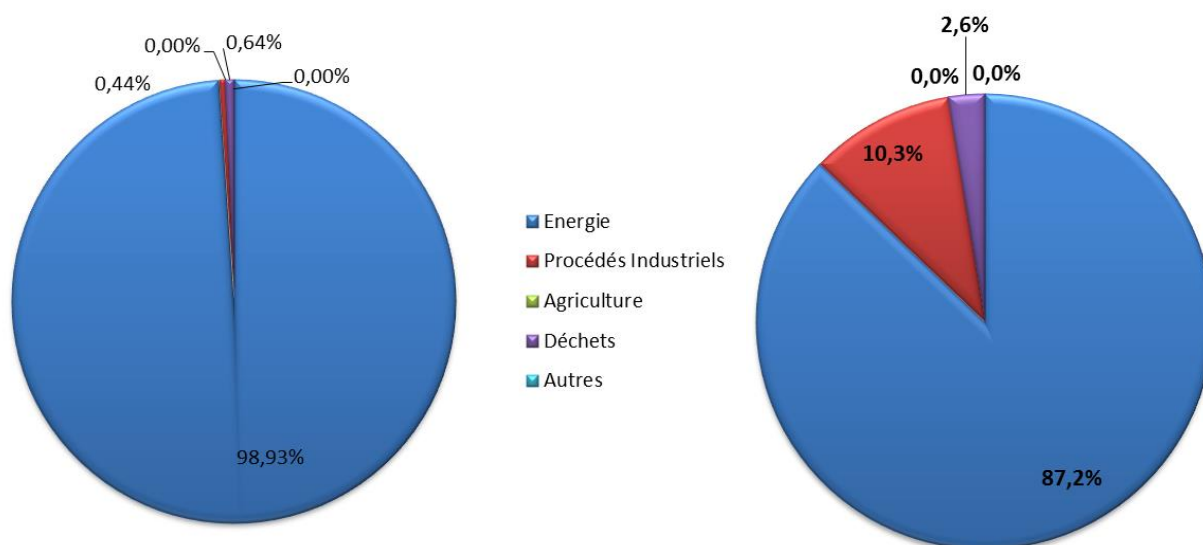


**Tableau de l'évolution des émissions de Gaz indirect**

	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>NM VOC</b>	<b>SO2</b>
	kt	kt	kt	kt
<b>1990</b>	0,552	1,868	0,549	0,130
<b>1991</b>	0,604	2,083	0,581	0,121
<b>1992</b>	0,669	2,316	0,615	0,126
<b>1993</b>	0,638	2,111	0,574	0,127
<b>1994</b>	0,611	2,010	0,544	0,119
<b>1995</b>	0,568	1,825	0,510	0,094
<b>1996</b>	0,551	1,671	0,471	0,096
<b>1997</b>	0,529	1,585	0,451	0,086
<b>1998</b>	0,484	1,385	0,412	0,084
<b>1999</b>	0,462	1,339	0,396	0,079
<b>2000</b>	0,443	1,252	0,384	0,068
<b>2001</b>	0,451	1,188	0,366	0,068
<b>2002</b>	0,411	1,086	0,341	0,067
<b>2003</b>	0,391	1,069	0,327	0,065
<b>2004</b>	0,371	1,010	0,308	0,060
<b>2005</b>	0,361	0,972	0,336	0,056
<b>2006</b>	0,261	0,857	0,270	0,035
<b>2007</b>	0,268	0,823	0,272	0,029
<b>2008</b>	0,258	0,725	0,263	0,017
<b>2009</b>	0,247	0,606	0,240	0,017
<b>2010</b>	0,233	0,513	0,219	0,017
<b>2011</b>	0,226	0,551	0,242	0,014
<b>2012</b>	0,227	0,577	0,237	0,014
<b>2013</b>	0,224	0,550	0,226	0,014
<b>2014</b>	0,203	0,554	0,233	0,013
<b>2015</b>	0,198	0,534	0,233	0,016
<b>2016</b>	0,169	0,500	0,247	0,010
<b>2017</b>	0,149	0,526	0,237	0,012

## 2.2. Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre par secteur

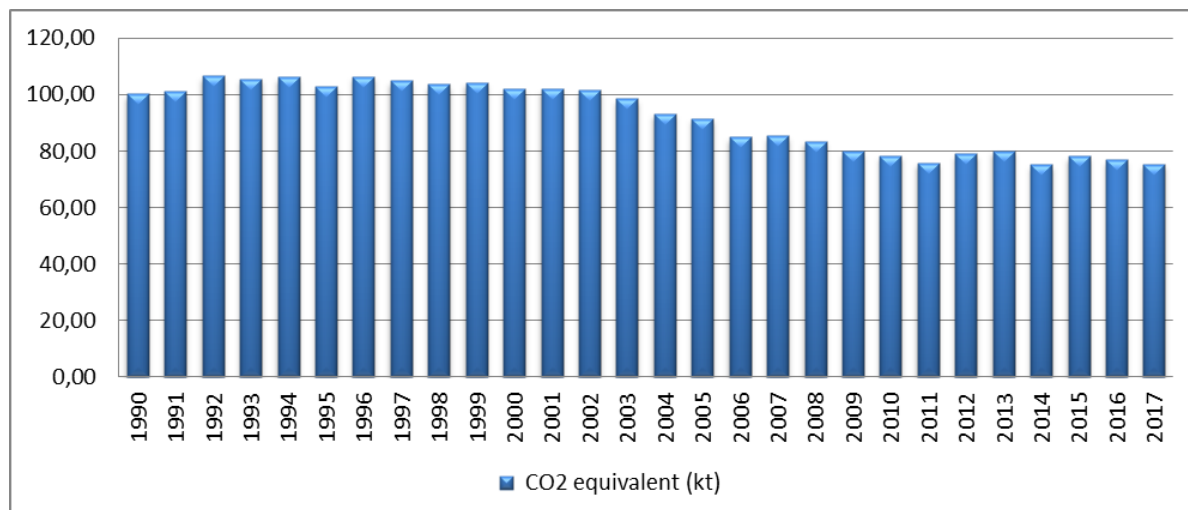
Répartition des émissions de gaz à effet de serre par secteur en 1990 et 2017



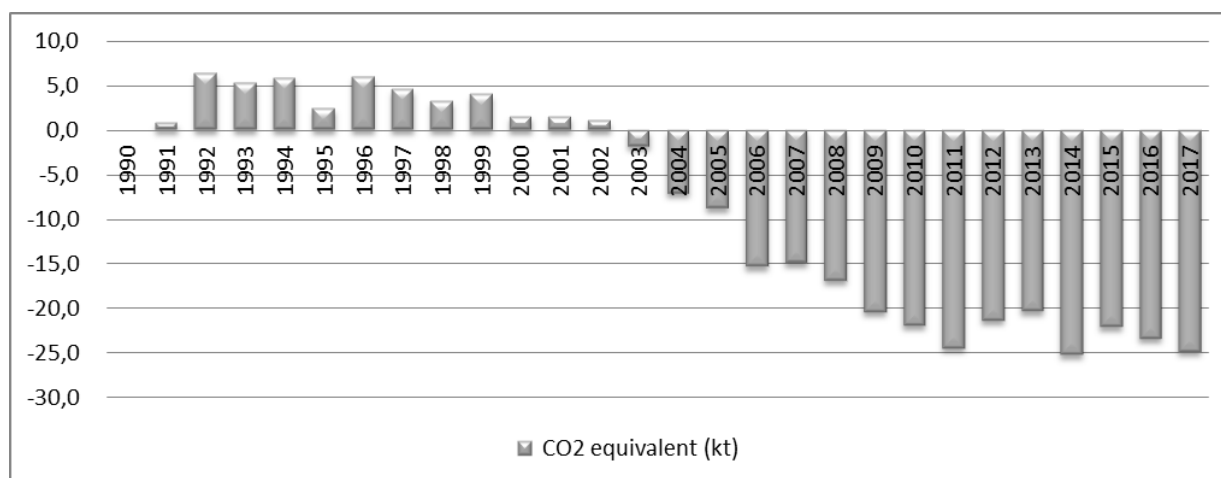
### 2.2.1. Secteur Énergie

Le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre en Principauté est l'Énergie.  
Entre 1990 et 2017, les émissions sont passées de 100,34 ktCO<sub>2</sub>éq à 75,48 ktCO<sub>2</sub>éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Énergie entre 1990 et 2017



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

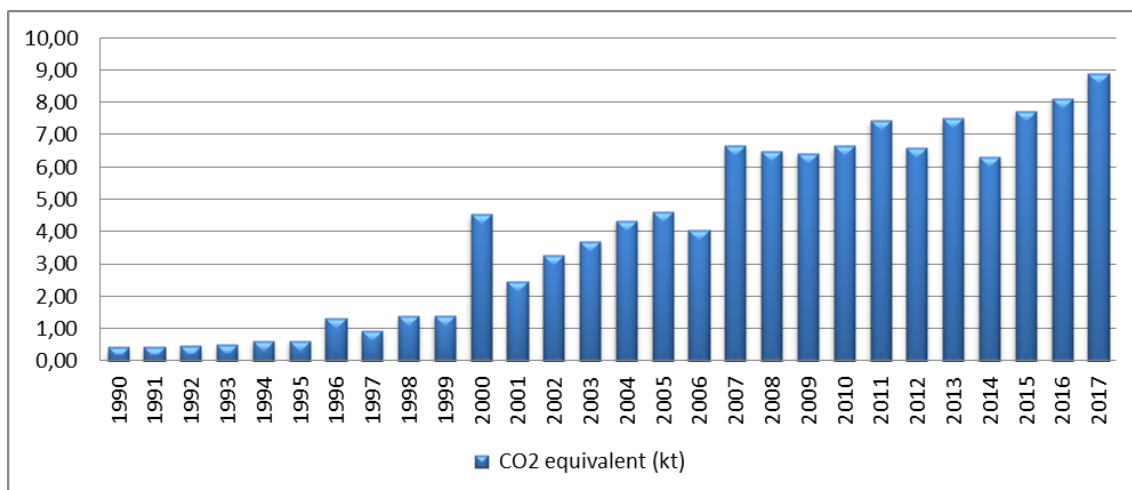


### 2.2.2. Secteur Procédés industriels

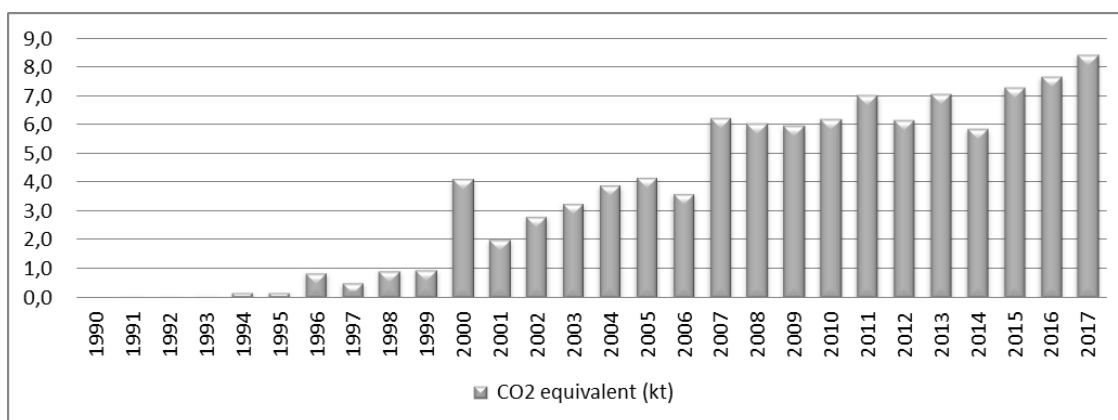
Les émissions du secteur des Procédés industriels sont en augmentation. Elles résultent essentiellement de l'évolution croissante de l'utilisation de la climatisation.

Entre 1990 et 2017, les émissions sont passées de 0,44 ktCO<sub>2</sub>éq à 8,89 ktCO<sub>2</sub>éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels entre 1990 et 2017



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

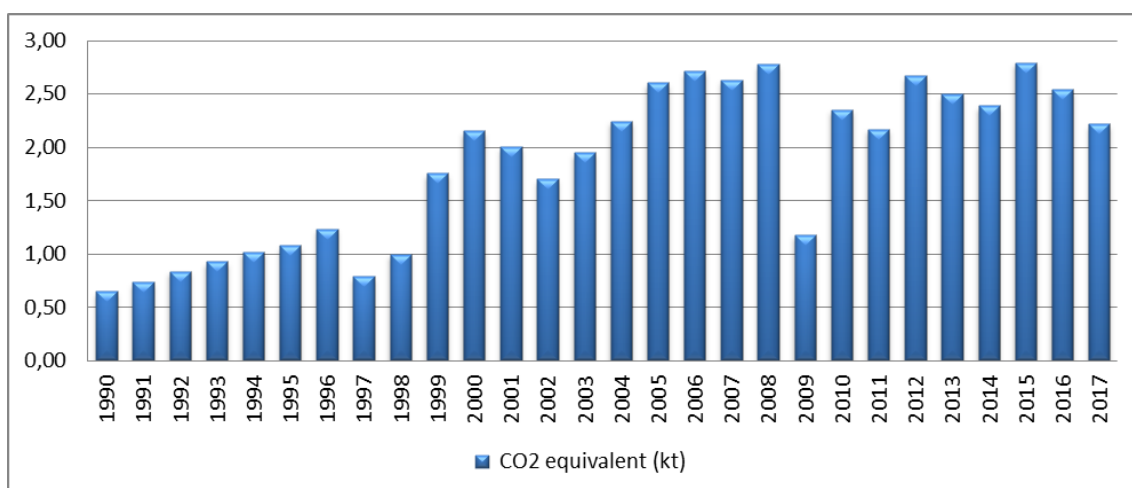


### 2.2.3. Secteur Déchets

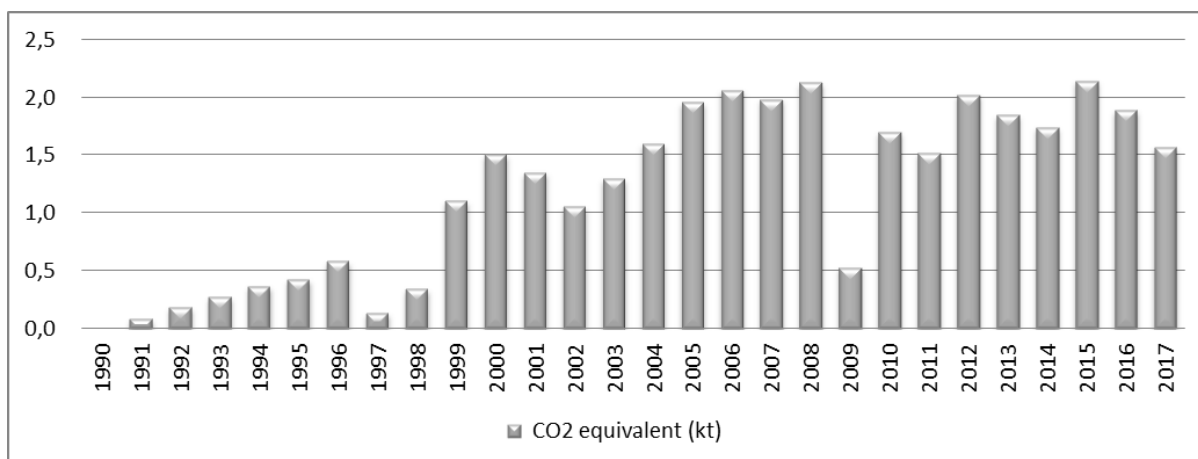
Les émissions du secteur des déchets ne concernent que le traitement des eaux usées domestiques. La tendance observée est majoritairement due à l'augmentation des charges polluantes des eaux provoquant une dégradation du traitement et la production de CH<sub>4</sub>.

Entre 1990 et 2017, les émissions ont augmenté de 0,65 ktCO<sub>2</sub>éq à 2,21 ktCO<sub>2</sub>éq.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets entre 1990 et 2017



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

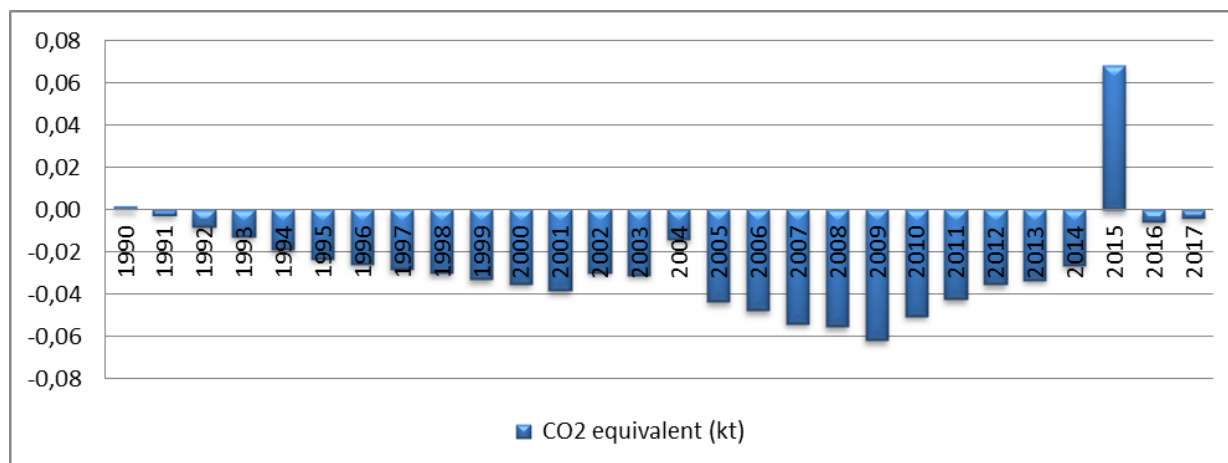


## 2.2.4. Secteur UTCATF

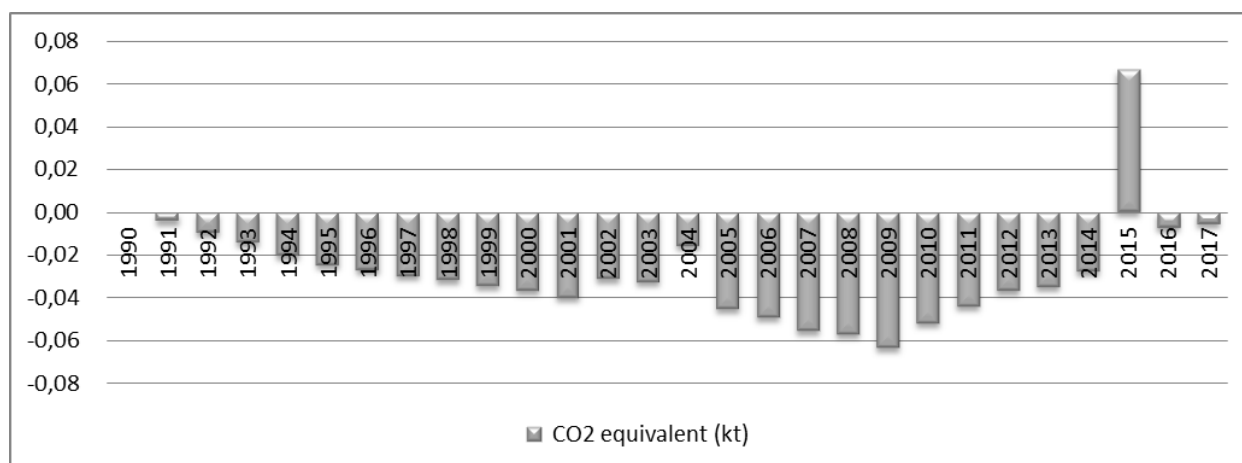
Entre 1990 et 2017, les émissions sont passées de 0,002 ktCO<sub>2</sub>éq à une capture de carbone de 0,004 ktCO<sub>2</sub>éq.

L'évolution secteur est relativement stable entre 1990 et 2014, guidée par une augmentation progressive de la capture de carbone due à l'augmentation des surfaces d'espaces verts. En 2015, la mise en œuvre d'importantes restructurations immobilières ont conduit à une perte de surface d'espace vert et des émissions de GES.

Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF entre 1990 et 2017



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 du secteur de l'énergie en 2017 sont présentées dans les tableaux 1A1, 1A2, 1A3 et 1A4 du cadre commun de présentation (CRF).

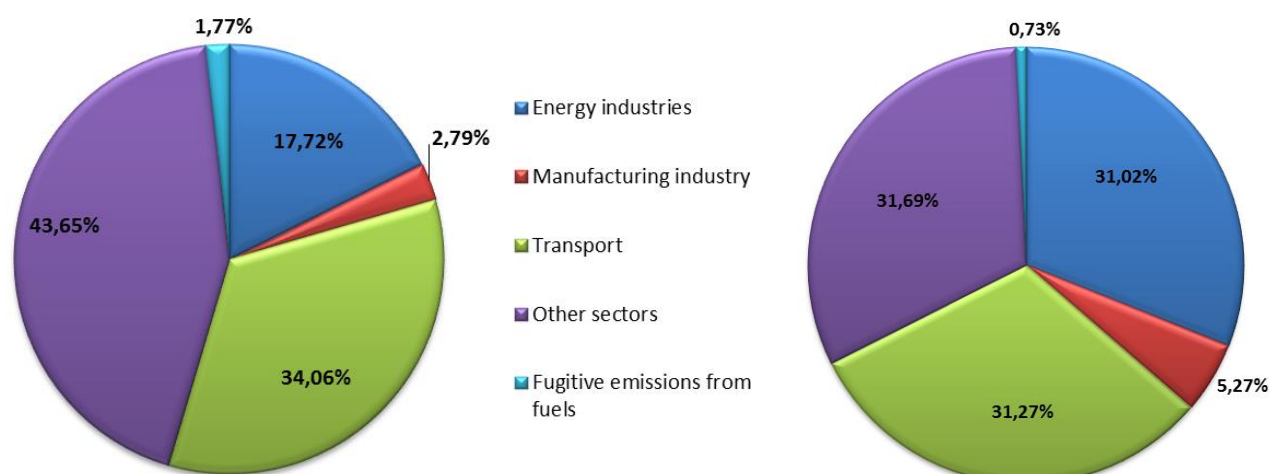
Les émissions du secteur de l'énergie, sont en 2017 de :	75,48 kt CO <sub>2</sub> eq
--	-----------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	100,34 ktCO <sub>2</sub> eq
La variation observée entre 1990 et 2017 est de :	-24,86 kt CO <sub>2</sub> eq

Soit une variation de :	-24,8 %.
-------------------------	----------

Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	87,2 % des émissions globales en 2017
Les émissions du secteur de l'énergie représentent :	98,92 % des émissions globales en 1990

#### Répartition en 1990 et 2017 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie.





### 3.2. Comparaison de l'approche sectorielle avec l'approche de référence

#### Comparaison de l'approche de référence et de l'approche sectorielle du secteur Energie

Comparaison entre l'approche de référence et l'approche sectorielle pour l'énergie - périmètre Kyoto			
	Approche de référence en kt CO <sub>2</sub> eq	Approche sectorielle en kt CO <sub>2</sub> eq	Ecart %
	A	B	A/B
1990	95	97	-1,4
1991	96	97	-1,6
1992	101	103	-1,7
1993	100	102	-1,5
1994	101	103	-1,5
1995	98	99	-1,5
1996	102	103	-1,4
1997	100	101	-1,3
1998	99	100	-1,2
1999	100	101	-1,2
2000	97	99	-1,2
2001	97	98	-1,1
2002	97	98	-1,1
2003	94	95	-1,0
2004	89	90	-1,0
2005	88	89	-0,9
2006	82	82	-1,0
2007	82	82	-0,9
2008	80	81	-0,8
2009	77	77	-0,7
2010	75	76	-0,5
2011	73	73	-0,6
2012	76	76	-0,5
2013	77	77	-0,5
2014	72	72	-0,5
2015	75	75	-0,5
2016	74	74	-0,5
2017	72	73	-0,5
Moyenne	88	89	-1,1

Il n'y a pas de différence, toutes catégories confondues, entre les consommations de l'approche de référence et celles de l'approche sectorielle.

Au niveau global (tous combustibles confondus), sur la période 1990-2017, les écarts des émissions de CO<sub>2</sub> sont en moyenne de -1,1% entre les deux approches. Ces écarts observés sont très faibles par rapport aux recommandations du GIEC (5%).

Au niveau de chaque catégorie de combustibles, des différences sont observées pour les catégories Liquid Fuels et Gaseous Fuels :

- Liquid fuels : l'écart, compris entre 0,6% et 2,2% selon les années, est dû à des facteurs d'émission des combustibles liquides dans l'approche de référence un peu moins élevés que ceux utilisés dans l'approche sectorielle.

- Gaseous fuels : l'écart quasiment constant sur toute la période de 0,8%, correspond à la différence entre le facteur d'émission du gaz naturel par défaut dans l'approche de référence (56 100 kg/TJ) et celui utilisé dans l'approche sectorielle (variable autour de 56 500 kg/TJ).

Il n'existe pas d'émissions pour la catégorie Solid Fuels et les facteurs d'émission par défaut de l'approche de référence de la catégorie Other Fossil Fuels, ont été modifiés pour correspondre à ceux de l'approche sectorielle.

### 3.3. Catégories sources 1A -Consommation de combustibles

Les émissions du secteur 1A, sont en 2017 de :

**74,92 kt CO<sub>2</sub>eq**

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

98,56 kteqCO<sub>2</sub>

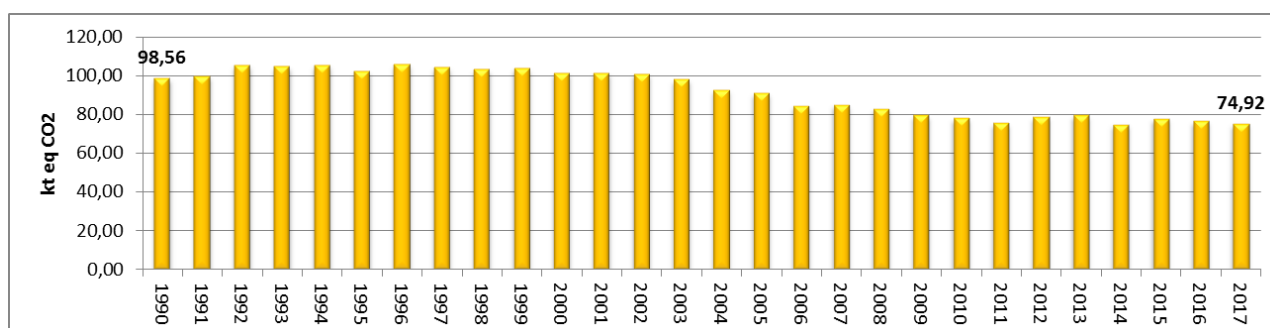
La variation observée entre 1990 et 2017 est de :

- 23,64 kteqCO<sub>2</sub>

Soit une variation de :

**- 23,98 %.**

#### Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2017



### 3.3.1. 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 (de chaud et de froid) 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 sources d'émissions suivantes sont classées dans la catégorie 1.A.1.a " Production publique d'électricité et de chaleur " :

- 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 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 1.A.1.a en 2017 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 2017 de 23,42 ktCO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 18,01 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de : +31,71 % (+5,64 kt CO<sub>2</sub>eq)**

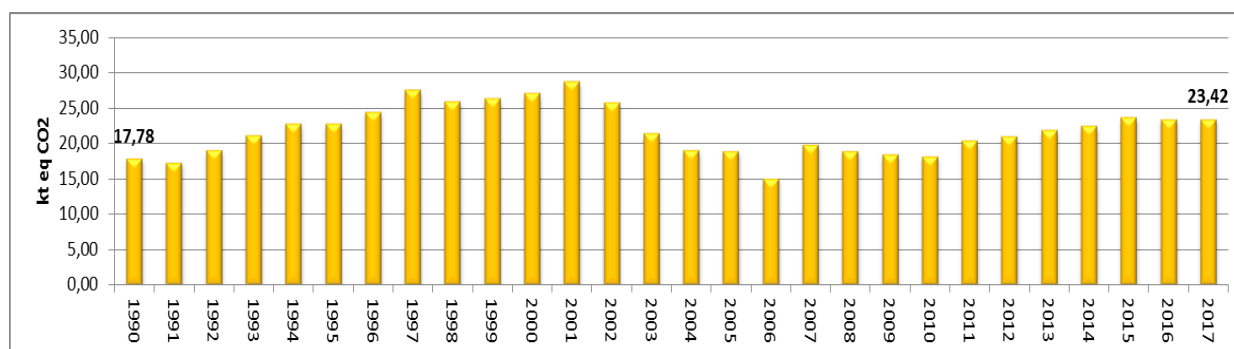
Les émissions du secteur 1.A.1.a " Production publique d'électricité et de chaleur " représentent :

31,02 % des émissions globales (17,72 % en 1990)

27,05 % des émissions du secteur de l'Energie (17,53 % 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 2017 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



#### 3.3.1.1. 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.

#### 3.3.1.2. 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 et 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 3.3.1.3.1. DONNEES D'ACTIVITES.

## Analyse des variations

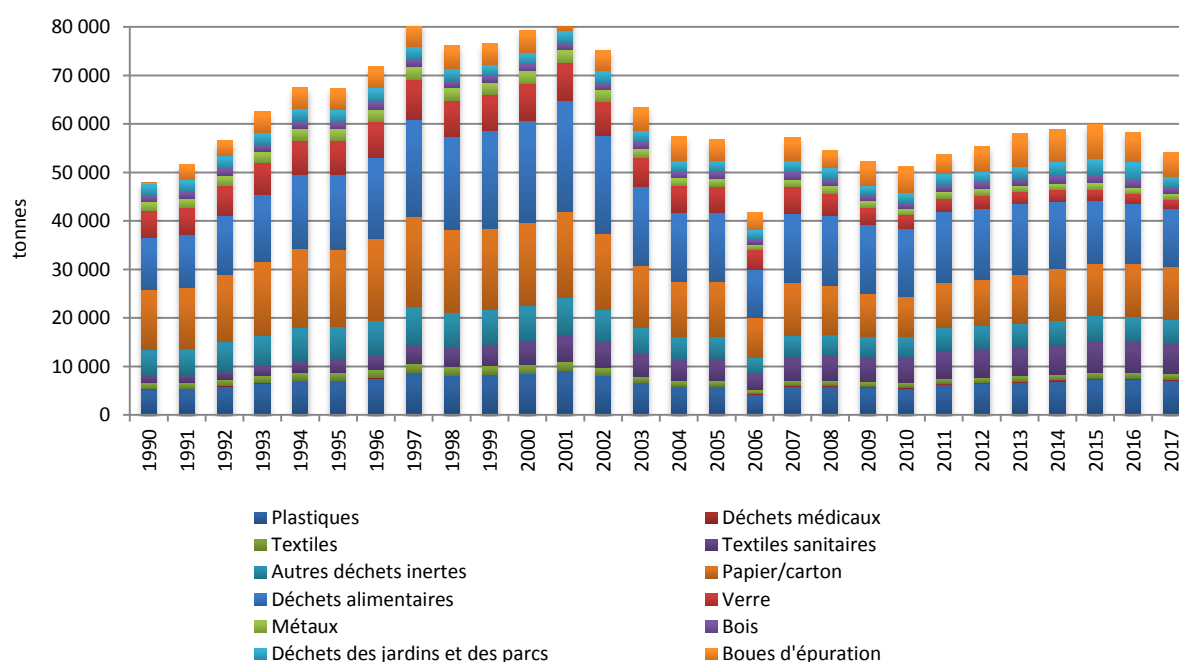
L'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.) actuelle est en fonctionnement depuis 1980. L'historique des tonnages de déchets solides incinérés par type de déchets permet de voir l'évolution des quantités incinérées annuelles.

L'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER) est en fonctionnement depuis 1989. Le système de transfert des boues d'épuration vers l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.) a été mis en place dans le courant de l'année 1990, où seulement 209 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 est pleinement opérationnel depuis 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.

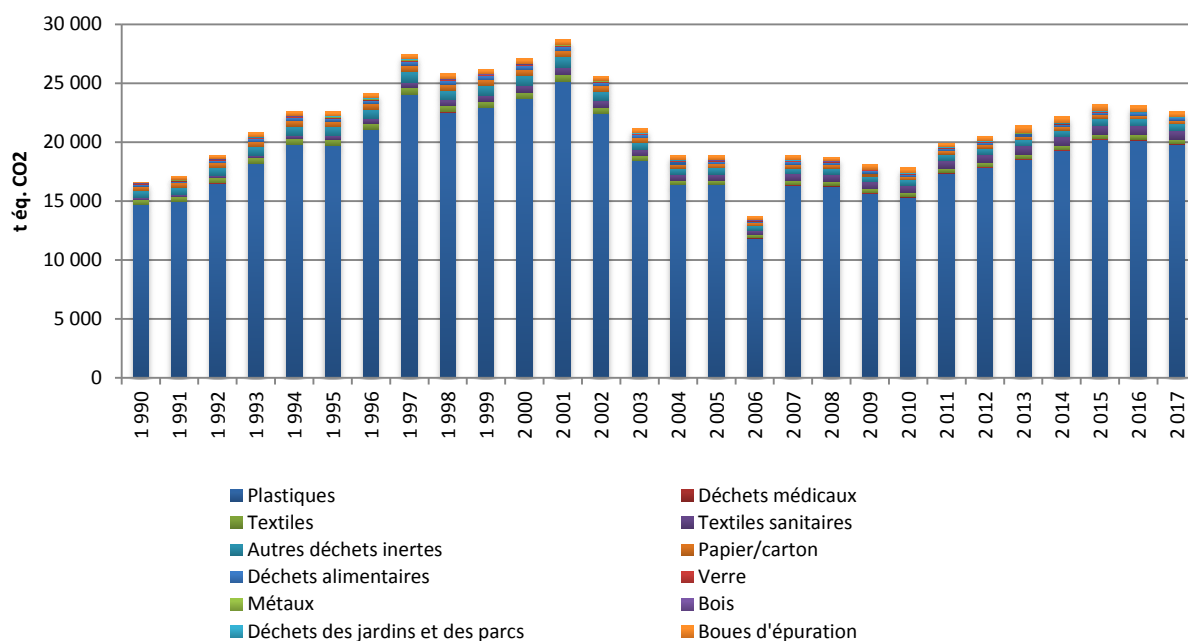
Les baisses de volumes observées les années 2005, 2006, 2008, et 2011 sont directement liées à des arrêts techniques des installations de l'UTER en 2008 et 2011, ou de l'U.I.R.U.I. en 2005 et 2006.

### Série temporelle des déchets caractérisés sur la période 1990-2017



Le graphique suivant présente l'historique des émissions de GES ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$  d'origine fossile) associées à l'incinération des déchets. La méthodologie appliquée pour estimer ces quantités est présentée dans le Chapitre 3.3.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS SOLIDES.

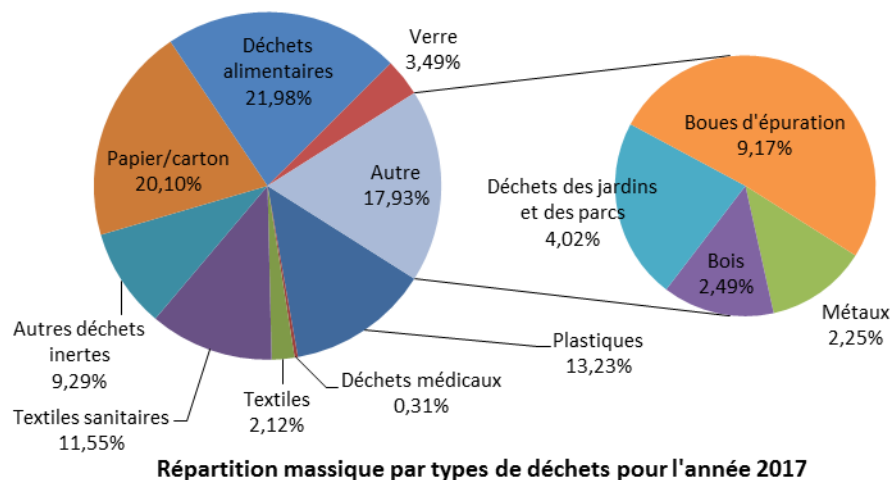
## Répartition des émissions de GES par types de déchets sur la série temporelle 1990-2017



Les émissions liées au traitement des déchets dépendent des quantités incinérées et, dans le cas du CO<sub>2</sub>, de la composition des déchets.

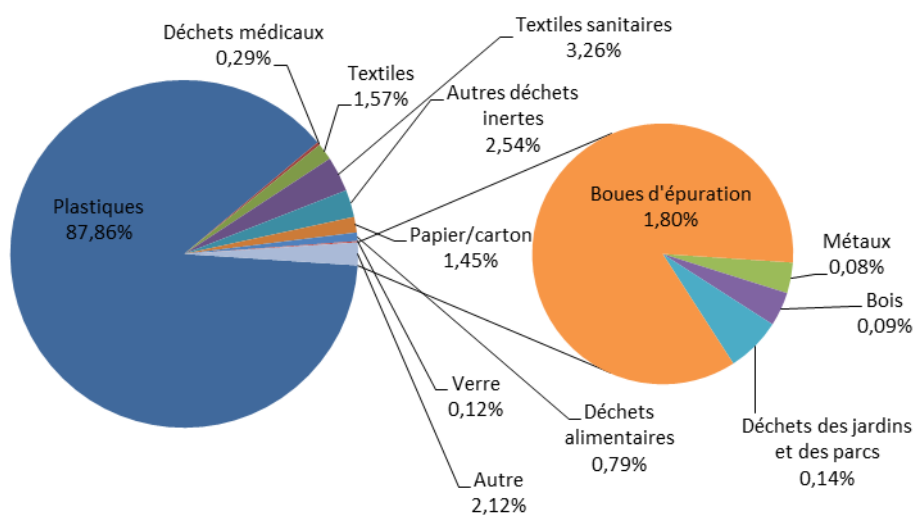
On vérifie sur le graphique que les variations interannuelles des émissions totales liées à l'incinération de déchets sont directement dépendantes des quantités incinérées. Cependant, conformément à la méthode de calcul et aux règles de rapportage des émissions de CO<sub>2</sub>, toutes les catégories de déchets ne contribuent pas de façon équivalente aux émissions de GES. En particulier, le plastique, bien qu'il représente une part relativement faible des déchets incinérés, contribue très fortement aux émissions.

La composition des déchets est ensuite 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 2017 (b).



Répartition massique par types de déchets pour l'année 2017

(a)



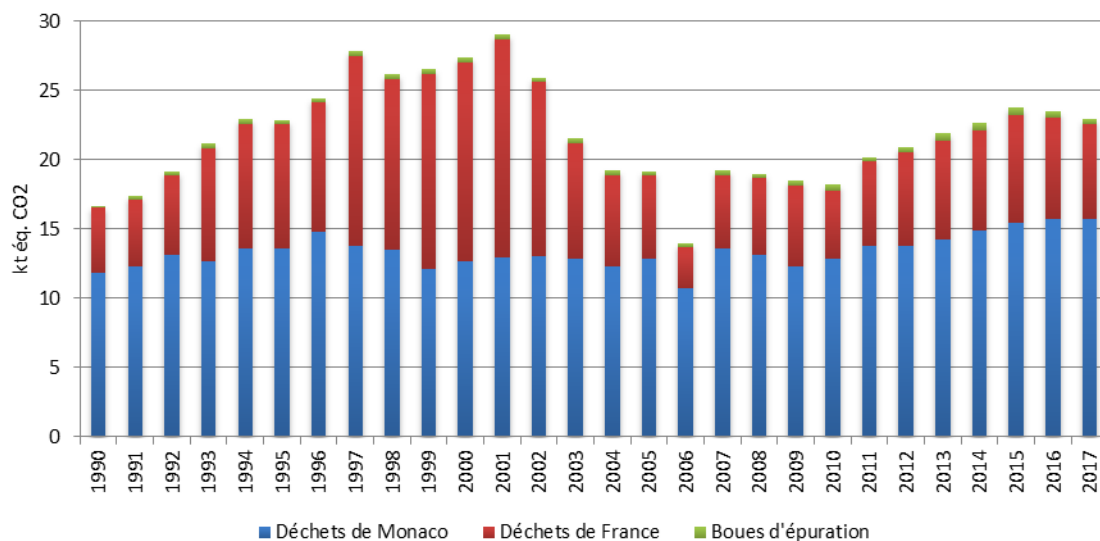
Répartition des émissions totales de GES en 2017

(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 (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> d'origine fossile).



## Répartition des émissions de GES entre les déchets de Monaco, les déchets de France et les boues d'épuration sur la période 1990-2017

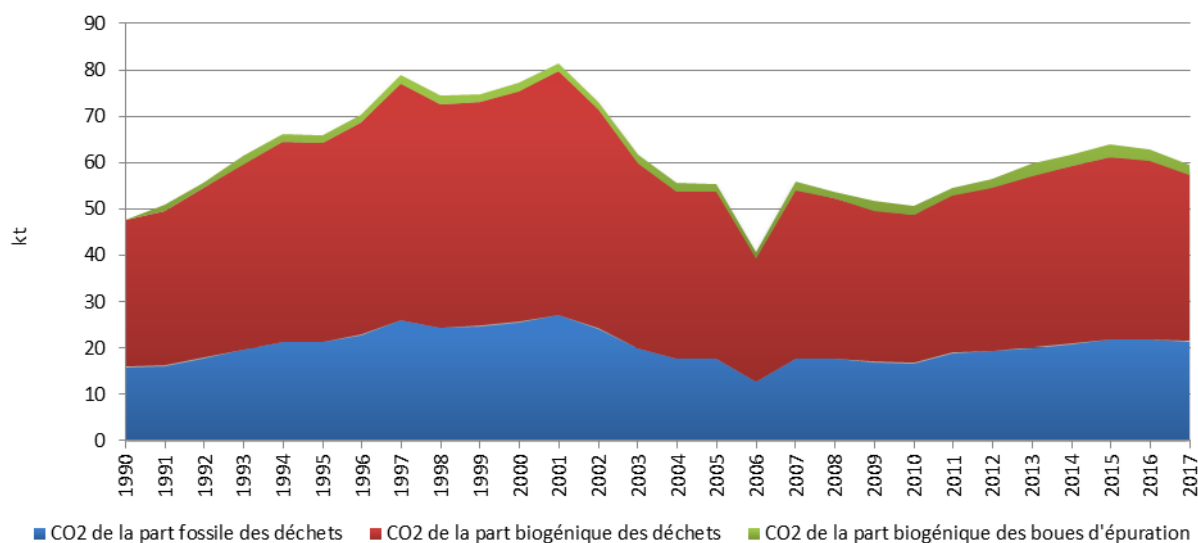


Ce diagramme, présentant les émissions de GES ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$  d'origine fossile), met en évidence que la part principale des émissions de GES mesurées provient de l'incinération des déchets de Monaco. Cependant la part des émissions dues aux déchets des communes limitrophes est non négligeable mais a tendance à diminuer à partir de 2004 et à se stabiliser à partir de 2012. La contribution des émissions liées à l'incinération des boues d'épuration a quant à elle tendance à augmenter au cours des années.

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

Le graphique suivant présente les émissions de  $\text{CO}_2$  en distinguant la part d'origine fossile de celle d'origine biomasse.

## Caractérisation des émissions de $\text{CO}_2$ fossile et biogénique sur la période 1990-2017



### 3.3.1.3. Déchets incinérés

#### 3.3.1.3.1. 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

Années	2017
Déchets MC (t)	34 569
Déchets FR (t)	14 669
MSW (t)	49 239

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 2009-2017. 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 %)
<b>Ordures ménagères (O.M.)</b>	67,17
<b>Déchets d'activités économiques (D.A.E.)</b>	15,75
<b>Encombrants</b>	2,91
<b>Boues de dégrillage</b>	0,83
<b>Papier/carton</b>	2,15
<b>Médicaments</b>	0,06
<b>Plastiques</b>	0,35
<b>Déchets verts</b>	6,59
<b>Bois</b>	4,11
<b>Déchets de soin</b>	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'émission 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 2007<sup>1</sup>. 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.

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

La Principauté de Monaco a fait réaliser une campagne nationale de caractérisation du gisement de ses déchets. Un total de 16 mesures a été réalisé entre 2016 et 2017. La méthodologie appliquée est celle de MODECOM, y compris en termes de nomenclature de rapportage.

Ces mesures ont permis de déterminer la caractérisation des déchets de Monaco notée MONACO MC 2016, détaillée dans le tableau ci-dessous.

Les résultats obtenus pour cette caractérisation sont assez similaires à ceux de la composition moyenne française MODECOM utilisée pour la reconstruction des années antérieures à 2016 ce qui permet d'assurer la cohérence des séries temporelles pour cette catégorie.

Au vu des résultats de la caractérisation des déchets de la Principauté pour laquelle la part de 'Textiles sanitaires' est bien plus importante que celle de 'Textiles', une amélioration méthodologique a ainsi été apportée depuis le NIR 2019. Dorénavant, en conformité avec les lignes directrices 2006 du GIEC, la catégorie 'Textiles' est distinguée de celle de 'Textiles sanitaires', les fractions massiques sont décrites dans le tableau ci-dessous.

De ces travaux, quatre compositions de déchets ont été déterminées en 1993 (MODECOM MC 1993), 2007 (MODECOM MC 2007), 2010 (MODECOM MC 2010\_tri) et après 2016 (MONACO MC) afin de reconstruire une série de données depuis 1990.

#### Catégorisation des ordures ménagères (en poids humide)

Catégories	MODECOM MC 1993	MODECOM MC 2007	MODECOM MC 2010_tri	MONACO MC 2016
Déchets alimentaires	28,74 %	32,49 %	39,88 %	30,77 %
Papier/Carton	25,53 %	21,70 %	16,31 %	22,91 %
Autres déchets inertes	11,56 %	8,17 %	9,67 %	6,80 %
Textiles	2,61 %	1,92 %	2,32 %	2,45 %
Textiles sanitaires	3,12 %	8,78 %	10,67 %	14,73 %
Plastiques	11,16 %	11,30 %	11,78 %	15,89 %
Verre	13,17 %	12,61 %	6,34 %	4,00 %
Métaux	4,12 %	3,03 %	3,02 %	2,46 %

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 2010
	MODECOM MC 1993	Interpolation linéaire entre MODECOM MC 1993 et 2007	MODECOM MC 2007	Interpolation linéaire entre MODECOM MC 2007 et de 2010_tri	MODECOM MC 2010_tri

Années	2011-2015	≥ 2016
Modèle de composition adopté	OMR et collectes sélectives (avec ventilation des éléments fins)	OMR et collectes sélectives (avec ventilation des éléments fins) de 2016
	Interpolation linéaire entre MODECOM MC 2010_tri et MONACO MC 2016	MONACO MC 2016

### 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.

#### **3.3.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX DECHETS SOLIDES**

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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O.

A partir des données caractérisées, une méthodologie de niveau T2a est utilisée pour le CO<sub>2</sub>, T1 pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O avec application de facteurs d'émissions par défaut.

Les méthodologies utilisées sont pour la part biomasse de niveaux T2a pour le CO<sub>2</sub> et T1 pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O 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<sub>2</sub> ;
- $[FE_i(CO_2)]_{f/b}$  : facteur d'émission du CO<sub>2</sub> du composant i de la part d'origine fossile ou biogénique (f ou b) (en tonnes de CO<sub>2</sub>/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	0,80	0,50	0,20	1	0,08000	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
Textiles sanitaires	0,40	0,70	0,10	1	0,02800	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.2, Tab.2.4	Seule valeur disponible
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	Textiles sanitaires	Plastiques	Verre	Métaux	Déchets Médicaux	Bois	Déchets des jardins et des parcs
1990	0,223	0,261	0,109	0,026	0,034	0,111	0,117	0,039	0,001	0,030	0,048
1991	0,222	0,261	0,109	0,026	0,034	0,111	0,117	0,039	0,001	0,031	0,049
1992	0,226	0,261	0,109	0,026	0,034	0,112	0,117	0,039	0,001	0,029	0,047
1993	0,236	0,261	0,109	0,027	0,034	0,113	0,115	0,039	0,001	0,026	0,041
1994	0,240	0,257	0,107	0,026	0,038	0,113	0,113	0,039	0,001	0,025	0,040
1995	0,244	0,253	0,106	0,026	0,043	0,113	0,112	0,038	0,001	0,025	0,040
1996	0,247	0,249	0,104	0,025	0,047	0,113	0,112	0,037	0,001	0,026	0,041
1997	0,264	0,243	0,103	0,025	0,052	0,114	0,107	0,037	0,001	0,021	0,033
1998	0,266	0,239	0,101	0,025	0,056	0,114	0,106	0,036	0,001	0,022	0,035
1999	0,279	0,232	0,100	0,025	0,061	0,115	0,102	0,035	0,001	0,020	0,030
2000	0,283	0,228	0,099	0,024	0,066	0,115	0,101	0,034	0,001	0,020	0,031
2001	0,289	0,222	0,097	0,024	0,070	0,115	0,099	0,034	0,001	0,019	0,030
2002	0,285	0,220	0,095	0,023	0,075	0,114	0,100	0,033	0,001	0,021	0,033
2003	0,275	0,220	0,092	0,022	0,078	0,113	0,103	0,032	0,001	0,025	0,039
2004	0,273	0,217	0,090	0,021	0,082	0,113	0,104	0,031	0,001	0,026	0,041
2005	0,271	0,215	0,087	0,021	0,086	0,113	0,104	0,031	0,001	0,028	0,044
2006	0,259	0,216	0,083	0,020	0,089	0,112	0,109	0,030	0,004	0,030	0,048
2007	0,271	0,209	0,083	0,019	0,094	0,112	0,104	0,029	0,004	0,029	0,045
2008	0,283	0,198	0,086	0,021	0,101	0,115	0,089	0,029	0,004	0,028	0,045
2009	0,299	0,187	0,089	0,022	0,108	0,119	0,075	0,029	0,005	0,028	0,039
2010	0,305	0,179	0,093	0,023	0,113	0,121	0,061	0,030	0,004	0,027	0,044
2011	0,293	0,184	0,094	0,023	0,116	0,126	0,057	0,029	0,004	0,027	0,047
2012	0,293	0,189	0,093	0,023	0,118	0,128	0,053	0,028	0,005	0,027	0,043
2013	0,284	0,196	0,092	0,022	0,119	0,131	0,049	0,027	0,005	0,029	0,046
2014	0,267	0,202	0,094	0,022	0,119	0,133	0,045	0,026	0,005	0,035	0,052
2015	0,244	0,205	0,098	0,023	0,122	0,138	0,042	0,025	0,005	0,034	0,063
2016	0,238	0,209	0,099	0,023	0,122	0,140	0,037	0,024	0,007	0,034	0,068
2017	0,242	0,221	0,102	0,023	0,127	0,146	0,038	0,025	0,003	0,027	0,044

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 (CH<sub>4</sub>)</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 (N<sub>2</sub>O)</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

Les méthodologies de calcul des émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>2</sub> sont décrites en Annexe 3 de ce rapport.

### **3.3.1.3.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE**

Les données d'activité sont considérées comme exhaustives, du fait de la connaissance précise des tonnages de déchets en entrée d'usine d'incinération (pesages à l'entrée de l'usine).

Concernant les valeurs d'incertitudes, la méthodologie utilisée étant différente dans le cas du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O, la détermination de ces incertitudes décrite ci-dessous a été effectuée de façon distincte pour les deux cas.

#### **3.3.1.3.3.1. INCERTITUDES POUR LE CO<sub>2</sub>**

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 pallier aux incertitudes de mesures.

Concernant l'incertitude sur le facteur d'émission du CO<sub>2</sub>, la valeur par défaut de ±40% [Vol.5, Ch.5, §5.7.1] a été utilisée.

#### **3.3.1.3.3.2. INCERTITUDES POUR LE CH<sub>4</sub> ET LE N<sub>2</sub>O**

Pour les incertitudes sur les données d'activités 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 incinérés, pour pallier aux incertitudes de mesures.

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O, les valeurs utilisées sont celles fournies dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol.5, Ch.5, §5.7.1], les incertitudes sur les facteurs d'émissions considérées sont de ±100%.

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

### **3.3.1.3.4. 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 1990-2017 ;
- Les pesées de déchets différenciés en entrée d'usine d'incinération réalisées de 2009-2017 ;
- La caractérisation des déchets en mélange sur la période 1990-2017.

#### **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 2009-2017.

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 1990-2017

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 pourcentage du tonnage mesuré en entrée d'usine.

Lors de l'analyse de la nouvelle caractérisation des déchets spécifique à la Principauté MONACO MC 2016, celle-ci a montré que les résultats obtenus pour cette caractérisation étaient assez similaires à ceux de la composition moyenne française MODECOM utilisée pour la reconstruction des années antérieures à 2016, ce qui permet d'assurer la cohérence des séries temporelles pour cette catégorie.

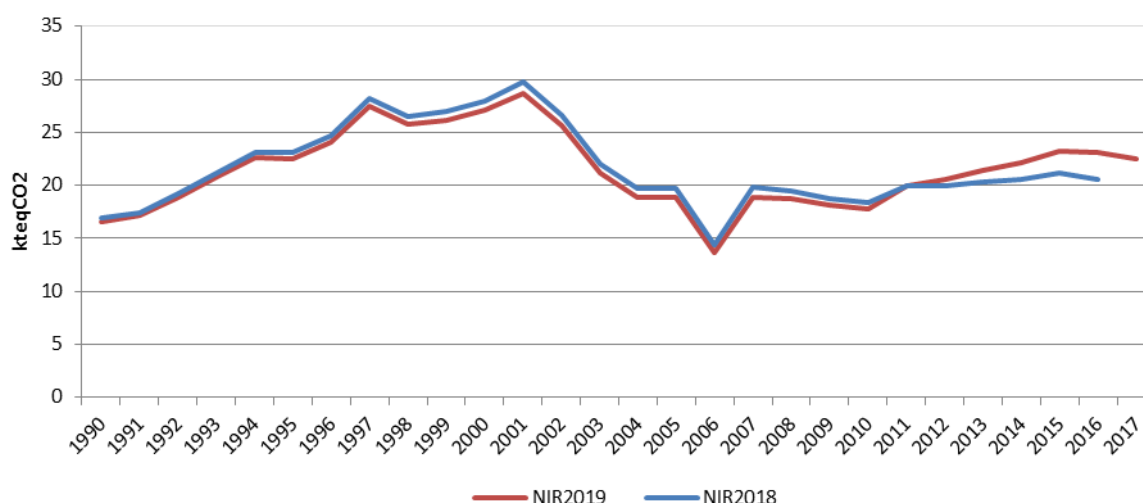
#### **3.3.1.3.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

Aucun contrôle spécifique n'a été effectué.

#### **3.3.1.3.6. RECALCUL**

Depuis le NIR 2018, différentes améliorations méthodologiques ont été apportées au calcul des émissions de GES de l'incinération des déchets solides :

- La Principauté de Monaco a fait réaliser une campagne nationale de caractérisation du gisement de ses déchets. La nouvelle caractérisation a été appliquée à partir de l'année 2016 et les données ont été intégrées au calcul des émissions de GES de cet inventaire ;
- Les catégories 'Textiles' et 'Textiles sanitaires' ont été distinguées pour calculer les émissions séparément pour les déchets solides.



Le tableau ci-dessous synthétise les émissions de gaz à effet de serre obtenues sur l'incinération des déchets solides et des boues en 1990 et 2016.

Nous notons que les modifications apportées dans ce secteur, ont fait légèrement diminuer (-1,85%) les émissions globales de l'année de référence (1990) et augmenter les émissions de 2016 (+12,44%). Cette augmentation est principalement due à l'augmentation de la part massique de déchets plastiques au sein des déchets incinérés qui est plus forte dans le cas de la caractérisation des déchets MONACO que dans celle de la caractérisation française (MODECOM). Cette amélioration méthodologique permettra de suivre les politiques mises en place en Principauté ces dernières années en termes de réduction des déchets plastiques.

		NIR 2018	NIR 2019	% d'évolution de NIR 2018 à NIR 2019
Incinération des déchets solides et des boues d'épuration	1990	16,91	16,60	-1,85
	2016	20,53	23,08	+12,44

### 3.3.1.3.7. AMELIORATIONS

Il est prévu de réaliser une nouvelle campagne de caractérisation des déchets à partir de 2020.

D'autre part, une mesure de CO<sub>2</sub> fossile a été installée en sortie de cheminée. Il est envisagé dans le cadre de l'assurance qualité spécifique de comparer les résultats de ces mesures aux émissions calculées dans le cadre des prochains rapports d'inventaire. Une consolidation de ces mesures est préalablement nécessaire.

#### **3.3.1.4. 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.

##### **3.3.1.4.1. 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 hors du territoire 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.

##### **3.3.1.4.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX BOUES D'EPURATION**

Les émissions directes de CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O au sein de la catégorie 1.A.1.a.

A partir des données caractérisées, une méthodologie de niveau T1 est utilisée pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O avec application des FE par défaut. Les calculs des émissions annuelles de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O ainsi que les valeurs des FE utilisés pour l'incinération des boues d'épuration sont reportés dans l'Annexe 3.

Les méthodologies de calcul des émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>2</sub> sont décrites en Annexe 3 de ce rapport.

##### **3.3.1.4.3. 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.

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.

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 sur les tonnages de boues incinérées, pour pallier aux incertitudes de mesures.

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émissions de  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$ , les valeurs utilisées sont celles fournies dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol.5, Ch.5, §5.7.1], les incertitudes sur les facteurs d'émissions considérées sont de  $\pm 100\%$ .

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

#### **3.3.1.4.4. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

Les données d'activité sont basées sur des données mesurées. En l'absence de donnée pour certaines années, et en l'absence de tendance, une interpolation linéaire a été utilisée.

#### **3.3.1.4.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

Aucun contrôle spécifique n'a été effectué.

#### **3.3.1.4.6. RECALCUL**

Le calcul des émissions de GES directs de l'incinération des boues d'épuration n'a pas été l'objet de recalcul.

#### **3.3.1.4.7. AMELIORATIONS**

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

### 3.3.1.5. Combustion du fioul lourd et du gaz naturel

#### 3.3.1.5.1. 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 2017 de**

**0,85 ktéq. CO<sub>2</sub>**

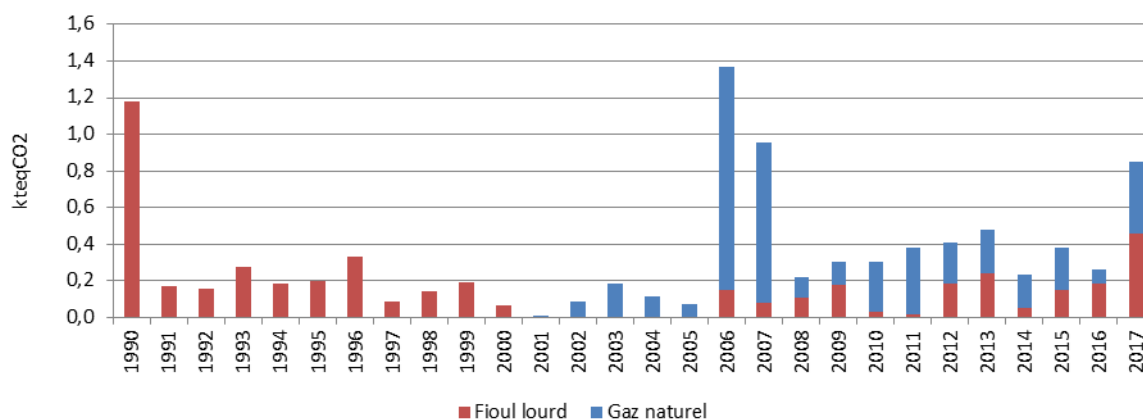
Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de :

1,18 ktéq. CO<sub>2</sub>

**Soit une variation de :**

**-27,82 % (-0,33 ktéq. CO<sub>2</sub>)**

#### Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2017 de la combustion de gaz et de fioul lourd



Le CO<sub>2</sub> est le principal gaz à effet de serre émis au sein de cette catégorie.

#### 3.3.1.5.2. ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'EVOLUTION DE LA CATEGORIE – DONNEES D'ACTIVITES

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

Les données d'activité, consommation de fioul lourd (m<sup>3</sup>) et de gaz naturel (GWh, donnée PCS), 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.

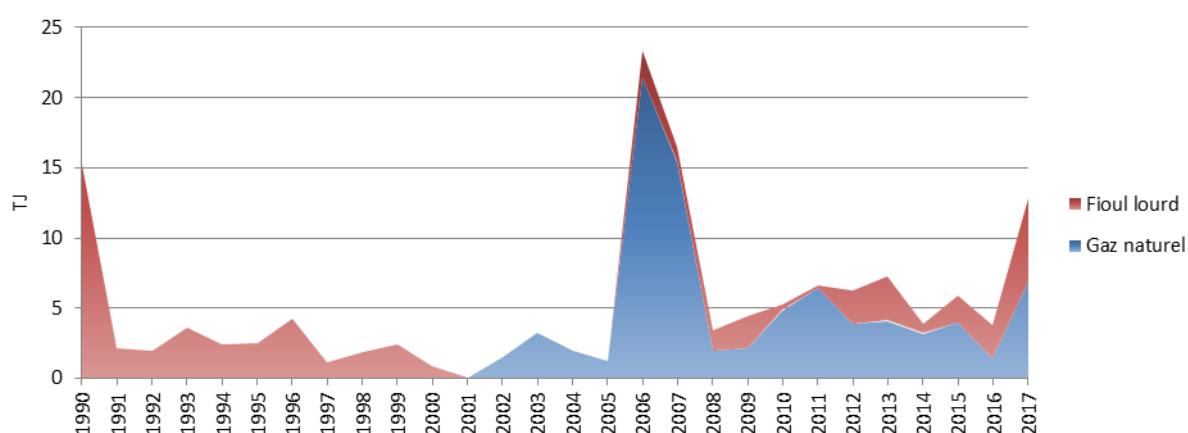
L'augmentation des consommations observées en 2017 s'explique par le fait que l'usine d'incinération a connu, fin 2017, une série d'incidents qui ont entraîné l'arrêt de la production de vapeur. Par rapport à 2016, le nombre de jour de non fourniture est passé de 13 à 37.

Au cours de ces périodes d'arrêt, la SMEG a sollicité ses deux chaudières de secours ce qui a engendré une augmentation de la consommation de fioul lourd et de gaz naturel par l'Usine de production de chaud et de froid.

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.

### Consommation énergétique de la combustion de gaz naturel et de fioul lourd



#### 3.3.1.5.3. 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 CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O et le CO<sub>2</sub> du gaz naturel. Un facteur d'émission par défaut de niveau 1 est utilisé pour les émissions de CO<sub>2</sub> du fioul lourd.

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 <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1A1a	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A1a	Fioul lourd	T1	T3	T3	D	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

#### **3.3.1.5.4. 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 et les données sont considérées comme exhaustives.

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, fioul domestique et le gaz de pétrole liquéfié consommés (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, §2.4.2 Incertitudes des données sur les activités).

Concernant l'incertitude sur le facteur d'émission du  $\text{CO}_2$  pour le fioul lourd, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre  $[-2,45\% ; +1,81\%]$  (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.2). Pour le gaz naturel, la valeur par défaut de  $\pm 4\%$  (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.1, Tab.1.4) a été utilisée, celle-ci a été validée par l'AQ CITEPA.

Pour le  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$ , 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  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$ .

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre  $[-50\% ; +100\%]$  pour le  $\text{CH}_4$  (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre  $[-66\% ; +200\%]$  pour le  $\text{N}_2\text{O}$  (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999).

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

#### **3.3.1.5.5. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

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

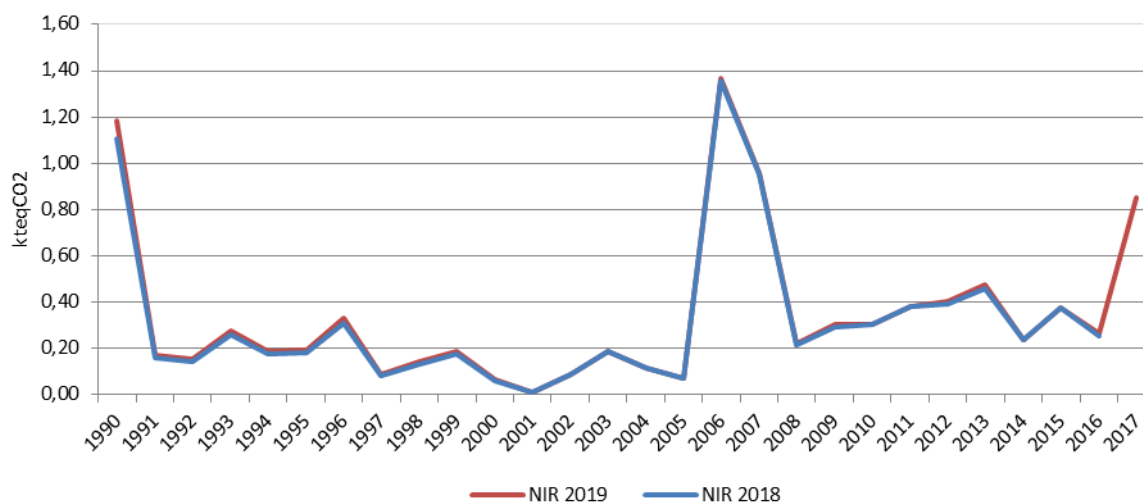
#### **3.3.1.5.6. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un contrôle qualité spécifique.

#### **3.3.1.5.7. RECALCUL**

Depuis la dernière soumission, différentes améliorations méthodologiques ont été apportées au calcul des émissions de GES de la combustion du fioul lourd et du gaz naturel :

- Utilisation des nouvelles références fournies par la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG), concessionnaire de l'usine de production de chaud et de froid concernant le pouvoir calorifique inférieur (PCI), ainsi que la masse volumique du fioul lourd ;
- Mise à jour des valeurs des FE du  $\text{CH}_4$  et du  $\text{N}_2\text{O}$  du fioul lourd, conformément à la recommandation E.14 de la revue d'inventaires, l'application de facteur d'émissions spécifiques aux chaudières à fioul lourd a été effectuée.



Le tableau ci-dessous synthétise les émissions de gaz à effet de serre obtenues sur le secteur 1A1a<sup>iii</sup> en 1990 et 2016.

Nous notons que les modifications apportées dans ce secteur, ont fait augmenter les émissions globales en 1990 et en 2016.

		NIR 2018	NIR 2019	% d'évolution de NIR 2018 à NIR 2019
1A1a <sup>iii</sup>	1990	1,10	1,18	+6,98
	2016	0,25	0,26	+4,74

### 3.3.1.5.8. AMELIORATIONS

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



### **3.3.2. 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'émission de GES liée à cette catégorie, la clé de notation « NO » a été utilisée.

### **3.3.3. 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 liée à cette catégorie, la clé de notation « NO » a été utilisée.

### **3.3.4. 1A2 Industries manufacturières et construction**

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

Néanmoins, certaines activités industrielles 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 2017, 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.

En outre, une nouvelle catégorie 1A2Gvii a été intégrée dans le NIR 2019 concernant la consommation de carburant par les engins mobiles non routiers qui étaient jusqu'alors intégrés au secteur 1A1.

### 3.3.4.1. 1A2qvii Engins mobiles non routiers

Le secteur 1A2 concerne les consommations de combustible et émissions des engins mobiles non routiers (EMNR) de la construction et du BTP (1.A.2.g.vii). De 1990 à 2011, les EMNR consomment du fioul domestique puis du Gazole Non Routier à partir de 2011 (conformément au Code des douanes français, applicable à Monaco). On considère que l'ensemble du GNR vendu à Monaco est consommé dans ces EMNR.

**Les émissions du secteur de la construction et du BTP sont en 2017 de** **3,98 ktCO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 2,80 ktCO<sub>2</sub>eq

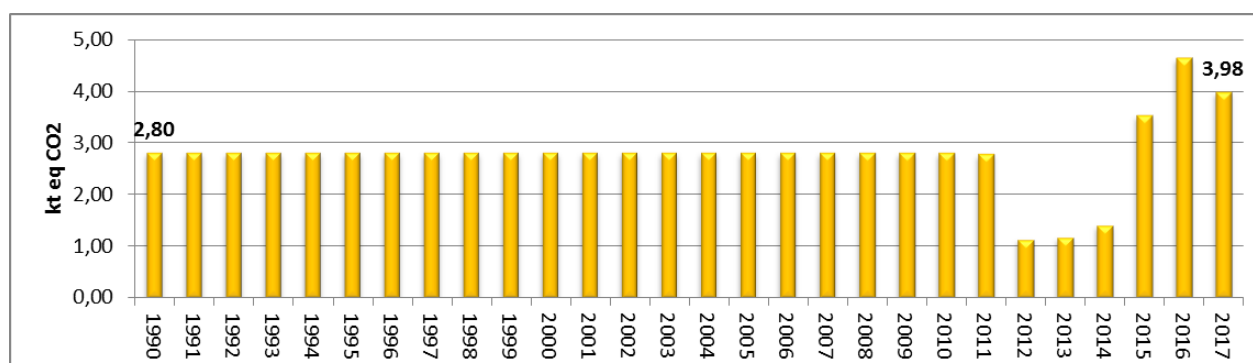
**Soit une variation de :** **+42,1 % (+1,18 kt CO<sub>2</sub>eq)**

Les émissions du secteur de la construction et du BTP liées à la consommation de combustibles par les engins mobiles non routiers représentent :

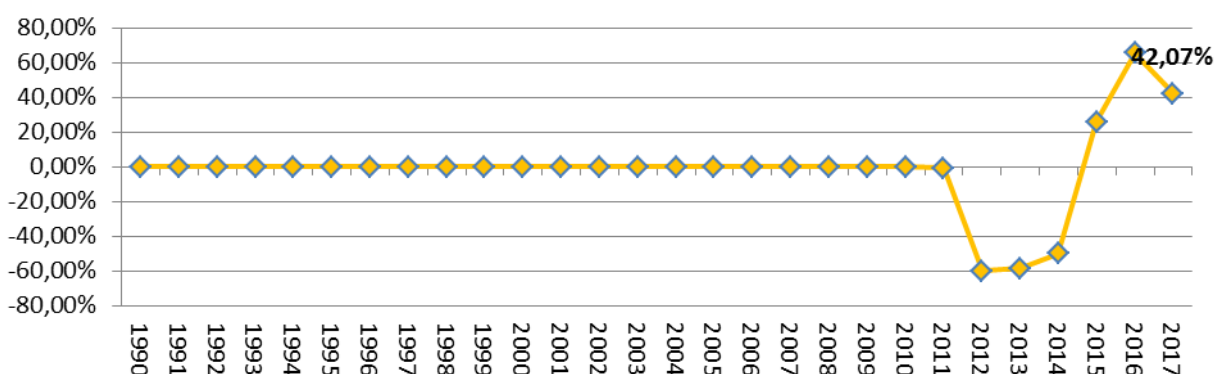
4,60 % des émissions globales (2,76 % en 1990)

5,27 % des émissions du secteur de l'Energie (2,79 % en 1990)

#### Emissions de GES entre 1990 et 2017 de la catégorie – Construction et BTP - Sources mobiles



#### Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie – Construction et BTP - Sources mobiles



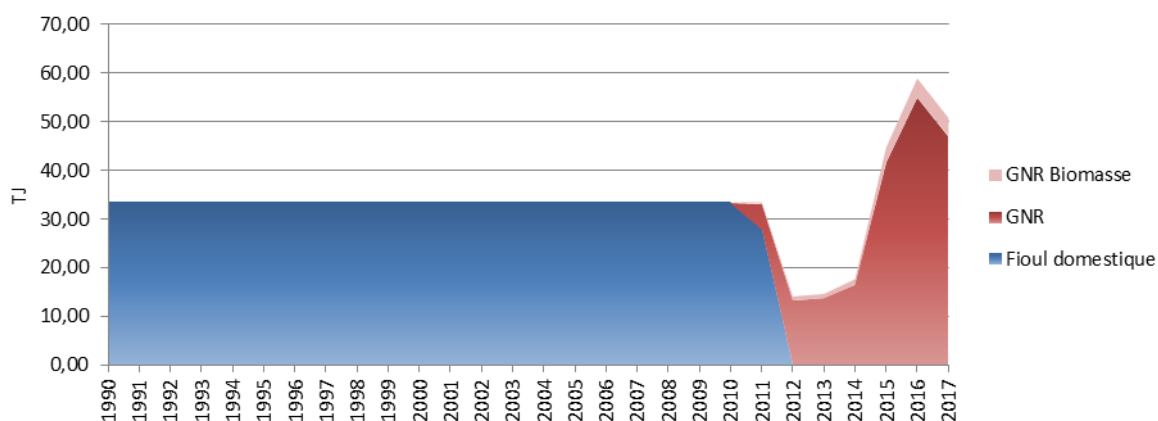
Les émissions de cette catégorie constituent une catégorie clé dans le cadre de cet inventaire.

### 3.3.4.1.1. DESCRIPTION GENERALE DES CATEGORIES SOURCES

#### 3.3.4.1.1.1. BILAN ENERGETIQUE

La consommation du GNR a tendance à augmenter au cours du temps, cette tendance semble liée à l'activité économique du secteur de la construction.

#### Consommation énergétique de la catégorie - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles



	Fioul domestique	GNR	GNR biomasse	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	TJ	%
1990	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1991	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1992	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1993	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1994	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1995	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1996	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1997	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1998	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
1999	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2000	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2001	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2002	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2003	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2004	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2005	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2006	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2007	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2008	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2009	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2010	33,49	0,00	0,00	33,49	0,00
2011	27,89	5,28	0,32	33,49	0,00
2012	0,00	13,29	0,83	14,12	-57,83
2013	0,00	13,77	0,86	14,63	-56,31
2014	0,00	16,55	1,14	17,69	-47,19
2015	0,00	41,85	2,89	44,75	33,62
2016	0,00	55,01	3,94	58,95	76,02
2017	0,00	47,21	3,59	50,80	51,70

### 3.3.4.1.1.2. EMISSIONS DE GES

#### Combustion de gazole non routier (1.A.2.g)

En 2017, les émissions induites par la combustion de gazole non routier total (part biomasse incluse) ont représenté 3,98 kt d'équivalent CO<sub>2</sub>, soit la totalité des émissions du secteur. La part biomasse du GNR représente 0,78 % de ce total.

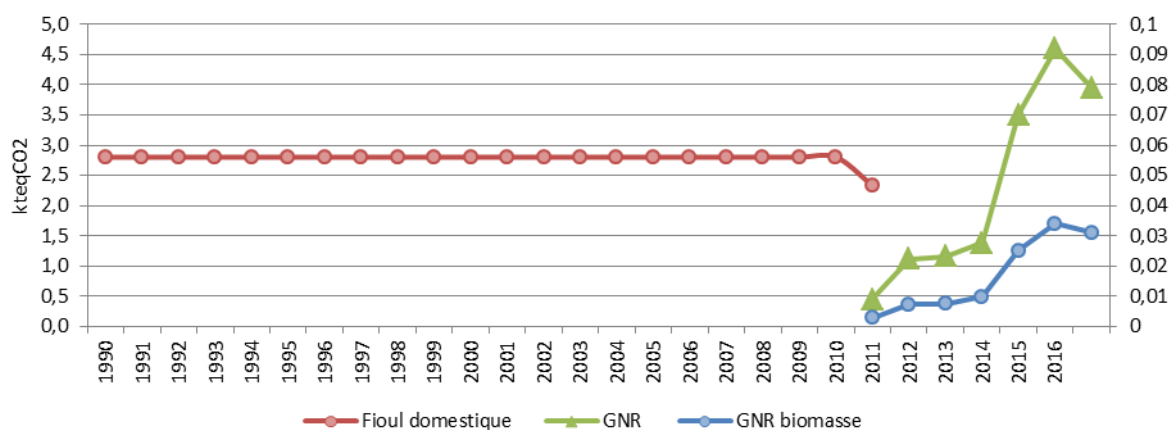
Cette catégorie source ne commence à contribuer aux émissions de GES qu'à partir de 2011.

Pour le gazole non routier total, le principal gaz émis est le CO<sub>2</sub> avec 3,54 kt émis. Vient ensuite le N<sub>2</sub>O avec 0,433 ktCO<sub>2</sub>éq, puis le CH<sub>4</sub> avec 0,0053 ktCO<sub>2</sub>éq.

#### Combustion de fioul domestique (1.A.2.g)

Le fioul domestique est consommé de 1990 à 2011, année charnière où du GNR est également consommé. A partir de 2012, on considère qu'il n'y a plus de fioul domestique dans ce secteur.

Emissions de GES par catégorie source - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles (en ktCO<sub>2</sub>éq)



L'axe principal de gauche est utilisé pour les émissions de GES du fioul domestique et du GNR, pour le GNR biomasse il faut suivre les indications de l'axe secondaire de droite.

### 3.3.4.1.1.3. DONNEES D'ACTIVITES

Les données de ventes totales de GNR sont disponibles depuis 2011, cette dernière année étant une année de transition, du fioul domestique et du GNR étant consommés. Pour les années antérieures, seul du fioul domestique est utilisé dans ce secteur.

Faute de donnée spécifique, de 1990 à 2010, la consommation de fioul domestique dans les EMNR est calculée sur la base de la consommation annuelle moyenne de GNR des années 2012 à 2017. En 2011, seule la consommation manquante de fioul domestique est ajoutée à la consommation de GNR.

Au total, la consommation nationale de fioul domestique ne change pas, les consommations attribuées aux EMNR étant retranchées au total national.

### 3.3.4.1.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

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 <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1A2gvii	Gazole Non Routier	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	Fioul Domestique	T2	T1	T1	CS	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

### 3.3.4.1.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

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 gazole non routier et le fioul domestique consommés (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.1, §1.5.2 Incertitudes des données sur les activités). Cette incertitude correspond à la limite basse de l'intervalle d'incertitude pour des systèmes statistiques robustes mais comprenant des extrapolations, comme c'est le cas sur la période 1990-2010.

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émission de chaque gaz à effet de serre, pour le CO<sub>2</sub> la valeur par défaut a été appliquée, comme expliqué dans le Chapitre 2 du Volume 2 des lignes directrices 2006 du GIEC (§2.4.1 *Emission factor uncertainties*), soit une incertitude moyenne de  $\pm 7\%$ .

Pour le CH<sub>4</sub>, l'intervalle de valeur de l'incertitude est compris entre  $[-60\% ; +151\%]$ , celui-ci a été déterminé à partir du tableau 3.3.1 des lignes directrices 2006 du GIEC (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.3, Table 3.3.1 Default emission factors for off-road mobile sources and machinery).

Pour le N<sub>2</sub>O, l'intervalle de valeur de l'incertitude est compris entre  $[-50\% ; +200\%]$ , celui-ci a été déterminé à partir du tableau 3.3.1 des lignes directrices 2006 du GIEC (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.3, Table 3.3.1 Default emission factors for off-road mobile sources and machinery).

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

### 3.3.4.1.4. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Faute de donnée spécifique, de 1990 à 2010, la consommation de fioul domestique dans les EMNR est calculée sur la base de la consommation annuelle moyenne de GNR des années 2012 à 2017. En 2011, comme indiqué supra du fioul domestique et du GNR ont été consommés. Aussi, un reliquat de consommation de fioul domestique a été ajouté à la consommation de GNR.

### 3.3.4.1.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

L'estimation des émissions pour ce secteur est réalisée pour la première fois dans le cadre de cette édition.

#### Gazole non routier

La reconstruction de la donnée d'activité sur l'ensemble de la série temporelle a fait l'objet d'un contrôle qualité, notamment pour la reconstruction de la distinction part GNR biomasse de la part non biomasse.

#### Fioul domestique

La reconstruction de la donnée de fioul domestique sur l'ensemble de la série temporelle sur la période concernée 1990-2011, a fait l'objet d'un contrôle qualité.

#### **3.3.4.1.6.      RECALCUL**

L'estimation des émissions pour ce secteur est réalisée pour la première fois dans le cadre de cette édition. Dans les éditions précédentes, les consommations de FOD et de GNR correspondantes étaient considérées dans le secteur 1A4 : résidentiel / tertiaire (non distinction des deux catégories).

#### **3.3.4.1.7.      AMELIORATIONS**

2017 constitue la première année où une estimation des émissions liées à la combustion de GNR a été rendue possible. Une amélioration de la reconstruction de la série temporelle 1990-2010 est envisagée à moyen terme, notamment par corrélation à d'autres données liées au secteur de la construction.

### 3.3.5. 1A3 Transports

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2017 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1A(a)s3 du cadre commun de présentation (CRF).

**Les émissions du secteur du transport sont en 2017 de** **23,61 kt CO<sub>2</sub>eq**

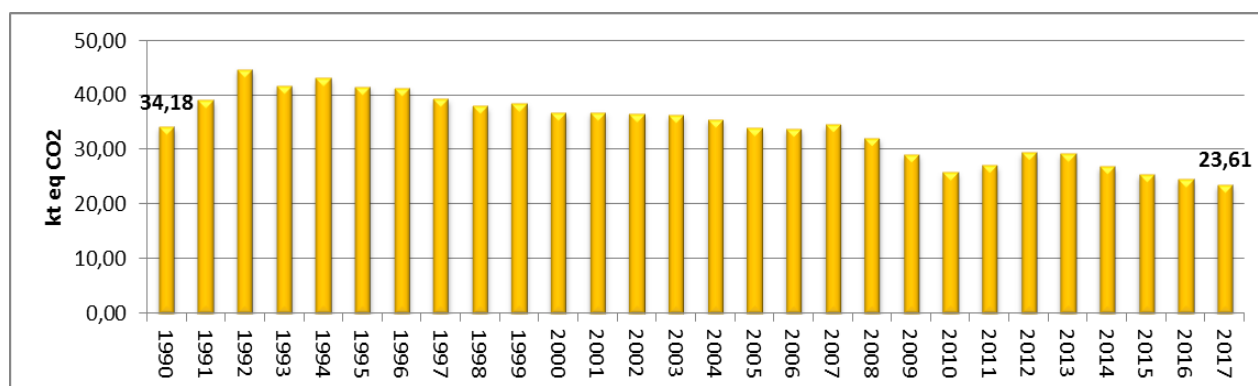
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 34,18 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de :** **-30,94 % (10,57 kt CO<sub>2</sub>eq)**

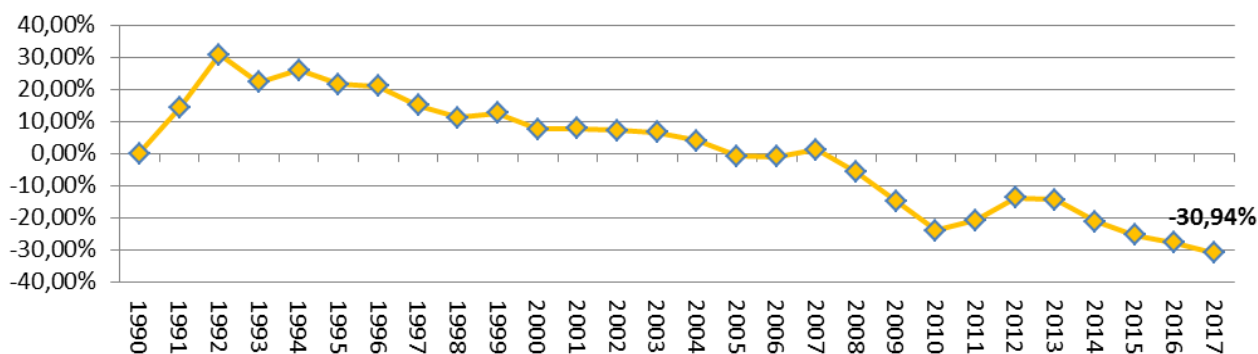
Les émissions du secteur du transport représentent :

27,26 % des émissions globales (33,70 % en 1990)  
31,27 % des émissions du secteur de l'Energie (34,06 % en 1990)

#### Evolution des émissions de GES du secteur des transports entre 1990 et 2017



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





### 3.3.5.1. 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, en lien avec les ventes.

- **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 ».

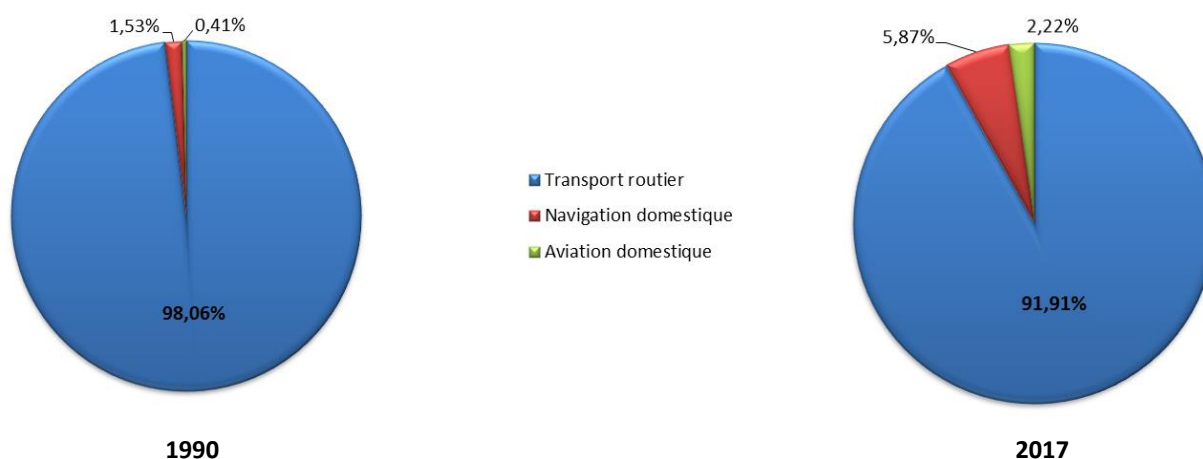
Le transport routier reste prépondérant dans les émissions de la catégorie 1.A.3. Avec 21,69 kt CO<sub>2</sub>eq cette part représente en 2017 environ 91% des émissions du transport. Les émissions du secteur du transport routier sont cependant en décroissance et constituent, en volume, le principal facteur d'évolution du secteur du transport.

La part issue de l'aviation civile correspond à environ 2% des émissions du transport. Au cours de la période 1990-2017, les valeurs ont tendance à croître malgré des fluctuations interannuelles importantes.

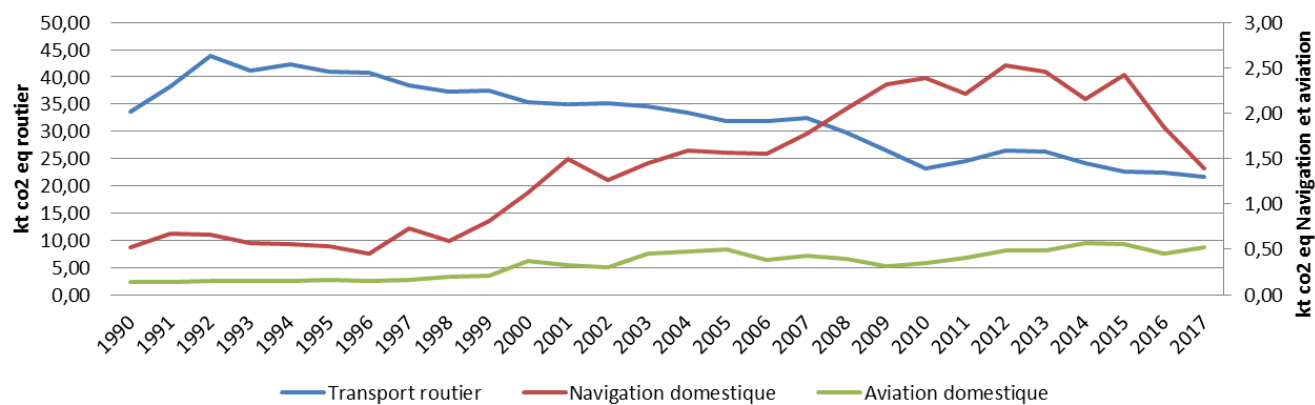
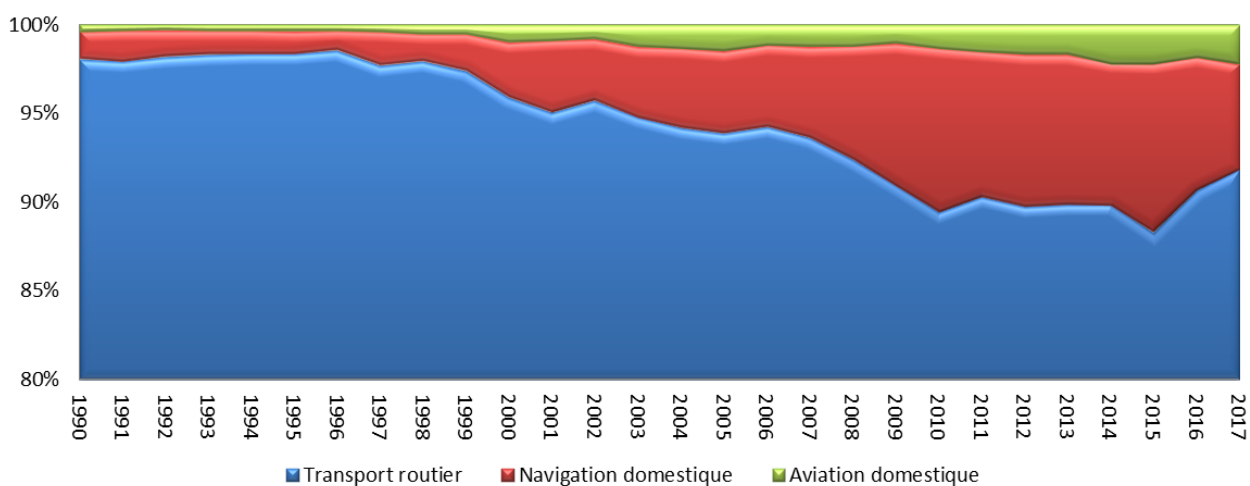
Les émissions de la navigation nationale, en forte croissance, tendent à se stabiliser depuis 2009 avec un minima de 0,45 ktCO<sub>2</sub>eq en 1996 et un maxima de 2,52 ktCO<sub>2</sub>eq en 2012. On observe une diminution notable des émissions de cette catégorie en 2016 et 2017 qui s'explique par un report d'achat du carburant de Monaco vers les ports italiens voisins.

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 2017



## 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	% ref 1990	kt co2 eq	% ref 1990	kt co2 eq	% ref 1990	kt co2 eq	% ref 1990
1990	33,52	0,0%	0,52	0,0%	0,14	0,0%	34,18	0,0%
1991	38,21	14,0%	0,67	28,7%	0,14	2,0%	39,02	14,2%
1992	43,88	30,9%	0,66	25,7%	0,15	7,3%	44,69	30,7%
1993	41,07	22,5%	0,56	7,7%	0,15	5,2%	41,78	22,2%
1994	42,36	26,4%	0,56	7,1%	0,15	9,0%	43,07	26,0%
1995	40,88	22,0%	0,53	1,7%	0,16	12,9%	41,57	21,6%
1996	40,73	21,5%	0,45	-13,2%	0,15	6,1%	41,33	20,9%
1997	38,43	14,7%	0,73	39,7%	0,17	20,0%	39,33	15,1%
1998	37,18	10,9%	0,59	12,7%	0,20	42,7%	37,97	11,1%
1999	37,46	11,8%	0,81	53,9%	0,21	47,9%	38,48	12,6%
2000	35,27	5,2%	1,13	115,6%	0,37	165,9%	36,77	7,6%
2001	35,03	4,5%	1,50	185,9%	0,33	138,0%	36,85	7,8%
2002	35,08	4,7%	1,27	142,0%	0,30	116,2%	36,65	7,2%
2003	34,51	2,9%	1,45	176,2%	0,45	227,2%	36,41	6,5%
2004	33,50	-0,1%	1,59	204,1%	0,47	240,0%	35,56	4,0%
2005	31,84	-5,0%	1,57	199,3%	0,50	260,0%	33,91	-0,8%
2006	31,90	-4,8%	1,55	195,9%	0,38	177,3%	33,83	-1,0%
2007	32,37	-3,4%	1,77	238,2%	0,42	205,3%	34,56	1,1%
2008	29,74	-11,3%	2,05	292,1%	0,39	181,2%	32,18	-5,8%
2009	26,50	-20,9%	2,32	343,3%	0,31	121,8%	29,13	-14,8%
2010	23,23	-30,7%	2,39	356,8%	0,34	147,7%	25,96	-24,0%
2011	24,48	-27,0%	2,21	322,0%	0,41	196,1%	27,10	-20,7%
2012	26,44	-21,1%	2,52	381,9%	0,49	251,8%	29,45	-13,8%
2013	26,33	-21,4%	2,46	369,4%	0,49	254,4%	29,28	-14,3%
2014	24,22	-27,7%	2,16	312,2%	0,57	309,9%	26,95	-21,2%
2015	22,53	-32,8%	2,42	361,9%	0,56	301,4%	25,51	-25,4%
2016	22,38	-33,22%	1,84	252,08%	0,45	222,70%	24,67	-27,82%
2017	21,69	-35,27%	1,39	164,73%	0,52	277,99%	23,61	-30,94%

### 3.3.5.2. Bilan énergétique

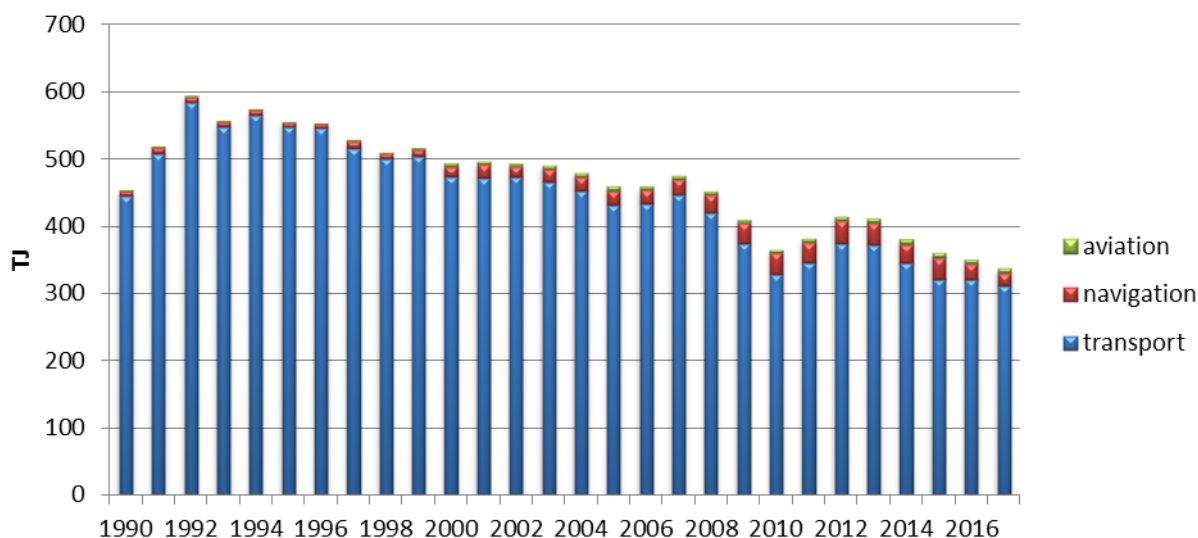
Comme pour les émissions de GES la majorité de la consommation énergétique est issue du transport routier. La tendance d'évolution est également identique à celle des émissions de GES.

La consommation énergétique, hors électricité, du transport est passée de 455,10TJ en 1990 à 349,99 TJ en 2017, 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.

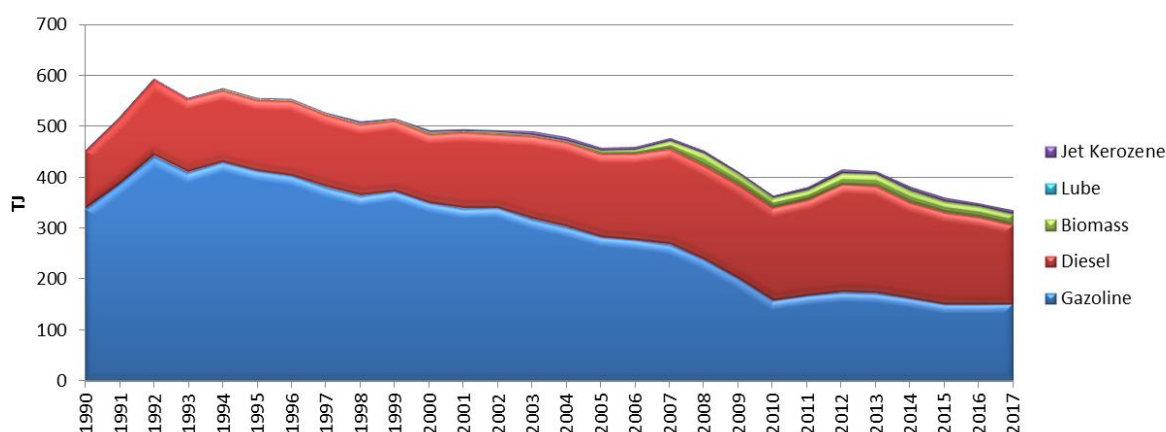
Le biocarburant représente aujourd'hui 6,18 % du carburant consommé.

#### Evolution de la consommation énergétique des transports

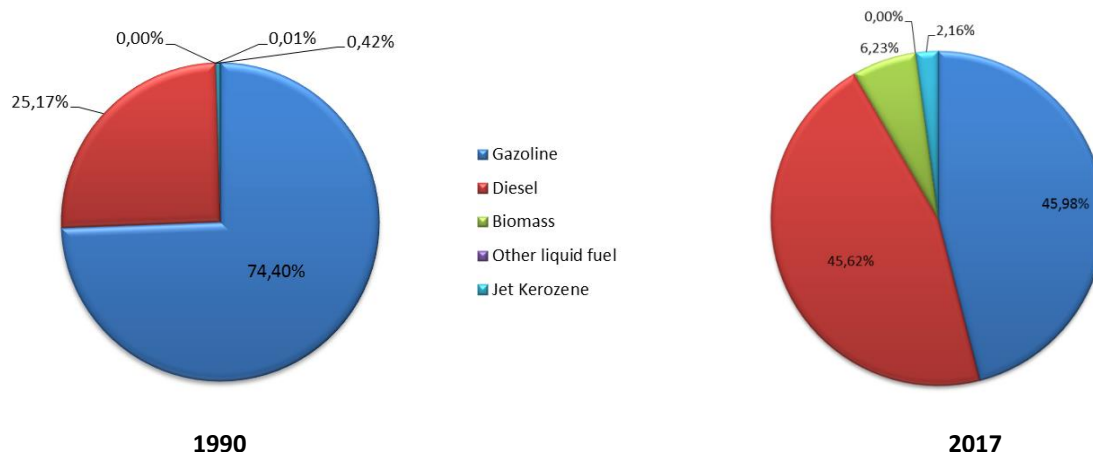


Evolution et répartition de l'utilisation des carburants par catégorie source de transport. La biomasse est constituée de la part d'agro carburant intégrée au sein de l'essence (gazoline) et du diesel (Diesel Oil).

#### Répartition de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2017

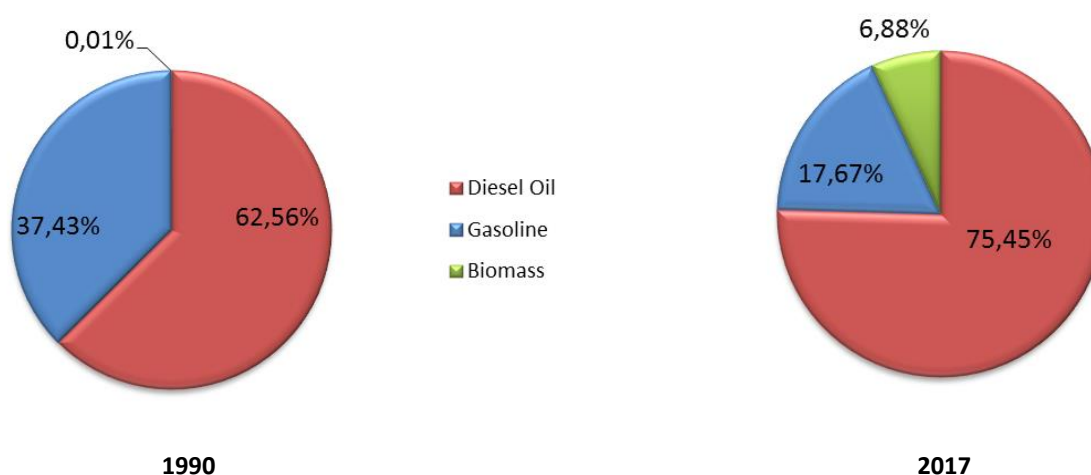


## Evolution de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2017 du secteur des transports

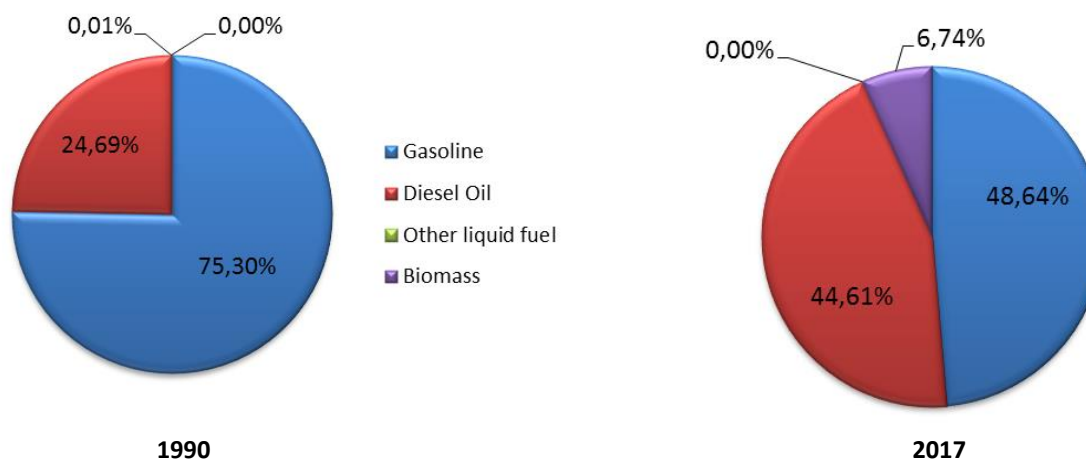


## Répartition de la consommation énergétique par carburant et catégories source de transport en 1990 et 2017

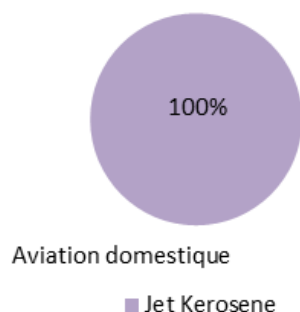
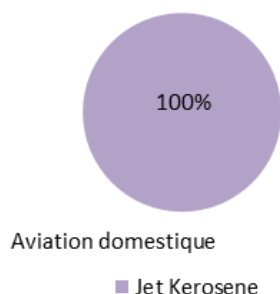
### Navigation domestique



### Transport routier



## Aviation domestique



## Evolution de la consommation énergétique par carburant et catégorie en 1990 et 2017

	Gazoline TJ	Diesel TJ	Biomass TJ	Lube TJ	Jet Kerosene TJ	total TJ
<b>1990</b>	337,73	114,23	0,00	0,03	1,92	453,91
<b>1991</b>	386,31	130,42	0,01	0,03	1,96	518,72
<b>1992</b>	442,65	149,89	0,08	0,03	2,07	594,71
<b>1993</b>	410,56	143,78	0,56	0,03	2,03	556,95
<b>1994</b>	430,73	141,41	1,10	0,03	2,10	575,37
<b>1995</b>	413,09	139,31	1,53	0,04	2,17	556,14
<b>1996</b>	403,88	145,90	2,28	0,04	2,04	554,15
<b>1997</b>	382,19	140,91	2,87	0,04	2,31	528,32
<b>1998</b>	365,18	139,51	2,86	0,04	2,75	510,33
<b>1999</b>	373,28	138,25	2,83	0,05	2,85	517,26
<b>2000</b>	350,19	135,86	2,99	0,04	5,12	494,19
<b>2001</b>	340,28	148,38	2,98	0,05	4,58	496,27
<b>2002</b>	341,05	145,37	3,02	0,05	4,16	493,65
<b>2003</b>	319,04	162,32	3,04	0,04	6,30	490,74
<b>2004</b>	303,72	166,16	3,15	0,04	6,55	479,61
<b>2005</b>	283,19	164,25	5,63	0,04	6,93	460,04
<b>2006</b>	278,05	169,83	8,08	0,03	5,34	461,33
<b>2007</b>	269,01	187,88	15,21	0,03	5,88	478,02
<b>2008</b>	239,92	185,22	23,32	0,03	5,41	453,90
<b>2009</b>	201,48	183,92	21,49	0,02	4,27	411,19
<b>2010</b>	159,82	182,62	19,22	0,02	4,77	366,44
<b>2011</b>	168,96	187,93	20,17	0,02	5,70	382,78
<b>2012</b>	175,94	211,29	22,14	0,02	6,77	416,15
<b>2013</b>	173,36	211,50	22,36	0,02	6,82	414,07
<b>2014</b>	163,54	189,11	21,84	0,01	7,89	382,40
<b>2015</b>	152,16	181,29	20,45	0,01	7,73	361,64
<b>2016</b>	152,53	171,34	20,07	0,01	6,21	350,17
<b>2017</b>	154,94	153,72	20,99	0,01	7,28	336,93

	Transport routier				Ferroviaire	Navigation domestique			Aviation domestique Jet Kerosene	Total
	Gasoline	Diesel Oil	Other liquid fuel	Biomass		Diesel Oil	Gasoline	Biomass		
	TJ	TJ	TJ	TJ		TJ	TJ	TJ		
1990	335,12	109,88	0,03	0,00	0,00	4,36	2,61	0,00	1,92	453,91
1991	382,99	124,77	0,03	0,00	0,00	5,64	3,32	0,00	1,96	518,72
1992	438,98	144,79	0,03	0,06	0,00	5,10	3,67	0,00	2,07	594,70
1993	407,34	139,48	0,03	0,53	0,00	4,30	3,21	0,01	2,03	556,93
1994	427,62	137,06	0,03	1,06	0,00	4,35	3,12	0,02	2,10	575,35
1995	410,22	135,09	0,04	1,47	0,00	4,22	2,87	0,03	2,17	556,10
1996	401,86	141,89	0,04	2,23	0,00	4,01	2,02	0,04	2,04	554,13
1997	377,62	135,71	0,04	2,80	0,00	5,19	4,57	0,06	2,31	528,31
1998	362,61	134,25	0,04	2,74	0,00	5,26	2,57	0,05	2,75	510,26
1999	370,16	130,70	0,05	2,68	0,00	7,55	3,12	0,07	2,85	517,17
2000	345,82	125,27	0,04	2,85	0,00	10,59	4,37	0,12	5,12	494,18
2001	335,38	133,48	0,05	2,83	0,00	14,89	4,90	0,16	4,58	496,28
2002	336,78	132,88	0,05	2,85	0,00	12,50	4,27	0,13	4,16	493,61
2003	314,78	147,47	0,04	2,75	0,00	14,85	4,26	0,15	6,30	490,60
2004	299,73	149,14	0,04	2,81	0,00	17,01	3,99	0,17	6,55	479,44
2005	279,46	147,31	0,04	4,83	0,00	16,94	3,73	0,29	6,93	459,53
2006	274,44	153,01	0,03	6,51	0,00	16,82	3,61	0,34	5,34	460,10
2007	265,56	168,02	0,03	13,29	0,00	19,86	3,45	0,80	5,88	476,89
2008	236,74	161,40	0,03	21,42	0,00	23,81	3,18	1,57	5,41	453,57
2009	197,60	157,26	0,02	19,80	0,00	26,66	3,87	1,93	4,27	411,42
2010	156,68	154,34	0,02	17,22	0,00	28,28	3,14	1,90	4,77	366,34
2011	165,84	162,01	0,02	18,21	0,00	25,92	3,12	1,69	5,70	382,52
2012	172,48	181,59	0,02	20,25	0,00	29,70	3,46	2,00	6,77	416,27
2013	170,24	182,34	0,02	20,23	0,00	29,16	3,13	1,95	6,82	413,89
2014	160,67	163,63	0,01	20,15	0,00	25,48	2,87	1,89	7,89	382,60
2015	149,05	152,63	0,01	19,10	0,00	28,66	3,11	2,13	7,73	362,42
2016	149,34	150,28	0,01	20,07	0,00	21,06	3,19	1,69	6,21	351,86
2017	151,47	138,91	0,01	20,99	0,00	14,81	3,47	1,35	7,28	338,28

### 3.3.5.3. 1A3a Aviation domestique

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'aviation domestique en 2017 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

**Les émissions du secteur de l'aviation domestique sont en 2017 de : 0,52 kt CO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,14 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de : + 277,99 % (0,39 kt CO<sub>2</sub>eq)**

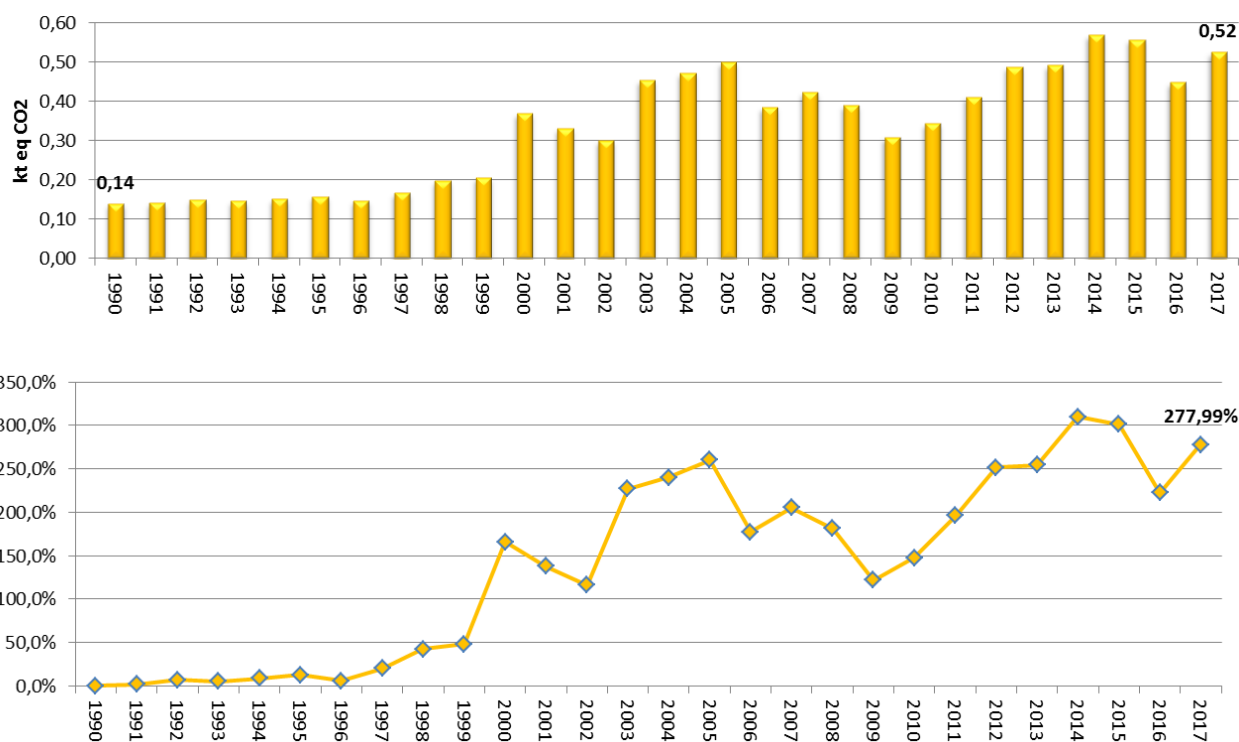
Les émissions du secteur de l'aviation domestique représentent :

0,52 % des émissions globales (0,14% en 1990)

0,59 % des émissions du secteur de l'Energie (0,14% en 1990)

1,82 % des émissions du secteur des transports (0,41% en 1990)

#### Evolution des émissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2017



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 enregistrés annuellement correspondant à un décollage ou un atterrissage.

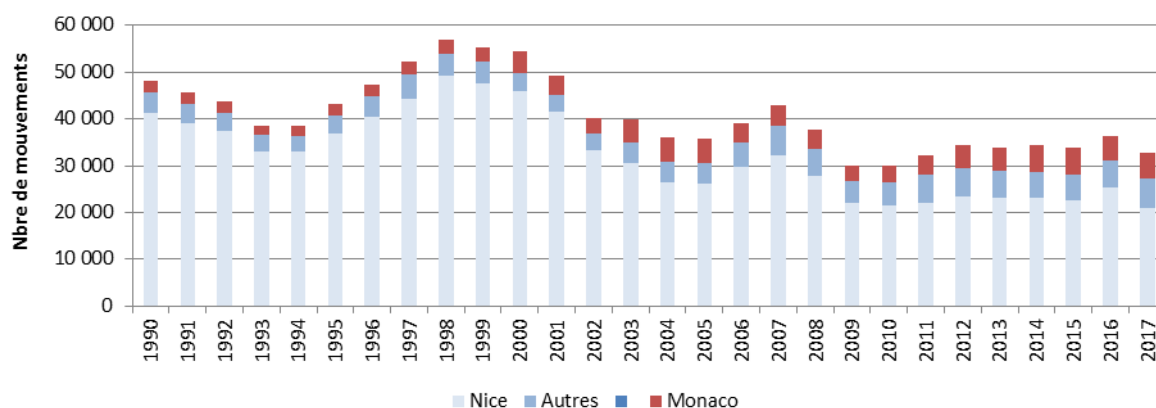
Les données disponibles actuellement permettent de différencier les vols domestiques des vols internationaux [TR1, TR2].

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 nationaux sont constitués par des vols où le décollage et l'atterrissage sont effectués sur le territoire monégasque, sans escale. Ils comprennent notamment des vols d'aéroclubs, des vols techniques ou des baptêmes de l'air.

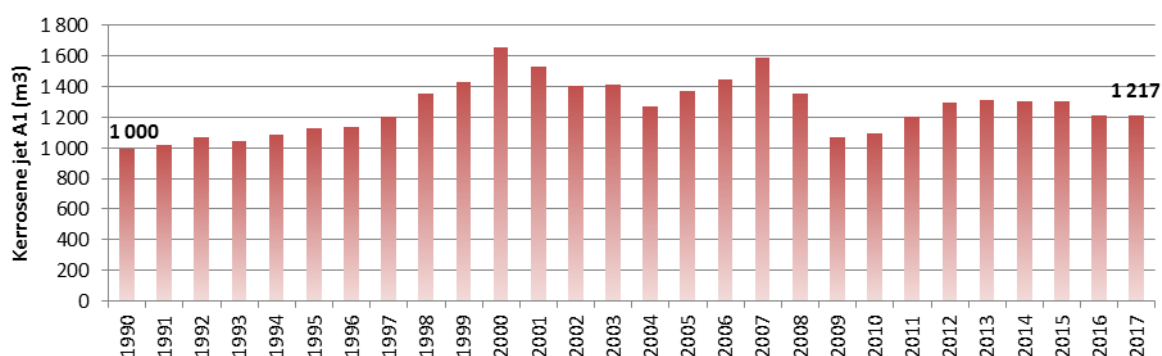
#### Aviation civile : nombre de cycles de décollage et d'atterrissage (mouvements) en fonction des destinations



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...

#### 3.3.5.3.1. METHODOLOGIE DE CALCUL

En l'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 basée sur les données d'activité du carburant distribué à l'héliport de Monaco [PTR2], et le nombre de mouvements (décollage ou atterrissage) permettant d'effectuer une distinction entre les mouvements nationaux et les mouvements internationaux.



### 3.3.5.3.1.1. FACTEUR D'ÉMISSIONS :

Les émissions sont calculées selon l'équation 3.6.1.( GL2006-Vol.2), avec des facteurs d'émission par défaut (D) [TR6,TR7].

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

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

Les émissions des gaz secondaires NOx, NMVOC, CO et SOx sont calculées selon une méthode de Tier 1 selon les guidelines de l'EMEP/EEA 2016 [TR3].

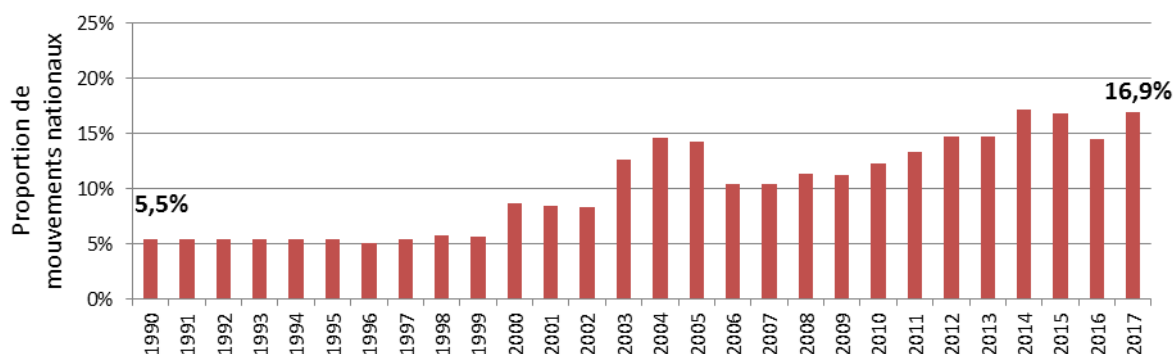
### 3.3.5.3.1.2. COMPTABILISATION DES ÉMISSIONS LIÉES À L'AVIATION CIVILE 1A3A

Conformément aux Lignes directrices GIEC 2006, les émissions liées aux vols domestiques (nationaux) ont été incluses au sein de la section « 1A3a Aviation Domestique » de la catégorie « 1A3 Transport » du Rapport national d'inventaire. Les émissions liées à l'aviation internationale sont comptabilisées dans la catégorie « mémos items (International Bunkers : Aviation) » dans la table 1D du cadre commun de présentation (CRF).

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), avec l'hypothèse que les hélicoptères de l'aviation domestique ont les mêmes caractéristiques que les hélicoptères pour l'aviation internationale :

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

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



### 3.3.5.3.2. 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) [TR3].

Les incertitudes sur les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC sont données dans le tableau ci-après [TR6, TR7] :

		Incertitudes des données sur les FE	
		(-) %	(+) %
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	4	6
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	57	100
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	70	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).

### 3.3.5.3.3. CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE SOURCE

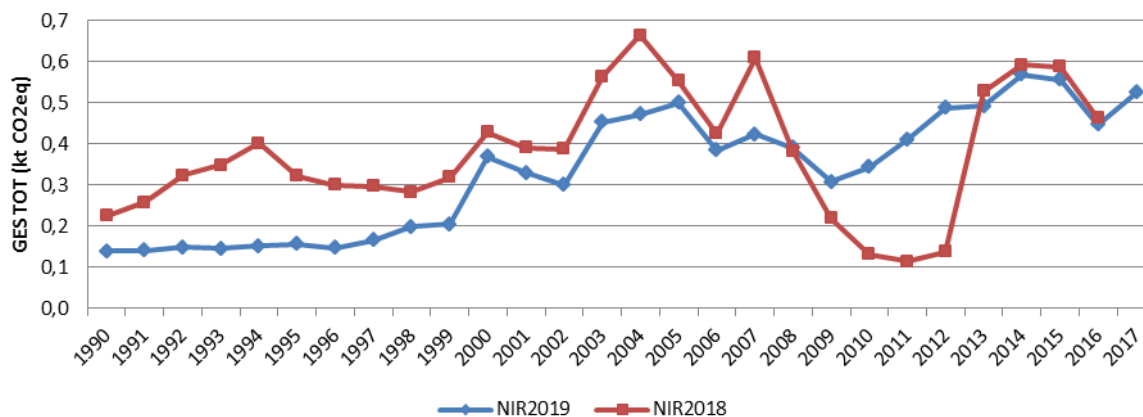
Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

### 3.3.5.3.4. RECALCULS

Un contrôle qualité 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).

Après vérification par l'IMSEE auprès de l'Héliport, il s'est avéré que le nombre de mouvements totaux était correct, mais que la ventilation Monaco/Nice/Autre nécessitait une correction. La série temporelle a pu être vérifiée et corrigée de 1996 à 2017 [TR1]. Une reconstruction, en se basant sur la moyenne entre 1996 et 1999 a été nécessaire pour reconstruire la série temporelle à partir de 1990 [PTR1].

Aussi, les émissions ont été recalculées sur la série temporelle et le graphique suivant montre les résultats.



### 3.3.5.3.5. 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 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 Accréditation (ACA) dont les travaux, à leur terme, devraient pouvoir consolider les émissions relatives à cette catégorie.

### 3.3.5.4. 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).

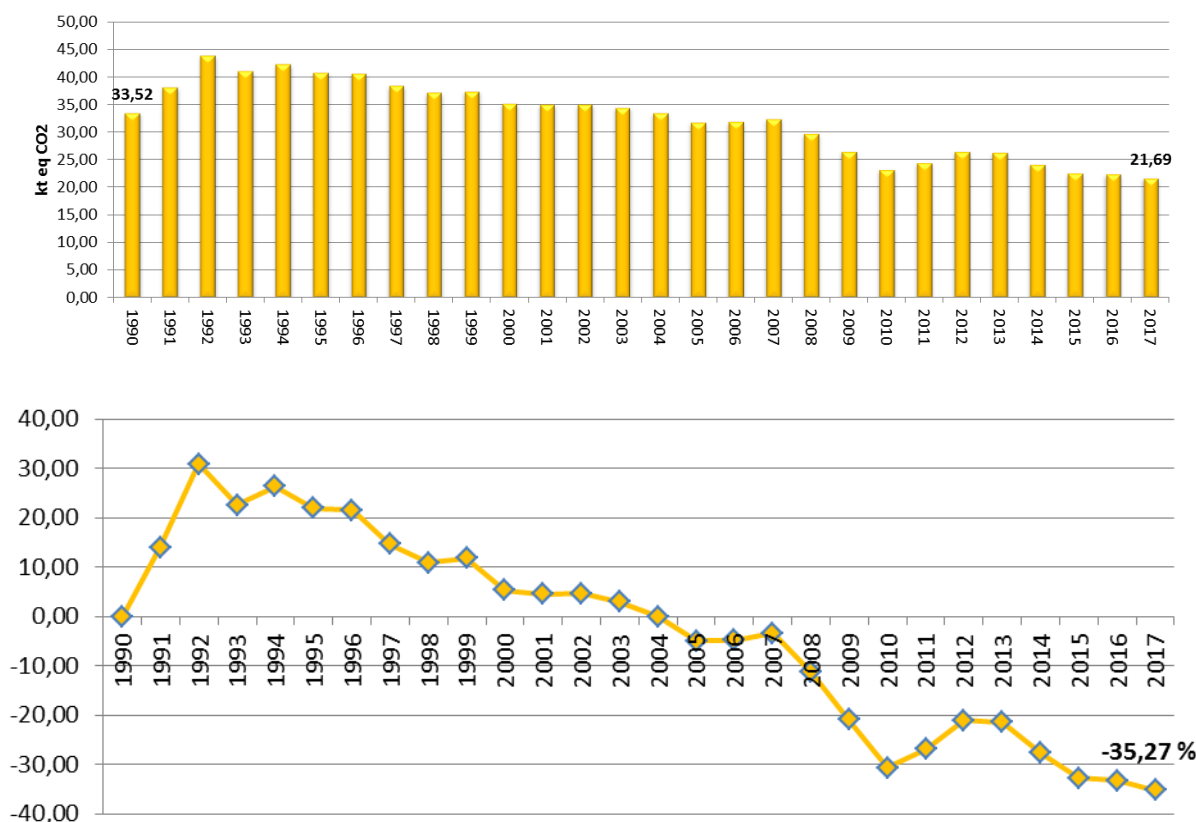
**Les émissions du secteur du transport routier sont en 2017 de : 21,69 kt CO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 33,52 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de : -35,27 % (-11,82 kt CO<sub>2</sub>eq).**

Les émissions du secteur de transport routier représentent :  
25,85 % des émissions globales (33,05% en 1990)  
29,65 % des émissions du secteur de l'Energie (33,40% en 1990)  
90,71 % des émissions du secteur des transports (98,06 % en 1990)

#### Evolution des émissions de GES du transport routier entre 1990 et 2017



Cette catégorie constitue une catégorie clé.

### 3.3.5.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

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

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.

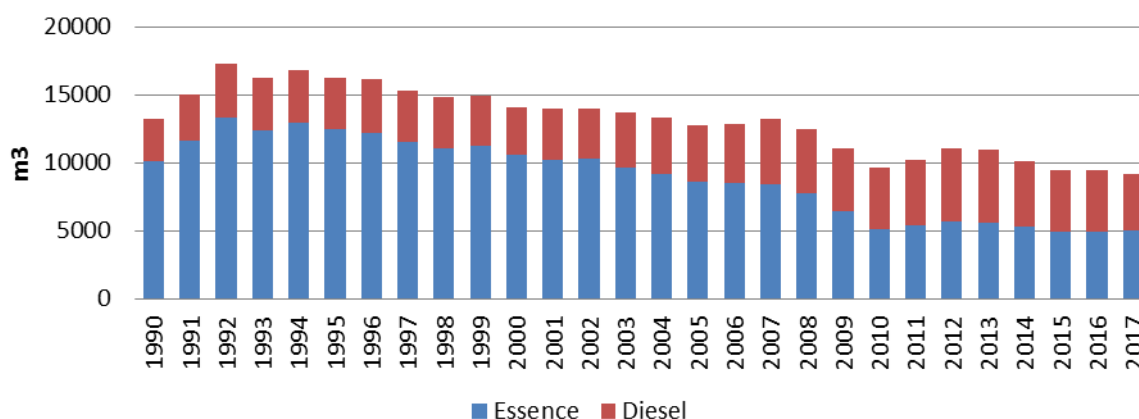
#### 3.3.5.4.1.1. VENTES DE CARBURANTS

Les carburants vendus sont exclusivement de l'essence (gazoline) et du diesel (diesel oil), auxquels sont ajoutés des biocarburants.

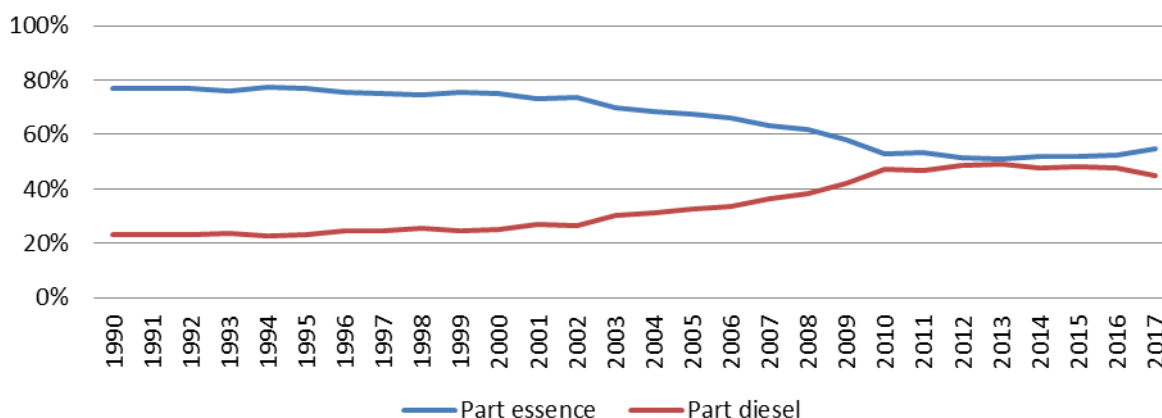
Les données d'activité sont représentées dans les graphiques ci-après et sont fournies par l'IMSEE [PRT2]. On constate une diminution progressive de la vente de carburants à Monaco et une augmentation de la proportion de diesel distribué. Cette diminution est à l'inverse de l'augmentation du parc de 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 (m<sup>3</sup>)



#### Proportion des carburants vendus par type en 1990 et 2017

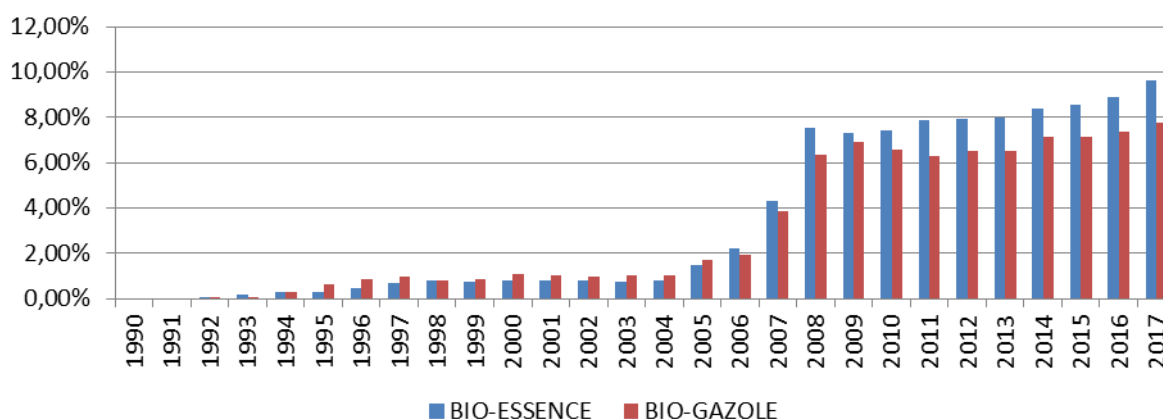


### 3.3.5.4.1.2. PART DE BIOCARBURANT DANS LE CARBURANT VENDU

Le taux de biocarburant que les carburants vendus sur la Principauté contiennent est 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 [TR10].

Part de biocarburant dans les carburants [Source – CITEPA]



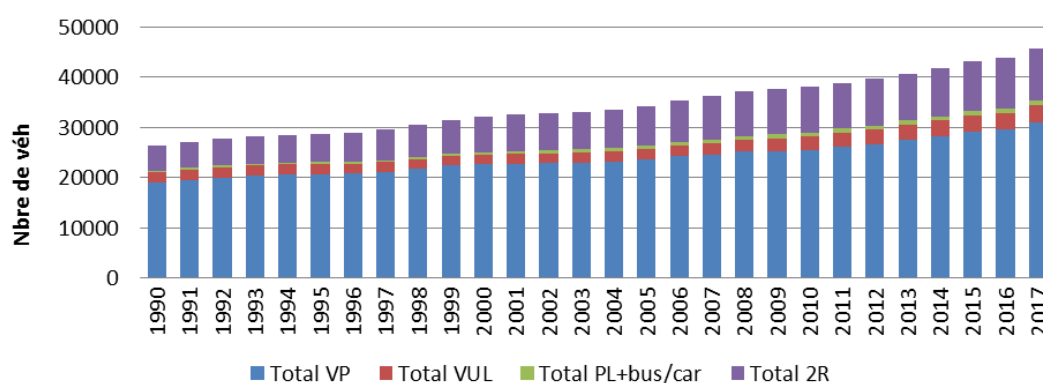
### 3.3.5.4.1.3. PARC AUTOMOBILE

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<sup>ère</sup> année d'immatriculation, la taille, la masse ou cylindrée, le type de motorisation et de carburant utilisé, etc [PTR4].

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

- véhicules personnels (VP) ;
- véhicule utilitaire léger (VUL) ;
- Bus et car ;
- utilitaires lourds (PL) ;
- deux roues (2R).

Evolution du parc, par catégorie principale, entre 1990 et 2017

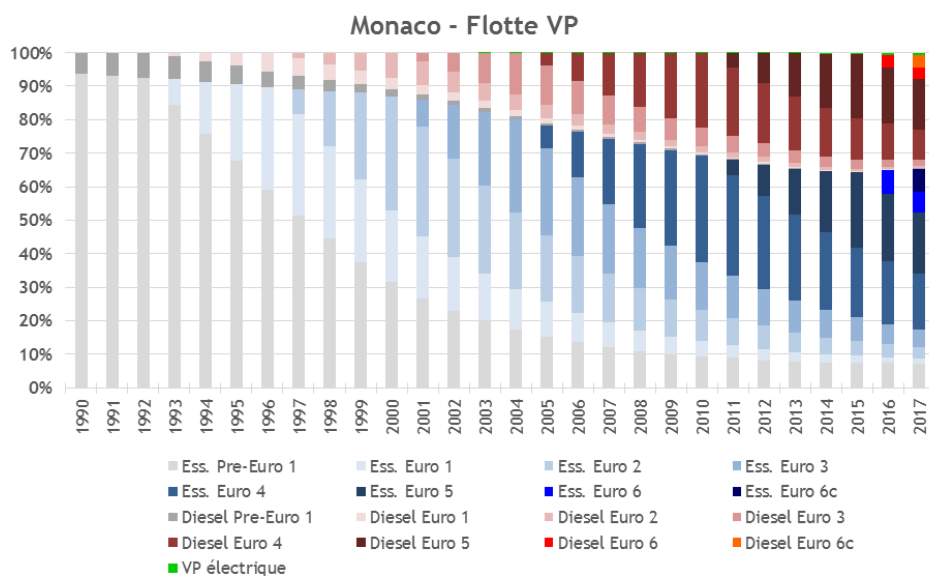


## Sous-catégories du parc routier monégasque

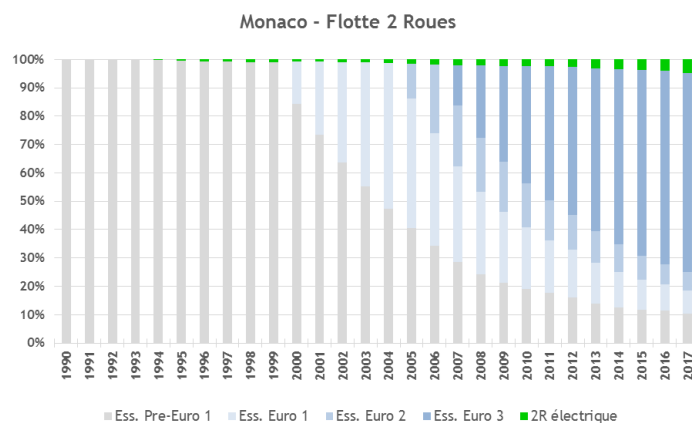
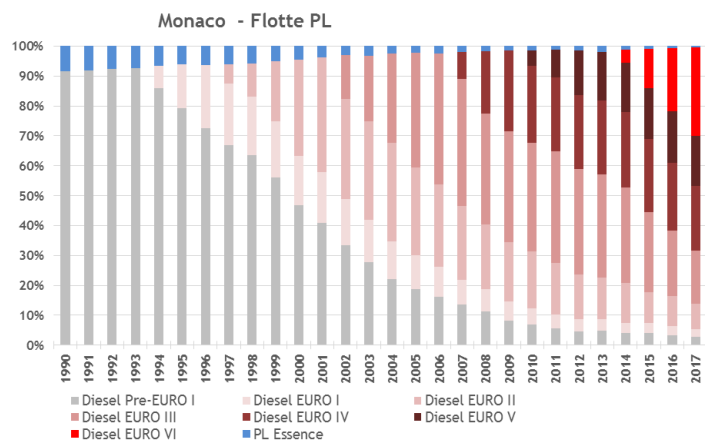
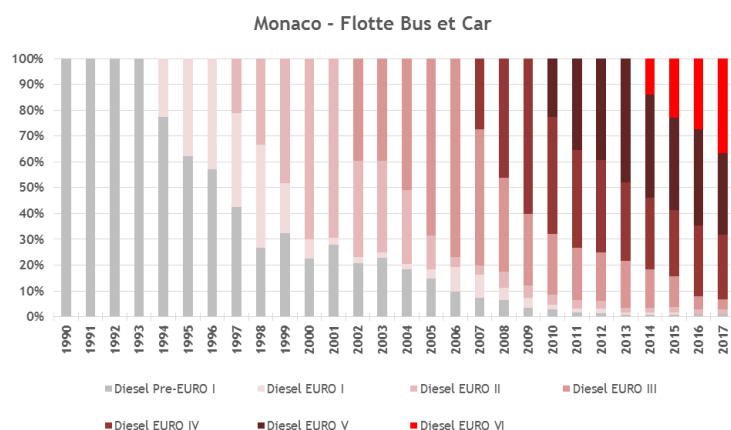
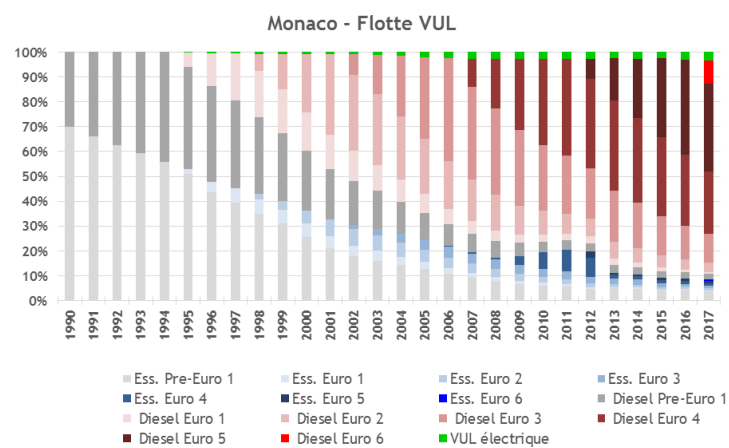
Véhicules Personnels (VP)	Utilitaires légers (VUL)	Utilitaires Lourds (PL)	Bus et cars	Deux roues (2R)
VP essence < 0,8 l	VUL essence < 1,25 t	PL essence (>3,5t)	Cars diesel Std < 18 t	Mobilettes < 50 cm3 - 2 tps
VP essence 0,8 à 1,4 l	VUL essence 1,25 - 1,7 t	PL Rigid diesel 3,5 t - 7,5 t	Cars diesel 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 électrique	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 Essence/ethanol		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		

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

## Classification des véhicules pour chaque catégorie principale, par type de carburant et selon les normes EURO







### 3.3.5.4.2. METHODOLOGIE DE CALCUL

Depuis la soumission du NIR2018, les émissions sont calculées en 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 [TR45] ;
- De calculs de trafic, consommation de carburant par norme ;
- Des facteurs d'émissions de GES issus des lignes directrices du GIEC pour CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O [TR17], d'un facteur Country Specific développé par le CITEPA pour le CO<sub>2</sub>[TR8] et du guide méthodologique EMEP (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2017) pour les autres gaz [Tr18, TR21-TR36].

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

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

#### 3.3.5.4.2.1. RESULTATS

##### Energie pour le transport routier

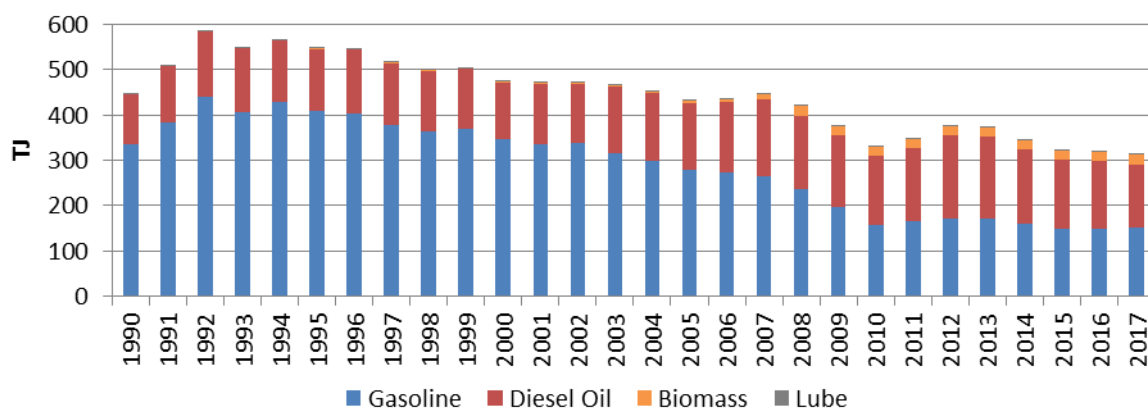
La consommation énergétique du transport routier est en diminution depuis 1992.

L'évolution de la répartition de cette consommation montre une nette augmentation de la part du diesel qui passe de 25 % à 48 % de 1990 à 2017.

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.

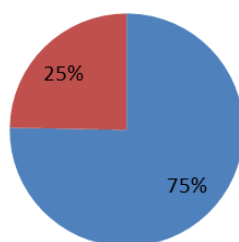
Sur la période, l'intégration de biocarburants au sein des carburants routiers se traduit par une part biomasse de 6.7 % en 2017 dans l'énergie consommée par cette catégorie. La consommation de lubrifiant liée aux moteurs 2 temps représente moins d'1% de la consommation énergétique du transport routier.

##### Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2017

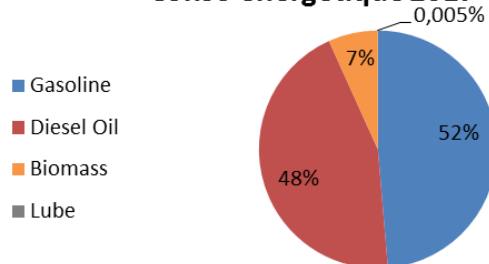


## Distribution de la consommation énergétique pour le transport routier en 1990 et 2017, par énergie

Conso énergétique 1990

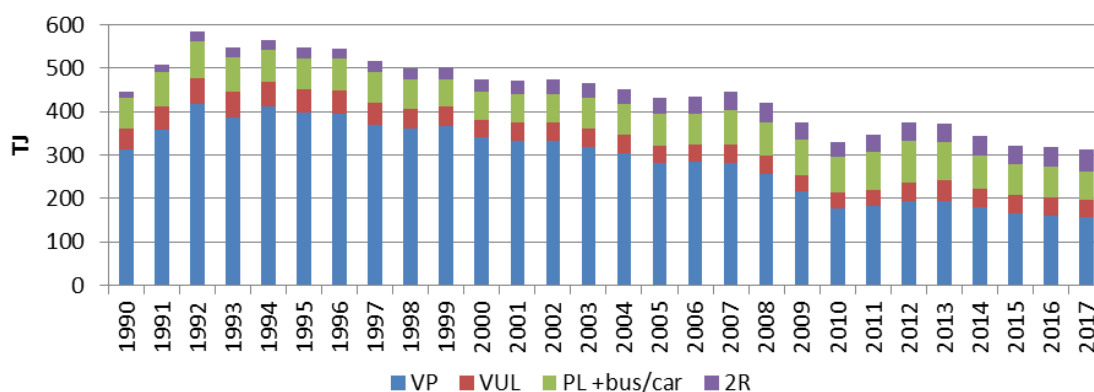


Conso énergétique 2017



La consommation énergétique du transport a également été évaluée par catégorie de véhicule 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.

## Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2017, par catégorie principale de véhicule



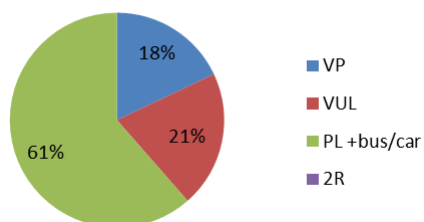
La répartition de l'utilisation d'énergie, par catégorie de véhicule, pour le diesel et l'essence est présentée dans les graphes ci-après.

Pour le diesel, on observe une nette augmentation de la part relative aux VP, en corrélation avec les données fournies par le parc et le nombre de véhicules roulants estimés.

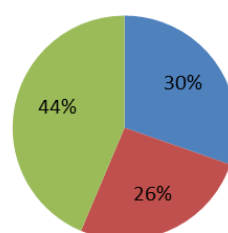
Par ailleurs, on observe une forte augmentation de l'essence consommée par les 2 roues (de 4 % en 1990 à 30% en 2017) en corrélation avec une augmentation du nombre de deux roues dans le parc monégasque.

## Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2017, par type de fuel, par catégorie de véhicule

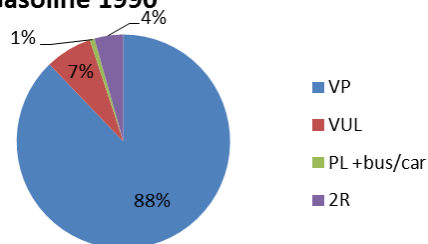
**Diesel 1990**



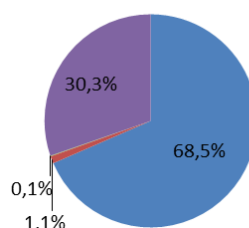
**Diesel 2017**



**Gasoline 1990**



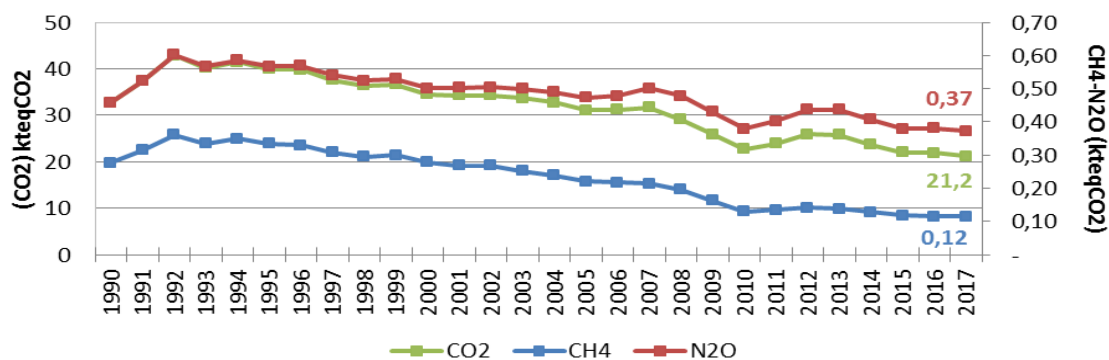
**Gasoline 2017**



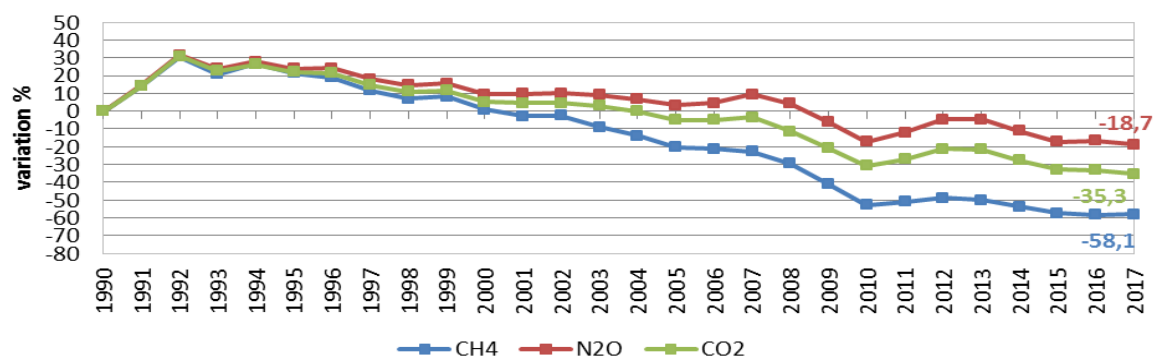
### Evolution des émissions par gaz

L'ensemble des émissions de GES est en décroissance, avec une diminution totale de -35.3% par rapport à 1990. Ces émissions sont directement corrélées aux ventes de carburants pour le CO<sub>2</sub> mais également aux normes Euro pour CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O.

### Evolution des émissions du transport routier par gaz



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



	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq
1990	32,78	0,28	0,46	33,52
1991	37,37	0,32	0,52	38,21
1992	42,91	0,36	0,60	43,88
1993	40,17	0,33	0,57	41,07
1994	41,42	0,35	0,59	42,36
1995	39,97	0,34	0,57	40,88
1996	39,83	0,33	0,57	40,73
1997	37,58	0,31	0,54	38,43
1998	36,36	0,30	0,53	37,18
1999	36,63	0,30	0,53	37,46
2000	34,49	0,28	0,50	35,27
2001	34,25	0,27	0,50	35,03
2002	34,31	0,27	0,50	35,08
2003	33,75	0,25	0,50	34,51
2004	32,77	0,24	0,49	33,50
2005	31,15	0,22	0,47	31,84
2006	31,20	0,22	0,48	31,90
2007	31,65	0,21	0,50	32,37
2008	29,07	0,20	0,48	29,74
2009	25,91	0,16	0,43	26,50
2010	22,72	0,13	0,38	23,23
2011	23,95	0,14	0,40	24,48
2012	25,86	0,14	0,44	26,44
2013	25,75	0,14	0,44	26,33
2014	23,69	0,13	0,41	24,22
2015	22,03	0,12	0,38	22,53
2016	21,88	0,11	0,38	22,38
2017	21,21	0,12	0,37	21,69

#### Evolution par rapport de 1990 à 2017

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
kt CO <sub>2</sub> eq	-11,58	-0,16	-0,09	-11,82
%variation	-35,3	-58,1	-18,7	-35,3

## Evolution des émissions par catégorie de véhicule

Les postes d'émission du secteur du transport routier ont été regroupés, sur la période 1990-2017, en 4 catégories :

- véhicules personnels (VP) ;
- utilitaire léger (VUL inf 3.5t) ;
- utilitaires lourds, bus et autocars (PL sup 3.5t) ;
- deux roues (2R).

Pour cette répartition par catégorie de véhicule, 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 [TR45]. L'évolution des consommations unitaires post EURO 1 a également été évaluée avec le Car Labelling ADEME [TR44].

Ainsi la répartition obtenue montre que les émissions dues aux véhicules personnels VP représentent environ 50% des émissions et restent prépondérantes sur l'ensemble de la période 1990-2017.

Ces émissions enregistrent cependant une baisse de 23,7 kt CO<sub>2</sub>eq à 10,9 kt CO<sub>2</sub>eq (-54.0 %), 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, et ce, malgré une légère augmentation des véhicules VP roulants.

Le second poste d'émissions de la catégorie est, en 2017, le secteur des utilitaires lourds (incluant les poids lourds et les bus/autocars) qui représente environ 21 % du total des GES du routier, avec une diminution entre 1990 et 2017 (-0.68 kt CO<sub>2</sub>eq, soit -13 %).

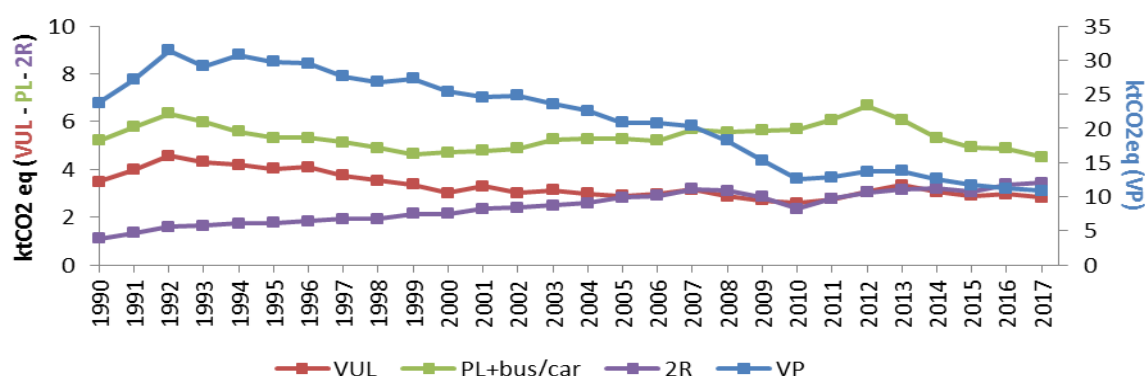
Les émissions relatives aux utilitaires légers sont évaluées pour 2017 à 2.8 kt CO<sub>2</sub>eq avec une diminution évaluée à environ 18%.

L'augmentation des émissions dues aux deux roues témoigne d'un transfert vers ce mode de déplacement (+209%). En 2017, le niveau d'émission est de 3.4 kt CO<sub>2</sub>eq.

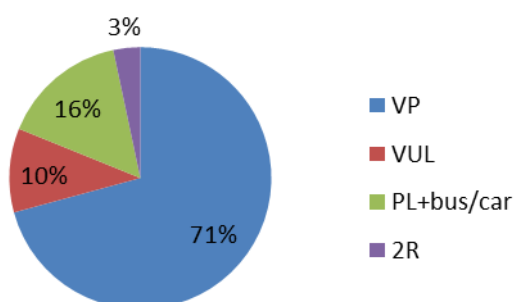
## Evolution de la distance parcourue entre 1990 et 2017

	VP	VUL	PL + Bus/Car	2r	Total
	veh.km	veh.km	veh.km	veh.km	veh.km
<b>1990</b>	78 567 467	12 329 160	7 528 427	9 576 862	108 001 916
<b>2017</b>	64 848 763	12 483 038	7 763 491	31 112 259	116 207 552
<b>Evolution 1990-2017</b>					
%	17%	1%	3%	225%	8%

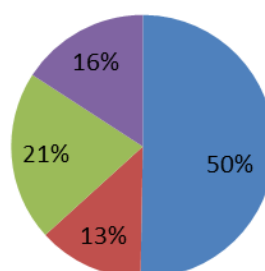
## Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicule



### Emissions GES 1990



### Emissions GES 2017



### Emissions de GES du transport routier par catégories de véhicules

	VP	VUL	PL +bus/car	2R	Total
	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq
1990	23,7	3,5	5,2	1,1	33,5
1991	27,1	4,0	5,8	1,3	38,2
1992	31,4	4,6	6,3	1,6	43,9
1993	29,1	4,3	6,0	1,6	41,1
1994	30,8	4,2	5,6	1,8	42,4
1995	29,8	4,0	5,3	1,8	40,9
1996	29,5	4,1	5,3	1,8	40,7
1997	27,6	3,7	5,1	1,9	38,4
1998	26,8	3,5	4,9	1,9	37,2
1999	27,3	3,4	4,6	2,1	37,5
2000	25,4	3,0	4,7	2,1	35,3
2001	24,6	3,3	4,8	2,3	35,0
2002	24,8	3,0	4,9	2,4	35,1
2003	23,6	3,1	5,2	2,5	34,5
2004	22,6	3,0	5,3	2,6	33,5
2005	20,8	2,9	5,3	2,8	31,8
2006	20,8	3,0	5,2	2,9	31,9
2007	20,4	3,2	5,7	3,2	32,4
2008	18,2	2,9	5,6	3,1	29,7
2009	15,3	2,7	5,6	2,8	26,5
2010	12,6	2,6	5,7	2,4	23,2
2011	12,9	2,8	6,1	2,8	24,5
2012	13,7	3,1	6,7	3,0	26,4
2013	13,8	3,3	6,1	3,2	26,3
2014	12,6	3,1	5,3	3,2	24,2
2015	11,7	2,9	4,9	3,1	22,5
2016	11,2	3,0	4,9	3,4	22,4
2017	10,9	2,8	4,5	3,4	21,7

#### Evolution entre 1990 et 2017

	VP	VUL	PL +bus/car	2R	Total
kt CO <sub>2</sub> eq	-12,81	-0,66	-0,68	2,3	-11,8
%	-54,0	-18,9	-13,0	208,7	-35,3

### 3.3.5.4.2.2. CONTEXTE D'INTERPRETATION DE L'EVOLUTION DES EMISSIONS

Du fait de la superficie du territoire de la Principauté, 2 km<sup>2</sup> 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 relatives 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 progressive de la flotte de bus par des bus hybrides au diester ;
  - Tarification incitative ;
  - L'intégralité des bus monégasques 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 écologique.

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 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.

### 3.3.5.4.3. 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 rectifiée par les ventes de carburant, est calculée par AtmoSud, 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 résultats obtenus pour 2017 sont présentés ci-après [TR48].

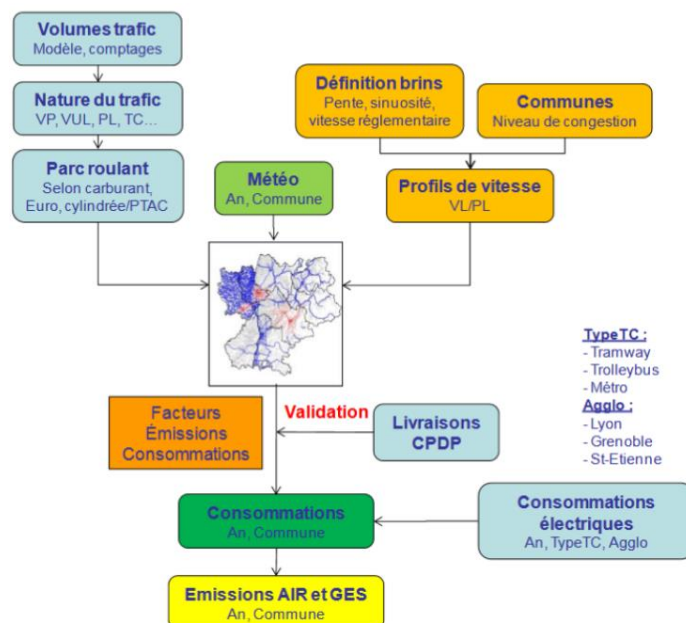
Le calcul s'appuie sur un grand nombre de paramètres (parc de véhicules roulant sur la Principauté, trafic moyen sur chacun des axes, profil de vitesse de circulation, pentes des axes, etc). Dans un contexte d'échange transfrontalier important, le parc roulant considéré dans cette méthodologie prend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



Le calcul des émissions du trafic moyen journalier annuel a été réalisé par le modèle MOCAT<sup>2</sup>. Cet outil est construit sur la base de la méthodologie définie par le Pôle Nationale de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT2) français et COPERT<sup>3</sup>, version COPERT 5.1.1. 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 2017.

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

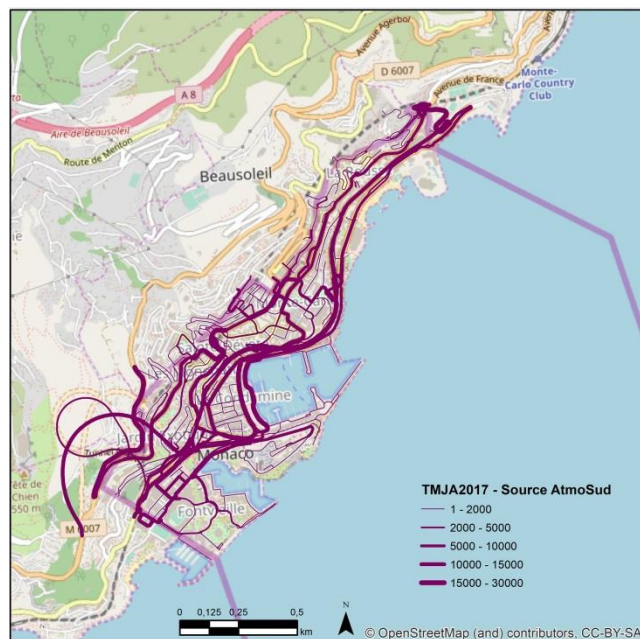


L'outil a ainsi permis d'estimer les consommations totales énergétiques, à partir des trafics fournis en données d'entrée, des profils de vitesse et des caractéristiques du parc. La cartographie ci-dessous montre l'exemple d'un jeu de données d'entrées du modèle : le trafic moyen journalier.

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

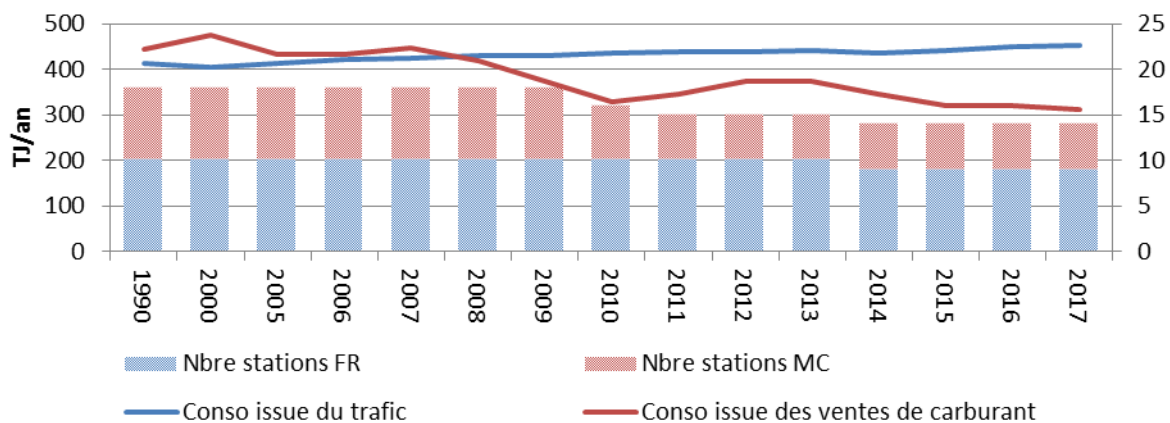
<sup>3</sup> COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transports)

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



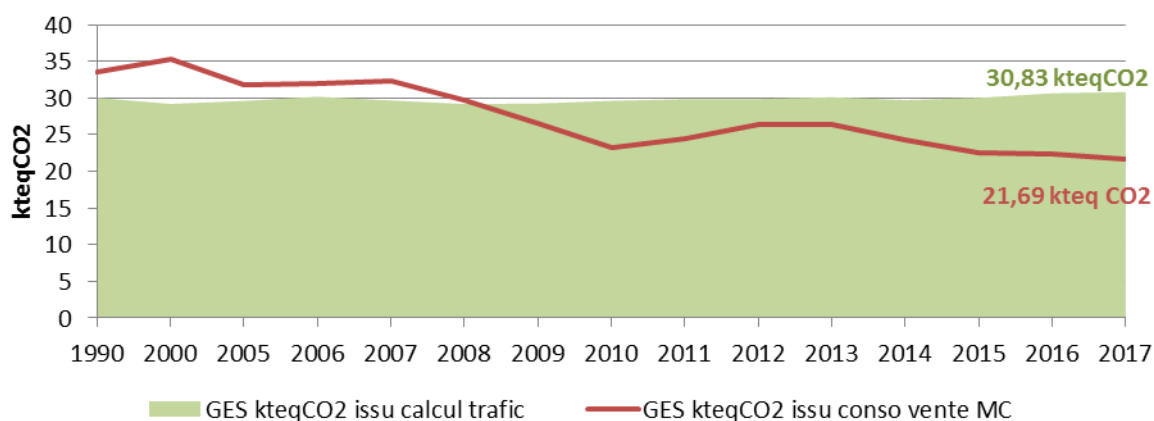
Le graphique ci-dessous reporte l'évolution de la consommation énergétique totale, estimée pour chaque méthodologie. On observe que les résultats sont comparables jusqu'en 2008 tandis qu'un décrochage est observé par la suite, jusqu'à une différence observée de 150 TJ en 2017.

## Evolution de la consommation énergétique totale calculée et issue des ventes de carburants



La différence notable dans les consommations énergétiques se répercute sur les émissions totales de GES, comme le montre le graphique ci-dessous (CO<sub>2</sub> biomasse non incluse).

### Evolution des émissions de GES (part CO2 biomasse non incluse) selon le calcul issu du trafic routier et celui issu des ventes de carburant



Au-delà du fait que la méthodologie GL2006 se base principalement sur les quantités de carburants vendus, la différence entre les deux résultats s'explique par les écarts d'hypothèse liés aux méthodologies.

Dans l'approche sectorielle, la vitesse de circulation (impactant sur la consommation unitaire du véhicule estimée) et le parc (et ses caractéristiques) incluant environ 45% du parc maralpin sont des hypothèses notables non prises en compte dans la méthodologie GL2006.

#### 3.3.5.4.4. COHERENCE DE LA SERIE TEMPORELLE

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

#### 3.3.5.4.5. INCERTITUDES

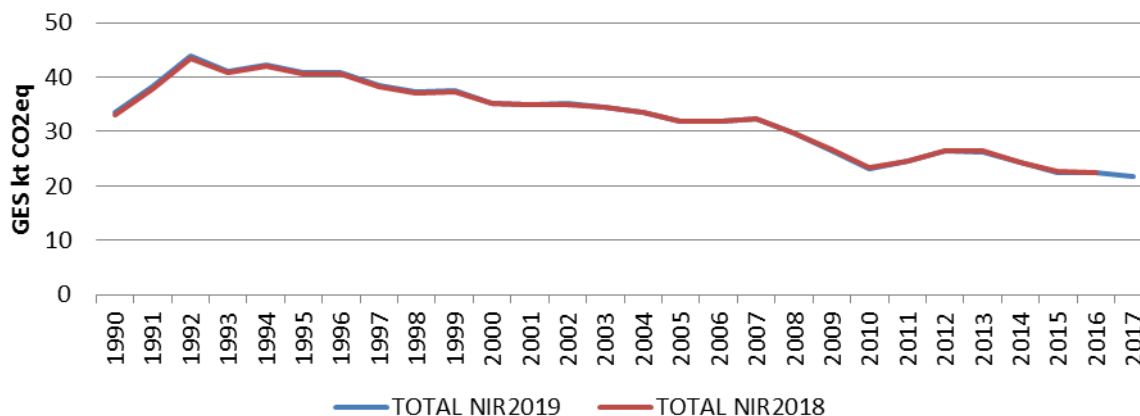
Les incertitudes combinées pour les résultats obtenus sont estimées selon les données fournies dans le tableau 4.3 du guide EMEP ci-dessous (*EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2017 – p115*), en évaluant la Principauté de Monaco comme un pays avec peu de statistiques et avec rebouclage énergétique (*poor statistics w.EC*).

Case	CO	VOC	CH4	NOx	N2O	PM2.5	PM10	PMexh	FC	CO2
Poor statistic s w. EC	17%	15%	54%	12%	24%	13%	12%	14%	8%	8%

#### 3.3.5.4.6. RECALCULS

Quelques erreurs de calculs des émissions relatives à l'utilisation de lubrifiant ont été corrigées pour les gaz CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O, et un facteur d'émission CS a été appliqué pour le CO<sub>2</sub>. Ceci justifie donc le recalcul des émissions totales de GES, comparées aux résultats présentés dans le NIR précédent (NIR2018). On observe une différence max de 1% entre les deux résultats.

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



#### 3.3.5.4.7. AMELIORATION

Une amélioration sur l'approche sectorielle est en cours, notamment en consolidant les données d'entrée, telle que la répartition parc maralpin/parc monégasque et la classification normes Euro.

#### **3.3.5.5. 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'émission de cette catégorie sur le territoire de la Principauté les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

### 3.3.5.6. 1A3d Navigation (domestique)

Les émissions et puits de carbone du secteur de la navigation domestique en 2017 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

**Les émissions du secteur de la navigation domestique sont en 2017 de : 1,39 kt CO<sub>2</sub>eq**

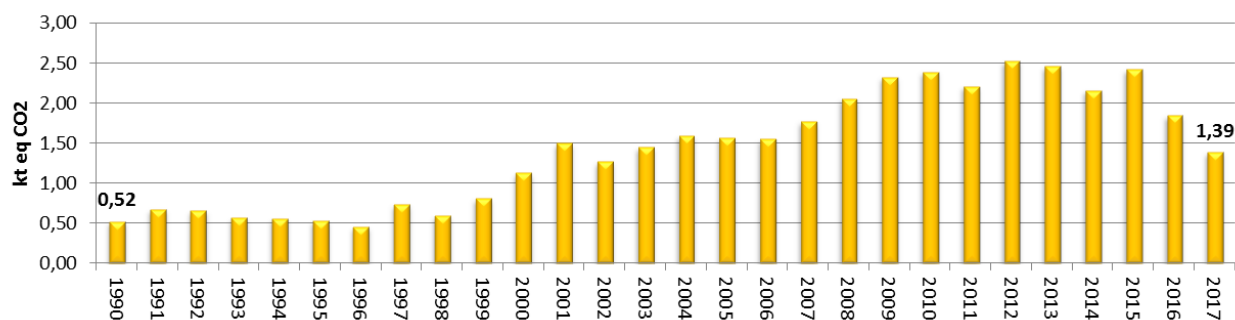
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,52 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de : + 164,7% (0,86 kt CO<sub>2</sub>eq).**

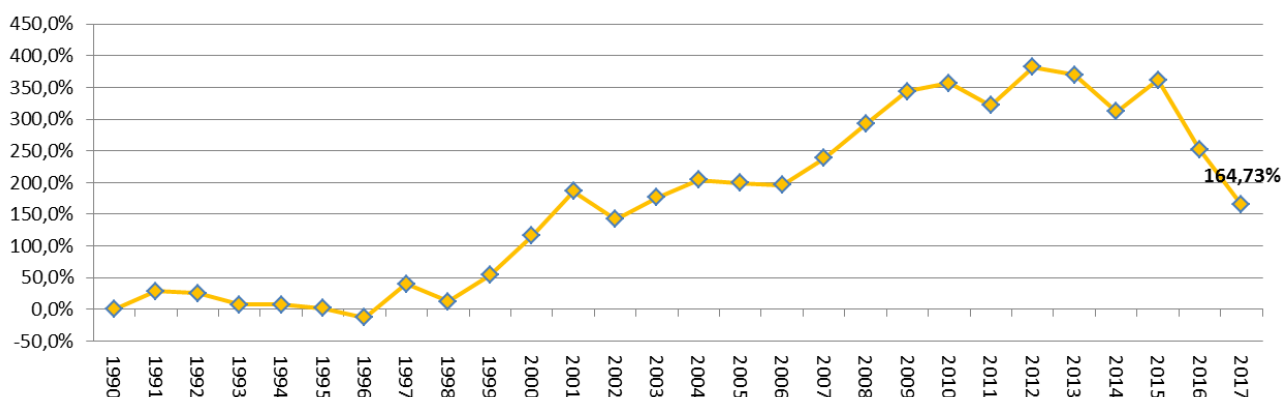
Les émissions du secteur de la navigation domestique représentent :

- 2,13 % des émissions globales (0,52% en 1990)
- 2,44 % des émissions du secteur de l'Energie (0,52% en 1990)
- 7,47 % des émissions du secteur des transports (1,53 % en 1990)

#### Evolution des émissions de GES de la navigation domestique entre 1990 et 2017



#### 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 et 2017.

Cette catégorie constitue une catégorie clé.

### 3.3.5.6.1. 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). Ces ports 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).

### 3.3.5.6.2. 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, ces carburants ayant les caractéristiques du carburant du transport routier
- 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.

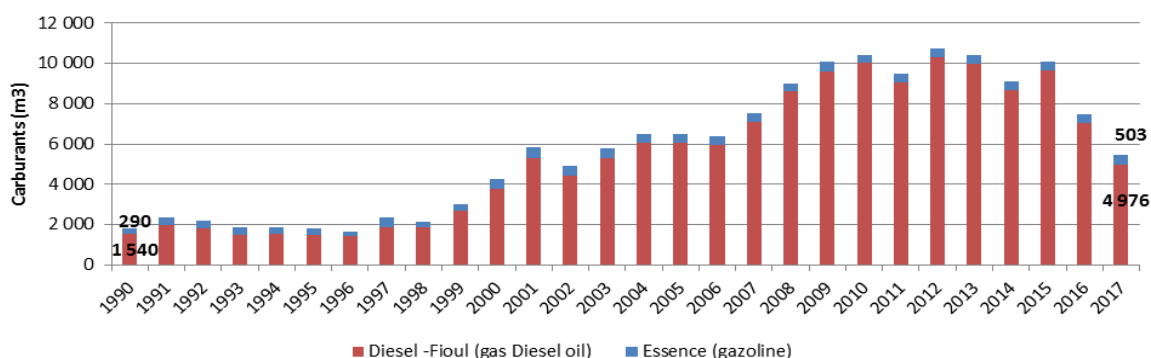
Conformément aux lignes directrices GIEC 2006, les émissions liées à la navigation domestique (nationale) sont incluses au sein de la section « 1A3d Navigation Domestique » de la catégorie « 1A3 Transport » du Rapport National d'Inventaire. Les émissions liées à la navigation internationale sont comptabilisées dans la catégorie « mémos items (International Bunkers : Navigation) » table 1D1b du cadre commun de présentation (CRF).

#### 3.3.5.6.2.1. **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 [PTR2]. 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 réalisés par d'autres fournisseurs.

Les données de ventes de carburants à destination de la navigation sont présentées dans le graphique ci-après. La forte diminution des ventes de carburants en 2017 est expliquée par des différences de tarification douanière avec les ports voisins italiens, et donc une ouverture à la concurrence par des prix plus attractifs.

#### Vente totale de carburant à destination de la navigation



Le carburant vendu pour la navigation en Principauté a la même caractéristique que le carburant routier. Aussi, de même que pour le transport routier, le pourcentage de biomasse contenu dans les carburants et le facteur d'émission Country Specific pour le CO<sub>2</sub> sont fournis par le CITEPA [TR8, TR10]. Le taux d'incorporation de biocarburant est donc identique à celui utilisé pour le transport routier.

### 3.3.5.6.2.2. 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.

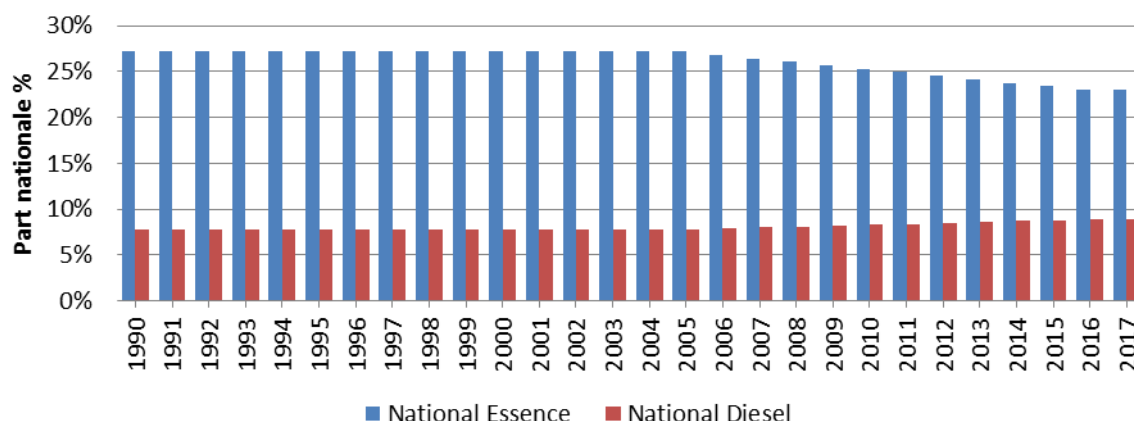
Pour cette enquête, les critères adoptés pour effectuer cette différenciation étaient ceux qui étaient recommandés par le GIEC pour la définition des trajets maritimes nationaux et internationaux (Cf. Tableau 2.8 Chapitre II – Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre IPCC 1996).

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, une reconstitution statistique des données a été nécessaire [PTR3].

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 » et les résultats pour la part nationale sont dans le graphique ci-après.

Des premiers résultats, il ressort une part nationale comprise entre 27% et 23% de l'essence vendue, et de 7.8 % à 8.9 % pour le diesel suivant les méthodologies de reconstruction de la série statistique.

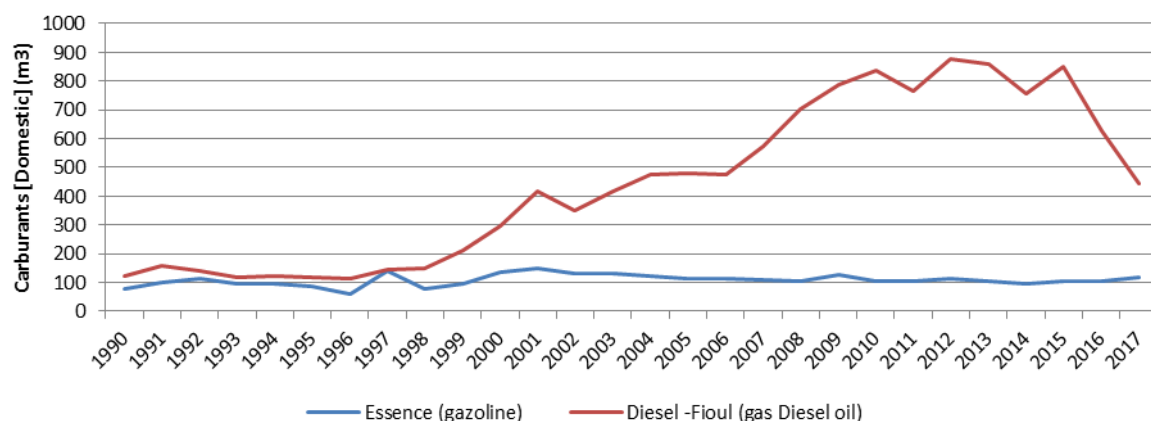
**Part nationale de la navigation, par type de carburant (source- enquête ménage)**



Ainsi les ventes de carburant estimées à destination de la navigation domestique ont les tendances représentées dans le graphe ci-après.



### Vente de carburant à destination de la navigation domestique

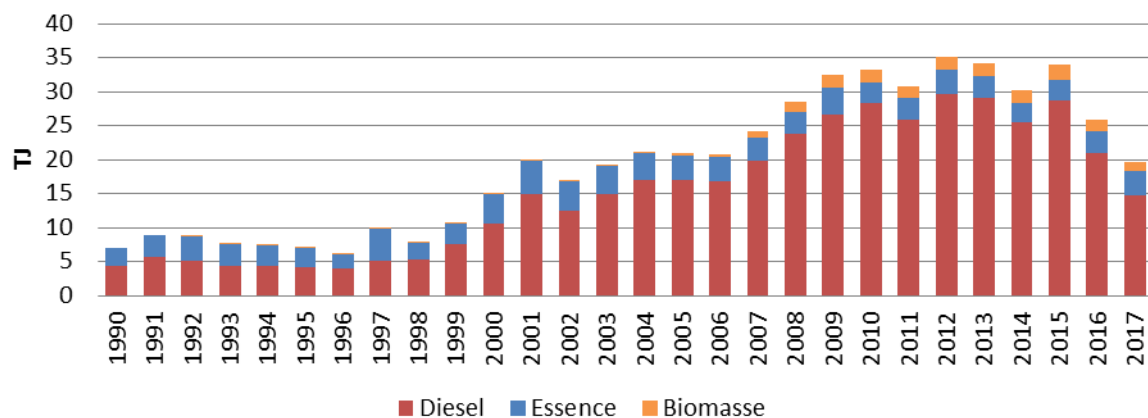


### 3.3.5.6.2.3. RESULTATS

#### Consommation énergétique

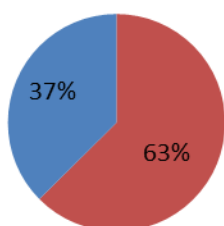
L'évolution de la part domestique de l'énergie consommée entre 1990 à 2017 est présentée dans le graphique ci-après.

### Consommation énergétique de la navigation domestique

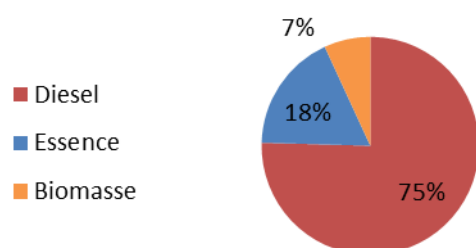


### Répartition de la consommation énergétique de la navigation domestique en 1990 et 2017

#### Consommation énergétique (maritime domestique) 1990



#### Consommation énergétique (maritime domestique) 2017



### 3.3.5.6.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

### 3.3.5.6.4. 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 24%.

Les facteurs d'incertitude sur les facteurs d'émissions sont conformes aux lignes directrices 2006 du GIEC de 3.9% pour le CO<sub>2</sub>, de 50% sur le CH<sub>4</sub> et de 140% pour le N<sub>2</sub>O.

### 3.3.5.6.5. CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE SOURCE

Le contrôle-qualité a permis de consolider les calculs d'émissions de CO<sub>2</sub>, en cohérence avec les calculs effectués pour le transport routier, en appliquant les mêmes caractéristiques des carburants et les mêmes FE CS pour le CO<sub>2</sub>.

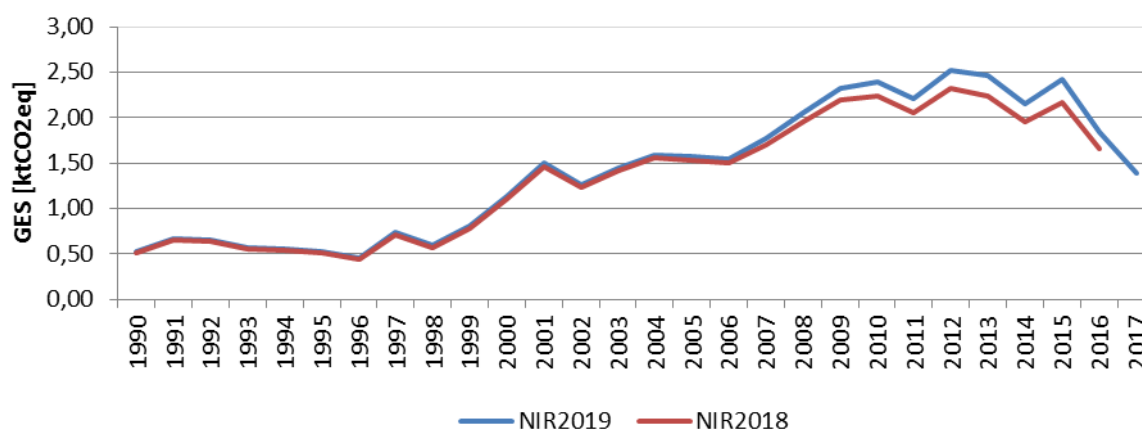
De plus, le calcul des émissions du SO<sub>2</sub> a été consolidé selon les guidelines de l'EMEP/EEA.

### 3.3.5.6.6. RECALCULS

Le facteur d'émissions CS du CO<sub>2</sub> appliqué au routier a également été appliqué dans le cadre des calculs des émissions de la navigation maritime. De plus, l'intégration des données de l'enquête ménage 2016 a induit une redistribution de la part nationale des carburants vendus.

Les résultats de recalcul sont donc présentés ci-après.

#### Evolution des émissions GES entre 1990 et 2017 - recalcul



Le recalcul amène une différence pouvant varier de 3 % à 12 % sur les émissions GES de la navigation domestique.

### 3.3.5.6.7. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

#### **3.3.5.7. 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.

### 3.3.6. 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 de la catégorie du secteur des établissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel en 2017 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 2017 de**

**23,92 kt CO<sub>2</sub>eq**

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

**43,80 kt CO<sub>2</sub>eq**

**Soit une variation de :**

**-45,39 % (-19,88 kt CO<sub>2</sub>eq)**

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

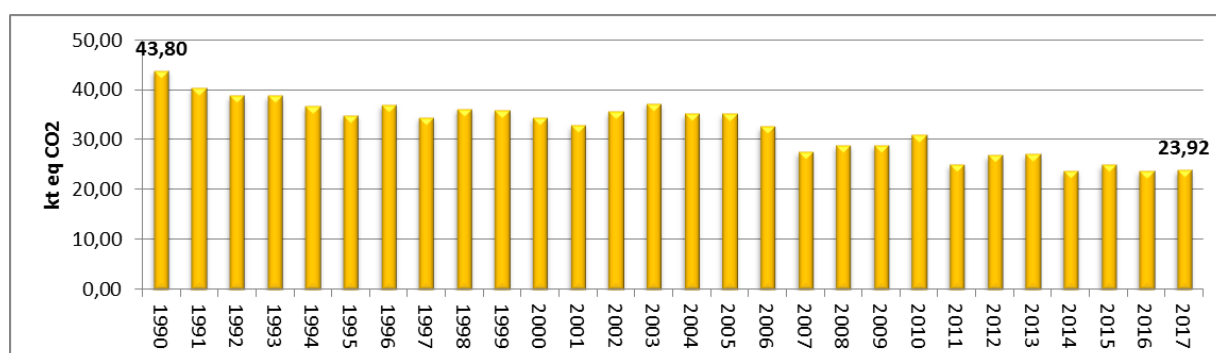
27,63 % des émissions globales (43,19 % en 1990)

31,69 % des émissions du secteur de l'Energie (43,65 % en 1990)

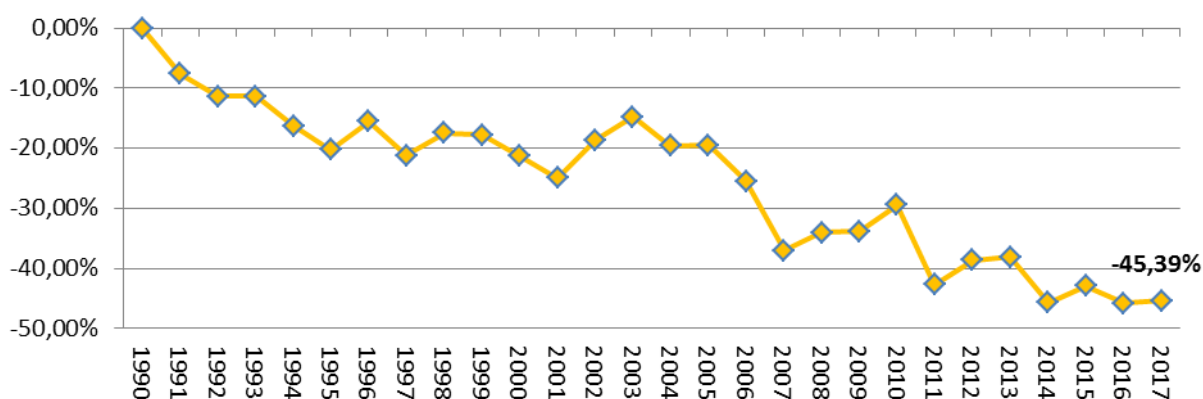
Les émissions de cette catégorie constituent une catégorie clé dans le cadre de cet inventaire.

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.

#### Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2017 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**



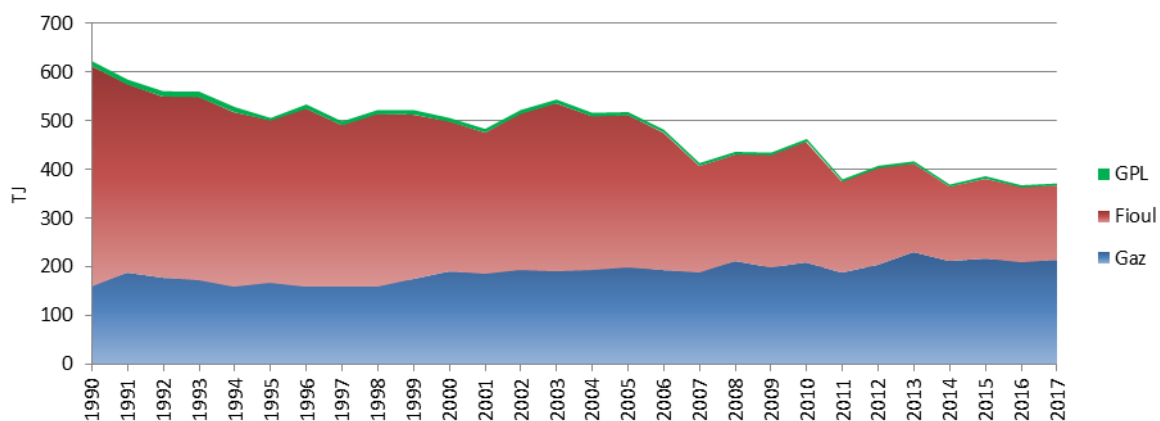
	Emissions de GES				% de variation par rapport à l'année de réf. 1990			
	Gaz Naturel	Fioul	GPL	Total	Gaz Naturel	Fioul	GPL	Total
	ktéq. CO <sub>2</sub>	ktéq. CO <sub>2</sub>	ktéq. CO <sub>2</sub>	ktéq. CO <sub>2</sub>	%	%	%	%
1990	9,1	34,0	0,68	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1991	10,6	29,2	0,68	40,4	16,8	-14,3	0,0	-7,7
1992	10,1	28,0	0,70	38,8	11,0	-17,7	4,0	-11,4
1993	9,8	28,3	0,74	38,8	8,1	-17,0	10,0	-11,3
1994	9,1	26,9	0,69	36,7	0,2	-21,0	2,9	-16,2
1995	9,5	25,0	0,35	34,9	4,9	-26,4	-48,4	-20,3
1996	9,4	27,1	0,57	37,0	3,2	-20,5	-15,4	-15,5
1997	9,0	25,0	0,51	34,5	-0,8	-26,5	-24,3	-21,2
1998	9,4	26,3	0,54	36,2	3,2	-22,9	-20,5	-17,4
1999	9,9	25,5	0,58	36,0	8,7	-25,0	-14,2	-17,8
2000	10,8	23,2	0,51	34,5	19,1	-31,9	-24,6	-21,3
2001	10,6	21,8	0,48	32,9	16,5	-35,9	-29,0	-25,0
2002	11,0	24,1	0,52	35,6	21,5	-29,3	-22,7	-18,6
2003	10,9	25,9	0,49	37,3	19,7	-23,8	-27,1	-14,8
2004	11,0	23,7	0,48	35,2	21,5	-30,4	-28,9	-19,6
2005	11,3	23,5	0,43	35,2	24,8	-31,0	-35,7	-19,5
2006	11,0	21,3	0,37	32,7	20,7	-37,4	-44,7	-25,5
2007	10,7	16,5	0,37	27,6	17,9	-51,6	-44,6	-37,1
2008	12,0	16,6	0,37	28,9	31,7	-51,3	-45,9	-34,0
2009	11,2	17,4	0,34	29,0	23,7	-48,9	-49,2	-33,8
2010	11,8	18,8	0,34	30,9	30,1	-44,9	-48,9	-29,4
2011	10,7	14,0	0,33	25,1	17,9	-58,7	-51,7	-42,7
2012	11,6	15,0	0,33	26,9	27,5	-56,0	-51,1	-38,6
2013	13,0	13,7	0,33	27,1	43,7	-59,6	-51,8	-38,1
2014	12,0	11,5	0,29	23,8	32,0	-66,1	-57,8	-45,7
2015	12,2	12,4	0,33	25,0	34,9	-63,5	-50,9	-42,9
2016	11,9	11,5	0,29	23,7	31,0	-66,1	-57,2	-45,8
2017	12,1	11,5	0,26	23,9	33,5	-66,1	-61,0	-45,4

### 3.3.6.1. Caractéristiques générales de la catégorie source

#### 3.3.6.1.1. 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	GPL	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	TJ	%
1990	452,55	159,73	10,67	622,95	0,00
1991	387,67	186,62	10,67	584,97	-6,10
1992	372,55	177,23	11,10	560,88	-9,96
1993	375,82	172,69	11,74	560,25	-10,07
1994	357,43	160,06	10,99	528,48	-15,17
1995	332,95	167,51	5,51	505,96	-18,78
1996	359,85	164,92	9,03	533,79	-14,31
1997	332,41	158,44	8,08	498,93	-19,91
1998	349,06	164,92	8,49	522,46	-16,13
1999	339,51	173,66	9,16	522,33	-16,15
2000	307,96	190,19	8,05	506,20	-18,74
2001	289,90	186,12	7,58	483,59	-22,37
2002	320,13	194,07	8,26	522,46	-16,13
2003	344,91	191,16	7,79	543,85	-12,70
2004	314,95	194,10	7,59	516,64	-17,07
2005	312,12	199,27	6,87	518,26	-16,81
2006	283,30	192,86	5,91	482,07	-22,62
2007	219,07	188,33	5,92	413,32	-33,65
2008	220,39	210,28	5,78	436,45	-29,94
2009	231,30	198,04	5,43	434,77	-30,21
2010	249,41	208,07	5,45	462,92	-25,69
2011	186,75	187,98	5,15	379,89	-39,02
2012	199,14	203,47	5,22	407,84	-34,53
2013	182,65	229,17	5,15	416,96	-33,07
2014	153,24	211,47	4,51	369,22	-40,73
2015	165,28	215,88	5,24	386,40	-37,97
2016	153,50	209,76	4,57	367,83	-40,95
2017	153,26	213,97	4,16	371,39	-40,38

### 3.3.6.1.2. EMISSIONS DE GES

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

En 2017, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont représenté 12,13 kt d'équivalent CO<sub>2</sub>, correspondant à 50,70% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont augmenté de +33,55%.

Le principal gaz émis est le CO<sub>2</sub> avec 12,06 ktéq. CO<sub>2</sub> émis. Vient ensuite le N<sub>2</sub>O avec 0,06 ktéq. CO<sub>2</sub>, puis le CH<sub>4</sub> avec 0,005 ktéq. CO<sub>2</sub>.

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

En 2017, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont représenté 11,53 kt d'équivalent CO<sub>2</sub>, correspondant à 48,20% des émissions du secteur. Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont diminué de -66,13%.

Le principal gaz émis est le CO<sub>2</sub> avec 11,50 ktéq. CO<sub>2</sub> émis. Vient ensuite le N<sub>2</sub>O avec 0,027 ktéq. CO<sub>2</sub>, puis le CH<sub>4</sub> avec 0,003 ktéq. CO<sub>2</sub>.

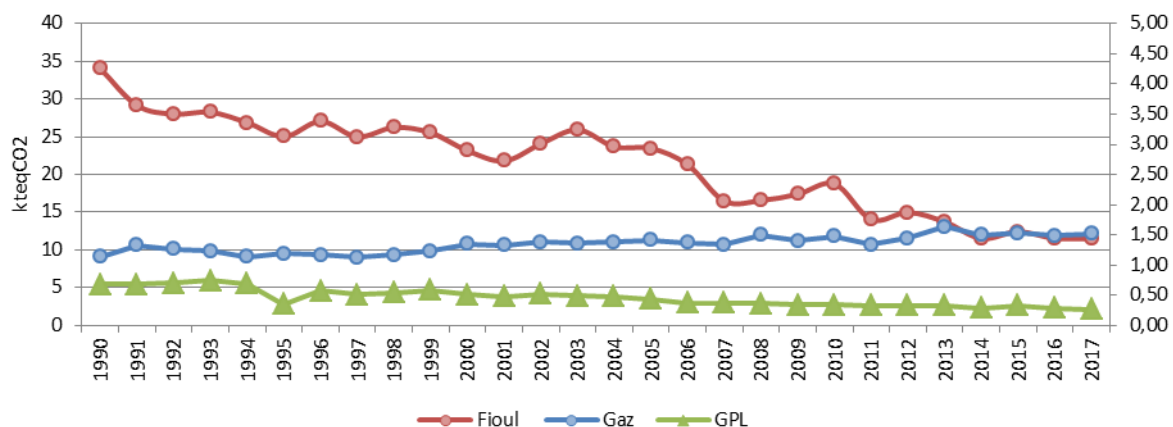
#### Combustion de gaz de pétrole liquéfié (GPL) (1.A.4.b.i)

En 2017, les émissions induites par la combustion de GPL ont représenté 0,26 kt d'équivalent CO<sub>2</sub>, correspondant à 1,10% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions de cette catégorie source ont diminué de -61,02%.

Le principal gaz émis est le CO<sub>2</sub> avec 0,26 ktéq. CO<sub>2</sub> émis. Vient ensuite le N<sub>2</sub>O avec 0,001 ktéq. CO<sub>2</sub>, puis le CH<sub>4</sub> avec 0,0001 ktéq. CO<sub>2</sub>.

### Emissions de GES par catégorie source - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel (en ktéq. CO<sub>2</sub>)



L'axe principal de gauche est utilisé pour les émissions de GES du fioul domestique et du gaz naturel, pour le GPL il faut suivre les indications de l'axe secondaire de droite, car émissions sensiblement inférieures à celles du fioul domestique et du gaz naturel.

### 3.3.6.1.3. 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.

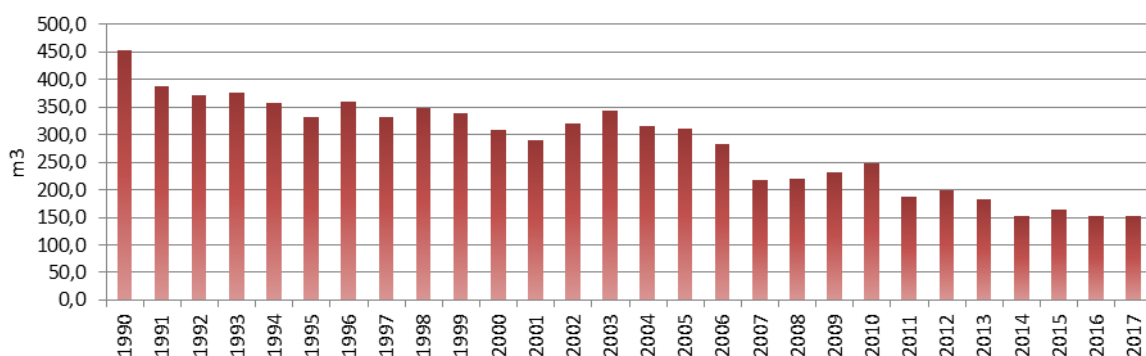
Les données du GPL sont issues de Monaco en Chiffres-IMSEE, données publiées officiellement chaque année et ont été intégrées dans le calcul des émissions dans le cadre du NIR 2019.

#### 3.3.6.1.4. COMBUSTION DE FIOUL DOMESTIQUE

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

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

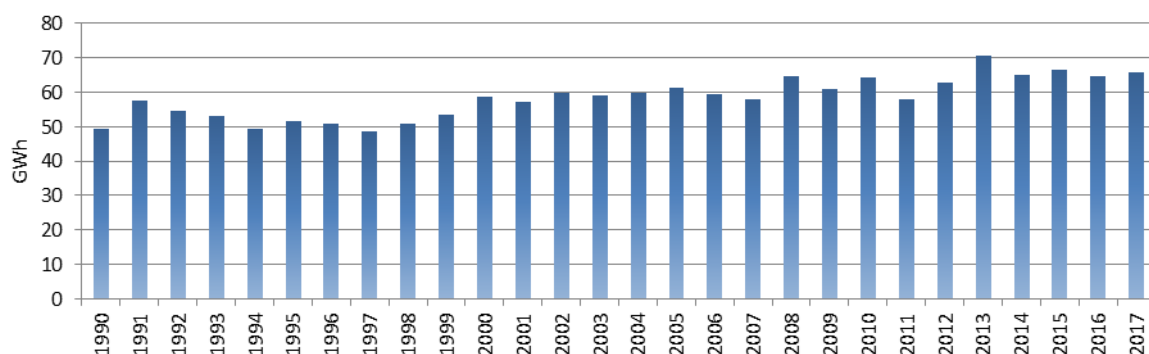
##### Consommation de fioul domestique - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



#### 3.3.6.1.5. 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

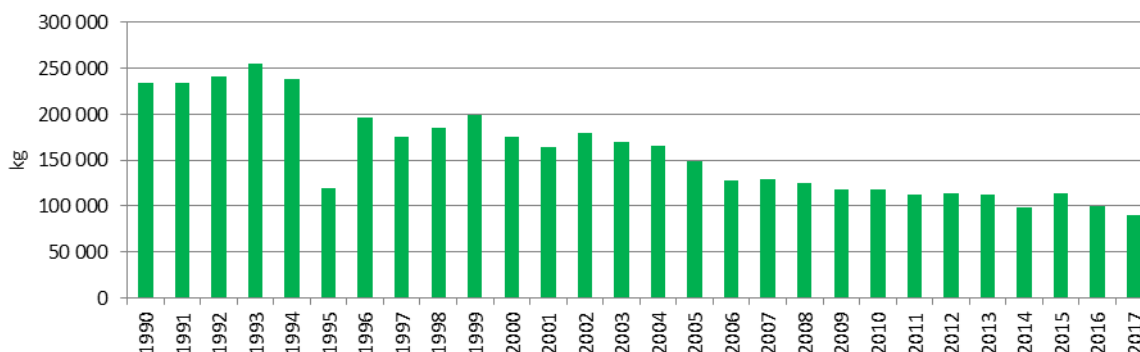




### 3.3.6.1.6. COMBUSTION DE GAZ DE PETROLE LIQUEFIE

Pour le GPL, toutes les consommations de la Principauté de Monaco sont associées à ce secteur.

#### Consommation de gaz de pétrole liquéfié - 1A4 a/b Etablissements commerciaux et publics / Secteur résidentiel



### 3.3.6.1.7. 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).

### 3.3.6.2. 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 <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1A4bi	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A4bi	Fioul Domestique	T2	T3	T1	D	D	D
1A4bi	Gaz de Pétrole Liquéfié	T1	T1	T1	D	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

### 3.3.6.3. 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. Et finalement, par le fait que les données du GPL sont issues de Monaco en Chiffres-IMSEE, données publiées officiellement chaque année.

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, fioul domestique et le gaz de pétrole liquéfié consommés (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, §2.4.2 Incertitudes des données sur les activités).

Pour le  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$ , 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  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$ .

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre  $[-50\% ; +100\%]$  pour le  $\text{CH}_4$  (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre  $[-66\% ; +200\%]$  pour le  $\text{N}_2\text{O}$  (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.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 de  $\text{CO}_2$  du fioul domestique et du gaz de pétrole liquéfié. Ainsi, une valeur de  $\pm 3\%$  a été utilisée (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.13, Norvège/Rypdal 1999).

Concernant l'incertitude sur le facteur d'émission du  $\text{CO}_2$  pour le gaz naturel, la valeur par défaut de  $\pm 4\%$  (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.1, Tab.1.4) a été utilisée, celle-ci a été validée par l'AQ CITEPA.

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

#### **3.3.6.4. Cohérence des séries temporelles**

Pour ce secteur, la même méthodologie et les mêmes sources de données sont appliquées pour toute la série temporelle.

Notamment, afin d'assurer une cohérence dans les calculs, les données d'activité pour le GPL pour la série 1990-2017 sont issues de Monaco en Chiffres-IMSEE, données publiées officiellement chaque année.

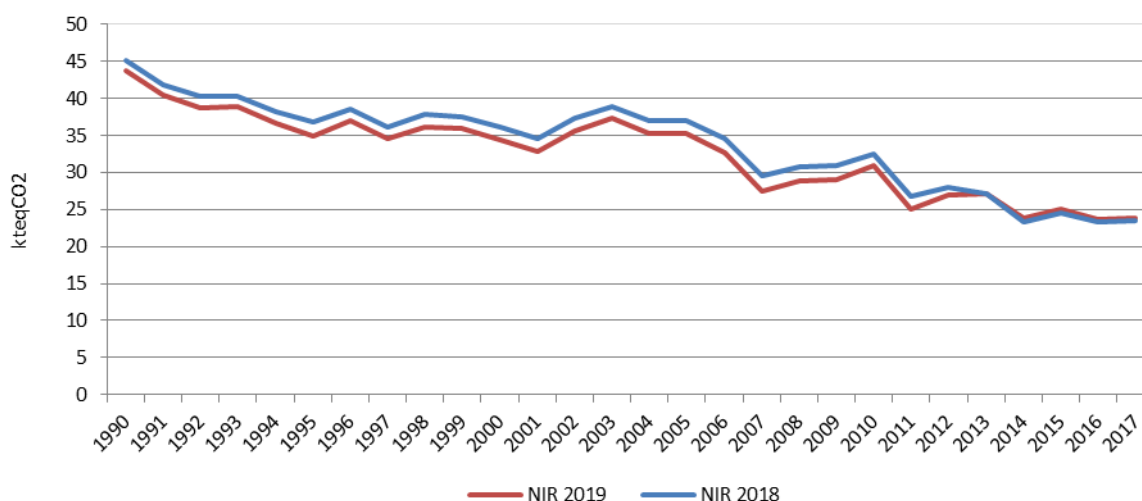
#### **3.3.6.5. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique**

Aucun contrôle qualité spécifique n'est réalisé.

### 3.3.6.6. Recalcul

L'ajout dans ce secteur des consommations de GPL entraîne des recalculs sur toute la période de 1990 à 2016.

Il y a eu également le report de la catégorie GNR dans le secteur 1A2gvii. En effet, il est considéré que tout le Gazole Non Routier (GNR) est consommé dans les EMNR (engins mobiles non routiers) de la construction depuis 2011 et est ainsi reporté dans le Secteur 1A2gvii. 2011 est une année de transition (consommation répartie entre GNR et fioul domestique). Pour les années antérieures (1990-2010), la consommation de fioul domestique du secteur 1A2gvii est calculée sur la moyenne des consommations de GNR 2012-2017. Ces consommations sont retranchées aux consommations totales présentées ici.



Le tableau ci-dessous synthétise les émissions de gaz à effet de serre obtenues sur le secteur 1A4bi en 1990 et 2016.

Nous notons que les modifications apportées dans ce secteur, ont fait diminuer les émissions globales en 1990 (-3,07%) et légèrement augmenter les émissions de 2016 (+1,86%). En 1990, la diminution des émissions observées dans ce secteur est reportée en augmentation dans le secteur 1A2gvii.

		NIR 2018	NIR 2019	% d'évolution de NIR 2018 à NIR 2019
1A4bi	1990	45,19	43,81	-3,07
	2016	23,30	23,73	+1,86

### 3.3.6.7. Améliorations

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

### **3.3.7. 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.

### **3.3.8. 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.

### 3.4. 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 CH<sub>4</sub>, mais aussi de CO<sub>2</sub>. 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 2017 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 2017 de**

**0,55 kt CO<sub>2</sub>eq**

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

1,78 ktCO<sub>2</sub>eq

**Soit une variation de :**

**-68,83 % (-1,22 kt CO<sub>2</sub>eq)**

Les émissions fugitives à partir des combustibles représentent :

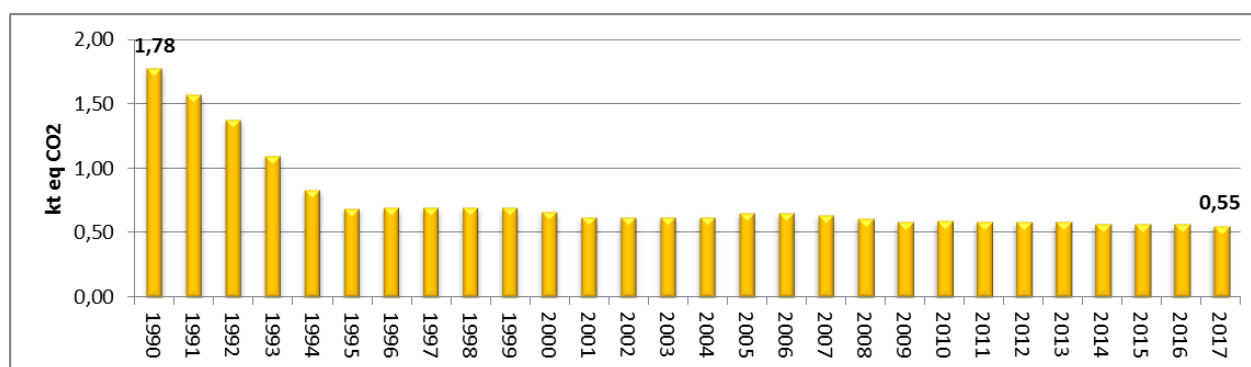
0,64 % des émissions globales (1,75 % en 1990)

0,73 % des émissions du secteur de l'énergie (1,77 % en 1990)

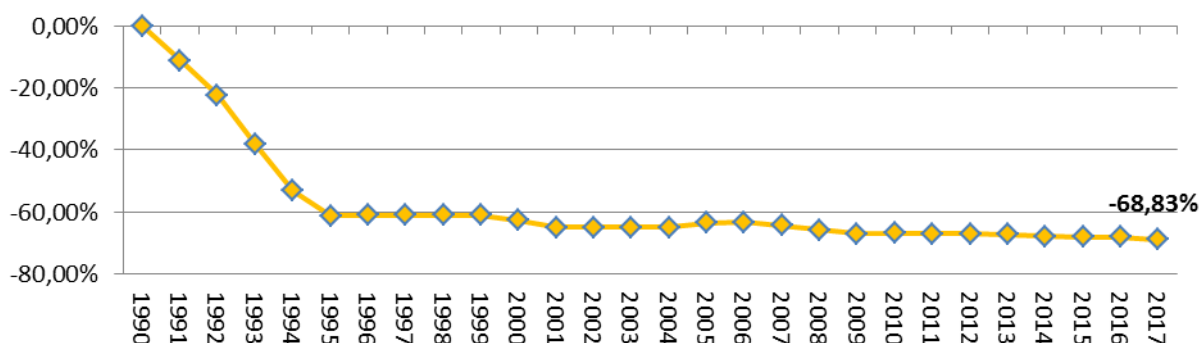
Cette catégorie ne constitue pas une catégorie clé.

Par rapport à l'année de référence de 1990 où le niveau d'émissions était de 1,78 ktEqCO<sub>2</sub>, cette catégorie présente une diminution de 68,83 % par rapport à 1990.

#### Evolution des émissions fugitives à partir des combustibles entre 1990 et 2017



### Evolution des émissions fugitives à partir des par rapport à 1990



#### 3.4.1. 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.

#### 3.4.2. 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.

#### 3.4.3. 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.

Cette catégorie constitue une catégorie clé.

#### 3.4.3.1. 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) [EFU1].

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.

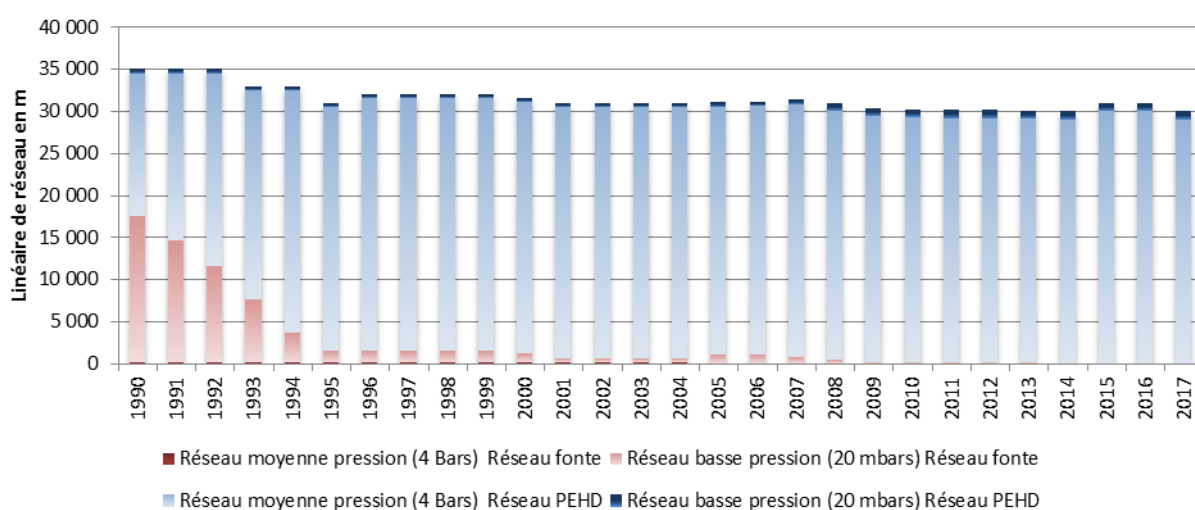
Le réseau est aujourd'hui totalement constitué par des canalisations PEHD, le remplacement de la fonte ayant été finalisé. Le gaz est majoritairement distribué à moyenne pression (4 bars). Il existe également un réseau à basse pression (20 mBars).

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.

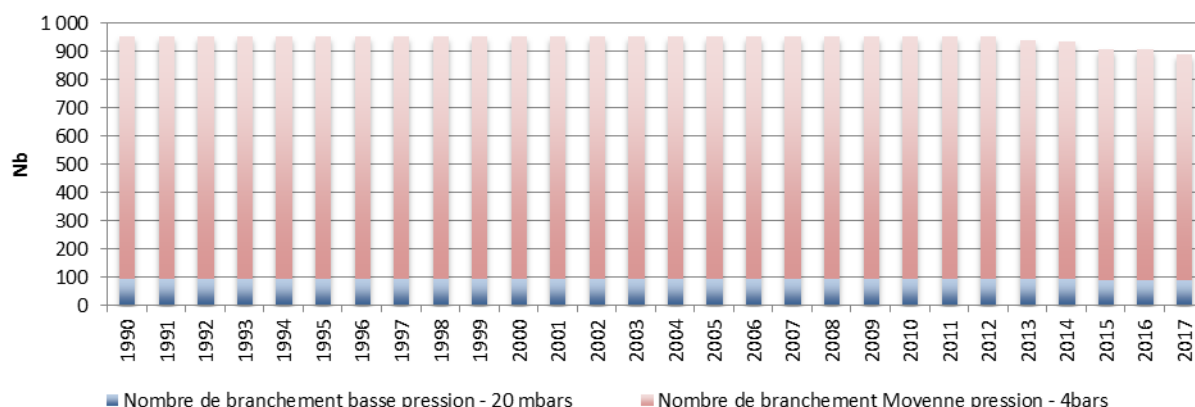
Les nombres d'équipements de distribution et branchements basse et moyenne pression sont également recensés annuellement. Au cours de cette période, il n'y a pas eu d'évolution des postes sources au nombre de 3.

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



### 3.4.3.1.1. 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 » [EFU2- EFU4]. La méthodologie prend également en compte les recommandations de 2015.

Le compendium API comporte des facteurs d'émission pour le CO<sub>2</sub>. 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 CH<sub>4</sub> et 2.0 mol% de CO<sub>2</sub>. 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 parallèle 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 CH<sub>4</sub> et de 0.3%vol (0.06mol%) pour le CO<sub>2</sub>. 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 CH<sub>4</sub> et le CO<sub>2</sub>.

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

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 CH<sub>4</sub>

	FE issus du tableau 5.27 du compendium API	Kg CH <sub>4</sub> /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

#### **3.4.3.1.2. 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.

Ainsi les incertitudes sur les facteurs d'émissions pour le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub> sont respectivement de 261% et 133%.

#### **3.4.3.1.3. 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 CH<sub>4</sub>, les facteurs d'émissions rapportés au linéaire du réseau de distribution ont été estimé en 2017 à 738 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 2017 un niveau d'émissions de 0.17 ktCO<sub>2</sub>eq pour l'ensemble de la catégorie avec un facteur d'émission de 223,2 kg/km pour le CH<sub>4</sub>.

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.

#### **3.4.3.1.4. RECALCULS**

Il n'y a pas eu de modification qui nécessite un recalcul des émissions.

#### **3.4.3.1.5. AMELIORATIONS**

Il n'est pas prévu d'amélioration.

### **3.4.4. 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.

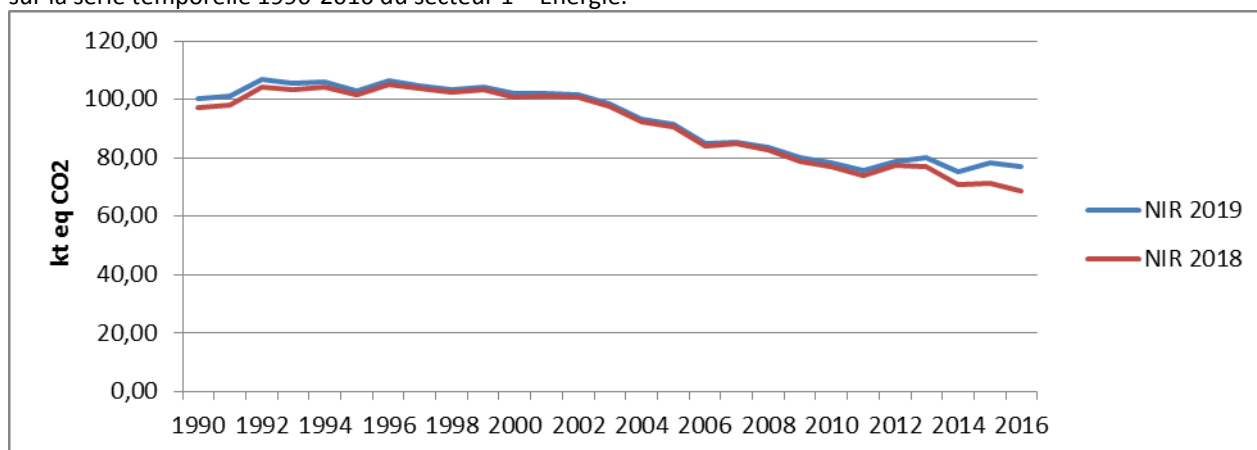
Les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisées.

### 3.5. Catégories sources 1C - Transport, injection et stockage géologique du CO<sub>2</sub>

L'activité de transport, d'injection et de stockage géologique du CO<sub>2</sub> n'a pas cours à Monaco.  
Il n'existe pas d'émission ou de stockage de CO<sub>2</sub> lié à cette catégorie, les clés de notation « NO » et « NA » ont été utilisés.

### 3.6. Recalcul du Secteur 1

Le présent graphique présente l'effet des recalculs réalisés dans le cadre du NIR 2019 par rapport au NIR 2018 sur la série temporelle 1990-2016 du secteur 1 – Energie.



La variation est présentée dans le tableau ci-dessous :

		NIR 2018	NIR 2019	% d'évolution de NIR 2018 à NIR 2019
Secteur 1	1990	97,10	100,34	3,3%
	2016	68,66	76,95	12,1%

### 3.7. 1D - Memo Items

#### 3.7.1. Soutes internationales - 1D1 International Bunkers

Les émissions et puits de carbone de la catégorie des soutes internationales (international bunkers) relatives aux transports pour 2017 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2017 de

15kt CO<sub>2</sub> eq

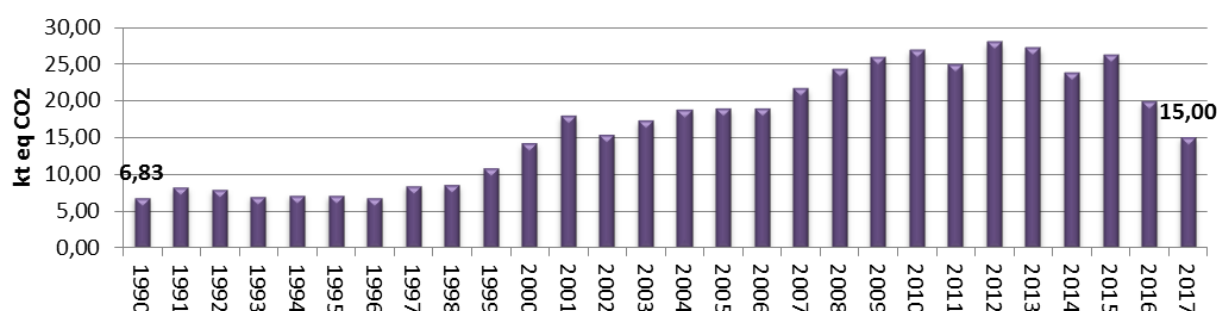
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

6,83 ktCO<sub>2</sub> eq

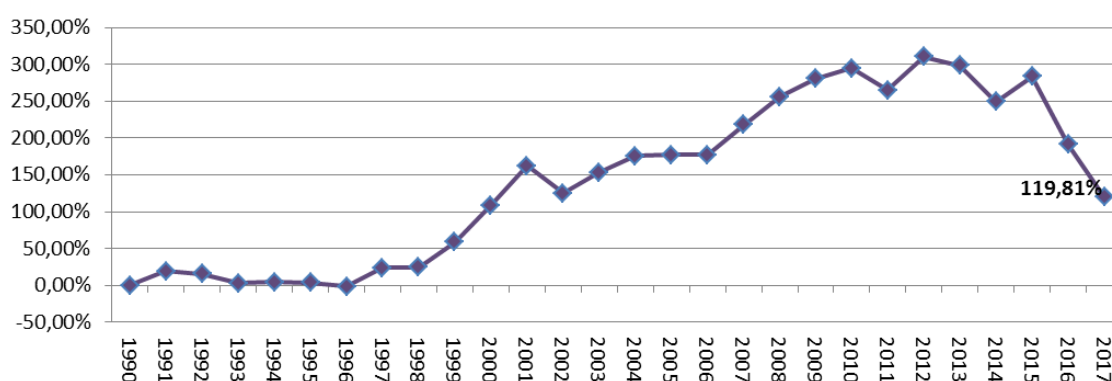
Soit une variation de :

+ 119,81 % (8,18 ktCO<sub>2</sub>eq)

#### Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2017



#### Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2017



Les émissions des soutes internationales sont passées de 6,83 ktCO<sub>2</sub>eq en 1990 à 19,89 ktCO<sub>2</sub>eq en 2017, soit une augmentation de 8,18 ktCO<sub>2</sub>eq. Le maximum d'émission ayant été observé en 2012 avec 27,99 ktCO<sub>2</sub>eq. Cette augmentation est principalement due à l'augmentation de la vente de carburant pour la navigation internationale.

### 3.7.1.1. 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).

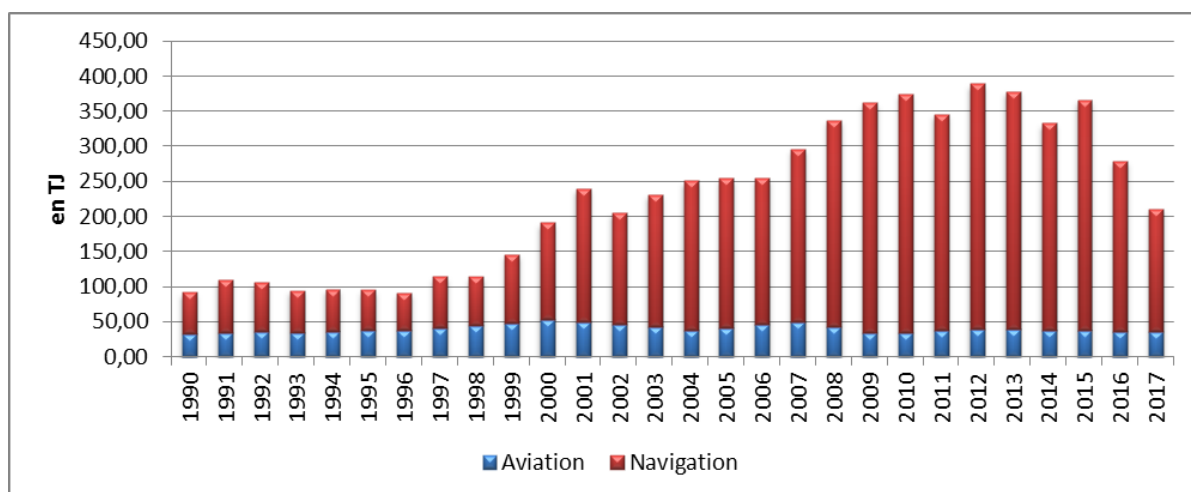
Pour ces deux catégories, les caractéristiques générales, les facteurs d'émissions et formules de calculs sont strictement identiques à celle développée respectivement pour les catégories :

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

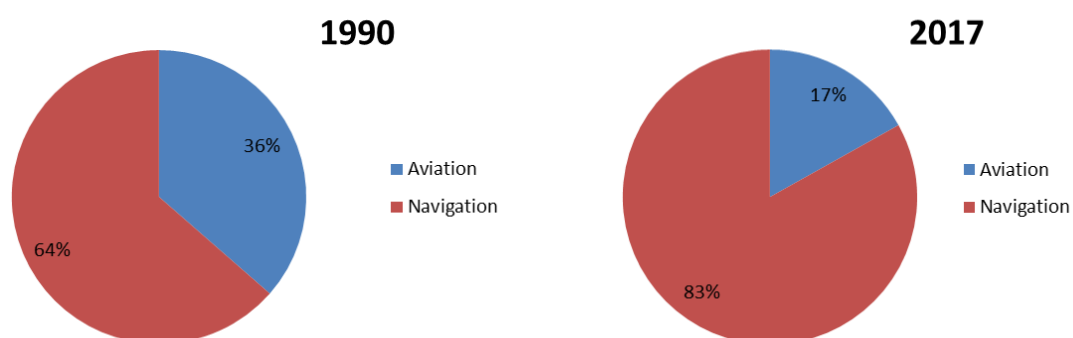
Les méthodes d'estimation des parts nationale et internationale des carburants consommés sont détaillées dans les Chapitres 1.A.3.a Aviation domestique et 1.A.3.d Navigation Domestique.

### 3.7.1.2. 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 2017, la navigation représente 83% de la consommation de ce secteur.

En 2017, 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	2017	1990	2017
<b>Part domestique %</b>	5,46	16,94	10,69	10,07
<b>Part internationale %</b>	94,54	83,06	89,31	89,93

### 3.7.1.3. 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 2017 de

2,57 kt CO<sub>2</sub> eq

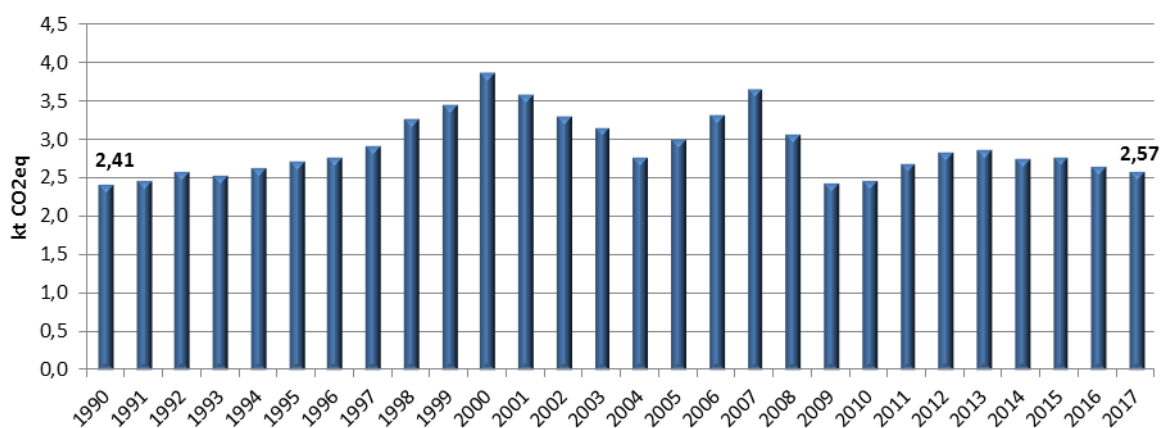
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

2,41 ktCO<sub>2</sub> eq

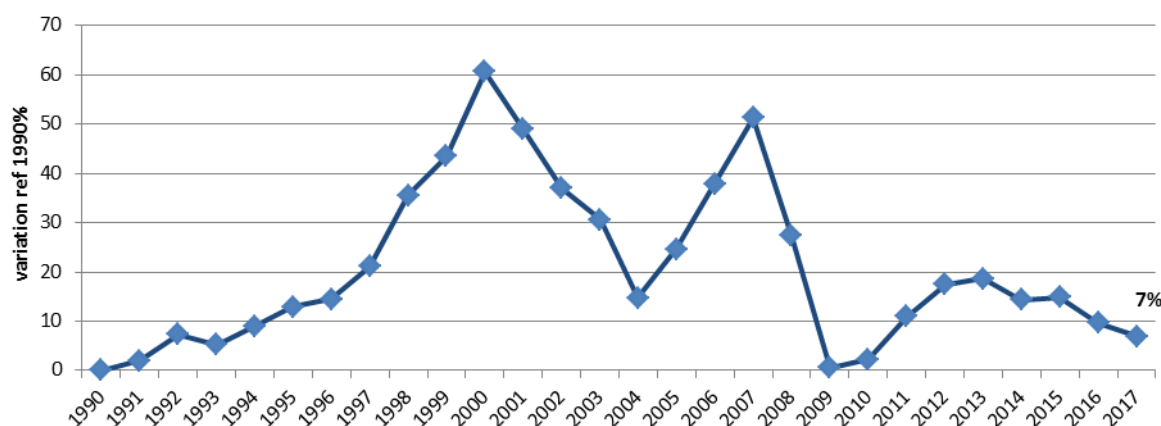
Soit une variation de :

+ 6,92 % (0,16 ktCO<sub>2</sub>eq)

#### Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2017 des soutes internationales –Aviation civile



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



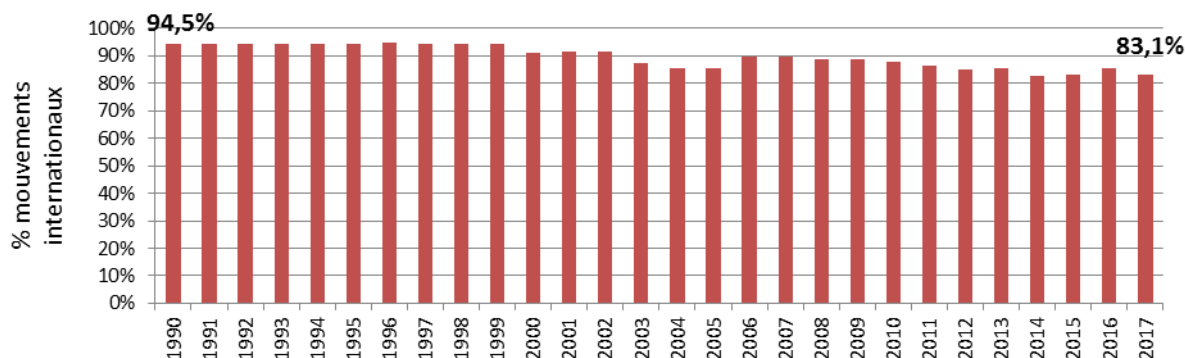
Les émissions de GES pour ces catégories sont supérieures à l'année de référence sur l'ensemble de la période. Ces variations sont dépendantes de deux paramètres : l'activité Héliportuaire, qui se traduit par la vente de carburant, et le type de vol effectué.

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 totale s'élève à 1217 m<sup>3</sup> en 2017 [PTR2].

La proportion de vols internationaux enregistrés par l'héliport de Monaco par rapport au nombre total de vols est de 83.1% en 2017. Les variations annuelles de ces paramètres sont présentées dans les graphiques ci-après.

#### Evolution de la répartition des vols internationaux effectués



Les méthodologies utilisées pour évaluer les émissions de l'aviation internationale sont en tout point identique 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).



### 3.7.1.4. 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 2017 de

12,43 kt CO<sub>2</sub> eq

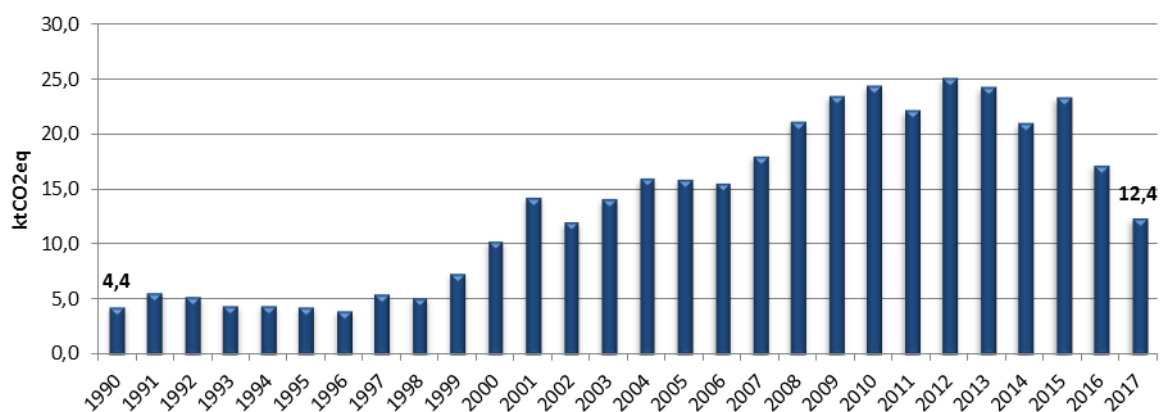
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :

4,42 ktCO<sub>2</sub> eq

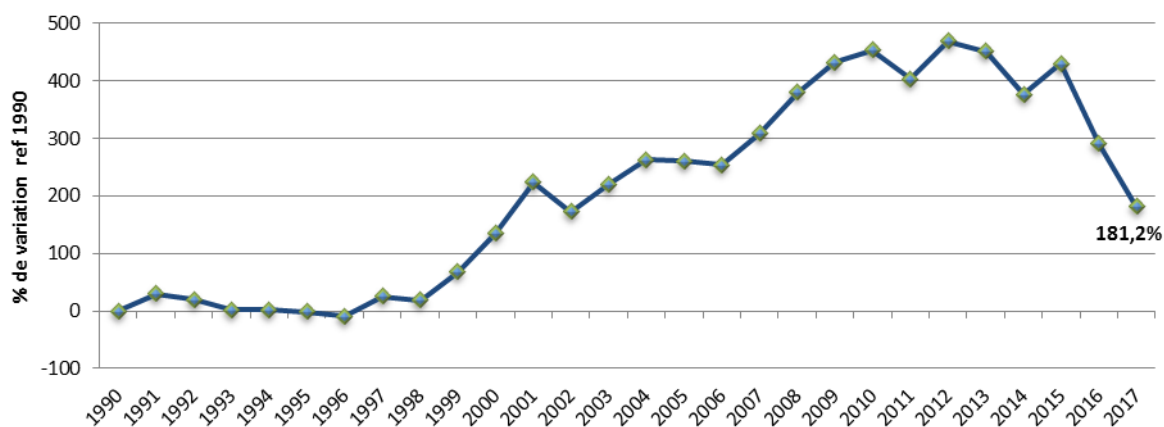
Soit une variation de :

+ 181,2 % (8 ktCO<sub>2</sub>eq)

#### Evolution des émissions de GES des soutes internationales –Navigation internationale



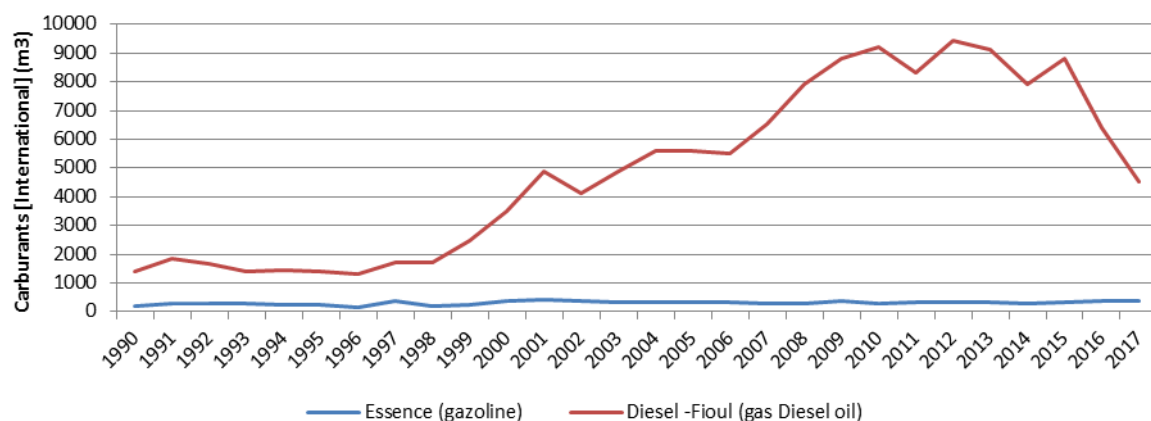
#### Evolution des émissions de GES par rapport 1990 des soutes internationales –Navigation internationale



Les émissions de GES pour cette catégorie montrent une forte augmentation jusqu'en 2015, puis une chute jusqu'en 2017. Ces tendances sont directement corrélées 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 à destination de la navigation 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 2017 sont présentées dans le tableau 2 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'Industrie sont en 2017 de : **8,89 ktCO<sub>2</sub>eq**

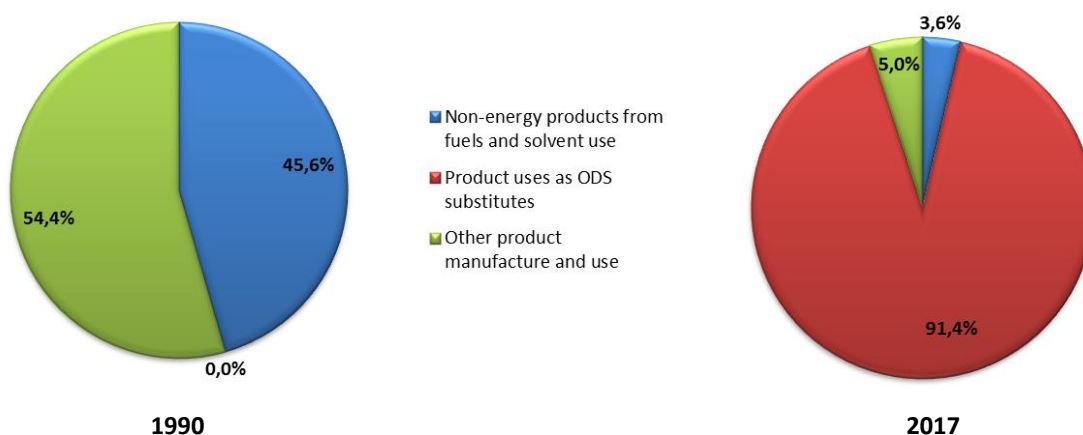
Les émissions de ce secteur, pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,44 ktCO<sub>2</sub>eq**

Soit une variation de : **+1913,99 % (+8,453 kt CO<sub>2</sub>eq.)**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **10,3 % des émissions globales en 2017**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **0,44 % des émissions globales en 1990**

#### Répartition en 1990 et 2017 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 2017 ».

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 2019 fait apparaître plusieurs améliorations pour les calculs :

- Le calcul des émissions liées à l'épandage d'enrobés bitumeux est passé d'une méthode T1 vers une méthode T2 sur toute la période ;
- Le calcul des émissions liées aux activités de pressing est désormais réalisé à l'aide d'une méthode T2 sur toute la période ;
- Le calcul des émissions liées aux activités de menuiserie est passé d'une méthode T1 vers une méthode T2 sur toute la période ;
- Le calcul des émissions liées à l'utilisation de colle et adhésif a pu être réalisé sur toute la période ;
- Le calcul des émissions liées à l'utilisation de cire de paraffine a pu être réalisé sur toute la période ;
- Après détection d'une erreur dans le cadre du contrôle qualité, les émissions de HFC/PFC associées à la climatisation résidentielle/froid commercial ont fait l'objet d'un recalcul pour les années 2015 et 2016.

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 du secteur des produits non énergétiques issus des carburants et de l'utilisation des solvants en 2017 sont présentés dans le tableau 2D du cadre commun de présentation (CRF).

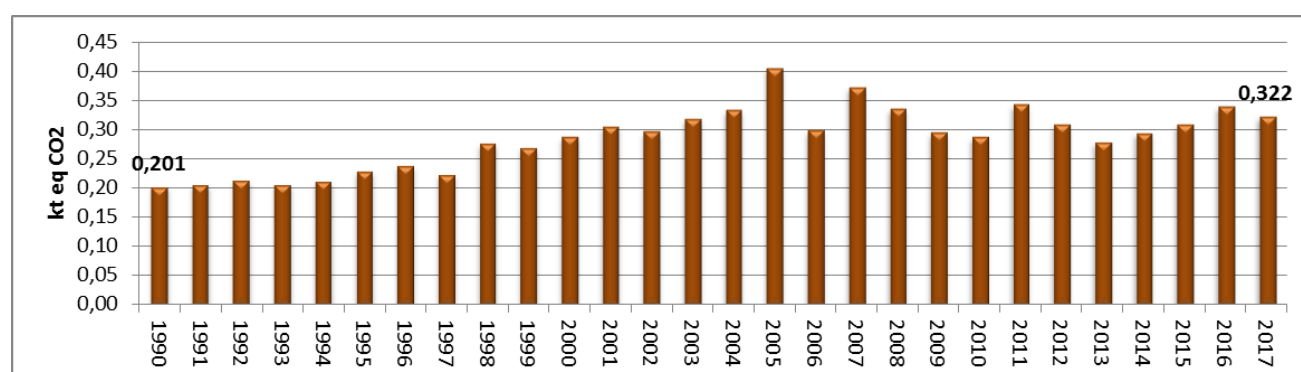
Les émissions la catégorie source 2D sont en 2017 de : **0,322 kt CO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,201 ktCO<sub>2</sub>eq**

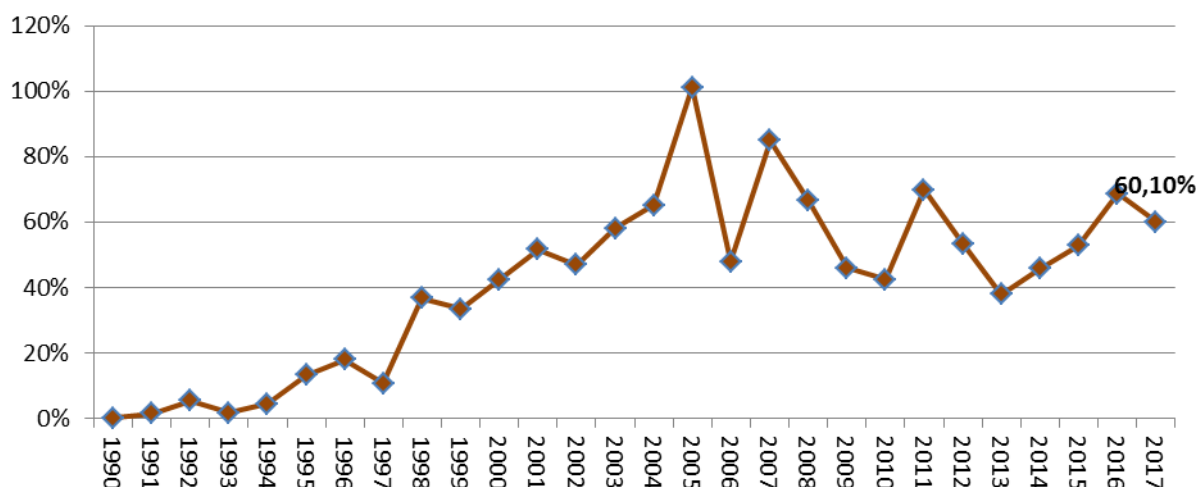
Soit une variation de : **+ 60,10 % (+0,121kt CO<sub>2</sub>eq)**

Les émissions de la catégorie source 2D représentent : 0,372% des émissions globales en 2017  
Les émissions de la catégorie source 2D représentent : 0,198 % des émissions globales en 1990

#### Emissions de GES entre 1990 et 2017 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 catégorie source 2D - Produits non énergétiques de combustibles et de l'utilisation des solvants



#### 4.2.4.1. Caractéristiques générales de la catégorie

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

##### 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.

##### Utilisation de cire de paraffine (2D2) :

Conformément à une remarque du CITEPA formulée dans le cadre de leur mission d'Assurance Qualité, les émissions associées à la consommation de cire de paraffine ont été calculées pour toute la série temporelle. Cependant, par manque de données nationales, cette consommation a été estimée selon une méthode de ratio de population France-Monaco proposée par le CITEPA. Une méthode T1/D a été appliquée.

##### Autres (2D3)

Les émissions considérées ici proviennent de différents secteurs :

- Epanchage d'enrobés bitumeux ;
- Nettoyage à sec de vêtements ;
- Imprimeries ;
- Application de peinture ;
- Préservation du bois ;
- Utilisation d'urée (secteur du transport routier) ;
- Utilisation domestique de solvants ;
- Application de colles et adhésifs.
- 

#### 4.2.4.2. Catégorie 2.D.1 « Utilisation de lubrifiant »

##### 4.2.4.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Il s'agit d'estimer la consommation de lubrifiant par les véhicules routiers.

##### 4.2.4.2.2. METHODOLOGIE D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Les consommations de lubrifiants sont calculées à partir des distances parcourues (résultats issus du modèle utilisé pour le calcul d'émissions routières cf. Annexe 3) et des facteurs de consommations (FC) de lubrifiant proposés dans le guidebook 2017, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, rev 2018 Table 3.30 p52*.

*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  $PCI = 40.2 \text{ GJ/t\_lube}$  et les facteurs d'émissions du tableau ci-dessous, issus des guidelines GIEC 2006.

Facteur d'émissions (gaz)	
FE de CO <sub>2</sub> pour le lubrifiant	73.3 kgCO <sub>2</sub> /GJ
FE de CH <sub>4</sub> pour véhicules diesel	3.9 kg/TJ
FE de CH <sub>4</sub> pour véhicules essence	33 kg/TJ
FE de CH <sub>4</sub> pour les 2 roues	3.8 kg/TJ
FE de N <sub>2</sub> O pour véhicules diesel	3.9 kg/TJ
FE de N <sub>2</sub> O pour véhicules essence	3.2 kg/TJ
FE de N <sub>2</sub> O pour les 2 roues	5.7 kg/TJ

#### 4.2.4.2.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DE LA SERIE TEMPORELLE

L'incertitude relative aux émissions liées à l'utilisation de lubrifiants est de 52,2 % (selon le volume 5 des Lignes directrices GIEC 2006).

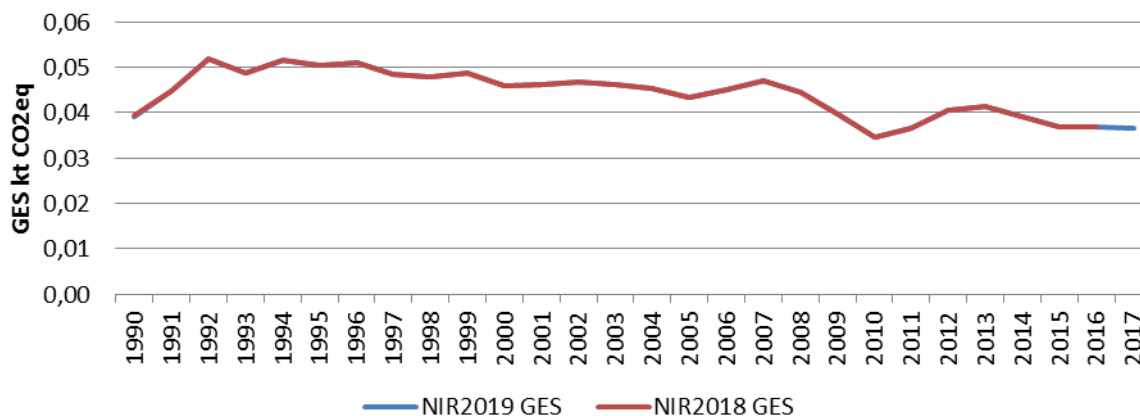
La cohérence méthodologique est assurée sur l'ensemble de la série temporelle.

#### 4.2.4.2.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.2.5. RECALCUL

La catégorie 2.D.1 a fait l'objet d'un recalcul à la suite d'erreurs constatées dans le cadre du contrôle qualité. La variation observée entre le NIR 2018 et le NIR 2019 est inférieure à 0.1%.





#### 4.2.4.2.6. AMELIORATION

Il n'y a pas d'amélioration prévue.

#### 4.2.4.3. Catégorie 2.D.2 « Utilisation de cire de paraffine »

(Méthode T1, D)

##### 4.2.4.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité de cire de paraffine consommée à Monaco a pu être déterminée sur toute la période à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

##### 4.2.4.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

A partir de la quantité déterminée de cire de paraffine utilisée, une méthode T1 avec facteur d'émission D (GIEC 2006 "Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants, 5.3 Utilisation de cire de paraffine") a été appliquée pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> associées à cette activité.

*Méthode T1 avec facteur d'émission D*

EQUATION 5.4

Cires – méthode de niveau 1

$$\text{Emissions CO}_2 = PW * CC_{cire} * ODU_{cire} * 44/12$$

Avec :

PW = consommation de cire totale, TJ (avec pouvoir calorifique de la paraffine : 46 kJ/g de paraffine)

CC<sub>cire</sub> = contenu carbonique de la cire de paraffine (par défaut, 20,0 kg C/GJ)

ODU<sub>cire</sub> = facteur ODU pour la cire de paraffine (par défaut, 0,2)

44/12 = rapport de masse du CO<sub>2</sub>

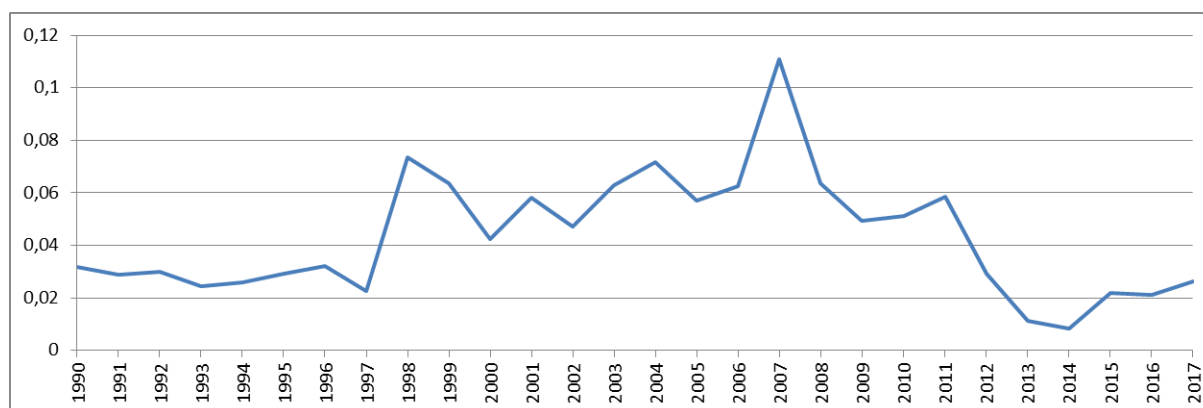
##### 4.2.4.3.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude sur le coefficient CC<sub>cire</sub> est de 5% (§ 5.3.3.1, page 5.14, GIEC 2006).

L'incertitude sur le facteur OPU est de 100% (§ 5.3.3.1, page 5.14, GIEC 2006).

#### Evolution des émissions de GES liées à l'utilisation de cire de paraffine (kt eq CO2)



#### **4.2.4.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé

#### **4.2.4.3.5. RECALCULS**

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### **4.2.4.3.6. AMELIORATIONS**

Aucune amélioration prévue.

#### **4.2.4.4. Catégorie 2.D.3 «Autres»**

##### **4.2.4.4.1. ÉPANDAGE D'ENROBÉS BITUMEUX « ROAD PAVING WITH ASPHALT » (Méthode T2, D)**

###### **4.2.4.4.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE**

Il n'existe pas de production ni de combustion d'enrobés bitumeux sur le territoire monégasque.  
Il est procédé uniquement à des opérations d'épandage de ce matériau, dans le cadre de la création ou de la réfection de voiries.

Compte-tenu de la taille restreinte du pays, d'importantes variations interannuelles peuvent survenir. Ainsi, la principale raison des fluctuations constatées provient de l'épandage de bitume sur les voies utilisées pour le Grand Prix de F1 dès que leur qualité décroît, afin de respecter le cahier des charges de la FIA. En effet, le circuit de F1 est tracé sur des voies urbaines utilisées quotidiennement.

###### **4.2.4.4.1.2. METHODOLOGIE D'ESTIMATION DES EMISSIONS**

La méthodologie et les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> associées à l'utilisation d'enrobés bitumeux provient de l'EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook (Edition 2016 - Table 3.2).

Un changement de méthode (T1 vers T2) est intervenu pour ce secteur.

En effet, une enquête réalisée en 2018 auprès des deux seuls fournisseurs d'enrobés bitumeux utilisés à Monaco a permis de déterminer que la seule technologie de production utilisée est de type « batch mix/hot mix batch ».

Il a donc été possible de passer en T2. Toutefois, ce changement méthodologique n'a pas d'effet sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

*Méthode T2 avec facteur d'émission D*  
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, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO2} = E_{pollutant} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

#### 4.2.4.4.1.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude spécifique au facteur d'émission est donnée dans la Table 3-2.

L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

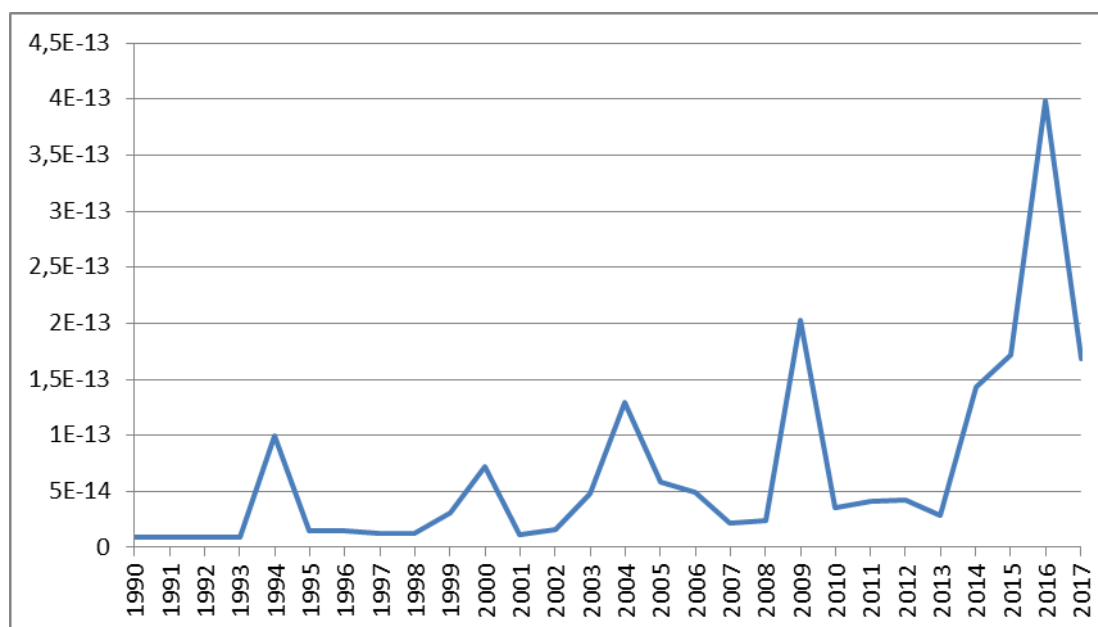
#### Facteurs d'émissions et incertitudes (Table 3-2)

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NMVOC	16	g/tonne	3	100

La totalité des opérations d'épandage de bitume en Principauté de Monaco sont inventoriées et quantifiées par les entités concernées. 100% des entités questionnées ont répondu à l'enquête annuelle.

Les NMVOC correspondants ont ainsi pu être évalués à partir de 1990.

#### Emissions indirectes liées à l'épandage de bitume (kt eq CO<sub>2</sub>)



#### 4.2.4.4.1.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.1.5. RECALCULS

Le changement méthodologique n'ayant pas d'effet sur les émissions de CO<sub>2</sub>, aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.1.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

#### 4.2.4.4.2. NETTOYAGE A SEC DE VETEMENTS « DRY CLEANING » (Méthode T2, D)

#### 4.2.4.4.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Parmi les neuf pressings implantés en Principauté de Monaco, seuls cinq ont une activité réelle de nettoyage en Principauté.

Les 4 autres sont des points de dépôt dont l'activité de nettoyage est localisée hors des frontières.

Les pressings sont interrogés annuellement afin qu'ils communiquent leurs données d'activité, telles que : 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.

Enfin, la totalité des machines installées sont de type « machine de lavage à sec fonctionnant en circuit fermé avec filtre à charbon actif ou hydrocarbure ».

#### 4.2.4.4.2.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée à l'aide d'une méthode T2. Cette estimation est basée sur un facteur d'émission D de 177 g de NMVOC/kg de vêtement nettoyé (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.2). En outre, un abattement, variable, lié à la technologie des machines est utilisé (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3-3).

*Méthode T2 avec facteur d'émission D*

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 : 177 grammes par kilo de vêtement nettoyé

De plus, afin de traduire l'évolution technologique du parc des machines au fil du temps, un abattement (Table 3-3) est appliqué selon la formule :

$$EF_{\text{technologyabated}} = (1 - n_{\text{abattement}}) * EF_{\text{technologyunabated}}$$

De 1990 à 1995,  $n_{\text{abattement}}$  : 89%

De 1996 à 2016,  $n_{\text{abattement}}$  : 91%.

Puis, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

#### 4.2.4.4.2.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude spécifique au facteur d'émission est donnée dans la Table 3-2.

L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

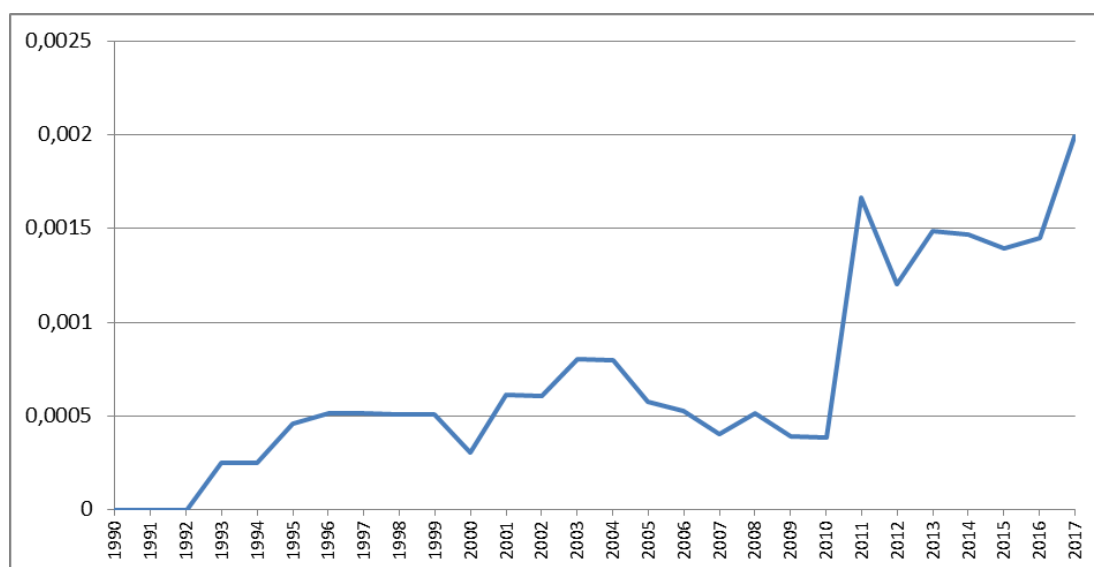
#### Facteurs d'émissions et incertitudes (Table 3-2)

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NMVOC	177	g/kg de vêtements nettoyés	100	200

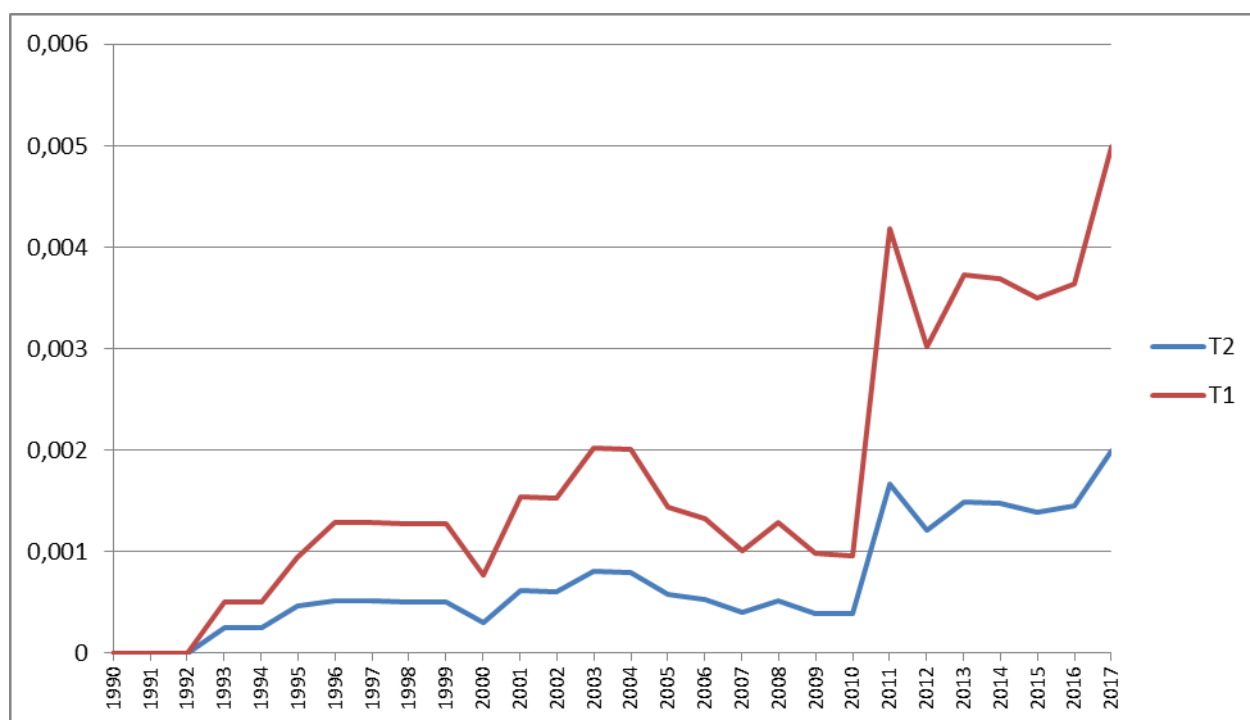
100% des entreprises questionnées ont répondu à l'enquête annuelle.

Il a été possible de récupérer les données d'activité depuis 1990. Toutefois, une très grande variabilité de l'activité existe au fil du temps.

### Emissions indirectes liées au nettoyage à sec de vêtements (kt eq CO<sub>2</sub>)



### Comparaison émissions indirectes liées au nettoyage à sec de vêtements (kt eq CO<sub>2</sub>) entre les méthodes T1 et T2



#### 4.2.4.4.2.1. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.2.2. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.2.3. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

#### 4.2.4.4.3. IMPRIMERIES « PRINTING »

(Méthode T1, D)

#### 4.2.4.4.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions de cette catégorie sont estimées à partir de la quantité d'encre utilisée en Principauté de Monaco. Les données sont collectées auprès des imprimeurs.

#### 4.2.4.4.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée à l'aide d'une méthode T1. Cette estimation est basée sur un facteur d'émission D de 500 g de NMVOC/kg d'encre consommée (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.1).

*Méthode T1 avec facteur d'émission D*

EQUATION GENERALE

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec :  $AR_{\text{production}}$  = quantité d'encre consommée par an (en kilogrammes)

$EF_{\text{pollutant}}$  = facteur d'émission : 500 grammes par kilo d'encre consommée

Puis, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

#### 4.2.4.4.3.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 20%.

L'incertitude spécifique à chaque facteur d'émission est donnée dans la Table 3-2.

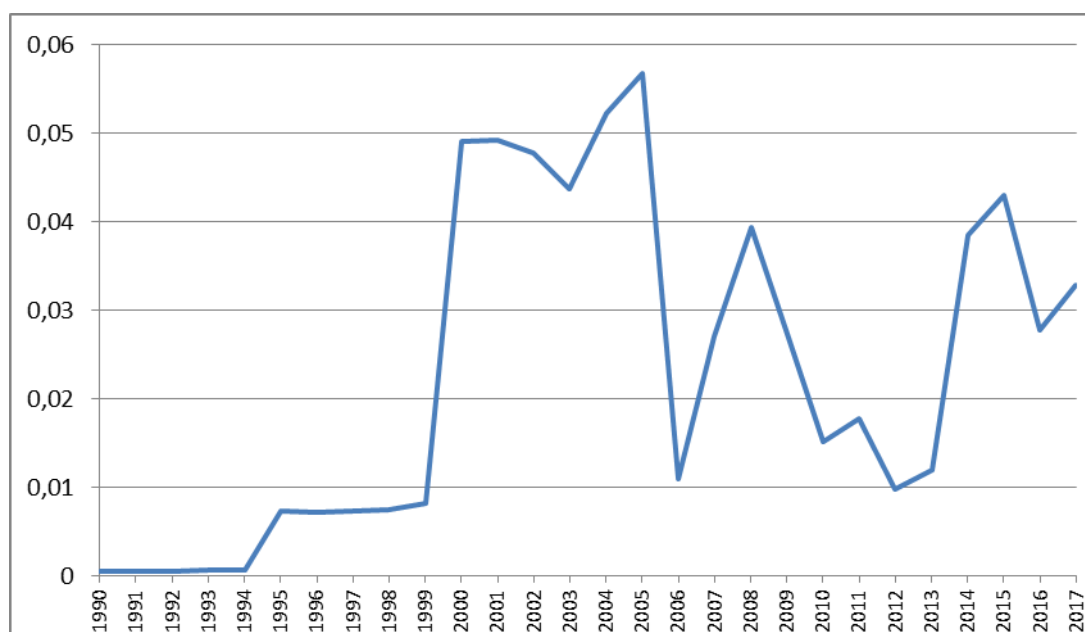
L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

#### Facteurs d'émissions et incertitudes (Table 3-2)

			95% intervalle de confiance	
Polluant	Facteur d'émission	Unité	-	+
NMVOC	500	g/kg d'encre	30	2100

100% des entreprises questionnées ont répondu à l'enquête annuelle.

Il a été possible de récupérer des données d'activité qui remontent à 1990. Toutefois, une très grande variabilité des données d'activité existe au fil du temps.



#### 4.2.4.4.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.3.5. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.3.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

#### 4.2.4.4.4. ENTREPRISES DE PEINTURE « PAINT APPLICATION » (Méthode T1, D)

##### 4.2.4.4.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Il n'existe, en Principauté de Monaco, que des entreprises de peinture en bâtiment. Aussi, les émissions de cette catégorie sont estimées à partir de la consommation de peinture de ces entités.

##### 4.2.4.4.4.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée à l'aide d'une méthode T1. Cette estimation est basée sur un facteur d'émission D de 150 kg de NMVOC/tonne de peinture (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.1 « decorative coating application »).

*Méthode T1 avec facteur d'émission D*

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, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{polluant} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

En outre, selon la Fédération des industries des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs, Préservation du bois (FIPEC) - Syndicat National des Industries des Peintures, Enduits et Vernis (SIPEV), la correspondance suivante peut être utilisée à la lecture des réponse au questionnaire, si nécessaire : 1 litre de peinture = 1,4 kg

#### 4.2.4.4.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 30%.

L'incertitude spécifique à chaque facteur d'émission est donnée dans la Table 3-1 susmentionnée.

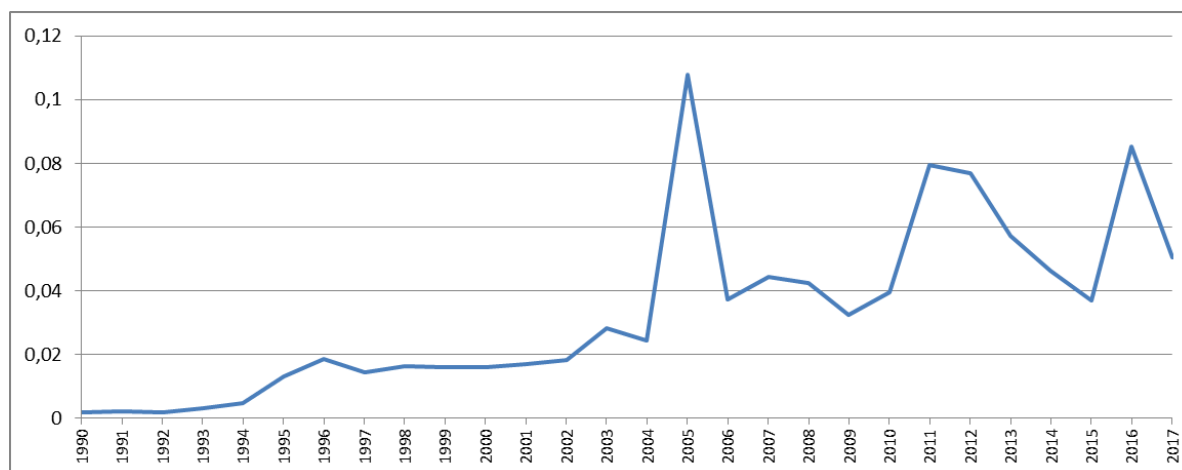
L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

#### Facteurs d'émissions et incertitudes

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NM VOC	150	g/kg de peinture appliquée	100	400

Compte-tenu de la taille restreinte du pays, d'importantes variations interannuelles peuvent survenir selon le nombre de chantiers en cours. Par exemple : Monte-Carlo Bay Resort en 2005, Immeubles « Victoria » et « Palais de la Scala » et Hôtel Hermitage en 2011 et 2012, Immeuble « Petite Afrique » et Hôtel de Paris en 2016.

#### Emissions indirectes liées aux entreprises de peinture (kt eq CO<sub>2</sub>)



#### 4.2.4.4.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.4.5. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.4.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

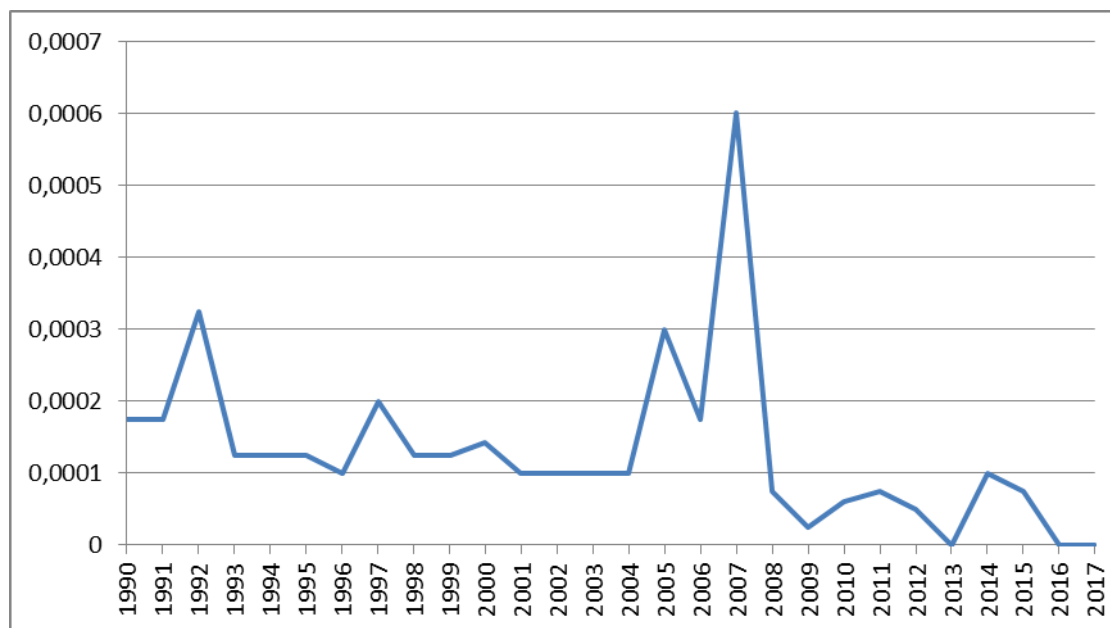


#### 4.2.4.4.5. MENUISERIES « WOOD PRESERVATION » (Méthode T2, D)

##### 4.2.4.4.5.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions de cette catégorie sont estimées à partir de la quantité de bois massif qui a fait l'objet un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité.

#### Emissions indirectes liées aux entreprises de menuiserie (kt eq CO<sub>2</sub>)



##### 4.2.4.4.5.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée à l'aide d'une méthode T2. Cette estimation est basée sur un facteur d'émission D de 945 g de NMVOC/kg de préservateur (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.6) avec un abattement de 5% lié à la présence d'une gestion efficace des solvants au sein des entreprises assortie de contrôles (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.18).

En outre, le créosote n'est pas utilisé à Monaco.

*Méthode T2 avec facteur d'émission D*

EQUATION GENERALE

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec :  $AR_{\text{production}}$  = quantité de bois qui a subi un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité par an (en m<sup>3</sup>) ;

$EF_{\text{pollutant}}$  = facteur d'émission : 1 m<sup>3</sup> 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.

De plus, comme indiqué précédemment, un abattement de 5% (Table 3-18) est appliqué selon la formule :

$$EF_{\text{technologyabated}} = (1 - n_{\text{abattement}}) * EF_{\text{technologyunabated}}$$

$n_{\text{abattement}}$  : 5%

Puis, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} * 0,6 * (44/12)$$

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

#### 4.2.4.4.5.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 10%.

L'incertitude spécifique à chaque facteur d'émission est donnée dans la Table 3-2 (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016).

L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

#### Facteurs d'émissions et incertitudes (Table 3-2)

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NM VOC	945	g/kg de conservateur	900	1000

La continuité des données d'activités est assurée sur l'ensemble de la période. Toutefois, une très grande variabilité des données d'activité existe au fil du temps.

#### 4.2.4.4.5.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.5.5. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.5.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

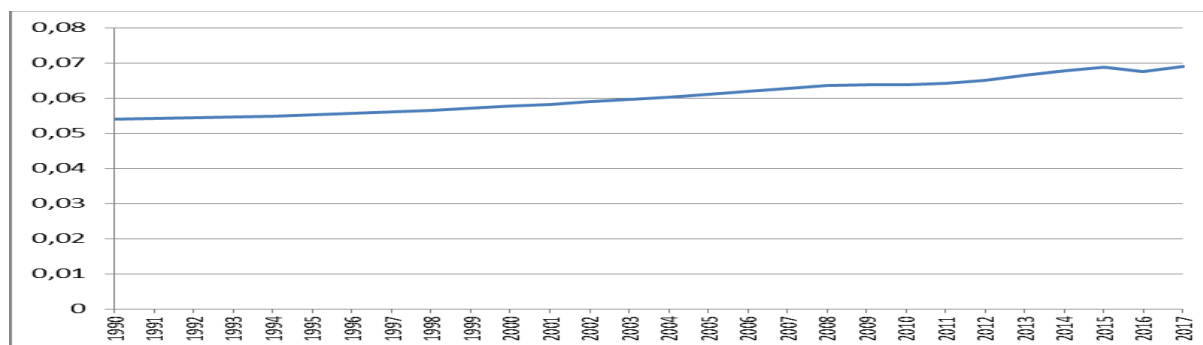
#### 4.2.4.4.6. UTILISATION DOMESTIQUE DES SOLVANTS « DOMESTIC SOLVANT USE » (Méthode T1,D)

##### 4.2.4.4.6.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Dans le cadre du processus d'Assurance Qualité, il est apparu que les émissions de solvants domestiques n'étaient pas estimées.

Aussi, Compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité de solvants domestiques consommée à Monaco a pu être déterminée sur toute la période à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

#### Emissions indirectes liées à l'utilisation domestique de solvants (kt eq CO2)



#### 4.2.4.4.6.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée à l'aide d'une méthode T1. Cette estimation est basée sur un facteur d'émission D par habitant de 1,8 kg de NMVOC/an, au travers de ses activités domestiques (EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2016 – Table 3.1 « western Europe »).

*Méthode T1 avec facteur d'émission D*

EQUATION GENERALE

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

Soit pour des NMVOC (en grammes) :

avec :

$AR_{\text{production}}$  = population annuelle(en habitants)

$EF_{\text{pollutant}}$  = facteur d'émission : 1,8 kg NMVOC par personne et par an

Puis, le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

#### 4.2.4.4.6.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude spécifique à chaque facteur d'émission est donnée dans la Table 3-1 sus-mentionnée.

L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

#### Facteurs d'émissions et incertitudes (Table 3-1)

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NMVOC	1,8	kg/habitant	0,6	3

Des émissions ont été calculées pour toutes les années depuis 1990.

L'évolution des émissions de polluants suit l'évolution de la population de Monaco.

#### 4.2.4.4.6.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.6.5. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

#### 4.2.4.4.6.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

#### 4.2.4.4.7. APPLICATION DE COLLES ET ADHÉSIFS « APPLICATION OF GLUES AND ADHESIVESE »

Méthode CS, CS

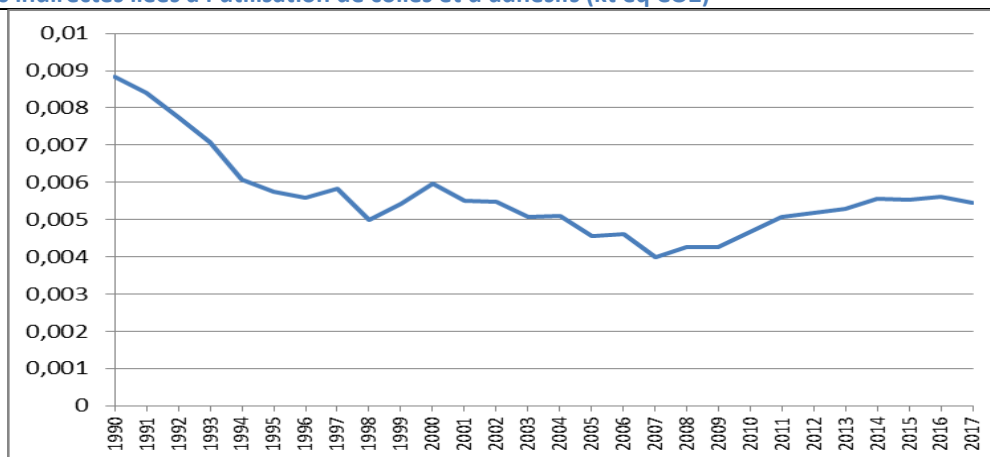
##### 4.2.4.4.7.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Dans le cadre du processus d'Assurance Qualité, il est apparu que les émissions liées à l'utilisation de colles n'étaient pas estimées.

Il n'existe pas de données statistiques nationales relatives à la quantité de colles et adhésifs utilisés à Monaco.

Aussi, compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité de colles et adhésifs consommée à Monaco a pu être déterminée sur toute la période à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

#### Emissions indirectes liées à l'utilisation de colles et d'adhésifs (kt eq CO<sub>2</sub>)



##### 4.2.4.4.7.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité a été réalisée.

Le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{polluant} \times 0,6 \times (44/12)$$

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

##### 4.2.4.4.7.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur les données d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude sur le facteur d'émission a été estimée à 3%.

Des émissions ont été calculées pour toutes les années depuis 1990.

##### 4.2.4.4.7.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

##### 4.2.4.4.7.5. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été réalisé.

##### 4.2.4.4.7.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

#### **4.2.4.4.8. UTILISATION D'UREE (PAR LE TRANSPORT ROUTIER)**

##### **4.2.4.4.8.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE**

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

Les systèmes de catalyses déNOx SCR (SelectiveCatalystReduction) utilisés 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 :

$$Emissions\ de\ CO2 = FE\ (urée) \times ConsoUREE$$

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 :

<b>Norme Euro</b>	<b>Consommation d'urée</b>
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 2018, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, rev 2018*.

##### **4.2.4.4.8.2. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE**

L'incertitude relative aux émissions liées à l'utilisation d'urée par le transport routier sont de 8 % (tableau 4.3 du guide EMEP (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2017-p115) avec poor statistics w.EC).

##### **4.2.4.4.8.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

La cohérence méthodologique est assurée sur l'ensemble de la série temporelle.

##### **4.2.4.4.8.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

Aucun contrôle qualité spécifique n'a été réalisé.

##### **4.2.4.4.8.5. RECALCULS**

Aucun recalcul n'a été réalisé.

##### **4.2.4.4.8.6. AMELIORATION**

Il n'y a pas amélioration prévue.

#### **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 du secteur de l’utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone (ODS) en 2017 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 2017 de :

**8,13 kt CO<sub>2</sub>eq**

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

0,00 ktCO<sub>2</sub>eq

Soit une variation de :

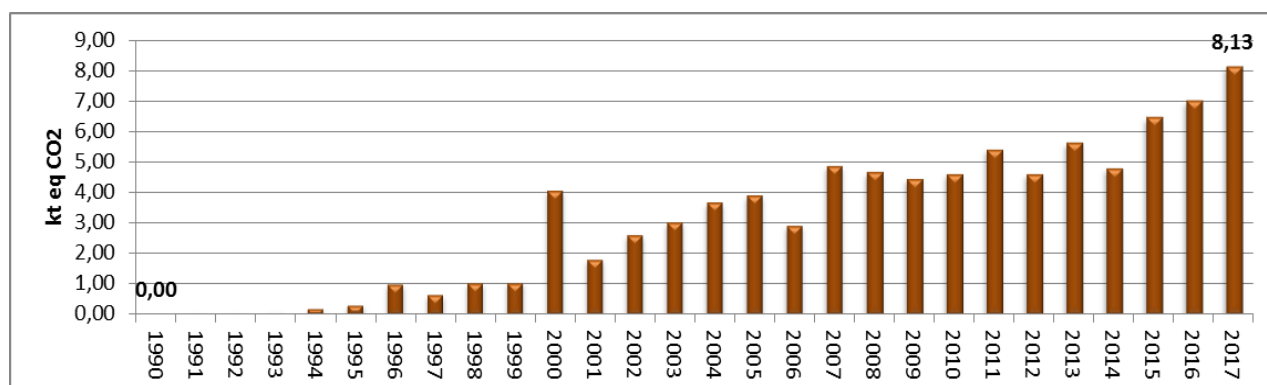
**+ 8,13 kt CO<sub>2</sub>eq**

Les émissions de la catégorie 2F représentent :

9,39 % des émissions globales en 2017

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 et habitations disposant de ces équipements.

#### Emissions de GES entre 1990 et 2017 de la catégorie 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone



Les émissions de la catégorie 2.F.1 constituent une catégorie clé dans le cadre de cet inventaire.

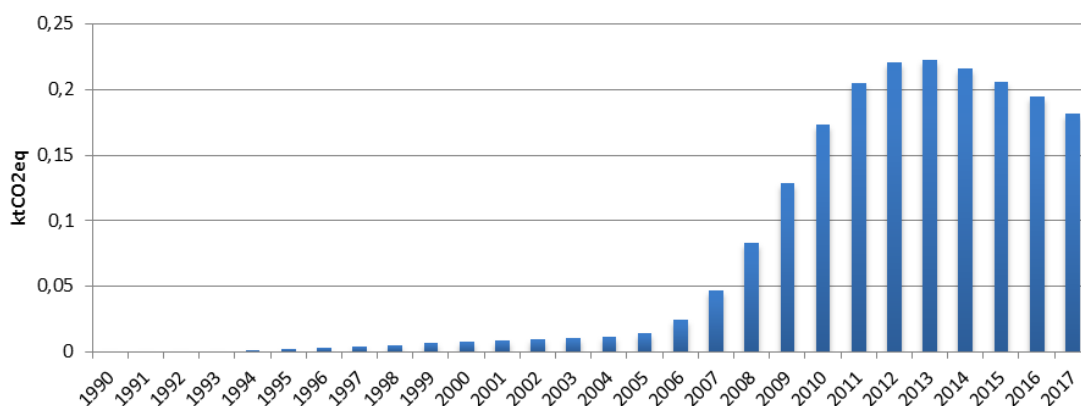
#### 4.2.6.1. Réfrigération domestique (secteur 2.F.1.b)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

Les émissions de la catégorie 2.F.1.b relative à la réfrigération domestique sont en 2017 de : 0,182 ktCO<sub>2</sub>eq ayant pour origine le gaz fluoré HFC 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 de la charge initiale et de fin de vie par défaut (D) et spécifique au pays (CS) [ODS1].

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

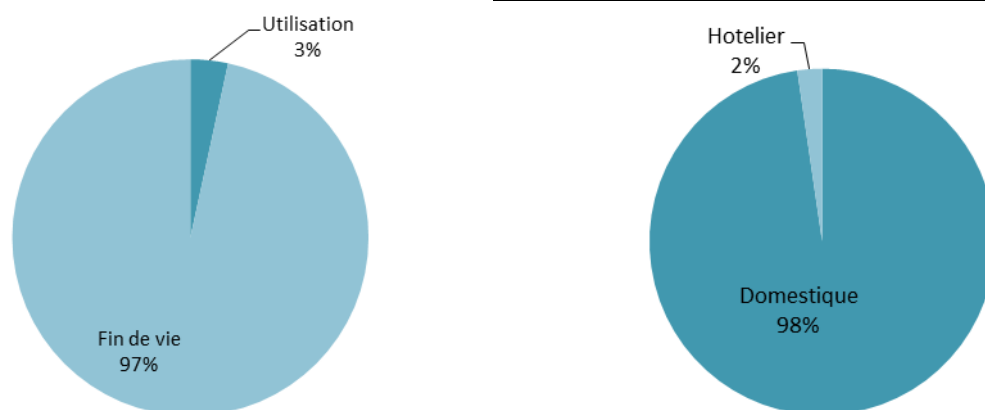


L'évolution des émissions est dépendante de l'augmentation du nombre d'appareillages recensés et du type de gaz réfrigérant utilisé. L'HFC R-134a est apparu en 1994 en remplacement de gaz couverts par le Protocole de Montréal (ex : R12).

Monaco ne fabriquant pas d'appareillage de réfrigération domestique et ne procédant pas au retraitement en fin de vie des appareils, les émissions de la catégorie sont dues à l'utilisation des appareils comprenant des émissions :

- Facteur d'émissions pendant l' « utilisation » (% de la charge initiale/an).
- Charge initiale restante en « fin de vie » (% émis en fin de vie)

##### Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b en 2017 suivant les postes d'émissions





Les appareillages neufs utilisés à Monaco sont exclusivement importés d'Europe et font l'objet d'une réexportation hors du territoire pour leur traitement de fin de vie.

La tendance d'évolution est marquée par l'interdiction en Europe au premier janvier 2015 (règlement (UE) No 517/2014 du parlement 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'autres gaz non couverts par la Convention.

#### **4.2.6.1.1. METHODOLOGIE**

En absence d'émissions liées au container, à la charge, et au traitement de fin de vie, les émissions sont données par :

$$E_{durée-de-vie} = E_{utilisation} + E_{fin\ de\ vie}$$

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.

$$E_{utilisation} = B_t * \frac{X}{100}$$

Avec :

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

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

Les émissions liées à la fin de fin de vie sont également calculées à partir du nombre d'appareillage de l'année (t-d) de la masse de gaz résultante à l'année de fin (t) et du pourcentage de charge initiale de vie et la base de l'équation 7.13 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC [ODS1], ainsi que les émissions liées à la charge résultantes.

$$E_{fin\ de\ vie} = N_{appareillage\ d\ (t)} \times M_{résultante} \times \frac{100-p}{100}$$

Avec :

$N_{appareillage}$  : Nombre d'appareillage à l'année en fin de vie (d) à l'année (t) ) par sous-application ;

M : Charge résultante des appareillages à l'année t en (kg) par sous-application ;

p : Charge initiale restante de HFC à l'issu de la durée d'utilisation (d) en %.

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

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

#### **Emissions liées à l'utilisation des appareillages**

##### **$B_t$ 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, de la charge des appareillages en fluides frigorigènes, de la durée de vie des appareillages, ainsi que la répartition des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché.

La quantité d'appareillages domestiques (Réfrigérateurs et congélateurs) est estimée à partir des données issues des recensements de la population effectués en 2000, 2008 [ODS7] et 2016 [ODS8] par l'IMSEE ; respectivement N= 15 650, 18 476, 20 211 appareils (<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 appareil/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* [ODS1]. 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 initiale ( $M_{\text{domestique}}$ ) de 0,275 kg de fluide frigorigène par équipement domestique a été retenue (Tab7.9 Volume 3 de GL 2006 GIEC) [ODS1]. 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 2017) et à partir du nombre de chambres équipées en appareillages. Les chambres de catégorie 3 étoiles et plus ont été considérées comme proposant un service de Minibar réfrigéré, ce qui représente une évolution de 95.9% en 1990 à 98.4% en 2017 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* [ODS1] 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.

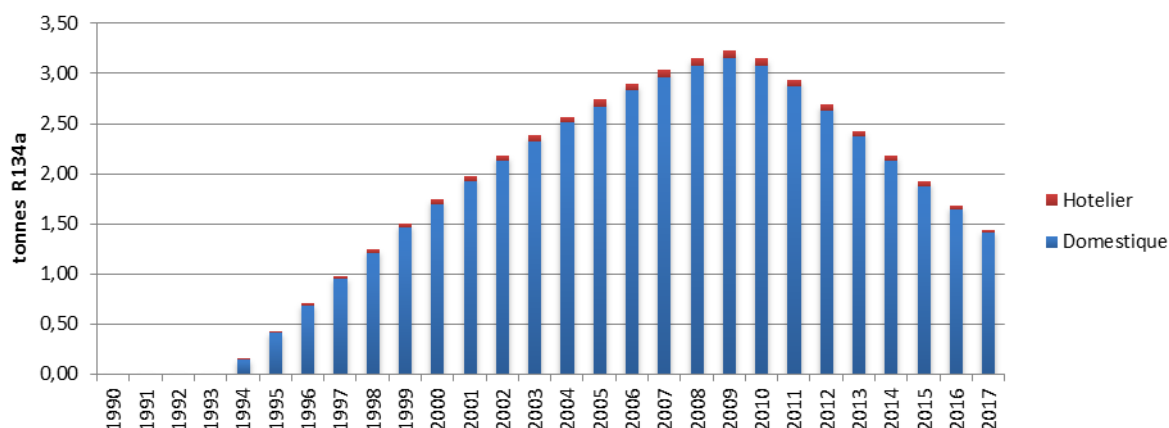
Une charge moyenne ( $M_{\text{hôtelier}}$ ) de 0,05 kg de fluide frigorigène par équipement hôtelier a été retenue.

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) [ODS6] pour les réfrigérateurs et d'un volume de 160 litres par appareillage, ce qui conduit à une charge de 33.6 g de fluide, ramené à 50g /l pour être en conformité à l'intervalle de variation données par le tableau 7.9 du volume 3 des lignes directrices 2006 du GIEC[ODS1].

#### **Br Banque résultante pour la réfrigération domestique et hôtelière.**

La banque résultante pour les appareillages domestiques hôteliers est déterminée à partir du nombre d'appareillages en fin de vie de l'année t à la banque initiale.

## Quantité de gaz en banques pour la réfrigération domestique et hôtelière



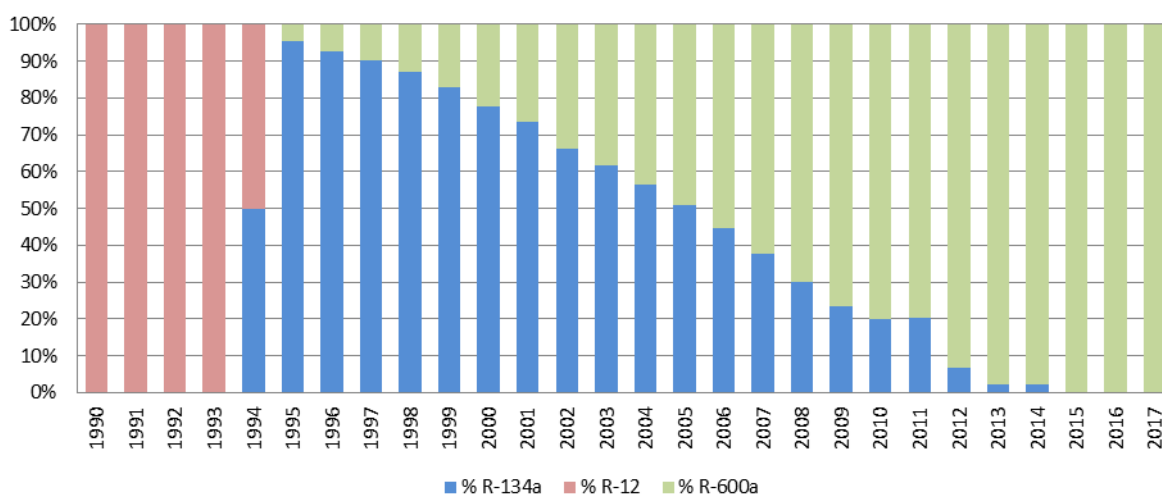
## Facteur d'émission X

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 Chapitre 7 du volume 3 des Lignes Directrices 2006 du GIEC [ODS1] 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 [ODS5].

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



## Emissions liées à la fin de vie des appareils

Bien qu'aucun traitement des appareils en fin de vie n'ait lieu sur le territoire, il est considéré que les raisons d'arrêt de fonctionnement des appareils et les manutentions de stockages et de transport préalables à l'exportation des appareils usagés sont générateurs d'émissions de gaz à effet de serre. Les

émissions de ce poste, se basent sur l'estimation de la charge initiale restante (p) à l'année (t) au sein des appareillages donnés par le tableau 7.9 du Ch7 des lignes directrices 2006 du GIEC [ODS1].

#### **4.2.6.1.2. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

Le nombre d'appareillages domestiques est donné par des interpolations et extrapolations conduites à partir recensements de la population et des ménages qui ont été réalisés en 2000, 2008 et 2016 pour lesquels des informations spécifiques aux différents appareillages de réfrigération ont été posées.

Le nombre de chambres d'hôtel est une donnée exhaustive relevée par l'IMSEE (Institut Monégasque de la Statistique et des Études Économiques) dans le cadre de la publication statistique annuelle « Monaco en chiffre ».

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.

#### **4.2.6.1.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE**

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

Le poste d'émissions fin de vie est prépondérant par rapport au poste utilisation. L'incertitude sur le facteur d'émission en fin de vie est donnée par l'incertitude sur (p)I du Tableau 7.9 des du CH7 V3 des lignes directrices 2006 du GIEC [ODS1]

L'incertitude combinée est de 128,4 %.

#### **4.2.6.1.4. 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 confirmés contenant du R134a (12.8%).

La plupart des hôtels ont des parcs renouvelés avec des appareillages contenant du R600 ou du R717 (NH<sub>3</sub>).

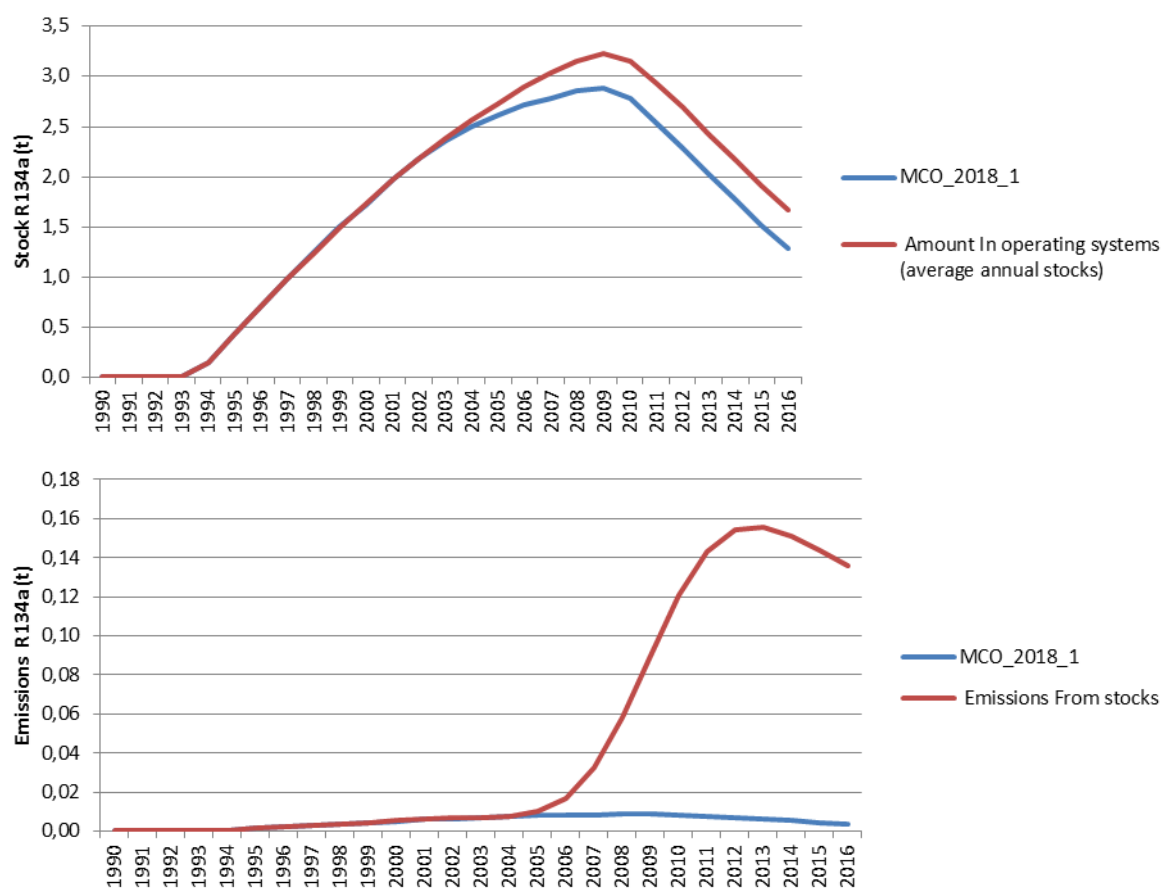
#### **4.2.6.1.5. RECALCULS**

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 progressifs du R12 par le 134a, puis du R134a par l'isobutane (R600) ;
- La prise en compte des émissions liées à la fin de vie.

Si les émissions restent nulles en 1990, les recalculs ont eu des impacts sur les quantités en stock de R134a, +30% par rapport au calcul NIR2016 et sur les émissions, + 3425 %.

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



#### 4.2.6.1.6. 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).

#### 4.2.6.2. HFC et PFC utilisés pour la climatisation des véhicules (secteur 2.F.1.e)

La catégorie 2.F.1.e évalue les émissions GES qui ont pour origine la climatisation mobile « Mobile Air Conditionning :MAC ».

Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile en 2017 sont présentées dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

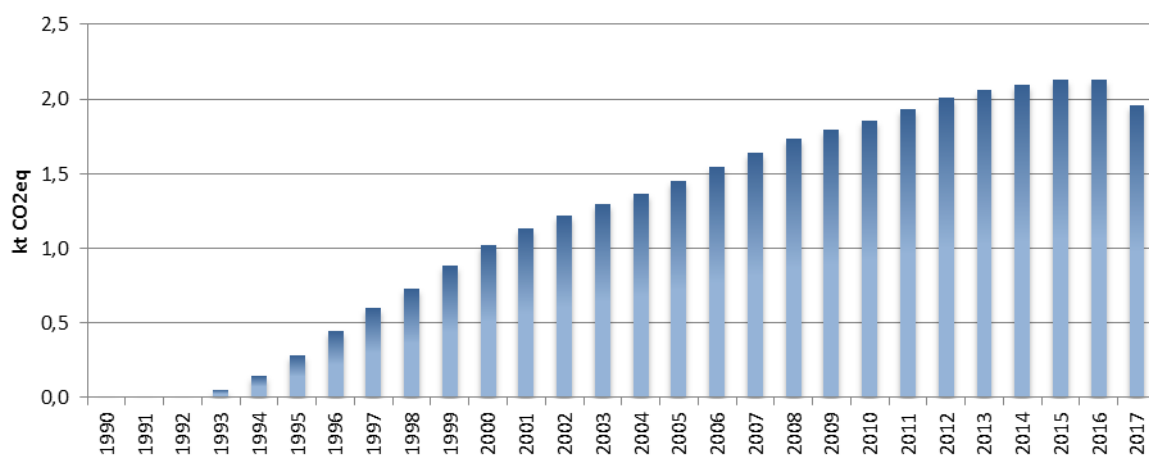
<b>Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile sont en 2017 de</b>	<b>1,961 kt CO<sub>2</sub>eq</b>
---	----------------------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	<b>0,00</b>	<b>ktCO<sub>2</sub> eq</b>
---	-------------	----------------------------

<b>Soit une variation de :</b>	<b>1,961</b>	<b>kt CO<sub>2</sub> eq</b>
--------------------------------	--------------	-----------------------------

Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile représentent :  
2,27% des émissions globales (0,00% en 1990)  
22,05 % des émissions du secteur des procédés industriels (0,00 % en 1990)

#### Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2017 pour la climatisation mobile



#### 4.2.6.2.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA CATÉGORIE SOURCE

L'estimation des émissions est constituée des pertes en gaz réfrigérant des systèmes de climatisation du parc de véhicules personnels (VP) et d'utilitaires légers (VUL) lors de l'utilisation des véhicules. En absence de construction automobile, et de retraitement des véhicules usagers, seuls sont estimées les émissions liées à l'utilisation des véhicules.

La tendance d'évolution des émissions est marquée par l'augmentation, en volume, du parc de véhicules, l'augmentation du nombre de véhicules possédant un dispositif de climatisation mais également par l'évolution progressive des fluides réfrigérants utilisés.

Il en résulte 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. En 2017, la diminution enregistrée est la conséquence de l'application de la Directive Européenne 2006/40/CE interdisant au plus tard au 1<sup>er</sup> Janvier 2017 la mise sur le marché d'équipement disposant d'un HFC d'un Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) supérieur à 150. Aussi une baisse de la banque de R-134a a été enregistrée.

La méthodologie développée depuis le NIR 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.

#### 4.2.6.2.2. 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 [ODS 1].

$$E_{total,t} = E_{containers,t} + E_{charge,t} + E_{lifetime,t} + E_{end\ of\ life,t}$$

$E_{containers,t}$  = 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 celles qui se sont produites 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 [I-MAC R1].

$$E_{lifetime,t} = B_t * \frac{x}{100}$$

$E_{lifetime,t}$  = 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 [I-MAC R1].

#### 4.2.6.2.2.1. POUR LE STOCK DE GAZ BT

- Les types de véhicules : Véhicule personnel (VP) et véhicules utilitaires légers (VUL) [I-MAC P2].
- L'année de production des véhicules : De 1970 à 2017 [I-MAC P2].
- Les gaz utilisés: R134a, (R12, HFO-1234yf sont estimés mais non comptabilisé) [I-MAC P5] [I-MAC P6].
- Les quantités de véhicules climatisés : Pour chaque année de 1990 à 2017 [I-MAC P1].
- 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 [I-MAC P3].
- Les volumes et type de gaz, en fonction des caractéristiques de la flotte

#### 4.2.6.2.2.2. POUR LE FACTEUR D'ÉMISSIONS X

- Le pourcentage de fuite : selon les caractéristique du parc et par année de production de 1970 à 2017 en fonction d'une étude conduite par Schwartz et Harnish [I-MAC R1].

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	0,018	0,000	0,018
1992	0,071	0,000	0,071
1993	0,242	0,000	0,242
1994	0,648	0,035	0,683
1995	1,240	0,085	1,325
1996	2,066	0,160	2,226
1997	3,015	0,214	3,229
1998	4,112	0,294	4,407
1999	5,447	0,377	5,825
2000	6,628	0,502	7,130
2001	7,601	0,636	8,238
2002	8,385	0,727	9,112
2003	9,069	0,816	9,884
2004	9,709	0,895	10,604
2005	10,425	0,999	11,424
2006	11,184	1,127	12,311
2007	11,908	1,228	13,137
2008	12,738	1,307	14,045
2009	13,170	1,441	14,612
2010	13,607	1,567	15,174
2011	14,191	1,670	15,861



2012	14,740	1,744	16,484
2013	15,128	1,847	16,975
2014	15,400	1,899	17,298
2015	15,660	1,966	17,626
2016	15,647	1,988	17,635
2017	14,356	1,891	16,248

#### 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
2017	8,35	8,88

#### 4.2.6.2.2.3. DÉTERMINATION DU STOCK BT ET DU FACTEUR D'ÉMISSION X

##### Gaz couvert pour le bilan

Sur la période 1990 – 2017, seul un gaz de climatisation listé au sein des gaz couverts par l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (CCNUCC) est présent au sein de la flotte de véhicules le HFC - R-134a.

Dénomination	Nom	PRG (GWP)
R-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> 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 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 [I-MAC R6].

Le fluide frigorigène utilisé pour ce remplacement est actuellement le HFO-1234yf (PRG de 4) qui n'est pas comptabilisé dans le cadre de la CCNUCC [I-MAC R7].

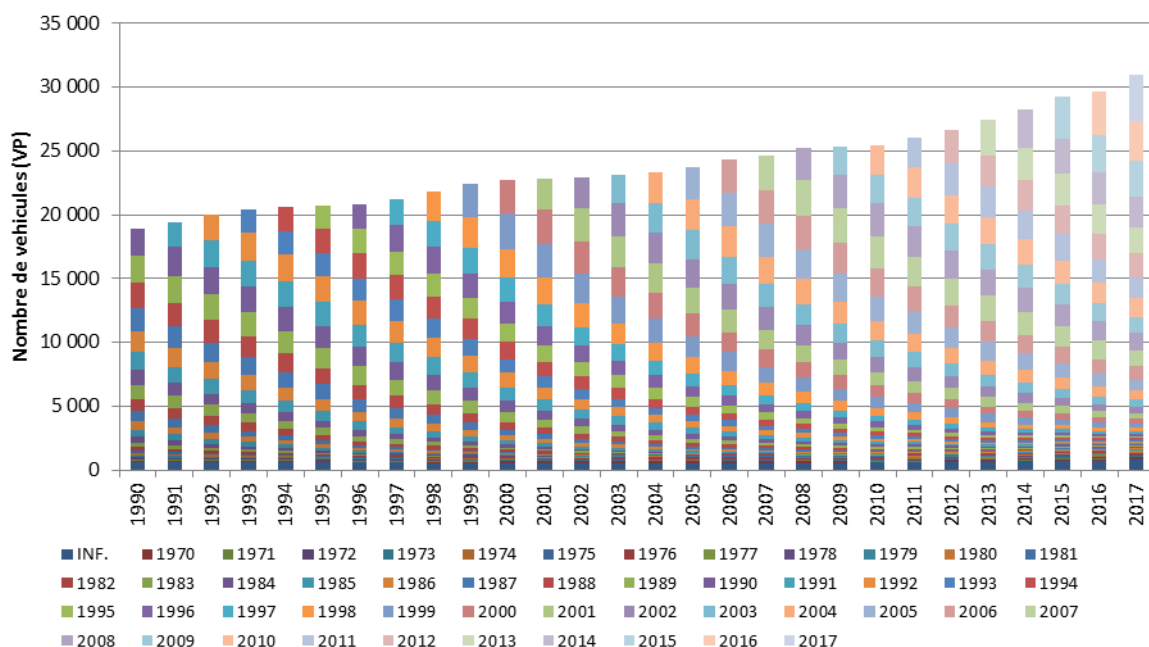
Les émissions de gaz R-12 et HFO-1234yf recensés au sein des systèmes de climatisation mobile ne sont pas comptabilisés dans le bilan d'émissions réalisé pour ce rapport.

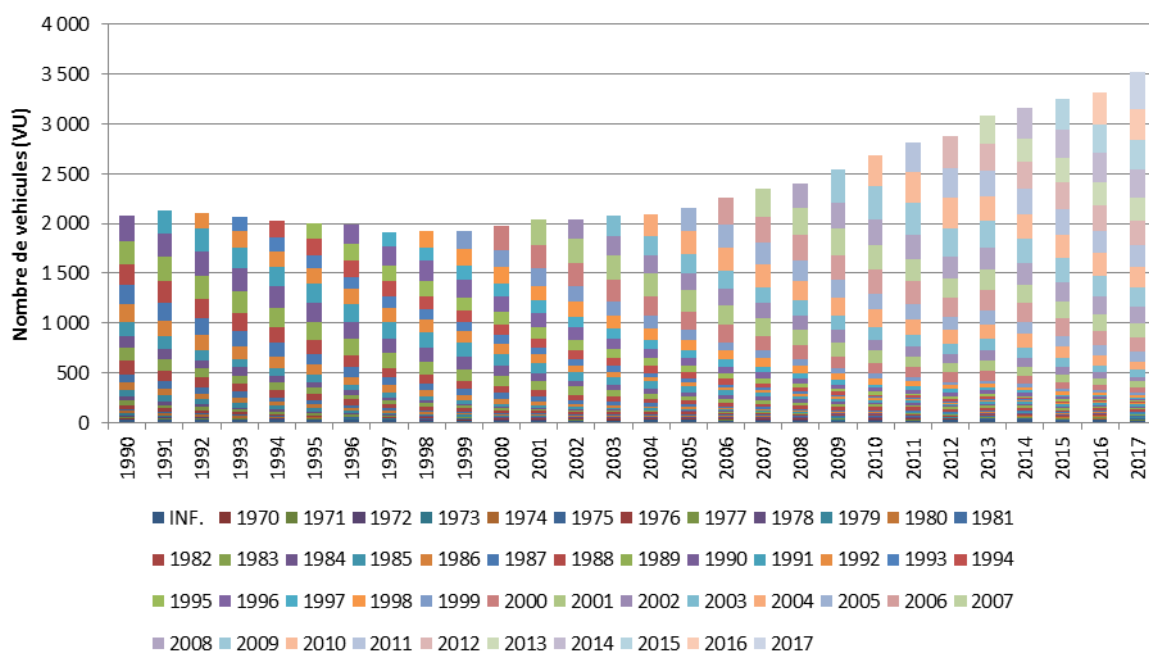
Le stock de gaz est déterminé à partir de la flotte de véhicules personnels (VP) et des petits utilitaires (VUL), immatriculés à Monaco pour chaque année depuis 1990 et en fonction de la date de première mise en circulation des véhicules (année de production du véhicule).

#### Flotte de véhicules

La flotte de véhicules 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) [I-MAC P2].

#### Nombre et âge des véhicules de la flotte de VP et VUL entre 1990 et 2017



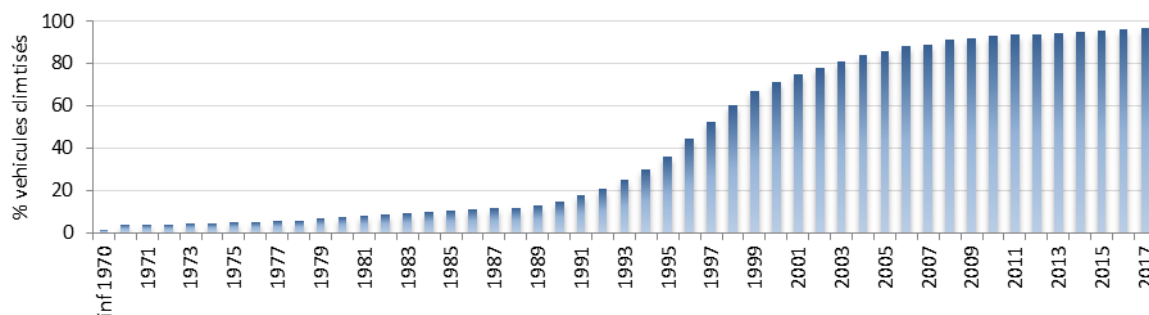


### Nombre de véhicules climatisés

En l'absence de données relatives au nombre réel de taux d'équipements présents au sein des parcs de véhicules monégasques, une estimation a été réalisée à partir du document de l'ADEME La climatisation automobile [I-MAC R5].

La même proportion de véhicules climatisés a été appliquée au VP et VUL.

### Pourcentage de véhicules neuf climatisés



### 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 et la quantité de gaz contenue [IMAC P4].

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 la marché jusqu'en 2016: [I-MAC P5].

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% 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 2015:

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

Aux fins de l'actualisation, l'évaluation a pu être réalisée sur l'ensemble des marques présentes au sein du Parc monégasque immatriculé en 2016 et 2017 et de la base NRF : soit environ 44 marques pour les véhicules personnels et 13 marques pour les véhicules utilitaires légers. [I-MAC P3]

Suivant les résultats obtenus, il a été retenu d'utiliser l'analyse fondée sur la base Behr-Hella pour la première partie de la période 1990-2007. Cette base de données prend 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.

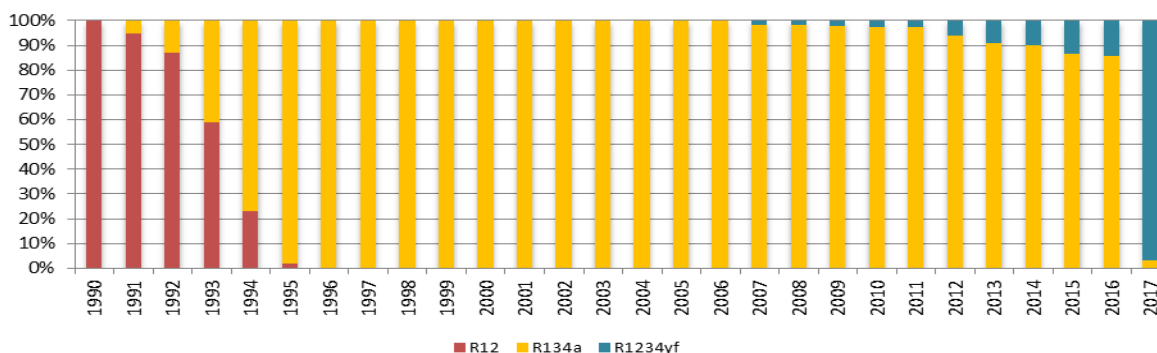
### **Quantité de gaz contenue, par gaz et par année de production des véhicules**

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 2017 un peu moins de 14% des véhicules vendus.

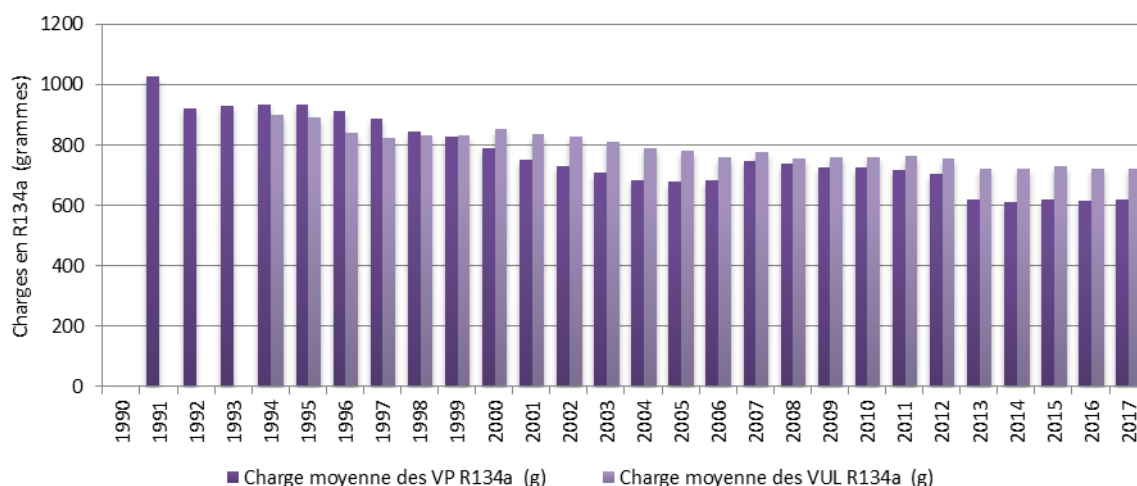
### **Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les véhicules personnels (VP)**



### 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

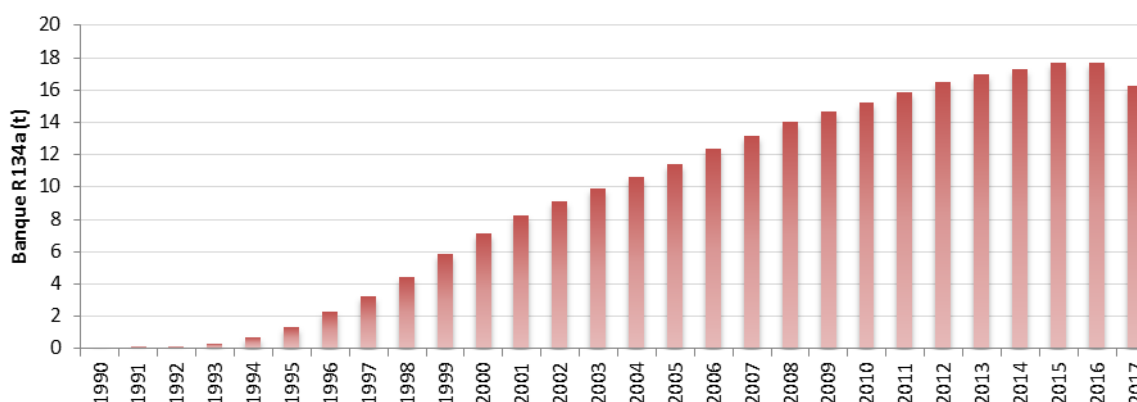


Cette méthodologie donne pour les véhicules particuliers une valeur moyenne de charge en R-134a, de 790 grammes sur la période 1999-2003. A titre de comparaison la valeur donnée par l'étude [I-MAC R2] « Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Shwarz and harnish » donne 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 2017



## Facteurs d'émission (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 [I-MAC R2]: dont la référence est également proposée au sein des Lignes directrices du GIEC [I-MAC R1] (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 systèmes les plus performants et de 81,9 g/an (10,8%) pour les moins performants.

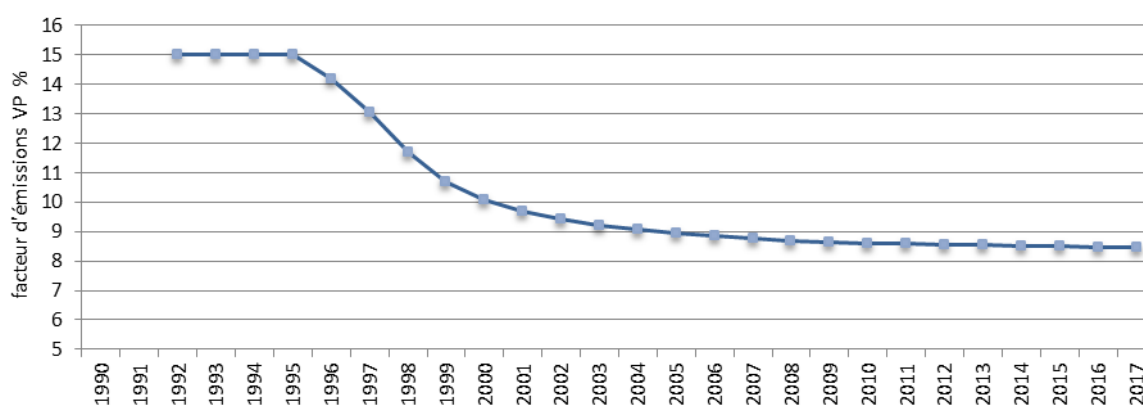
Aussi, il a été choisi d'utiliser la valeur de 7,13 % qui correspond à la valeur haute du facteur d'émission calculée pour cette étude.

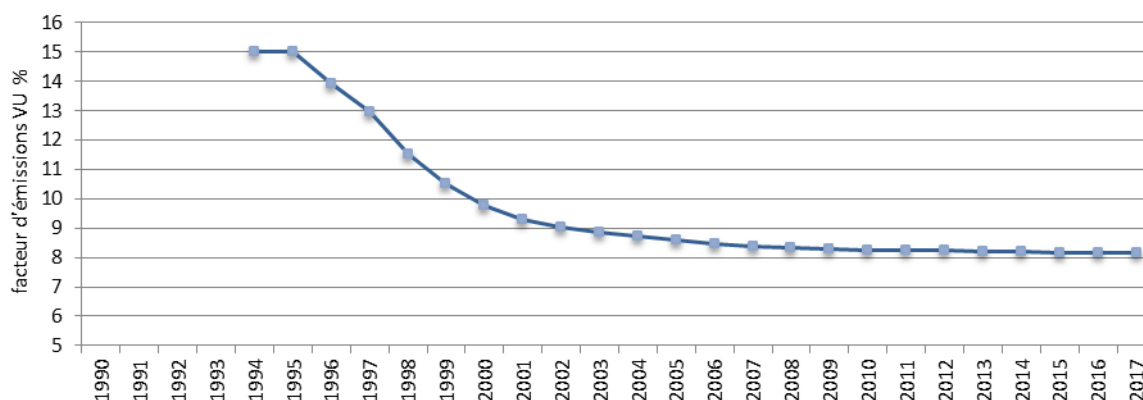
Ce facteur est appliqué aux seuls véhicules européens construits après 1996. La quantité de véhicules européens est établie, à partir du fichier des immatriculations disponible pour les années 2013 à 2017 [I-MAC P3]

Dans tous les autres cas, un facteur d'émission par défaut de 15% est utilisé [I-MAC R1] (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 1990-2017 sont présentés dans la figure ci-après.

Evolution des facteurs d'émissions au sein de la flotte automobile (VP et VUL) entre 1990 et 2017





#### 4.2.6.2.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Les données du parc automobile sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle, il est utilisé la même base que celle utilisée dans le secteur 1A3b Transport routier. Des données plus précises disponibles de 2013 à 2017 sont utilisées comme base pour les marques et véhicules européens présents au sein du parc.

L'évolution de la quantité de véhicules climatisés couvre également l'ensemble de la période de calcul.

La catégorisation des gaz au sein des parcs est effectuée à partir des données de fournisseur automobile qui couvrent les années de production de véhicules cohérentes permettant d'effectuer les calculs sur la série temporelle 1990-2017.

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 plus récentes.

#### 4.2.6.2.4. 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 conduits.

Le développement de la méthodologie de calcul 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  $B_t$ , 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 spécifiques 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.

#### 4.2.6.2.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

#### 4.2.6.2.6. 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 établi pour le calcul des émissions 2015 présentait une évolution méthodologique d'estimation des émissions du niveau T1 au niveau T2a basée 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 [I-MAC R1] 7.9 du volume 3 Chapitre 7 des lignes directrices 2006 du GIEC.

Dans le cadre de ce rapport, l'élément principal de recalculs est l'utilisation d'une base mieux documenté déterminant la quantité de véhicules climatisés [I-MAC P1].

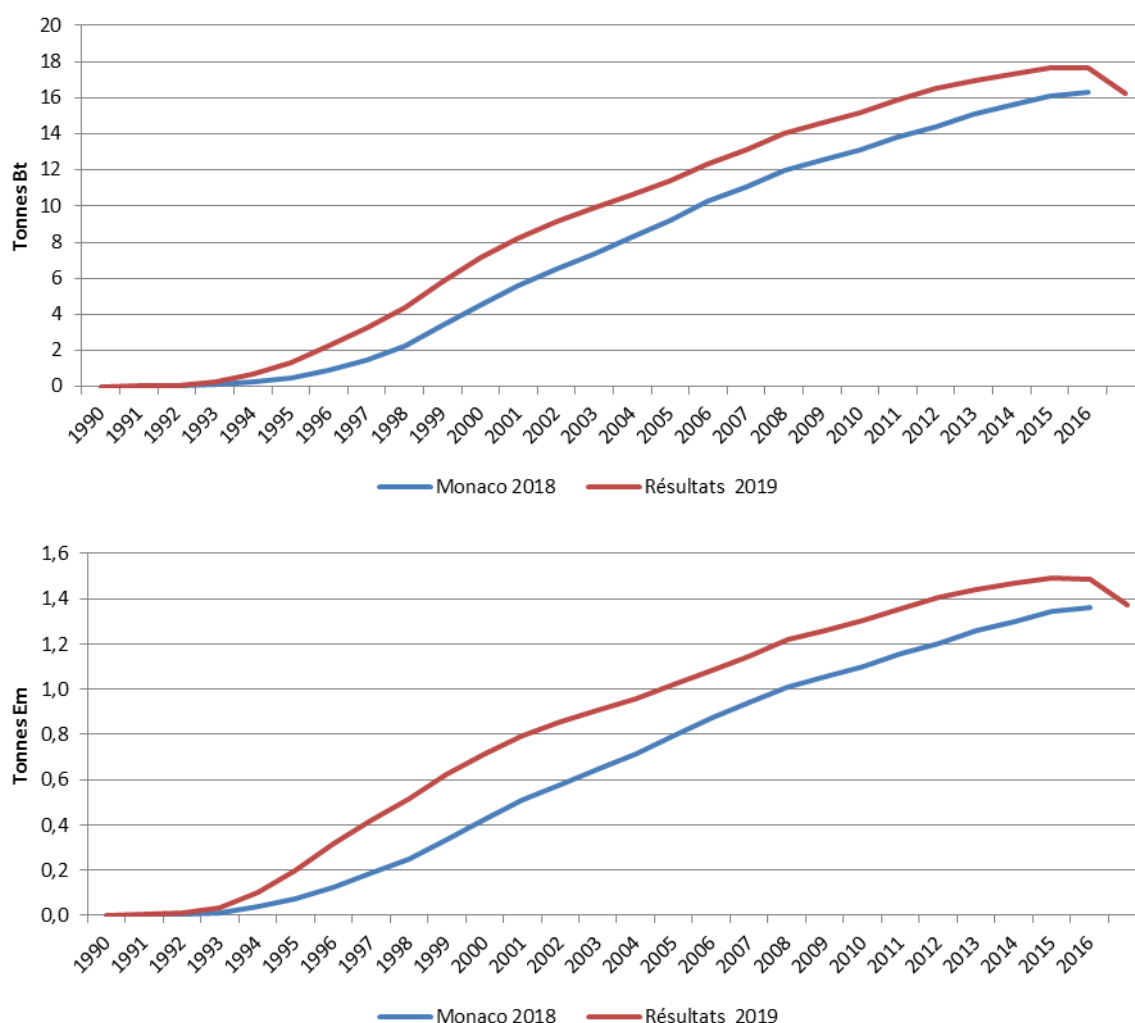
En outre, une consolidation de la base de données de véhicules sur l'ensemble de la période dans le cadre des travaux réalisés pour la catégorie 1A3b du transport routier a également conduit à des ajustements.

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

	Stock		Emissions	
	In operating systems (average annual stocks) 2018	In operating systems (average annual stocks) 2019	From stocks 2018	From stocks 2019
	t R134a	t R134a	t R134a	t R134a
1990	NO	NO	NO	NO
1991	NO	0,02	NO	0,00
1992	0,01	0,07	0,00	0,01
1993	1,79	0,24	0,15	0,04
1994	0,05	0,68	0,00	0,10
1995	0,11	1,33	0,02	0,20
1996	15,58	2,23	1,30	0,32
1997	0,40	3,23	0,03	0,42
1998	0,00	4,41	0,18	0,51
1999	15,58	5,82	1,86	0,62
2000	0,00	7,13	0,00	0,72
2001	0,00	8,24	0,00	0,79
2002	0,00	9,11	0,00	0,86
2003	0,00	9,88	0,00	0,91
2004	8,28	10,60	0,72	0,96
2005	9,23	11,42	0,79	1,02
2006	10,24	12,31	0,87	1,08
2007	11,08	13,14	0,94	1,15
2008	11,96	14,04	1,01	1,22
2009	12,54	14,61	1,05	1,26
2010	13,11	15,17	1,10	1,30
2011	13,79	15,86	1,15	1,36
2012	14,38	16,48	1,20	1,41
2013	15,06	16,98	1,26	1,44
2014	15,58	17,30	1,30	1,47
2015	16,10	17,63	1,34	1,49
2016	16,33	17,63	1,36	1,49
2017		16,25		1,37



#### Evolution de la banque (Bt) et des émissions (em) de la climatisation mobile entre le RNI 2017 et le RNI 2018



#### 4.2.6.2.7. AMELIORATIONS

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.

En outre, un élargissement à la climatisation des véhicules lourds reste envisagée à partir de la base de données relative à la flotte de véhicules consolidée.

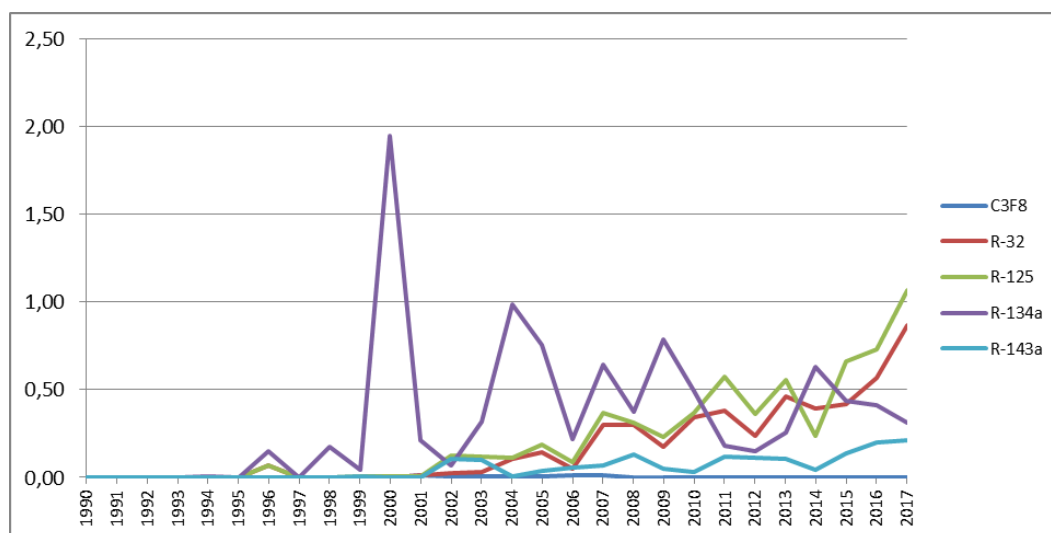
### 4.2.6.3. Climatisation stationnaire (2.F.1.f)

#### 4.2.6.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

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).

Cette catégorie inclut les émissions de la catégorie 2.F.1.a « Réfrigération résidentielle et commerciale ».

#### Emissions de gaz fluorés liées à la climatisation stationnaire (en tonnes)



#### 4.2.6.3.2. 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 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 variations inter-annuelles des émissions de GES de ce secteur sont liées à l'évolution de l'utilisation 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).

Le pic d'utilisation de R134a en 2000 correspond à la charge en gaz fluoré du système de climatisation du centre de congrès GRIMALDI FORUM. En effet, une seule société, identifiée, a utilisé 1942kg de R-134a pour ce marché.

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.

En 2017, une entreprise monégasque a réalisé d'importants travaux ce qui a impliqué l'utilisation exceptionnelle de R407c et de R410a.

(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 :

<p style="text-align: center;">EQUATION 7.9</p> <p style="text-align: center;">DETERMINATION DES EMISSIONS DE FLUIDE FRIGORIFIQUE PAR BILAN MASSIQUE</p> <p style="text-align: center;"><i>Émissions = ventes annuelles de nouveau fluide frigorigène – charge totale du nouvel équipement + charge totale originelle de l'équipement retirée – quantité de la destruction intentionnelle</i></p>
---

#### **4.2.6.3.3. 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).

#### **4.2.6.3.4. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE**

L'ensemble des émissions de ce secteur ont été calculées, sur toute la période 1990-2017, 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.

Ainsi, une incertitude de 20% paraît pertinente.

#### **4.2.6.3.5. 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.

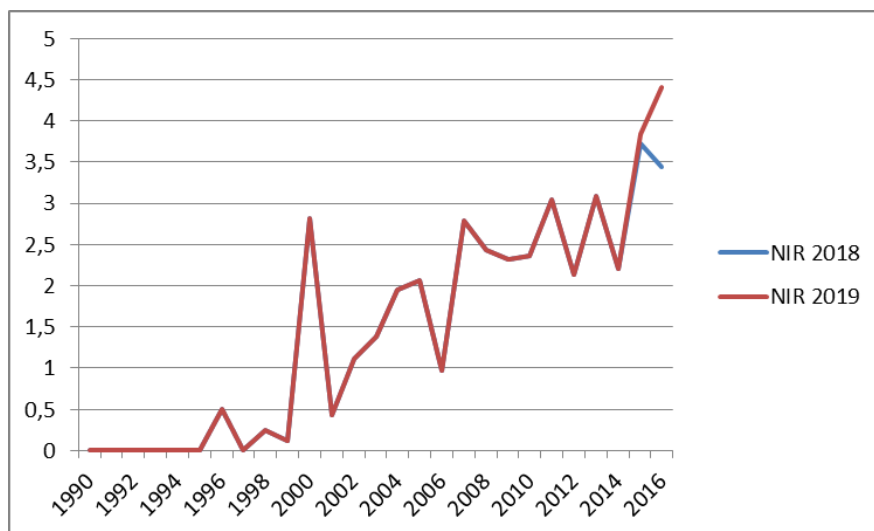
#### 4.2.6.3.6. RECALCULS

Ce secteur a fait l'objet d'un recalcul suite à une erreur détectée dans le cadre du contrôle qualité, sur les données d'activité sur les années 2015 et 2016.

---

##### Recalcul de la catégorie 2F1f (kt eq CO<sub>2</sub>)

---



#### 4.2.6.3.7. AMELIORATIONS

Une réglementation sur les gaz fluorés est cours d'élaboration, et rendra notamment obligatoire la transmission de données par les opérateurs et visera à limiter l'utilisation de gaz fluorés à fort pouvoir de réchauffement. La collecte des données devrait en être consolidée.

En outre, il est envisagé d'utiliser une méthode T2a afin d'affiner l'estimation des émissions de ce secteur et de pouvoir mieux orienter les politiques publiques.

#### 4.2.6.4. Utilisation de mousse (secteur 2.F.2.a)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

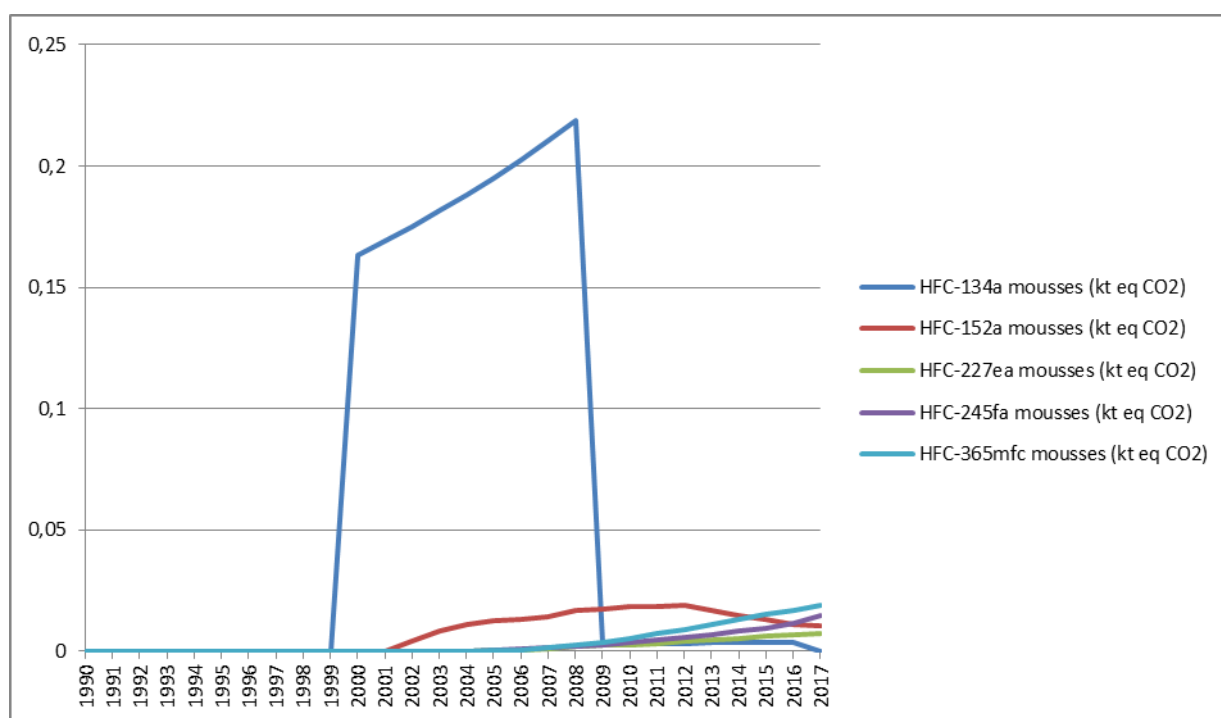
##### 4.2.6.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

En Principauté de Monaco, les mousses d'isolation sont utilisées dans les nombreux chantiers du secteur du BTP. Ces composés expansifs permettent d'isoler, colmater, calfeutrer, coller ou insonoriser les matériaux, qu'il s'agisse de rénovations ou de constructions neuves.

En outre, les mousses expansives sont également utilisés dans le secteur industriel afin d'isoler les passages de câbles au travers des cloisons coupe-feu.

Enfin, les particuliers utilisent également des bombes de mousse d'isolation lors d'activités de bricolage.

#### Emissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation entre 1990 et 2017



##### 4.2.6.4.2. METHODOLOGIE

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

##### 4.2.6.4.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

##### 4.2.6.4.4. 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.

#### 4.2.6.4.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

#### 4.2.6.4.6. RECALCULS

Aucun recalcul n'a été effectué.

#### 4.2.6.4.7. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

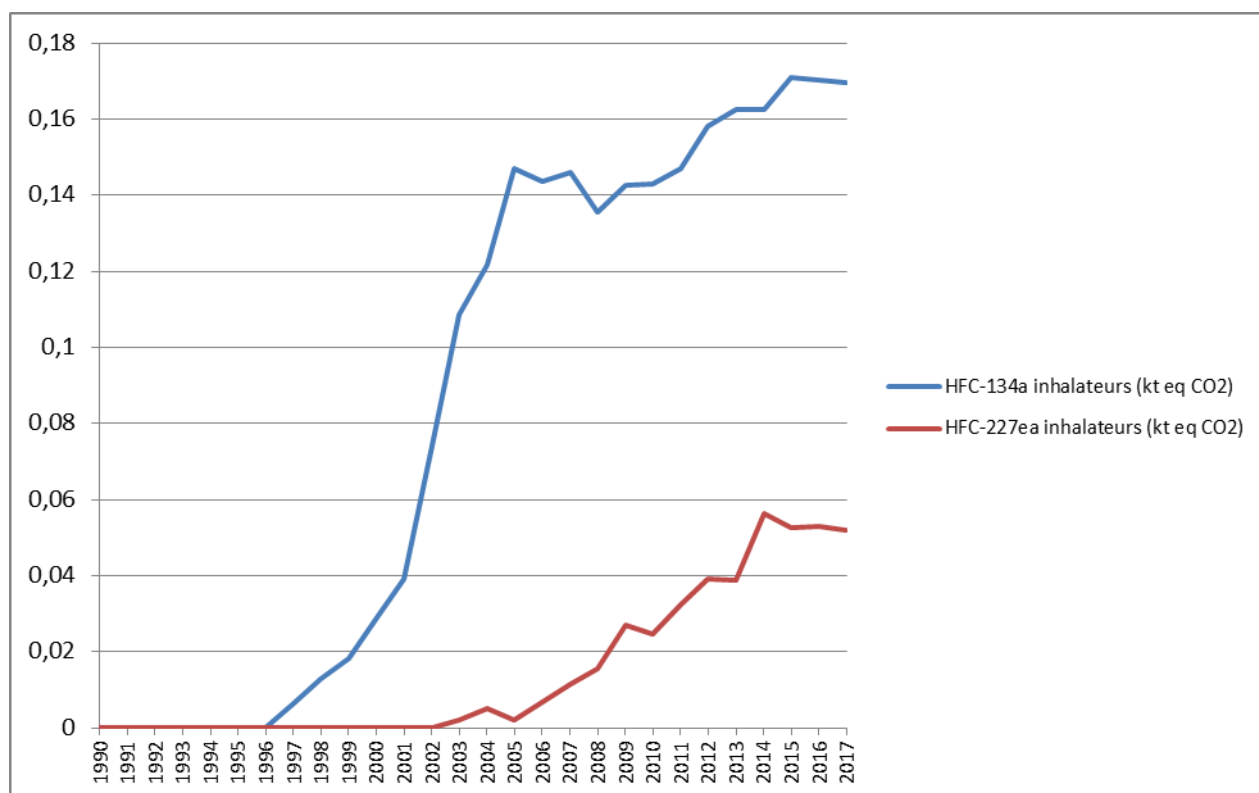
#### 4.2.6.5. Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs (secteur 2.F.4.a)

(Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

##### 4.2.6.5.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions liées à l'utilisation d'aérosols et d'inhalateurs à Monaco sont estimées dans le cadre de cette catégorie.

#### Emissions de HFC liées à l'utilisation d'aérosols et d'inhalateurs entre 1990 et 2017



##### 4.2.6.5.2. METHODOLOGIE

Il n'existe pas de données statistiques nationales relatives à la quantité d'aérosols et d'inhalateurs utilisés à Monaco.

Aussi, compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité d'aérosols et d'inhalateurs consommée à Monaco a pu être déterminée sur toute la période à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

**4.2.6.5.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

La méthodologie utilisée est constante sur la série temporelle.

**4.2.6.5.4. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE**

La méthodologie développée en partenariat avec le CITEPA a une incertitude de 50% sur les données d'activité et de 10% sur le facteur d'Emission.

**4.2.6.5.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

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

**4.2.6.5.6. RECALCULS**

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

**4.2.6.5.7. AMELIORATIONS**

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 2017 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 précédentes du secteur 2. Les secteurs sont divers et les GES correspondants également (N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, PFC et HFC).

**Les émissions du secteur de l'Industrie 2G sont en 2017 de : 0,44 kt CO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de : 0,24 ktCO<sub>2</sub>eq

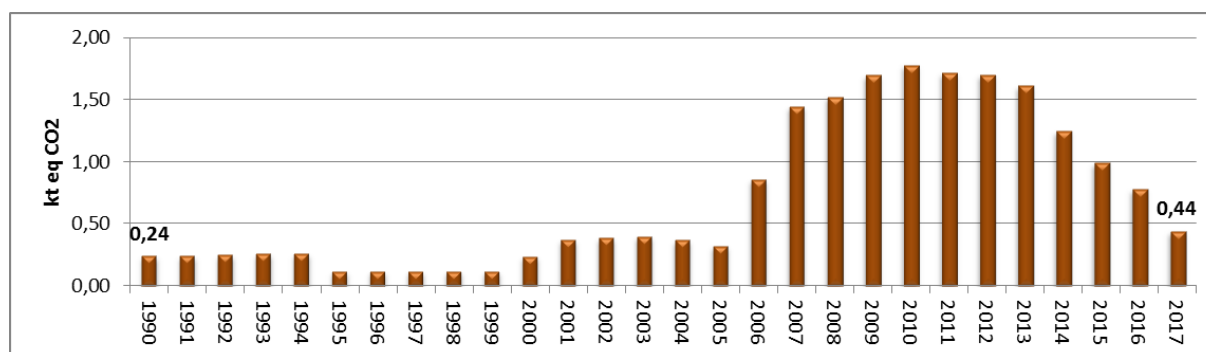
**Soit une variation de : + 83,34 % (0,20 kt CO<sub>2</sub>eq)**

Les émissions du secteur de l'Industrie 2G représentent : 0,51% des émissions globales en 2017

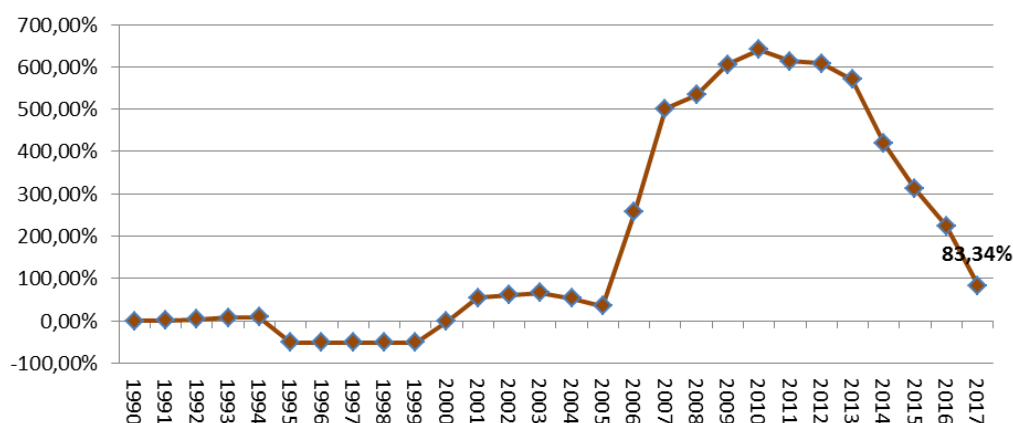
Les émissions du secteur de l'Industrie 2G représentent : 0,24% des émissions globales en 1990

L'augmentation des émissions de ce secteur jusqu'en 2010, puis leur décroissance, sont liées à l'utilisation de N<sub>2</sub>O dans le secteur médical.

#### Emissions de GES entre 1990 et 2017 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

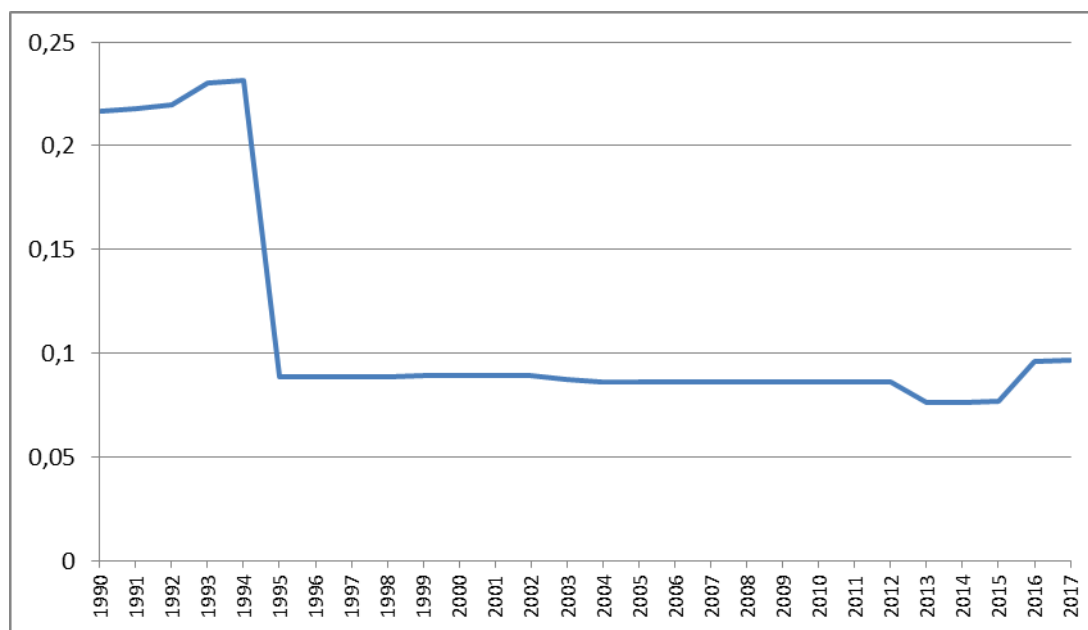
##### 4.2.7.1.1. SF<sub>6</sub> UTILISÉ DANS LES APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES (SECTEUR 2.G.1)

(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

##### 4.2.7.1.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions sont calculées à partir de la quantité de SF<sub>6</sub> utilisée dans les appareillages électriques.

##### Emissions liées à l'utilisation de SF<sub>6</sub> dans les appareillages électriques (kt eq CO<sub>2</sub>)



##### 4.2.7.1.1.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

A Monaco, seule la Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) met en œuvre des équipements utilisant du SF<sub>6</sub>.

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 SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub>.

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 nulles. 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 SF<sub>6</sub> pour la catégorie « SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub> utilisé à la mise en service d'un appareillage soit assimilé à de la maintenance.

Enfin, la SMEG nous a précisé que « Les fluctuations importantes de l'utilisation annuelle de SF<sub>6</sub> sont liées à des mises en service ou à des remplacements de tableaux Haute Tension dans les postes sources. Par exemple, la construction d'un poste source génère une hausse significative du SF<sub>6</sub> en Principauté.

En revanche, le remplacement d'un tableau Haute Tension dans un poste source entraîne généralement une baisse de quantité de SF<sub>6</sub> (les nouveaux tableaux ayant des quantités de SF<sub>6</sub> inférieures aux anciens).

#### 4.2.7.1.1.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude spécifique au facteur d'émission a été estimée à 30% (valeur la plus pénalisante).

L'incertitude combinée a été calculée. Elle est de +/- 30,41 %.

La méthodologie est constante sur toute la série temporelle.

#### 4.2.7.1.1.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

#### 4.2.7.1.1.5. RECALCUL

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

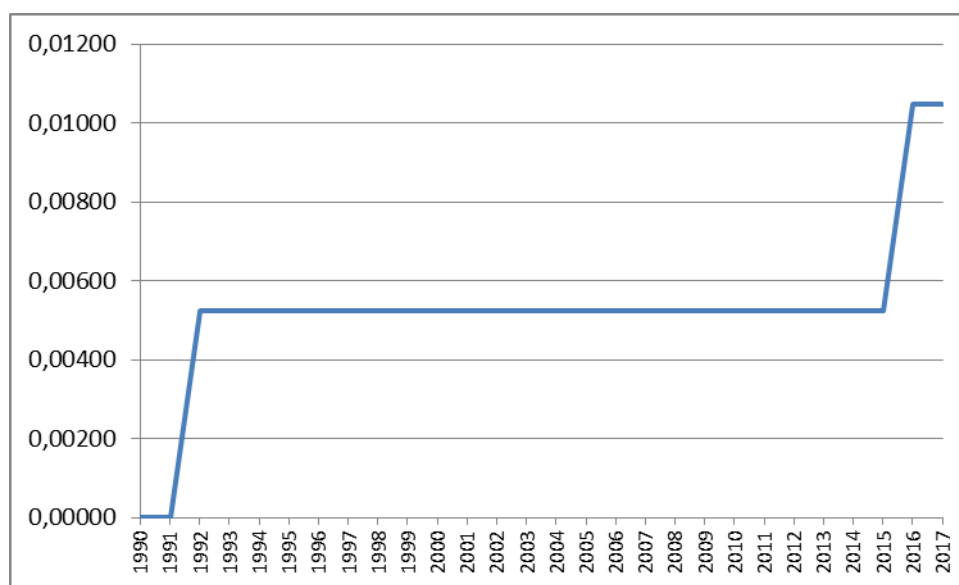
#### 4.2.7.1.1.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

### 4.2.7.1.2. SF<sub>6</sub> UTILISÉ DANS LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES (SECTEUR 2.G.2.B) (Méthode T1 avec facteur d'émission D)

#### 4.2.7.1.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

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.



#### 4.2.7.1.2.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

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 SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub> utilisée.

Selon les informations communiquées par le CHPG, la consommation est 2,3 kg de SF<sub>6</sub> pour 10 ans pour un accélérateur de particules.

Aussi, il a été décidé d'appliquer un facteur d'émission de 230g de SF<sub>6</sub>/ 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 SF<sub>6</sub>/an (Facteur d'émission CS)

#### 4.2.7.1.2.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 0%.

L'incertitude spécifique au facteur d'émission a été estimée à 10%.

L'incertitude combinée a été calculée.

La méthodologie est constante sur la série temporelle.

#### 4.2.7.1.2.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

#### 4.2.7.1.2.5. RECALCUL

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

#### 4.2.7.1.2.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

#### 4.2.7.1.3. N<sub>2</sub>O UTILISÉ COMME ANESTHÉSANT ET/OU ANALGÉSIQUE (SECTEUR 2.G.3.A)

(Méthode D avec facteur d'émission D)

##### 4.2.7.1.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

La Principauté de Monaco dispose, sur son territoire, de trois entités susceptibles d'utiliser du N<sub>2</sub>O 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).

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.

Par ailleurs, pour le CHPG, « Le N<sub>2</sub>O n'est plus utilisé comme anesthésiant au sein du CHPG depuis la date du 19 Février 2016 ». Cet anesthésiant a été remplacé par un mélange d'oxygène, d'air médical et de gaz halogénés (desflurane ou servoflurane).

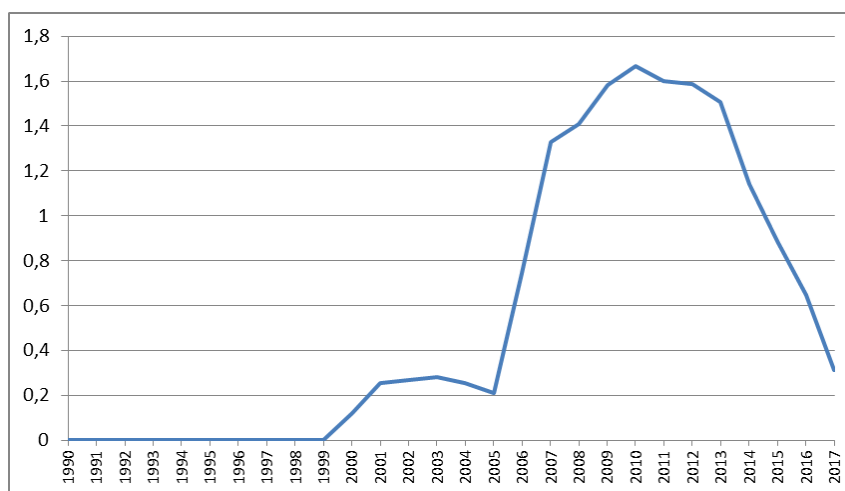
De plus, cette substance est de moins en moins utilisée par les autres établissements médicaux de la Principauté de Monaco.

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.

---

#### Emissions liées à l'utilisation de N<sub>2</sub>O comme anesthésiant ou analgésique (kt eq CO<sub>2</sub>)

---



#### 4.2.7.1.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une méthode D, avec facteur d'émission D a été utilisée pour procéder à cette estimation (*Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires de gaz à effet de serre – Volume 3 Procédés industriels et utilisation des produits – Chapitre 8 Fabrication et utilisation d'autres produits – 8.4 N<sub>2</sub>O provenant des utilisations de produits*).

Méthode D avec facteur d'émission D :

#### EQUATION 8.24 EMISSIONS DE N<sub>2</sub>O ISSUES DES UTILISATIONS D'AUTRES PRODUITS

$$E_{N_2O}(t) = \sum_i \{ [0.5 * Ai(t) + 0.5 * Ai(t - 1)] * FE_i \}$$

Avec  $FE_i = 1$

#### 4.2.7.1.3.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 10%  
L'incertitude spécifique au facteur d'émission a été estimée à 5%.

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.

#### 4.2.7.1.3.1. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

#### 4.2.7.1.3.2. RECALCUL

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

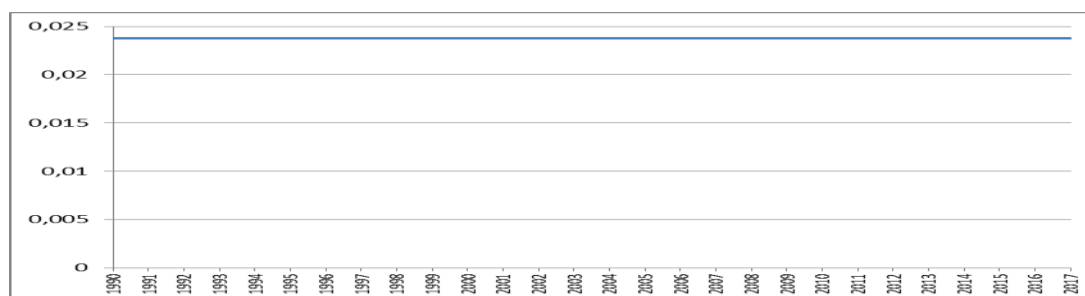
#### 4.2.7.1.3.3. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

#### 4.2.7.1.4. N<sub>2</sub>O UTILISÉ COMME GAZ PROPULSEUR D'AÉROSOLS (SECTEUR 2.G.3.B) (Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

#### 4.2.7.1.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

#### Emissions liées à l'utilisation de N<sub>2</sub>O comme gaz propulseur d'aérosols (kt eq CO<sub>2</sub>)



#### 4.2.7.1.4.2. **METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS**

Une méthodologie a été élaborée pour Monaco. Ainsi, on suppose que l'intégralité du N<sub>2</sub>O contenu dans les boîtiers est émise dans l'atmosphère. La consommation de N<sub>2</sub>O totale a été calculée à partir d'une estimation du nombre d'aérosols alimentaires vendus (obtenu par un ratio de population France métropolitaine/Monaco et de données complémentaires transmises par le CFA (Comité Français des Aérosols)).

Un taux moyen de N<sub>2</sub>O 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.

La méthodologie a été appliquée sur l'ensemble de la série temporelle.

#### 4.2.7.1.4.3. **INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES**

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 20%.

L'incertitude spécifique au facteur d'émission a été estimée à 1%.

Les émissions ont pu être calculées sur toute la période.

#### 4.2.7.1.4.4. **ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE**

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

#### 4.2.7.1.4.5. **RECALCUL**

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

#### 4.2.7.1.4.6. **AMELIORATIONS**

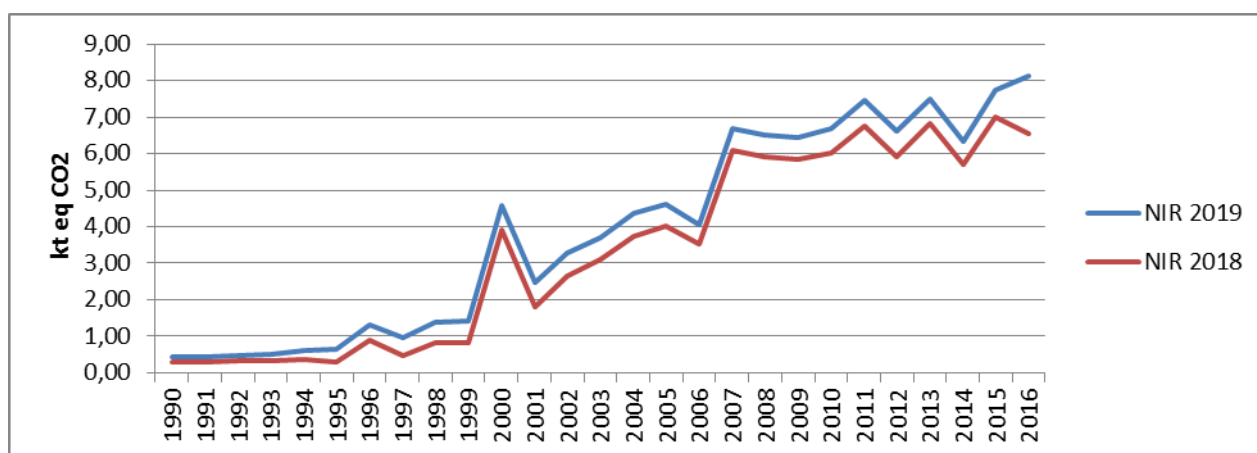
Aucune amélioration n'est prévue.

### 4.2.8. **Catégories sources 2H –Autres**

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

### 4.3. Recalcul du secteur 2

Le présent graphique présente l'effet des recalculs réalisés dans le cadre du NIR 2019 par rapport au NIR 2018 sur la série temporelle 1990-2016 du secteur 2 - Industrie.



La variation est présentée dans le tableau ci-dessous :

		NIR 2018	NIR 2019	% d'évolution de NIR 2018 à NIR 2019
Secteur 2	1990	0,28	0,44	56,3%
	2016	6,56	8,13	23,8%

## **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)

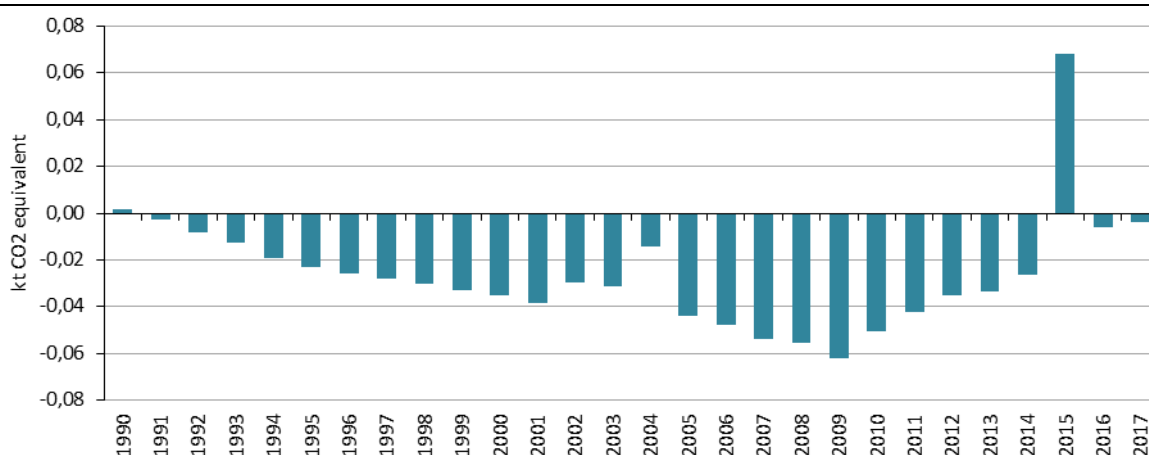
Les émissions et puits de carbone de ce secteur en 2017 sont présentés dans le tableau 4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur UTCATF, sont en 2017 de : **- 0,0039ktCO<sub>2</sub>eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,0016 ktCO<sub>2</sub> eq**

Soit une variation de : **-0,0055kt CO<sub>2</sub>eq**

### Evolution des émissions de GES du secteur UTCATF

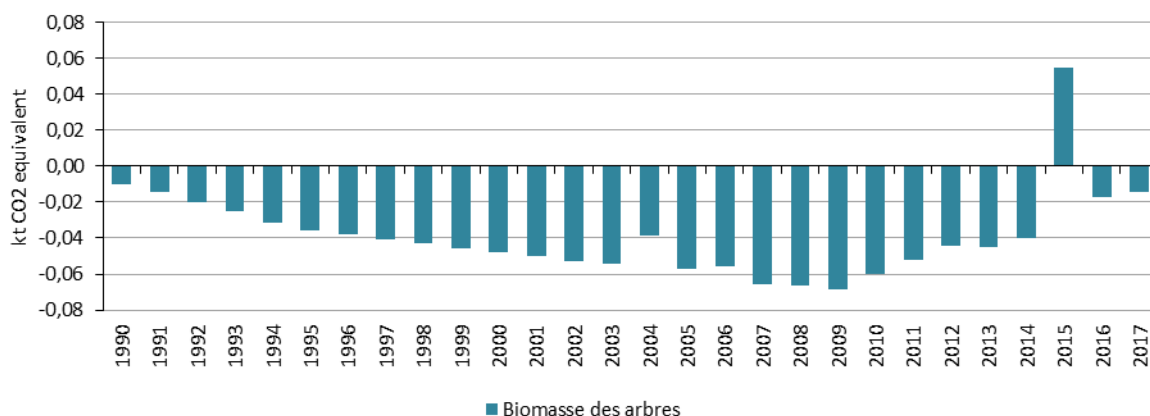


### 6.1. Caractéristiques générales

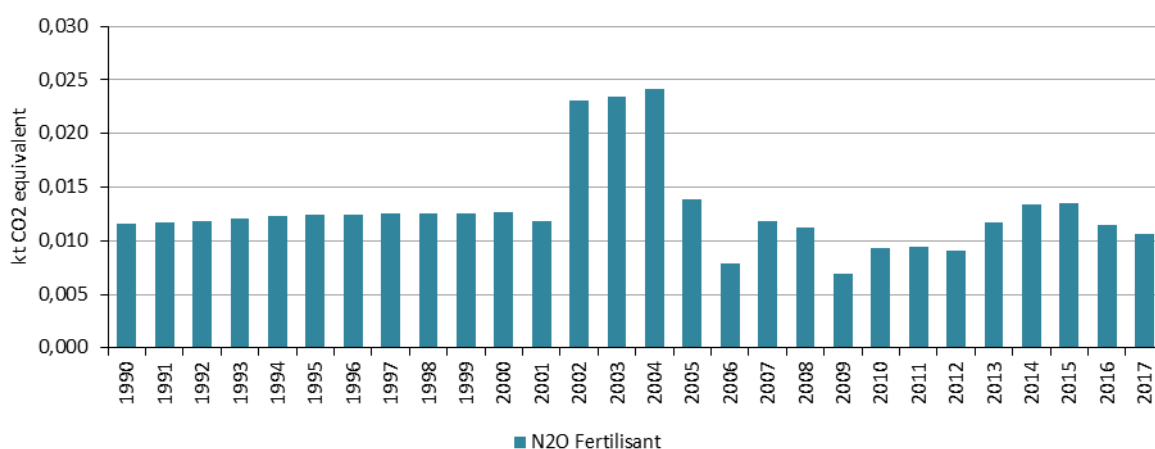
Le territoire de Monaco est intégralement inclus dans la catégorie établissements 4.E (settlements). Au sein de cette catégorie, deux sources d'émissions de GES et puits de carbone sont comptabilisés :

- **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 2017, une capture de 0,014 kt éqCO<sub>2</sub>.
- **Les émissions de N<sub>2</sub>O par l'utilisation de fertilisants dans les parcs et jardins (4.E.1 Direct N<sub>2</sub>O Emissions from N Inputs to Managed Soils - Inorganic N Fertilizers).**  
L'utilisation des engrais a représenté une émission de: 0,011 kt éqCO<sub>2</sub> en 2017.

### Evolution des émissions et capture de GES (CO<sub>2</sub>) par la variation de la biomasse active (Carbon stock Change)



#### Evolution des émissions de GES (N<sub>2</sub>O) du secteur par l'utilisation des engrais – (Inorganic N Fertilizers)



Selon les méthodologies de calcul utilisées, 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 26,72 en 2017. Selon la méthodologie employée, cette perte de surface a eu pour conséquence une évolution de la catégorie de puits de carbone à source d'émissions pour l'année 2015 (0.07ktCO<sub>2</sub>eq).

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 ktCO<sub>2</sub>eq et 0,014kt CO<sub>2</sub>eq.

### 6.1.1. Définitions et système de classification d'utilisation des terres

Les six principales catégories de l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresteries (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, publics et privés.

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

## 6.1.2. Etablissements cat 4E.

### 6.1.2.1.1. 4.E.1- VARIATION DU STOCK DE CARBONE

#### 6.1.2.1.1.1. DESCRIPTION DE LA CATEGORIE

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 du GIEC.

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 2017 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 2017.

#### **Autre établissement**

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

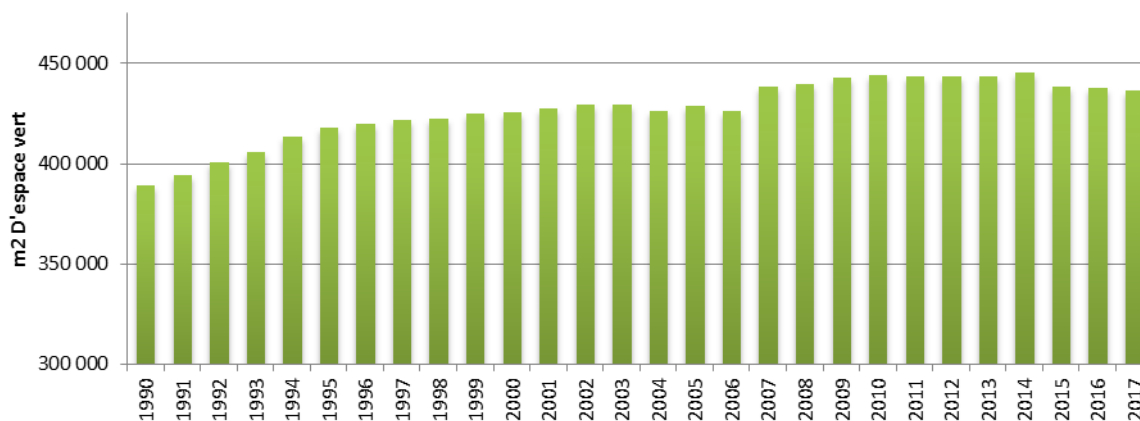
L'absorption de CO<sub>2</sub> résultant de ces surfaces, comme la croissance du gazon et des pelouses des parcs et des jardins publics de Monaco, n'a pas été prise en compte dans le bilan du secteur UTCATF. En effet, la croissance de l'herbe est soumise à un cycle infra-annuel et elle est compensée 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.

#### 6.1.2.1.1.2. 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 2017.



	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
2017	267 216	169 157	436 373	-1 130

Les variations de surfaces de Jardin sont données par la Direction de l'aménagement Urbain à partir de relevés topographiques réalisés ou compilés 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.

Ci-dessous, le plan topographique de Monaco comprenant les délimitations du territoire, les bâtiments, infrastructures et voiries.

---

#### Plan topographique General de Monaco (Geomonaco®)

---

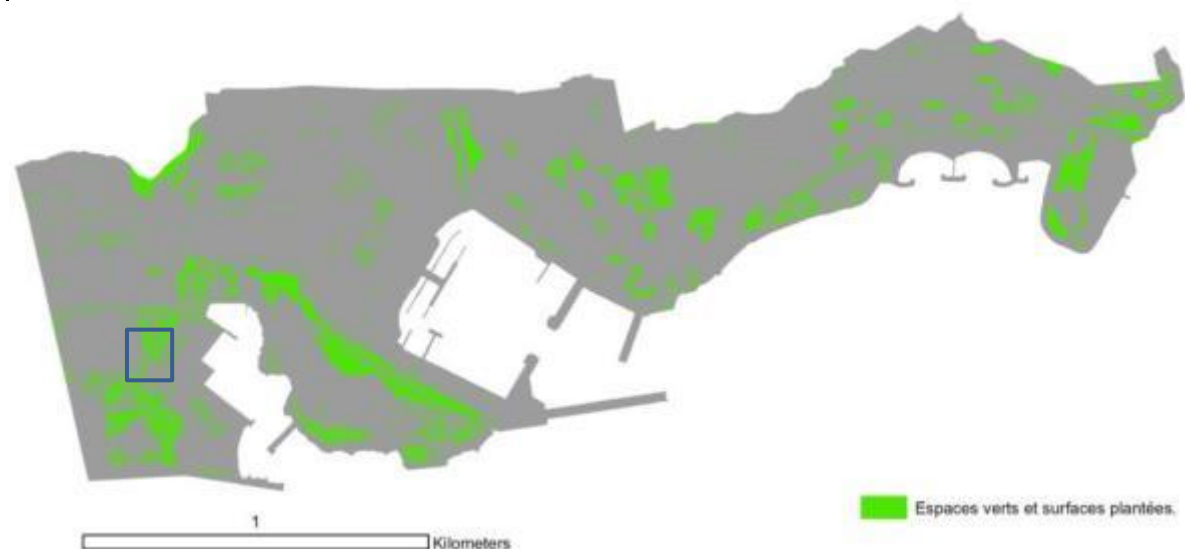


Une représentation géographique des espaces verts est proposée ci-dessous pour l'année 2012.

---

#### Cartographie des espaces verts de Monaco (DAU 2012)

---





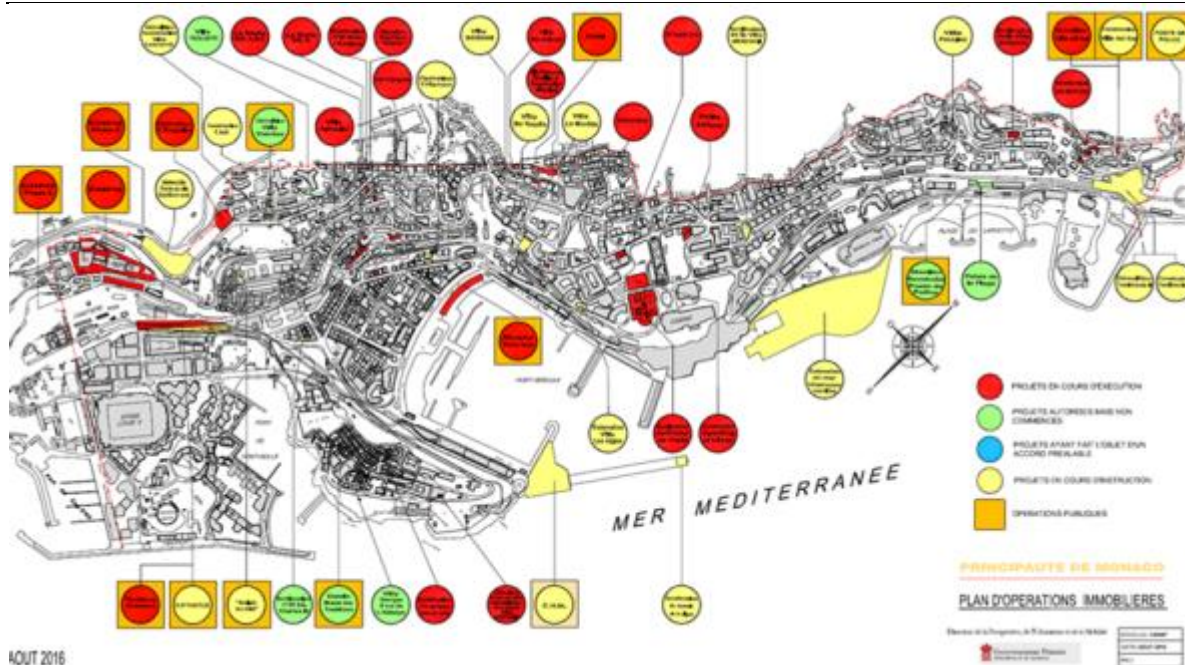
Un détail des données et des informations est présenté dans les extraits suivants sur la zone de Fontvieille. Photographie arienne et plan topographique avec les espaces verts (en vert).

#### 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 conduire à la création ou la perte d'espace vert.

#### Cartographie des opérations immobilières 2016



#### 6.1.2.1.1.3. PERTE DE BIOMASSE DUE A L'ELAGAGE ET A L'ELIMINATION DES DECHETS VERTS

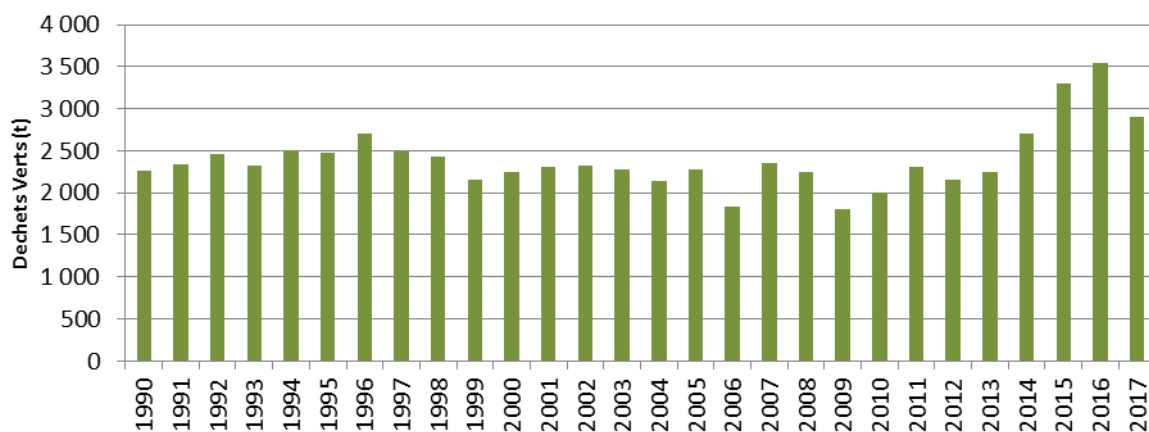
Les émissions liées à la perte biomasse relative à l'élagage des arbres sont comptabilisées au sein du secteur 1A1a Production. Les déchets verts issus de l'élagage participent à la valorisation énergétique des déchets pour la production de vapeur et d'électricité.

Les quantités de déchets verts incinérés sont de l'ordre de 3 000 tonnes par an observé ces dernières années. Les 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 peuvent également être constitués de matières non ligneuses, avec un cycle infra-annuel de pousse et de taille.

Pour ces raisons les tonnages relevés ne peuvent être corrélés à la perte de matières ligneuses liées à l'élagage des arbres sur les territoires.

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





#### 6.1.2.1.2. 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 N<sub>2</sub>O sont estimées à partir des quantités d'engrais utilisées, cette information est collectée annuellement par une enquête des gestionnaires de ces espaces verts.

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

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

Le principal gestionnaire d'espaces verts privés :

- 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.

2017	Quantités d'engrais (t)	teneur en azote (%N)	Quantités d'azote (tN)
DAU	5	7	0,35
DAU	24	4	0,96
DAU	17,1	3	0,513
Mairie	0,05	7	0,0035
Mairie	0,15	5	0,0075
Mairie	0,95	1,3	0,01235
Mairie	0,025	5	0,00125
Mairie	0,02	10	0,002
Mairie	0,01	16	0,0016
Mairie	0,08	16,2	0,01296
SBM	0,175	15	0,02625
SBM	0,25	16	0,04
SBM	0,375	2	0,0075
SBM	1,675	7	0,11725
<b>Total</b>	<b>49,86</b>		<b>2,05516</b>

## 6.2. Méthodologies d'estimation des émissions

### 6.2.1. 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 Volume 4 chapitre 8 établissement des lignes directrices du GIEC ce qui correspond à une méthode de niveau 2a :

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} ST_{ij} * CVT_{ij}$$

$\Delta C_G$  = accumulation annuelle de carbone due aux gains de biomasse des établissements restants établissements, tonnes C an<sup>-1</sup>

$ST_{ij}$  = 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)<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

Cette équation 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) [LU SRS R2] 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 représentation 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 précis, il a été pris pour hypothèse que la demi-sphère (Volume =  $\frac{4}{3} \times \frac{\pi}{2} \times R^3$ ) 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), sont supposées constantes 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	286 926
2017	159,4	41,134	286 185

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
<b>1990</b>	9 377	9 377	<b>2004</b>	-759	51 281
<b>1991</b>	4 147	13 524	<b>2005</b>	2 749	54 031
<b>1992</b>	5 421	18 945	<b>2006</b>	-94	54 031
<b>1993</b>	4 433	23 378	<b>2007</b>	7 784	61 815
<b>1994</b>	5 947	29 325	<b>2008</b>	853	62 667
<b>1995</b>	4 157	33 483	<b>2009</b>	2 065	64 732
<b>1996</b>	2 364	35 847	<b>2010</b>	728	56 083
<b>1997</b>	2 432	38 278	<b>2011</b>	-158	51 936
<b>1998</b>	1 891	40 169	<b>2012</b>	-243	46 515
<b>1999</b>	2 755	42 924	<b>2013</b>	285	42 367
<b>2000</b>	1 964	44 888	<b>2014</b>	961	37 380
<b>2001</b>	2 266	47 154	<b>2015</b>	-4 225	33 223
<b>2002</b>	2 526	49 680	<b>2016</b>	-733	30 859
<b>2003</b>	1 601	51 281	<b>2017</b>	-741	28 427

## 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)
<b>1990</b>	2,7	0	-10,0	0	<b>2004</b>	14,9	-4,4	-54,5	16,1
<b>1991</b>	3,9	0	-14,4	0	<b>2005</b>	15,7	0,0	-57,5	0,0
<b>1992</b>	5,5	0	-20,1	0	<b>2006</b>	15,7	-0,5	-57,5	2,0
<b>1993</b>	6,8	0	-24,9	0	<b>2007</b>	17,9	0	-65,7	0
<b>1994</b>	8,5	0	-31,2	0	<b>2008</b>	18,2	0	-66,6	0
<b>1995</b>	9,7	0	-35,6	0	<b>2009</b>	18,8	0	-68,8	0
<b>1996</b>	10,4	0	-38,1	0	<b>2010</b>	16,3	0	-59,6	0
<b>1997</b>	11,1	0	-40,7	0	<b>2011</b>	15,1	-0,9	-55,2	3,4
<b>1998</b>	11,6	0	-42,7	0	<b>2012</b>	13,5	-1,4	-49,5	5,2
<b>1999</b>	12,4	0	-45,6	0	<b>2013</b>	12,3	0,0	-45,0	0,0
<b>2000</b>	13,0	0	-47,7	0	<b>2014</b>	10,8	0,0	-39,7	0,0
<b>2001</b>	13,7	0	-50,1	0	<b>2015</b>	9,6	-24,5	-35,3	89,9
<b>2002</b>	14,4	0	-52,8	0	<b>2016</b>	8,9	-4,3	-32,8	15,6
<b>2003</b>	14,9	0	-54,5	0	<b>2017</b>	8,2	-4,3	-30,2	15,8

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

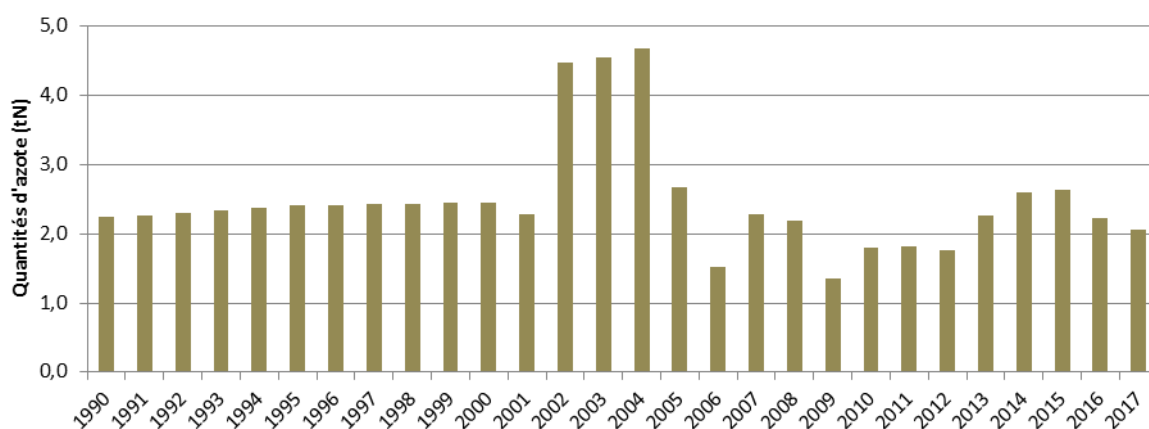
### Méthodologie

Les quantités de fertilisants et leur teneur en azote sont fournies 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 utilisé est présentée 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 [LU N2O R3], pour laquelle seule la contribution des fertilisants minéraux est prise en compte.

$$N_2O_{Direct} - N = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i * FE_{li} + (F_{RR} + F_{MOS}) * FE_l + N_2O - N_{SO} + N_2O - N_{ppp}$$

FE1i = 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 entées 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 appliqués à l'équation 11.2 du GIEC

FSN = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	Nul sur la période
FE1 = facteur d'émissions des émissions de N <sub>2</sub> O dues aux entrées de N, kg N <sub>2</sub> O-N (kg entrées de N) <sup>-1</sup> (tableau 11.1)	0.01 (0.003-0.03)[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup>
N <sub>2</sub> O-NSO = émissions annuelles directes de N <sub>2</sub> O-N imputables aux sols organiques gérés, kg N <sub>2</sub> O-N an <sup>-1</sup>	Négligeable sur la période
N <sub>2</sub> O-NPPP = émissions annuelles directes de N <sub>2</sub> O-N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N <sub>2</sub> O-N an <sup>-1</sup>	Nul sur la période

## Emission indirectes

Les émissions indirectes liées à la volatilisation sont estimées grâce à l'équation 11.9 du volume 4 chapitre 8 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 <sup>-1</sup>	Donnée d'activité annuelle
FracGAZ E = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH <sub>3</sub> et de NO <sub>x</sub> , kg N volatilisé (kg de N appliqué) <sup>-1</sup> (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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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 <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N appliqué ou déposé) <sup>-1</sup>	0.2
FE4 = facteur d'émissions des émissions de N <sub>2</sub> O dues au dépôt atmosphérique de N [volatilisation et redépôt de N], kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilisé)	0.01

La conversion des émissions de N<sub>2</sub>O-N en émissions de N<sub>2</sub>O, 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 <sub>2</sub> O Em directes (t)	N <sub>2</sub> OEm indirectes (t)	N <sub>2</sub> O total (t)	N <sub>2</sub> O total (kt CO <sub>2</sub> 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
2017	2 055	0,032	0,003	0,032	0,011



### 6.2.3. Produit ligneux récolté - Catégorie 4G

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 les estimations restent très difficiles à réaliser en absence de données sur les importations et exportations de produits ligneux autres que ceux relevés dans le cadre de la gestion des déchets.

En outre, Monaco n'est pas importateur ou exportateur majeur de bois. Aussi, il est peu probable que cette catégorie influe de manière significative les émissions et absorptions apportées.

Les clés de notation NO –NA ont été conservées pour cette catégorie.

### **6.3. Incertitudes et cohérence des séries temporelles**

Une réévaluation des incertitudes a été conduite dans le cadre de l'établissement de ce rapport.

Pour le stock de carbone une incertitude de 30% est appliquée aux données d'activité compte tenu des incertitudes liées la méthode d'estimation de la surface de houppier.

Une incertitude de 25 % est appliquée au facteur d'émissions et stockage de carbone à partir des différences de FE observées au sein des lignes directrices [LU N2O R3].

Pour le N<sub>2</sub>O, les quantités d'azote inventoriées sont bien renseignées et une erreur de 5% est appliquée pour la donnée d'activité. Un facteur d'incertitude de 128 % est utilisé pour le facteur d'émissions correspondant à la somme des incertitudes des paramètres liées aux facteurs d'émission.

Les séries chronologiques pour les terres cultivées sont considérées comme consistantes, elles sont calculées en se fondant sur des méthodes cohérentes et des bases de données homogènes.

### **6.4. Assurance qualité et contrôle qualité spécifique à la catégorie**

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

### **6.5. Recalcul**

Il n'y a pas eu d'évolution de méthodologique, aussi aucun recalcul n'a été conduit.

### **6.6. Amélioration**

#### **6.6.1. 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 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.

#### **6.6.2. 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.

## 7. DECHETS (Secteur 5 du CRF)

Les émissions et puits de carbone du secteur des déchets en 2017 sont présentés dans le tableau 5 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur déchets, sont en 2017 de : **2,21 kt CO<sub>2</sub>eq**

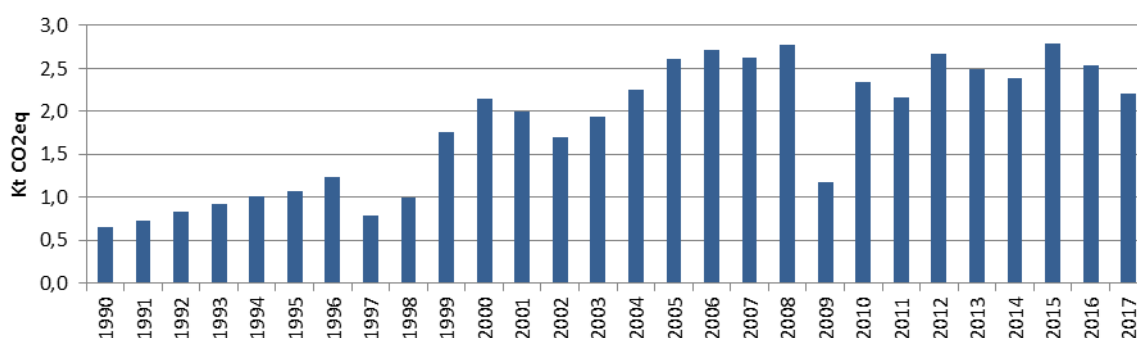
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculées sont de : **0,65 ktCO<sub>2</sub>eq**

Soit une variation de : **+ 242 % (+ 1.57kt CO<sub>2</sub>eq)**

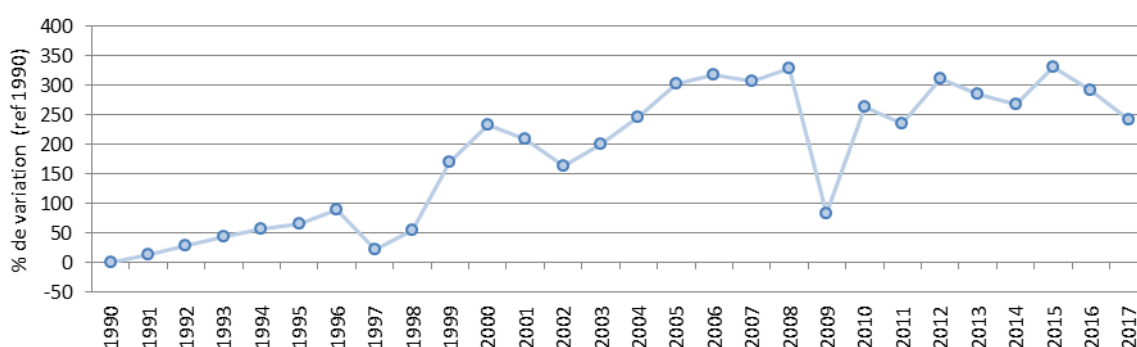
Les émissions du secteur des déchets représentent : 2,58 % des émissions globales en 2017

Les émissions du secteur des déchets représentent : 0,64 % des émissions globales en 1990

### Evolution des émissions de GES du secteur des déchets entre 1990 et 2017



### 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 en 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 et 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 3.3 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].

En outre, Monaco étant une zone urbaine dense, les feux ouverts y sont interdits sur l'ensemble du territoire.

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 CH<sub>4</sub> de la catégorie 1.2.4. Traitement des eaux résiduaires (5.D.1) constitue une catégorie source clé d'émissions pour l'inventaire 2019.

#### **7.4.1. Description de la catégorie source**

Monaco, au sein d'un bassin hydrologique de 11 km<sup>2</sup>, 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 Domestic wastewater 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 Industrial Wastewater, pour laquelle la clé de notation IE est utilisée.

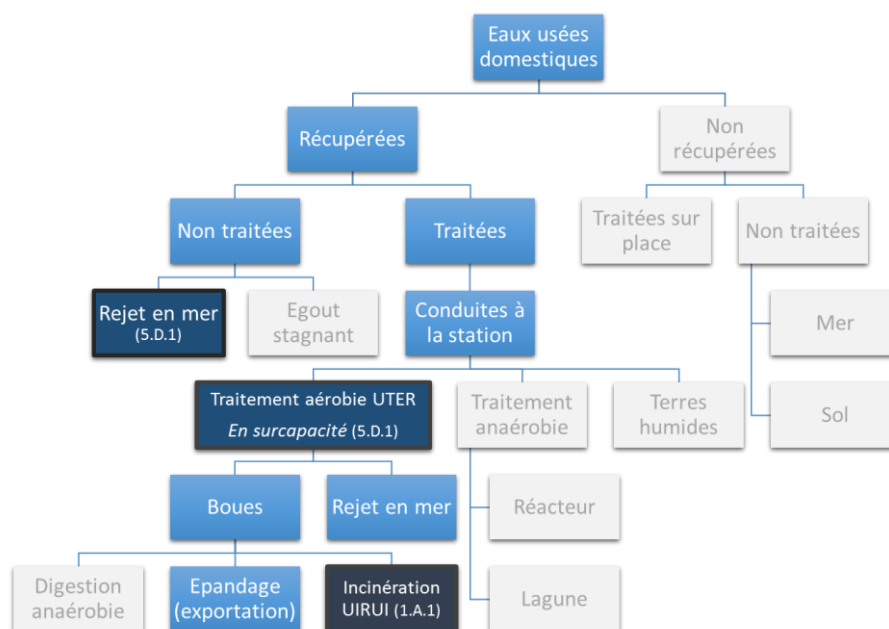
Les eaux résiduaires collectées sont traitées par l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER). Cette station d'épuration met en œuvre un traitement par voie aérobie. Les eaux traitées sont rejetées en mer par l'émissaire principal dont le point de rejet se situe à une distance de 800 mètres de la côte et par 100 mètres de profondeur. En cas d'arrêt de l'usine de traitement, des eaux non traitées peuvent également être rejetées en mer.

L'UTER a une capacité hydraulique maximale de 31 000 m<sup>3</sup>/jour et de 1800 m<sup>3</sup>/heure pour à une capacité d'épuration maximale de 80 000 à 100 000 Equivalents Habitants (EH).

Les émissions de NMVOC sont basées sur les volumes d'eau résiduaires traitées.

Les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O restent dépendantes des volumes rejetés directement en mer ou traitées. Dans ce dernier cas, la qualité du fonctionnement de l'usine intervient également sur les niveaux d'émission de CH<sub>4</sub>.

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 CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O (bleu foncé) sont comptabilisées, ainsi que les émissions liées à l'incinération des boues extraites des eaux résiduaires comptabilisées au sein de la catégorie 1A1a.



#### **7.4.1.1. Traitement aérobie des eaux par l'UTER (a)**

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).

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.

Le traitement aérobie en mode de fonctionnement optimal ne génère pas d'émissions de  $\text{CH}_4$ . Seul un fonctionnement dégradé de la station (charge de  $\text{DBO}_5$  supérieure à la capacité de traitement) peut créer des conditions d'anaérobiose qui peuvent provoquer la formation de  $\text{CH}_4$ .

Ainsi, dans les estimations des émissions de  $\text{CH}_4$ , la capacité de traitement de l'usine UTER est 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 conséquemment à 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 lignes directrices du GIEC2006, cette situation est identifiée comme pouvant générer des émissions de  $\text{CH}_4$ , cas des stations d'épuration centralisées mal gérées ou en surcharge.

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 limitée au regard des charges polluantes à traiter.

La construction d'une nouvelle station de traitement est initiée en 2018 pour être opérationnelle à l'horizon 2020.

#### **7.4.1.2. Rejets en mer d'eaux non traitées (b)**

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  $\text{CH}_4$  sont également estimées en considérant un risque d'anaérobiose dans le milieu récepteur pouvant provoquer l'émission de  $\text{CH}_4$ .

Les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  sont également basées sur les volumes non traités et les caractéristiques des eaux résiduaires brutes.

### **7.4.2. Méthode d'estimation des émissions**

Les émissions pour la catégorie 5.D.1 « Domestic wastewater » sont estimées pour le  $\text{CH}_4$ , le  $\text{N}_2\text{O}$ , ainsi que pour des COVNM.

Les méthodes de calcul utilisées pour cette catégorie sont de Tier 1 « T1 », avec un facteur d'émission « CS » pour le  $\text{CH}_4$ , « D » pour le  $\text{N}_2\text{O}$  et « D » pour les COVNM.

#### 7.4.2.1. Emissions de méthane (CH<sub>4</sub>)

Les émissions de méthane CH<sub>4</sub> 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 aux rejets en mer d'eau non traitées.
- aux émissions liées au traitement des eaux (station aérobie en surcapacité),

Les émissions totales de CH<sub>4</sub> sont ainsi calculées :

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

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 CH<sub>4</sub> 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<sub>i</sub> : fraction de population par groupe de revenus i

T<sub>i</sub> : degré d'utilisation du système de traitement pour chaque fraction de groupe par revenus i

EF<sub>j</sub> : Facteur d'émission de CH<sub>4</sub> du type de traitement/rejet j (kg CH<sub>4</sub>/kg DBO<sub>5</sub>)

TOW<sub>j</sub> : Charge organique du type de traitement/rejet j (kg DBO<sub>5</sub>/an)

S<sub>j</sub> : charge organique dans les boues extraites du type de traitement/rejet j (kg DBO<sub>5</sub>/an)

R<sub>j</sub> : CH<sub>4</sub> capté sur le du type de traitement/rejet j

Paramètres utilisés dans l'équation générale 6.1 :

Paramètres	Valeur retenue	Unités	Références	Commentaire
TOW (a)	Donnée d'activité	Kg/BOD <sub>5</sub> /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée à partir des charges en DBO <sub>5</sub> et la proportion avec traitement aérobie (B)
TOW (b)	Donnée d'activité	Kg/BOD <sub>5</sub> /an	(CS) spécifique au pays	Variable annuelle calculée à partir des charges en DBO <sub>5</sub> et la proportion d'eau rejetée sans traitement (A)
S <sub>A</sub>	0	Kg/BOD <sub>5</sub> /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 <sub>B</sub>	Donnée d'activité	Kg/BOD <sub>5</sub> /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 <sub>j</sub>	0	Kg/CH <sub>4</sub> /an	(CS) Spécifique au pays	Il n'est pas estimé de captage de CH <sub>4</sub> pour les rejets directs en mer (a) et le traitement par voie aérobie (b).
U <sub>i</sub>	1		(CS) Spécifique au pays	Une seule classe de population est identifiée à Monaco, de type urbain
T <sub>i,j</sub>	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 CH<sub>4</sub> pour chaque voie ou système de traitement des eaux résiduaires domestique):

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

EF<sub>j</sub> = facteur d'émission, kg CH<sub>4</sub>/kg BOD  
j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination  
B<sub>o</sub> = capacité maximale de production de CH<sub>4</sub>, kg CH<sub>4</sub>/kg BOD  
MCF<sub>j</sub> = coefficient de correction du méthane (fraction), voir Tableau 6.3.

Paramètres dans l'équation générale 6.2 modifiée :

Paramètres	Valeur	Unités	Références
B <sub>o</sub>	0.6	KgCH <sub>4</sub> /kgBOD	Tableau 6.2 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC (D) Valeur par défaut
MCF (a)	Selon la donnée d'activité		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC. MCF variable suivant le fonctionnement normal ou surchargé de l'usine de traitement UTER MCF <sub>b</sub> = 0 si le fonctionnement est optimal/ MCF <sub>b</sub> = 0.3 si le fonctionnement est en surcapacité (CS) Spécifique au pays
MCF (b)	0.1		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC (untreated system- sea, river and lake discharge) (D) Valeur par défaut

#### 7.4.2.2. Emissions d'Oxyde Nitreux (N<sub>2</sub>O)

Les émissions de N<sub>2</sub>O lors des rejets des eaux usées (traitées et non traitées), en kg N<sub>2</sub>O/an sont estimées grâce à l'équation 6.7 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC.

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

N<sub>2O Emissions</sub> = Emissions de N<sub>2</sub>O dans l'année d'inventaire, N<sub>2</sub>O kg/an

N<sub>EFFLUENT</sub> = azote présent dans l'effluent et qui est rejeté dans des milieux aquatiques, N kg/an

EF<sub>EFFLUENT</sub> = facteur d'émission pour les émissions de N<sub>2</sub>O d'eaux usées rejetées, N<sub>2</sub>O - N kg/kg N

44/28 est la conversion de N<sub>2</sub>O -N kg en N<sub>2</sub>O kg.

#### N<sub>effluents</sub>

Les quantités d'azote au sein de l'effluent sont estimées à partir des données d'auto surveillance de la station qui procède à une analyse des teneurs en azote en entrée de station (eau brutes), et en sortie de station (eau épurée).

Après traitement statistique, les analyses d'azote (plus de vingt prélèvements disponibles depuis 2007) donnent comme concentration moyenne des effluents :

Paramètres	Valeurs retenue	Unités	Références
N <sub>Effluent</sub>	47.8	mg N2O-N l	Concentration en Azote N <sub>2</sub> O dans les eaux résiduaire brutes (eau non traitée) CS
N <sub>Effluent</sub>	34.7	mg N2O-N l	Concentration en Azote N <sub>2</sub> O dans les eaux résiduaire épurées (eau traitée) CS



**EF<sub>effluents</sub>**

Le facteur d'émission EF<sub>effluents</sub> est donné par le tableau 6.11

Paramètres	Valeurs retenues	Unités	Références
EF <sub>Effluent</sub>	0,005	N2O-N kg/kg N	facteur d'émission pour les émissions de N <sub>2</sub> O issues d'eaux usées rejetées (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC). D) Valeur par défaut

#### 7.4.2.3. Paramètres complémentaires de rapportage de la catégorie

les paramètres suivants sont également reporté au sein du CRF :

Paramètres	Valeurs retenues	Unités	Références
P	Données d'activité	N	population nationale dans l'année d'inventaire (CS) spécifique au pays
Protéine	30,1125	kg/personne/an	Valeur fournie par les services sanitaires et sociaux, sur la base du rapport INCA2 de l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) (CS) Spécifique au pays
F <sub>NPR</sub>	0,16	Facteur	fraction d'azote dans la protéine (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC). (D) Valeur par défaut
F <sub>NON-CON</sub>	1.10	Facteur	fraction d'ajustement d'azote non consommé (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC). (D) Valeur par défaut
F <sub>IND-CON</sub>	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 du GIEC) (D) Valeur par défaut

#### 7.4.2.4. 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<sub>Emissions</sub> = Emissions de composé organique volatil non méthanique dans l'année d'inventaire, kg/an

V<sub>EFFLUENT</sub> = volume d'effluent traité dans l'année (m<sup>3</sup>)

EF<sub>EFFLUENT</sub> = facteur d'émission pour les émissions de COVNM d'eaux usées traitées (mg/m<sup>3</sup>).

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

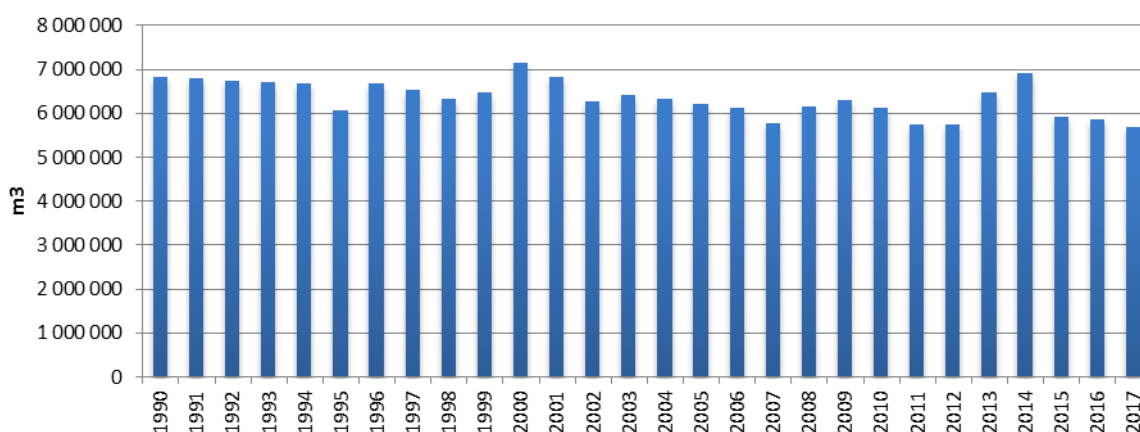
### 7.4.3. Données d'activités

#### 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'activité 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 en continu des volumes par débitmètre, mesures journalières des caractéristiques physicochimiques des eaux (DBO, DCO, MES).

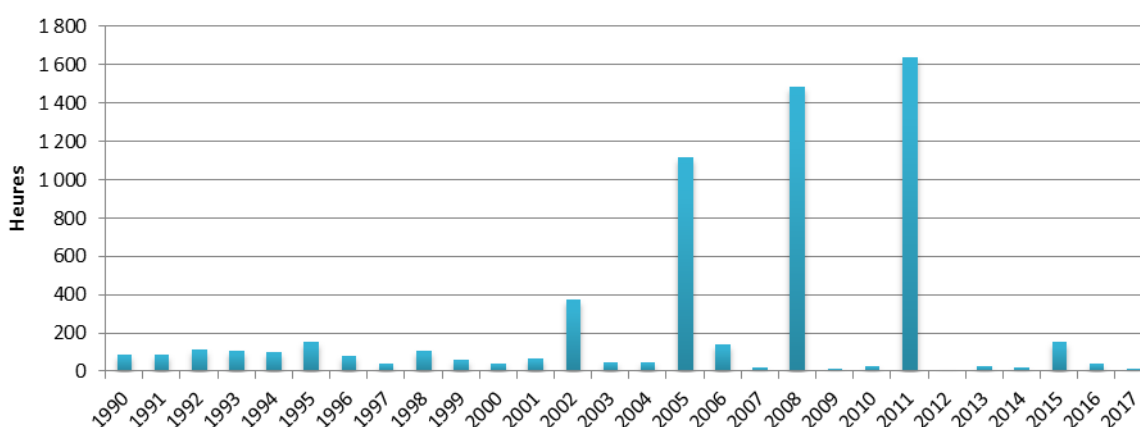
#### Données d'activités – Rejets annuels d'eaux résiduaires.



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'estimation des émissions 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.

#### Données d'activités – Temps d'arrêt de la station en heures



Les différents volumes de rejet sont donnés par l'équation suivante :

$$Volum\text{es}_{\text{rejet direct}} (m^3/an) = Volume_{\text{moyen horaire}} (m^3/h) * N_{\text{heure d'arrêt de la station}} (h/an)$$

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.

Les parts d'eau traitée et non traitée vont influencer sur le calcul des émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O :

Les volumes d'eau traitée et les volumes rejetés directement en mer (MCF variable ; MCF=0.1)

Les volumes d'eau traitée et les volumes d'eau non traitée rejetés directement en mer (N<sub>2</sub>O=34.7 mg/l ; N<sub>2</sub>O=47.8 mg/l)

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

##### 7.4.3.2.1. DBO5 ANNUELLE

La quantité de DBO<sub>5</sub> annuelle des eaux traitées (TOWb) et des eaux usées non traitées (TOWa) est déterminée à partir des volumes journaliers d'eaux résiduaires multipliés par la concentration journalière en DBO<sub>5</sub> donnée par les analyses de surveillance de la station d'épuration UTER

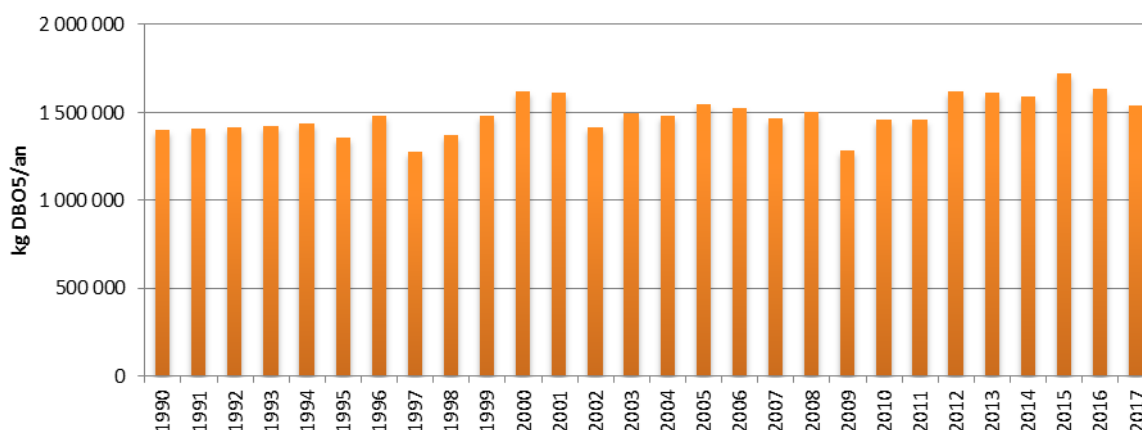
$$DBO_5 (kg/DBO_5/an) = \sum_{N \text{ jours an}} C_n DBO_5 (mg/l) * V_n (m^3/j) / 10^6$$

DBO<sub>5</sub> (kg/DBO<sub>5</sub>/an) = masse annuelles de DBO<sub>5</sub> en kg

C<sub>n</sub>DBO<sub>5</sub> (mg/l)= concentration journalières en DBO<sub>5</sub> des effluents issu de l'auto surveillance de l'UTER

V<sub>n</sub> (m<sup>3</sup>/j) = volumes journalier des eaux traitées.

#### Charge DBO5 annuelle– TOW (kg DBO5 an)

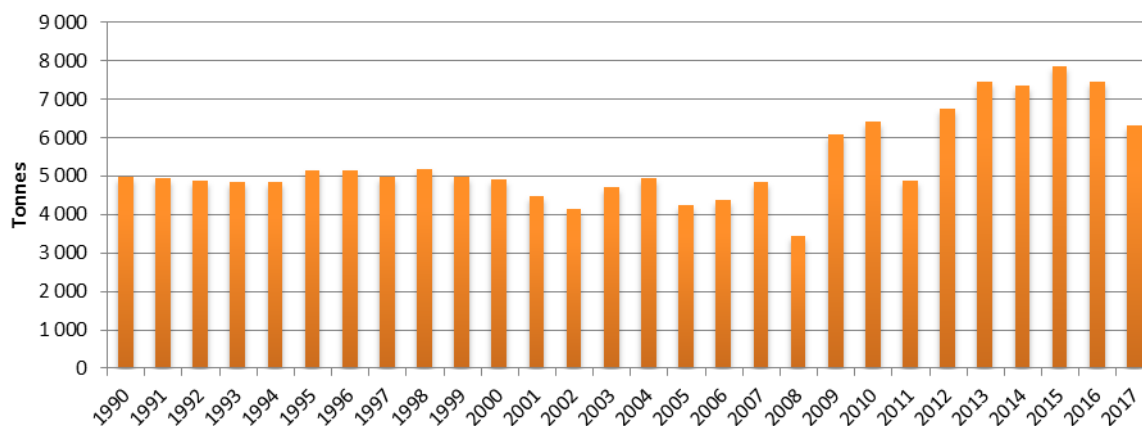


La répartition TOWa et TOWb se fait en fonction de la proportion annuelle des temps d'arrêt de la station

## 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 intervenu après 2008.

### Boues extraites des eaux résiduaires



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 DU FACTEUR DE CORRECTION DU METHANE (MCF- A)

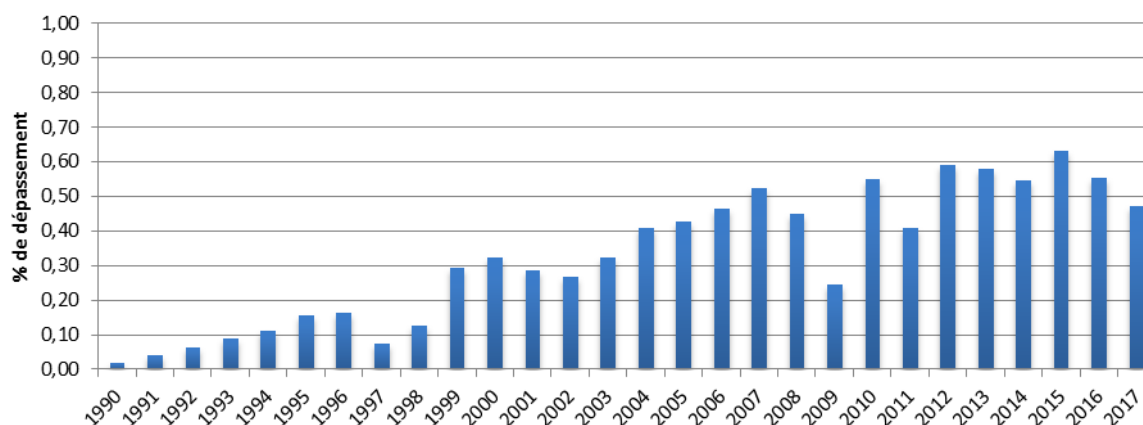
La fraction d'eaux résiduaires se dégradant par un procédé anaérobie est considérée comme très faible, voire nulle pour les systèmes de traitement aérobies bien gérés.

Cependant, l'usine de traitement UTER étant en sur-capacité de traitement ponctuellement sur l'année, des émissions de  $CH_4$  par les installations ont été calculées. Ce calcul est basé sur les données journalières de surveillance de la station (Volumes, Demande Biologique en Oxygène  $DBO_5$ ) et de la capacité de traitement des charges par l'UTER.

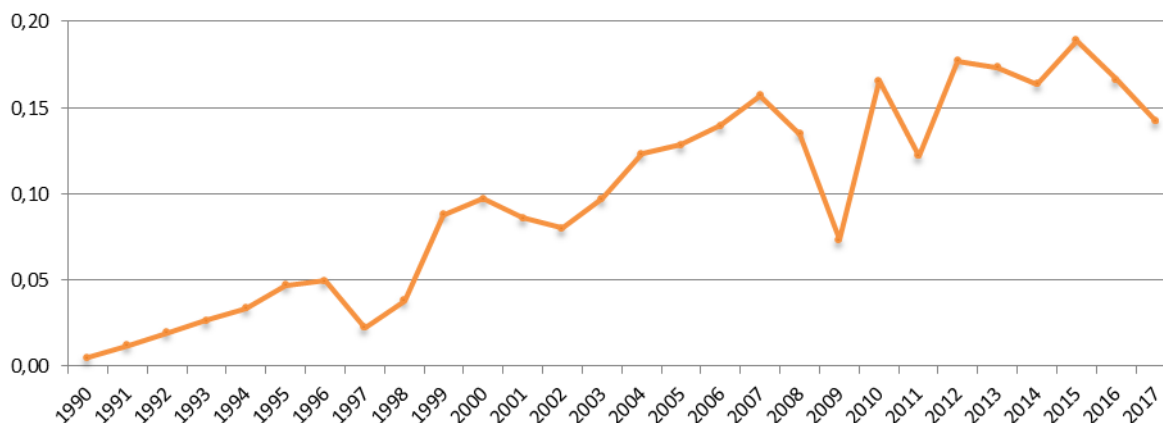
- Dans le cas où les caractéristiques des eaux en entrée de station respectent les capacités de traitement de la station, un facteur MCF journalier par défaut de 0 est appliqué (Volume 5, Chapitre 6, table 6.3 – stations aérobies bien gérées des Lignes Directrices du GIEC).
- Dans le cas où les caractéristiques 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).

$$MCF_a = 0,3 * \%_{\text{annuel de dépassement des conditions nominales}}$$

#### Données d'activité – % du temps annuel de dépassement conditions nominales de traitement de la DBO<sub>5</sub>.



#### Données d'activité – Variation du MCF<sub>a</sub>



### 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

Pour l'inventaire 2019, plusieurs travaux spécifiques ont été entrepris notamment dans le cadre plus général du renforcement de l'organisation des données et des processus d'établissement des inventaires.

Parmi les travaux qui ont été réalisés :

- Création de fichier de calcul de prétraitement.

Les données permettant l'estimation des émissions issues de différentes bases de données ont été regroupées dans des fichiers de calculs simplifiant le flux de données. Des ajustements ont été conduits sur les données sources et sont toujours en cours concernant la consolidation des chiffres utilisés à partir des bases de données.

- Recherche des données et développement des calculs utilisant les données d'auto surveillance pour la concentration en azote  $N_{\text{effluent}}$

Des recherches ont été effectuées sur les analyses conduites pour la surveillance de la station UTER, afin de déterminer les concentrations moyennes des effluents bruts et traités en  $N_2O$ . Les données spécifiques au pays doivent contribuer à l'amélioration de l'estimation des émissions de cette catégorie.

- Création d'un nouvel outil de calcul pour l'estimation des émissions  $CH_4$ ,  $N_2O$ , et NMVOC.

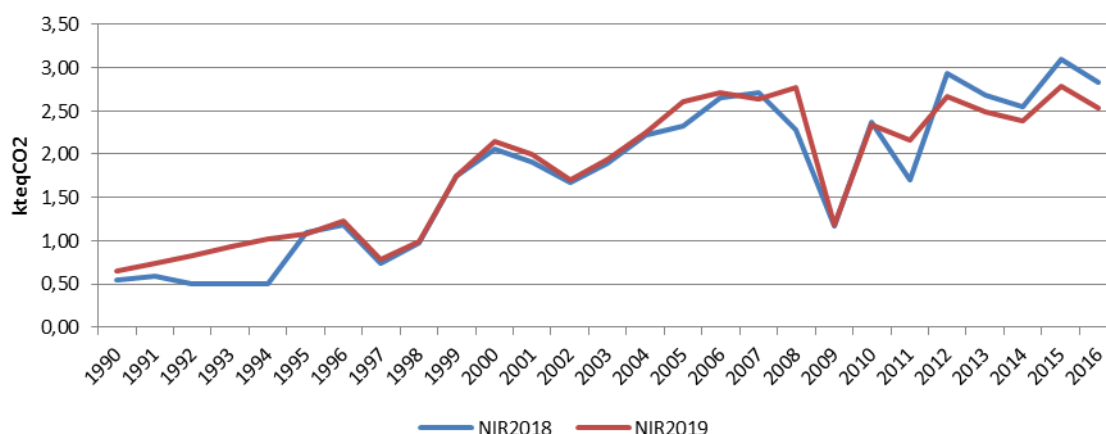
La création de nouveaux processus de gestion des données, la modification des données d'entrées pour l'estimation des émissions de  $N_2O$  et l'adoption de nouveaux formats des feuilles de calculs a conduit à la création d'une nouvelle feuille de calculs pour l'estimation des émissions du secteur.

## 7.8. Recalculs

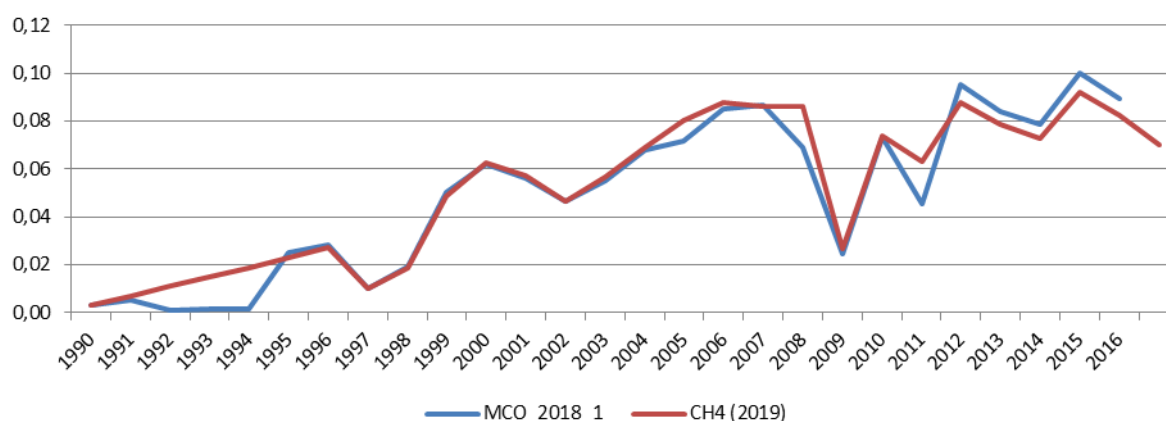
Les améliorations conduites (Contrôle qualité -Assurance Qualité spécifique) dans le cadre de l'inventaire 2019 on conduit au recalcul de l'ensemble de la série temporelle.

Les résultats sont présentés ci-dessous.

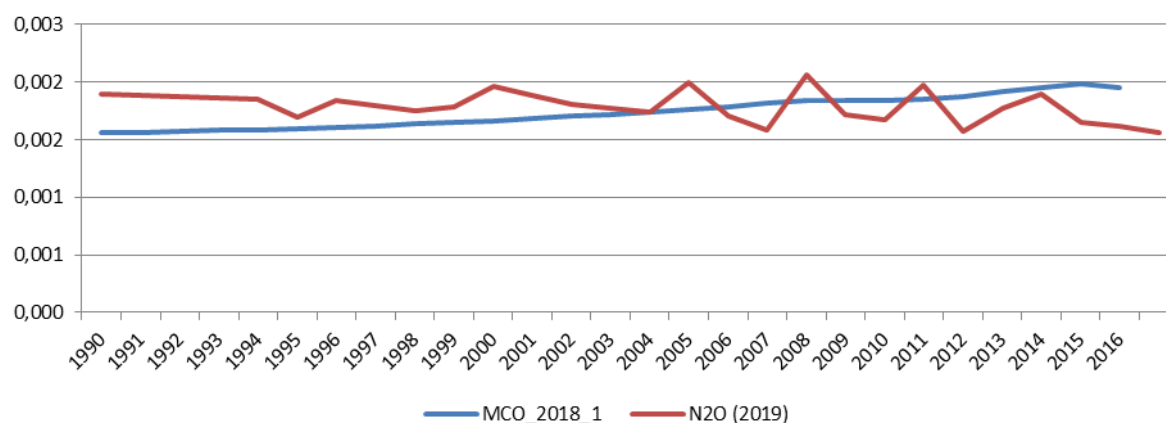
Recalcul des émissions GES (kt<sub>eq</sub> CO<sub>2</sub>)



Recalcul des émissions CH<sub>4</sub> (kt)



Recalcul des émissions N<sub>2</sub>O (kt)



## 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 ( $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$ ). Ces travaux visent en particulier le  $\text{CH}_4$ :

- 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.



## **8. AUTRES SECTEURS**

Aucun autre secteur d'émissions n'a été déterminé.

## **9. EMISSIONS INDIRECTES DE CO<sub>2</sub> ET D'OXYDES NITREUX**

Au sein de ce chapitre sont reportées les émissions indirectes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère issues 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 2019

La partie relative à l'approche de référence a été modifiée et intègre notamment une comparaison avec l'approche sectorielle.

Les émissions relatives à la consommation de paraffine et de gazole non routier ont été estimées.

#### Modifications méthodologiques apportées au NIR 2019

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

- La caractérisation des déchets réalisée en 2016 et 2017 à Monaco a été intégrée afin de discrétiser les volumes de déchets incinérés ;
- Certains facteurs d'émissions ont été modifiés.

##### 1A2 Industrie Manufacturières et de la Construction

- La consommation de gazole non routier a été estimée depuis 2011 (date de mise sur le marché de ce carburant) et de 1990 à 2011 la part de fioul domestique consommé a été retranchée du 1A4.

##### 1A3a. Aviation nationale

- Corrections apportées sur les données d'activité.

##### 1A3b. Transport routier

- Des erreurs de calculs des émissions relatives à l'utilisation de lubrifiant ont été corrigées.

##### 1A3c. Navigation domestique

- L'enquête de terrain réalisée en 2016 permettant de déterminer la part de navigation domestique de la part de navigation internationale a été intégrée.
- Le facteur d'émission du CO<sub>2</sub> a été modifié.

##### 1A4 Autres secteur de l'énergie

- Les volumes de fioul domestique appliqués à la catégorie 1A2 pour la période 1990-2011 a été retranchée de cette catégorie.
- Les émissions liées à la consommation de gaz liquéfié ont été estimées.

#### Secteur des procédés industriels et utilisations d'autres produits

##### 2D –Produits non énergétiques des carburants

- 2D30 Les émissions liées à l'utilisation de solvants domestiques, de colles et de paraffines ont été estimées.

2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone

- 2F1f. Des erreurs sur les données d’activité en 2015 et 2016 ont été corrigées.

Secteur UTCATF

- néant

Secteur des déchets

- améliorations méthodologiques se basant sur les données mesurées

## 10.2. Recalculs - comparaison pour l'année de référence et 2016.

	NIR 2018	NIR 2019		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Année 1990	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
<b>Total (net emissions)<sup>(2)</sup></b>	99,70	101,43	1,72	1,70
<b>1. Energy</b>	98,87	100,34	1,46	1,46
A. Fuel combustion (sectoral approach)	97,10	98,56	1,46	1,48
1. Energy industries	18,01	17,78	-0,23	-1,32
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	2,80		
3. Transport	33,89	34,18	0,29	0,84
4. Other sectors	45,19	43,80	-1,39	-3,18
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
<b>2. Industrial Processes</b>	0,28	0,44	0,16	36,03
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,04	0,20	0,16	79,09
F. Product uses as ODS substitutes	NO,IE	NO,IE		
G. Other product manufacture and use	0,24	0,24	0,00	0,00
<b>3. Agriculture</b>	NO,NA	NO,NA		
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(2)</sup></b>	0,00	0,00	0,00	0,00
E. Settlements	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>5. Waste</b>	0,55	0,65	0,10	15,59
D. Waste water treatment and discharge	0,55	0,65	0,10	15,59
<b>Memo items:</b>				
<b>International bunkers</b>	6,64	6,83	0,19	2,79
Aviation	2,31	2,41	0,09	3,84
Navigation	4,32	4,42	0,10	2,23
<b>CO<sub>2</sub> emissions from biomass</b>	32,13	31,73	-0,41	-1,29
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>	99,70	101,42	1,72	1,70
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>	99,70	101,43	1,72	1,70

	NIR 2018	NIR 2019		
	Total	Total	Evolution des estimations	
Année 2016	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%
<b>Total (net emissions)<sup>(2)</sup></b>	78,61	87,61	9,00	10,27
<b>1. Energy</b>	69,23	76,95	7,72	10,03
A. Fuel combustion (sectoral approach)	68,66	76,38	7,72	10,11
1. Energy industries	20,78	23,34	2,57	10,99
2. Manufacturing industries and construction	NO,IE	4,64		
3. Transport	24,59	24,67	0,09	0,35
4. Other sectors	23,30	23,73	0,43	1,82
B. Fugitive emissions from fuels	0,57	0,57	0,00	0,00
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	0,57	0,57	0,00	0,00
<b>2. Industrial Processes</b>	6,56	8,13	1,56	19,23
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,17	0,34	0,17	50,24
F. Product uses as ODS substitutes	5,67	7,01	1,34	19,14
G. Other product manufacture and use	0,73	0,78	0,05	6,52
<b>3. Agriculture</b>	NO,NA	NO,NA		
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(2)</sup></b>	-0,01	-0,01	0,00	0,00
E. Settlements	-0,01	-0,01	0,00	0,00
<b>5. Waste</b>	2,82	2,54	-0,29	-11,30
D. Waste water treatment and discharge	2,82	2,54	-0,29	-11,30
<b>Memo items:</b>				
<b>International bunkers</b>	19,66	19,89	0,23	1,15
Aviation	2,62	2,64	0,02	0,83
Navigation	17,05	17,25	0,21	1,20
<b>CO<sub>2</sub> emissions from biomass</b>	41,55	42,72	1,17	2,74
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>	78,62	87,61	9,00	10,27
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>	78,61	87,61	9,00	10,27

### 10.3. Implications sur les niveaux d'émissions

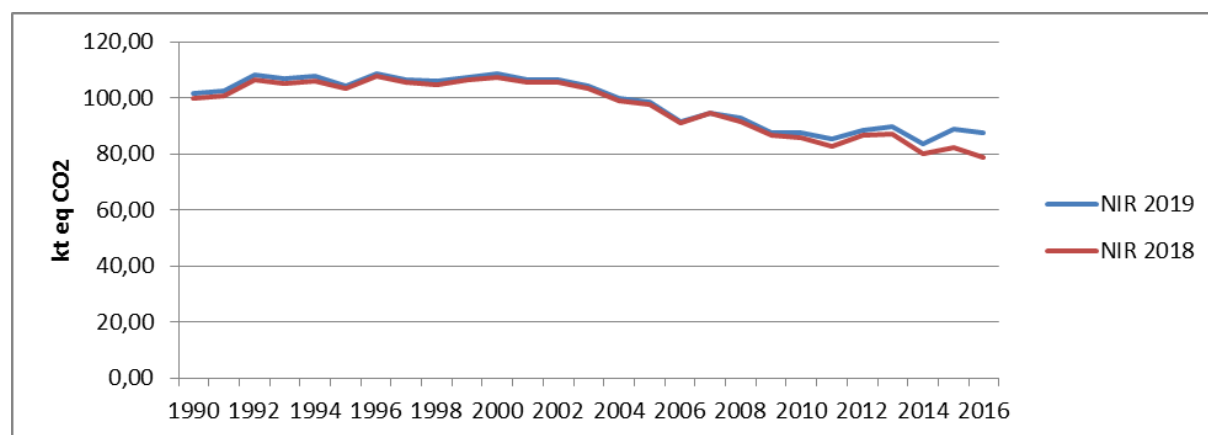
Les modifications apportées ont eu des conséquences importantes en particulier les dernières années.

La soumission réalisée en 2018 avait pour niveau de référence des émissions à 99,70 ktCO<sub>2</sub>eq. La modification apportée sur les estimations en 2019 montre une augmentation des émissions de l'année de référence de 1,72 ktCO<sub>2</sub>eq.

S'agissant de l'année 2016, les émissions totales sont passées de 78,61 ktCO<sub>2</sub>eq à 87,61 ktCO<sub>2</sub>eq.

Cette augmentation résulte principalement de la prise en compte des résultats de la campagne de caractérisation des déchets dans le secteur 1A1a, de l'estimation des émissions du secteur 1A2 et de la correction d'erreurs dans le secteur 2F1f.

#### Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2018 et l'inventaire 2019

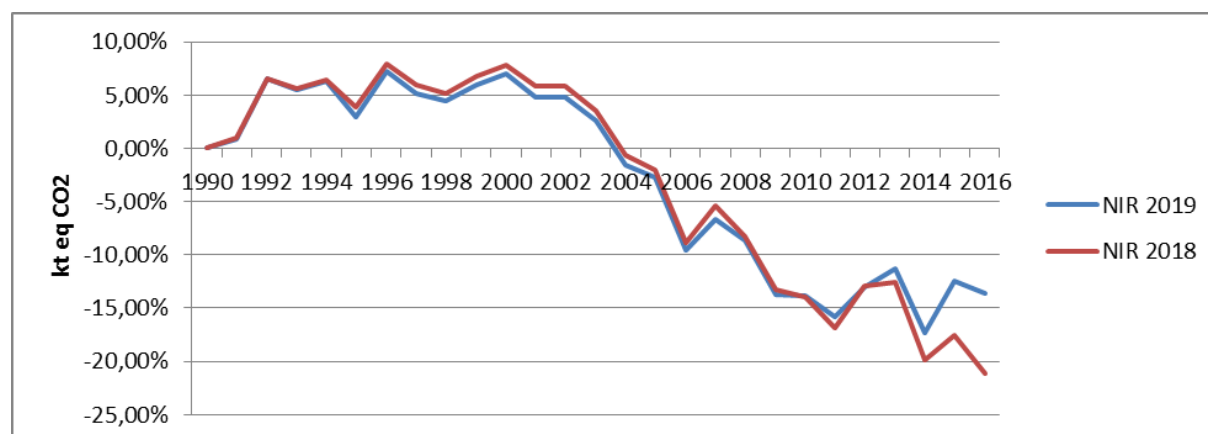


### 10.4. Implications sur les tendances

Les recalculs ont eu relativement peu d'effets sur les tendances sur la série temporelle, à l'exception des dernières années.

La diminution des émissions de GES observée en 2016 lors de l'inventaire 2018 était de -21,16%, elle est de -13,63 % pour l'inventaire 2019.

#### 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 :

- 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 ;
- 2F. Amélioration de la méthodologie de calcul des émissions relatives à l'utilisation de HFCs dans la climatisation stationnaire ;
- 4E. 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 d'améliorer les méthodologies utilisées pour l'estimation des émissions de CH<sub>4</sub>.



## 10.6. Statut des recommandations

Secteur	Recommandations	Statut	Commentaire
General	Submit all the elements of the next inventory by 15 April , 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	initié	ce point est étudié au cas par cas en fonction des catégories-source, 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	
	submit its SEF tables by 15 April 2018	fait	
Energie	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	fait	
	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. A l'étude dans le cadre des améliorations
	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.	fait	
	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.	fait	
	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 <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> 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 <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> 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	fait	
	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
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 CO <sub>2</sub> 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.	fait	
	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	fait	
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 2016 estimées dans les NIR 2018 et NIR 2019

Tableau des émissions de l'année 1990 - soumission 2019

### SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990  
Submission 2019 v2  
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt)								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	96,85	2,15	2,21	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	101,43
<b>1. Energy</b>	96,66	2,07	1,61						100,34
A. Fuel combustion (sectoral approach)	96,66	0,30	1,61						98,56
1. Energy industries	17,05	0,00	0,73						17,78
2. Manufacturing industries and construction	2,51	0,00	0,29						2,80
3. Transport	33,44	0,28	0,46						34,18
4. Other sectors	43,66	0,01	0,13						43,80
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 <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	0,20	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	0,44
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	0,20	0,00	0,00						0,20
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
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	NO,IE	0,08	0,56						0,65
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	0,56						0,65
E. Other	NO	NO	NO						NO
<b>6. Other (as specified in summary 1.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	6,76	0,01	0,05						6,83
Aviation	2,38	0,00	0,02						2,41
Navigation	4,38	0,01	0,03						4,42
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
<b>CO<sub>2</sub> emissions from biomass</b>	31,73								31,73
<b>CO<sub>2</sub> captured</b>	NO,IE								NO,IE
<b>Long-term storage of C in waste disposal sites</b>	NO								NO
<b>Indirect N<sub>2</sub>O</b>			NE,NO						
<b>Indirect CO<sub>2</sub><sup>(3)</sup></b>	NE,NO								
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>									101,42
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>									101,43
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, without land use, land-use change and forestry</b>									NA
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, with land use, land-use change and forestry</b>									NA

# Tableau des émissions de l'année 1990 -soumission 2018

## SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 1990  
Submission 2018 v1  
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt)								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	95,51	2,14	1,83	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	99,70
<b>1. Energy</b>	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 <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	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
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	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
<b>6. Other (as specified in summary I.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	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
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
<b>CO<sub>2</sub> emissions from biomass</b>	32,13								32,13
<b>CO<sub>2</sub> captured</b>	NO,IE								NO,IE
<b>Long-term storage of C in waste disposal sites</b>	NO								NO
<b>Indirect N<sub>2</sub>O</b>			NE,NO						
<b>Indirect CO<sub>2</sub><sup>(3)</sup></b>	NE,NO								
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>									99,70
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>									99,70
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, without land use, land-use change and forestry</b>									NA
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, with land use, land-use change and forestry</b>									NA

# Tableau des émissions de l'année 2016 -soumission 2019

## SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 2016  
Submission 2019 v2  
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt)								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	74,33	2,76	3,41	7,01	NO,IE	0,11	NO	NO	87,61
<b>1. Energy</b>	74,01	0,70	2,24						76,95
A. Fuel combustion (sectoral approach)	74,01	0,14	2,24						76,38
1. Energy industries	22,09	0,00	1,25						23,34
2. Manufacturing industries and construction	4,13	0,01	0,50						4,64
3. Transport	24,15	0,12	0,40						24,67
4. Other sectors	23,63	0,01	0,09						23,73
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 <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	0,34	0,00	0,67	7,01	NO,IE	0,11	NO	NO	8,13
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	0,34	0,00	0,00						0,34
E. Electronic industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				7,01	NO,IE	NO	NO	NO	7,01
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,67	NO	NO	0,11	NO	NO	0,78
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	NO,IE	2,06	0,48						2,54
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		2,06	0,48						2,54
E. Other	NO	NO	NO						NO
<b>6. Other (as specified in summary 1.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	19,68	0,04	0,17						19,89
Aviation	2,62	0,00	0,02						2,64
Navigation	17,07	0,04	0,14						17,25
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
<b>CO<sub>2</sub> emissions from biomass</b>	42,72								42,72
<b>CO<sub>2</sub> captured</b>	NO,IE								NO,IE
<b>Long-term storage of C in waste disposal sites</b>	NO								NO
<b>Indirect N<sub>2</sub>O</b>			NO,NE						
<b>Indirect CO<sub>2</sub><sup>(3)</sup></b>	NO,NE								
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>									87,61
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>									87,61
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, without land use, land-use change and forestry</b>									NA
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, with land use, land-use change and forestry</b>									NA

# Tableau des émissions de l'année 2016 -soumission 2018

## SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2016

Submission 2018 v1

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt)								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	66,94	2,94	2,96	5,67	NO,IE	0,11	NO	NO	78,61
<b>1. Energy</b>	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 <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	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	NO	NO	NO	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
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	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
<b>6. Other (as specified in summary 1.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	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
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
CO <sub>2</sub> emissions from biomass	41,55								41,55
CO <sub>2</sub> captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N <sub>2</sub> O			NO,NE						
Indirect CO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	NO,NE								
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>									78,62
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>									78,61
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, without land use, land-use change and forestry</b>									NA
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, with land use, land-use change and forestry</b>									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.Espaces 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 à noter 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 m<sup>2</sup>, 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 2019 est de 3,49 kt CO<sub>2</sub>eq.

#### **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](mailto: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](mailto:ckheng@gouv.mc)  
[environnement@gouv.mc](mailto: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.

Pour la première période, le registre monégasque a transféré dans le compte de retrait 471 255 AAU correspondant aux émissions de la Principauté pour 2008-2012 ; le surplus de 23 966 AAU a été reporté sur la deuxième période.

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**

Pour l'année 2018, seul un transfert entrant d'unités Kyoto de 25 000 CER a été enregistré sur le registre national de la Principauté de Monaco.

### 12.3. Notifications et erreurs

Pour les raisons évoquées au chapitre 12.2, aucune information n'est à rapporter concernant cette partie.

### 12.4. Informations accessibles au public

Les utilisateurs pourront se connecter à l'interface utilisateur/registre depuis l'adresse Internet : <https://www.registre-monaco.mc>.

Les informations rendues publiques via l'interface du registre national seront celles définies dans l'annexe à la décision 13/CMP.1. Les différents rapports seront téléchargeables depuis le menu « rapports » de l'interface.

### 12.5. Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement

La quantité attribuée à Monaco a été calculée conformément à l'Article 3, paragraphes 7 et 8, du Protocole de Kyoto sur la base du Rapport National d'Inventaire soumis en 2017, sur les émissions de l'année 2015.

L'Article 3, paragraphe 7, du Protocole de Kyoto stipule qu'au cours de la seconde période d'engagement allant de 2013 à 2020, la quantité attribuée à chacune des Parties visées à l'Annexe I est égale au pourcentage, inscrit pour elle à l'Annexe B, de ses émissions anthropiques agrégées, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, des gaz à effet de serre indiqués à l'Annexe A en 1990, ou au cours de l'année ou de la période de référence, multipliée par huit.

Les Parties visées à l'Annexe I pour lesquelles le changement d'affectation des terres et foresterie constituaient en 1990 une source nette d'émissions de gaz à effet de serre prennent en compte dans leurs émissions correspondant à l'année ou à la période de référence, aux fins du calcul de la quantité qui leur est attribuée, les émissions anthropiques agrégées par les sources, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, déduction faite des quantités absorbées par les puits en 1990, telles qu'elles résultent du changement d'affectation des terres.

A Monaco, le changement d'affectation des terres et foresterie constituait une source faible, mais nette d'émissions en 1990 (0,002 kt eq CO<sub>2</sub>), 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 <sub>2</sub> )	8 x Emissions de l'année de base (t eq CO <sub>2</sub> )	Pourcentage figurant à l'Annexe B	Quantité attribuée calculée (t eq CO <sub>2</sub> )
99 312	794 496	78%	<b>619 707</b>

**La quantité attribuée à Monaco est égale à 619 707 t eq CO<sub>2</sub>**

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 <sub>2</sub> )	Moyenne des émissions des trois premières années de la précédente période d'engagement (2008, 2009, 2010) multipliée par 8  (t eq CO <sub>2</sub> )	Quantité attribuée Table 6  (t eq CO <sub>2</sub> )	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 <sub>2</sub> )
88 971	711 764	619 707	<b>-92 057</b>

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 <sub>2</sub>	Emissions totales en 2015 x 8 t eq CO <sub>2</sub>
619 707 x 0,9 = <b>557 736</b>	81 778 x 8 = <b>654 214</b>

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 CO<sub>2</sub>**

### 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, et 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](mailto: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](mailto: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](mailto:environnement@gouv.mc)

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

#### **Le gestionnaire de registre pour la Principauté de Monaco**

Monsieur Chhayavuth Kheng

Chef de Section

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : +377 98 98 44 18

Fax : +377 92 05 28 91

Email : [ckheng@gouv.mc](mailto: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.

Les rôles et responsabilités au sein du système national sont mentionnés dans le plan d'assurance qualité / contrôle qualité.





#### 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	The contact person J.Rit has been deleted



## **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**

Selon l'article 3.14 du protocole de Kyoto, les Parties doivent faire en sorte que leurs politiques climatiques nationales soient mises en œuvre de manière à réduire au minimum les conséquences sociales, environnementales et économiques néfastes pour les pays en développement, en particulier les pays les plus vulnérables.

La Principauté soutient pleinement l'Accord de Paris qui marque un pas important dans la réduction des émissions responsables du changement climatique à l'échelle mondiale. En 2015, le Gouvernement Princier a ainsi annoncé que Monaco visait une réduction de 50% de ses émissions de gaz à effet de serre en 2030 et la neutralité carbone en 2050.

Afin de tenir ses engagements, la Principauté met en œuvre une politique de transition énergétique particulièrement ambitieuse.

Les politiques et mesures mises en place en Principauté de Monaco, concourent notamment à :

- Améliorer l'efficacité énergétique;
- Favoriser les énergies non fossiles ;
- 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.

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 :

Monaco est conscient qu'il convient d'être attentif aux éventuels impacts négatifs de la transition vers des économies bas-carbone sur les pays en développement. Cependant, il convient de souligner que l'évaluation des effets adverses potentiels des politiques climatiques déployées au niveau national est par essence particulièrement complexe et incertaine dans la mesure où ces éventuelles conséquences sont indirectes et inévitablement liées aux politiques mises en œuvre dans les pays en développement eux-mêmes.

De plus, il est important de rappeler que la Principauté de Monaco est un Etat de 2 kilomètres carrés. Les effets potentiels des politiques et mesures mises en œuvre sur le territoire de la Principauté de Monaco doivent être considérés comme extrêmement faibles, voire inexistantes, eu égard à la taille du pays. Il est donc matériellement peu probable que les politiques climatiques domestiques de Monaco aient des conséquences sociales, environnementales et économiques néfastes substantielles dans les pays en développement.

En outre, en 2018, Monaco a acheté ses premières unités de réduction certifiée des émissions (URCE). Afin de minimiser les éventuels effets adverses liés à la réduction d'une partie de ses émissions à l'étranger, le Gouvernement Princier attache une importance particulière à la qualité des URCE. Les projets sélectionnés doivent ainsi avoir une réelle valeur ajoutée écologique, démontrer une utilité sociale et économique pour les populations du pays en développement hôte et respecter certains critères éthiques.

Nonobstant, la Principauté participe à des programmes de coopération avec les pays en développement qui, bien qu'ils 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 et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

## **15.2. Ressources financières et transfert de technologie**

### **15.2.1. Octroi de ressources financières**

Au-delà de la politique de transition énergétique mise en œuvre au niveau national, la Principauté reconnaît le rôle des pays développés dans le soutien à apporter aux pays en développement et aux populations vulnérables afin qu'ils puissent réorienter leurs économies vers des trajectoires de développement bas-carbone et renforcer leur résilience aux effets adverses du changement climatique.

Dans cette perspective, le financement climatique international de Monaco a connu une montée en puissance sensible au cours des dernières années.

En complément des crédits traditionnellement alloués au titre de l'aide publique au développement, des crédits spécifiques additionnels ont été inscrits au budget de l'Etat afin de soutenir l'action climatique.

Au total, en 2018, plus de 1 200 000 euros ont été versés, intégralement comptabilisés au titre du financement climatique international. Ce montant a été acheminé à plus de 90% par des canaux multilatéraux. En particulier, on doit souligner que la contribution monégasque au Fonds Vert pour le climat a triplé entre 2015 et 2018 pour atteindre 750 000 euros annuels.

En complément de ces ressources, on estime à plus de 5 millions d'euros le montant des subventions allouées sur la période 2014-2018 dans le cadre de la politique de coopération internationale monégasque ayant conjugué des bénéfices en termes de développement et au titre de l'action climatique. Les programmes financés ont avant tout contribué au renforcement de la résilience et à l'adaptation des populations rurales au changement climatique (prévention et gestion des catastrophes naturelles, promotion de l'agriculture durable, soutien aux petits éleveurs et agriculteurs, soutien à la sécurité alimentaire).

Les projets soutenus sont essentiellement déployés dans les Pays les Moins Avancés (PMA), en particulier ceux de la zone sahélienne, ainsi que les Petits Etats Insulaires en Développement (PEID), où les populations sont particulièrement vulnérables aux répercussions négatives du changement climatique.

Ces ressources sont allouées exclusivement sous forme de dons et font partie intégrante de l'engagement global de Monaco en faveur du développement durable. Elles participent ainsi indirectement à la minimisation des éventuels effets adverses des politiques climatiques mises en œuvre au niveau national.

### **15.2.2. Activités relatives au transfert de technologies**

Le Gouvernement Princier ne réalise aucune opération de transfert de technologie.

## **16. Autres Informations**

Pas d'autre information.

## **17. ANNEXE 1 - ANALYSE DES CATEGORIES CLES**

L'analyse des catégories principales, appliquée à son inventaire soumis en 2017, 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.

## 17.1. Résumé des catégories clés

TABLE 7 SUMMARY OVERVIEW FOR KEY CATEGORIES <sup>(1)</sup>  
(Sheet 1 of 1)

Inventory 2017  
Submission 2019 v2  
MONACO

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source		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
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuel	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuel	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuel	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Biomass	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Biomass	N2O				
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				
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	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				
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				
2.B.8 Petrochemical and Carbon Black Production	CO2				
2.B.8 Petrochemical and Carbon Black Production	CH4				
2.B.9 Fluorochemical Production	Aggregate F-gases				
2.B.10 Other	CO2				



2.B.10 Other	CH4				
2.B.10 Other	N2O				
2.B.10 Other	Aggregate F-gases				
2.C.1 Iron and Steel Production	CO2				
2.C.1 Iron and Steel Production	CH4				
2.C.2 Ferrous Production	CO2				
2.C.2 Ferrous Production	CH4				
2.C.3 Aluminium Production	CO2				
2.C.3 Aluminium Production	PFCs				
2.C.3 Aluminium Production	SF6				
2.C.4 Magnesium Production	CO2				
2.C.4 Magnesium Production	HFCs				
2.C.4 Magnesium Production	PFCs				
2.C.4 Magnesium Production	SF6				
2.C.4 Magnesium Production	pecified mix of HFCs and PFCs				
2.C.5 Lead Production	CO2				
2.C.6 Zinc Production	CO2				
2.C.7 Other	CO2				
2.C.7 Other	CH4				
2.C.7 Other	N2O				
2.C.7 Other	Aggregate F-gases				
2.D Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	CO2				
2.D Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	CH4				
2.D Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	N2O				
2.E Electronics Industry	Aggregate F-gases				
2.F.1 Refrigeration and Air conditioning	Aggregate F-gases	X	X	X	X
2.F.2 Foam Blowing Agents	Aggregate F-gases				
2.F.3 Fire Protection	Aggregate F-gases				
2.F.4 Aerosols	Aggregate F-gases				
2.F.5 Solvents	Aggregate F-gases				
2.F.6 Other Applications	Aggregate F-gases				
2.G Other Product Manufacture and Use	CO2				
2.G Other Product Manufacture and Use	CH4				
2.G Other Product Manufacture and Use	N2O				
2.G Other Product Manufacture and Use	Aggregate F-gases				
2.H Other	CO2				
2.H Other	CH4				
2.H Other	N2O				
2.H Other	Aggregate F-gases				
3.A Enteric Fermentation	CH4				
3.B Manure Management	CH4				
3.B Manure Management	N2O				

3.C Rice Cultivation	CH4				
3.D Agricultural Soils	CH4				
3.D.1 Direct N2O Emissions From Managed Soils	N2O				
3.D.2 Indirect N2O Emissions From Managed Soils	N2O				
3.E Prescribed burning of savannas	CH4				
3.E Prescribed burning of savannas	N2O				
3.F Field burning of agricultural residues	CH4				
3.F Field burning of agricultural residues	N2O				
3.G Liming	CO2				
3.H Urea Application	CO2				
3.I. Other carbon-containing fertilizers	CO2				
3.J. Other	CO2				
3.J. Other	CH4				
3.J. Other	N2O				
4.A.1 Forest Land Remaining Forest Land	CO2				
4.A.2 Land Converted to Forest Land	CO2				
4.B.1 Cropland Remaining Cropland	CO2				
4.B.2 Land Converted to Cropland	CO2				
4.C.1 Grassland Remaining Grassland	CO2				
4.C.2 Land Converted to Grassland	CO2				
4.D.1.1 Peat Extraction Remaining Peat Extraction	CO2				
4.D.1.2 Flooded Land Remaining Flooded Land	CO2				
4.D.1.3 Other Wetlands Remaining Other Wetlands	CO2				
4.D.2 Land Converted to Wetlands	CO2				
4.E.1 Settlements Remaining Settlements	CO2				
4.E.2 Land Converted to Settlements	CO2				
4.F.1 Other Land Remaining Other Land	CO2				
4.F.2 Land Converted to Other Land	CO2				
4.G Harvested Wood Products	CO2				
4(I). Direct N2O emissions from N inputs to managed soils	N2O				
4(II). Emissions and removals from drainage and rewetting and other management of	CO2				
4(II). Emissions and removals from drainage and rewetting and other management of	CH4				
4(II). Emissions and removals from drainage and rewetting and other management of	N2O				
4(III).Direct N2O emissions from N mineralization/immobilization	N2O				
4(IV) Indirect N2O Emissions from Managed Soils	N2O				
4(V) Biomass Burning	CO2				
4(V) Biomass Burning	CH4				
4(V) Biomass Burning	N2O				
4.H Other	CO2				
4.H Other	CH4				
4.H Other	N2O				
5.A Solid Waste Disposal	CH4				
5.A Solid Waste Disposal	CO2				
5.B Biological Treatment of Solid Waste	CH4				
5.B Biological Treatment of Solid Waste	N2O				
5.C Incineration and Open Burning of Waste	CO2				
5.C Incineration and Open Burning of Waste	CH4				
5.C Incineration and Open Burning of Waste	N2O				
5.D Wastewater Treatment and Discharge	CH4	X	X	X	X
5.D Wastewater Treatment and Discharge	N2O				
5.E Other	CO2				
5.E Other	CH4				
5.E Other	N2O				
6. Other	CO2				
6. Other	CH4				
6. Other	N2O				
6. Other	Aggregate F-gases				

## 17.2. 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	0,341	0,000	0,341	0,000	34,1%	34,1%	34,1%	34,1%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,323	0,000	0,323	0,000	32,3%	66,4%	32,3%	66,4%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,156	0,000	0,156	0,000	15,6%	82,0%	15,6%	82,0%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,089	0,000	0,089	0,000	8,9%	90,9%	8,9%	90,9%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,025	0,000	0,025	0,000	2,5%	93,4%	2,5%	93,4%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,017	0,000	0,017	0,000	1,7%	95,1%	1,7%	95,1%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,012	0,000	0,012	0,000	1,2%	96,3%	1,2%	96,3%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,006	0,000	0,006	0,000	0,6%	96,9%	0,6%	96,9%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,006	0,000	0,006	0,000	0,6%	97,5%	0,6%	97,5%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,0%	0,5%	98,0%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,5%	0,5%	98,5%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,003	0,000	0,003	0,000	0,3%	98,8%	0,3%	98,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,003	0,000	0,003	0,000	0,3%	99,1%	0,3%	99,1%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,3%	0,2%	99,3%
2.F.1	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,5%	0,2%	99,5%
2.F.4	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	kt	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,7%	0,2%	99,7%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	99,8%	0,1%	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%

### 17.3. Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – 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.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,247	0,078	0,247	0,078	24,7%	24,7%	24,7%	24,7%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,245	0,067	0,245	0,067	24,5%	49,3%	24,5%	49,3%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,139	0,043	0,139	0,043	13,9%	63,2%	13,9%	63,2%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,136	0,175	0,136	0,176	13,6%	76,9%	13,6%	76,9%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,091	0,077	0,091	0,077	9,1%	86,0%	9,1%	86,0%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,041	0,014	0,041	0,014	4,1%	90,1%	4,1%	90,1%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	CH4	kt	0,020	0,017	0,020	0,017	2,0%	92,1%	2,0%	92,1%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,016	0,009	0,016	0,009	1,6%	93,7%	1,6%	93,7%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,011	0,004	0,011	0,004	1,1%	94,8%	1,1%	94,8%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,006	0,009	0,006	0,009	0,6%	95,4%	0,6%	95,4%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,006	0,004	0,006	0,004	0,6%	96,0%	0,6%	96,0%
1.A.1.a	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,005	0,005	0,005	0,005	0,5%	96,5%	0,5%	96,5%
1.A.1.a	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,005	0,004	0,005	0,004	0,5%	97,0%	0,5%	97,0%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,005	0,002	0,005	0,002	0,5%	97,5%	0,5%	97,5%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,0%	0,5%	98,0%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	kt	0,004	0,003	0,004	0,003	0,4%	98,4%	0,4%	98,4%
2.F.4	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	kt	0,004	0,001	0,004	0,001	0,4%	98,8%	0,4%	98,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,004	0,000	0,004	0,000	0,4%	99,2%	0,4%	99,2%
2.D	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,003	0,002	0,003	0,002	0,3%	99,5%	0,3%	99,5%
1.A.4	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,001	0,002	0,001	0,2%	99,7%	0,2%	99,7%
1.A.3.d	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,001	0,001	0,001	0,001	0,2%	99,9%	0,2%	99,9%
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1%	100,0%	0,1%	100,0%

#### 17.4. Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – Méthode Tier 2 – Contribution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2017	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.a - Autres combustibles fossiles	CO2	15,87	21,42	24,7	24,7	40	997	44,1	44,1	1
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,78	21,21	24	49,2	8	196	8,7	52,8	2
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,56	0,46	1	49,8	254	136	6,0	58,8	3
2.F.1..f - Climatisation stationnaire	F gaz	0,00	5,71	7	56,4	20	132	5,8	64,6	4
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,93	1,1	57,4	100	108	4,8	69,4	5
1.A.2.g – GNR	N2O	0,29	0,40	0,5	57,9	200	93	4,1	73,5	6
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	CO2	9,03	12,06	14	71,8	6	89	3,9	77,4	7
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,55	0,6	72,5	133	85	3,8	81,2	8
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	CO2	34,63	11,76	14	86,1	6	79	3,5	84,7	9
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	1,75	2	88,1	32	65	2,9	87,6	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,37	2	89,7	25	39	1,7	89,3	11
1.A.2.g – GNR	CO2	2,51	3,54	4,1	93,8	9	35	1,6	90,8	12
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,18	0	94,0	128	27	1,2	92,0	13
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,96	2	96,2	11	24	1,1	93,1	14
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	N2O	0,17	0,21	0,2	96,5	100	24	1,1	94,2	15
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,46	0,37	0	96,9	54	23	1,0	95,2	16
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	N2O	0,05	0,06	0	97,0	200	15	0,7	95,8	17
2.D.3 - Imprimerie	CO2	0,00	0,03	0	97,0	321	12	0,5	96,4	18
2.D.3 - Solvant domestique	CO2	0,12	0,15	0	97,2	67	12	0,5	96,9	19
2.D.3 - Paint application	CO2	0,00	0,05	0	97,2	169	10	0,4	97,3	20
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	0,00	0,22	0	97,5	28	7	0,3	97,7	21
1.A.2.g – Biomasse	N2O	0,00	0,03	0,0	97,5	200	7	0,3	98,0	22

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2017	Cumul avec UTCATF (%)	Incertitude sur émissions (%)	contribution x incertitude	Evaluation niveau Tier 2 (%)	Cumul tier 2 (%)	Catégorie Clé tier 2 (à 95%)
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	N2O	0,08	0,03	0	97,6	200	6	0,3	98,2	23
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	0	97,6	490	5	0,2	98,5	24
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,14	0,52	0,6	98,2	8	5	0,2	98,7	25
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - applications médicales	N2O	0,00	0,31	0	98,5	11	4	0,2	98,9	26
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - Equipement électriques	SF6	0,22	0,10	0	98,7	30	3	0,1	99,0	27
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,12	0	98,8	24	3	0,1	99,2	28
2.D.2 Paraffine	CO2	0,03	0,03	0	98,8	100	3	0,1	99,3	29
1.A.1.a – Gaz	CO2	0,00	0,39	0,5	99,3	6	3	0,1	99,4	30
1.A.1.a – Fioul	CO2	1,18	0,46	0,5	99,8	5	3	0,1	99,6	31
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	CO2	0,04	0,04	0,0	99,8	52	2	0,1	99,7	32
2.F.2.a - Mousses "closed cells"	F gaz	0,00	0,06	0	99,9	28	2	0,1	99,7	33
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	0	99,9	142	2	0,1	99,8	34
1.A.2.g – GNR	CH4	0,00	0,00	0,0	99,9	151	1	0,0	99,9	35
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	0,0	99,9	150	1	0,0	99,9	36
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	CH4	0,00	0,01	0	99,9	100	1	0,0	99,9	37
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - aérosols	N2O	0,02	0,02	0	100,0	20	1	0,0	99,9	38
1.A.1.a – Gaz	N2O	0,00	0,00	0,0	100,0	200	0	0,0	100,0	39
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	CH4	0,01	0,00	0	100,0	100	0	0,0	100,0	40
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	0	100,0	56	0	0,0	100,0	41
2.D.3 - Colle	CO2	0,01	0,01	0	100,0	30	0	0,0	100,0	42
1.A.1.a - Biomasse	CH4	0,00	0,00	0	100,0	100	0	0,0	100,0	43
2.D.3 - Urée pour le transport routier	CO2	0,00	0,02	0	100,0	8	0	0,0	100,0	44

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2017	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.a – Fioul lourd	N2O	0,00	0,00	0,0	100,0	200	0	0,0	100,0	45
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - Accélérateurs de particules	SF6	0,00	0,01	0	100,0	10	0	0,0	100,0	46
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	0,0	100,0	261	0	0,0	100,0	47
1.A.2.g – Biomasse	CH4	0,00	0,00	0	100,0	151	0	0,0	100,0	48
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	N2O	0,00	0,00	0	100,0	52	0	0,0	100,0	49
2.D.3 - Pressing	CO2	0,00	0,00	0	100,0	14	0	0,0	100,0	50
1.A.1.a – Gaz	CH4	0,00	0,00	0,0	100,0	100	0	0,0	100,0	51
1.A.1.a – Fioul lourd	CH4	0,00	0,00	0,0	100,0	100	0	0,0	100,0	52
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	CH4	0,00	0,00	0,0	100,0	52	0	0,0	100,0	53
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	0,0	100,0	100	0	0,0	100,0	54
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	CH4	0,00	0,00	0,0	100,0	100	0	0,0	100,0	55
2.D.3 - Bitume	CO2	0,00	0,00	0	100,0	525	0	0,0	100,0	56
2.D.3 - Menuiserie	CO2	0,00	0,00	0	100,0	1700	0	0,0	100,0	57
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,01	-0,01	0	100,0	39	-1	0,0	100,0	58

## 17.5. Evaluation des catégories principales pour l'année 2017 – Méthode Tier 2 - Evolution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (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.1.a - Autres combustibles fossiles	CO2	15,87	21,42	0,078	0,078	40	3,1	30,53	30,53	1
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,55	0,009	0,09	133	1,3	12,29	42,82	2
2.F.1..f - Climatisation stationnaire	F gaz	0,00	5,71	0,056	0,14	20	1,1	10,98	53,80	3
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	CO2	34,63	11,76	0,175	0,32	6	1,0	9,98	63,78	4
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,78	21,21	0,067	0,39	8	0,5	5,21	69,00	5
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	1,75	0,017	0,40	32	0,5	5,17	74,16	6
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,93	0,004	0,41	100	0,4	4,37	78,54	7
1.A.2.g – GNR	N2O	0,29	0,40	0,002	0,41	200	0,3	3,05	81,59	8
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	CO2	9,03	12,06	0,043	0,45	6	0,3	2,68	84,27	9
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,18	0,002	0,45	128	0,2	2,24	86,51	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,37	0,009	0,46	25	0,2	2,20	88,71	11
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,96	0,019	0,48	11	0,2	2,04	90,75	12
1.A.2.g – GNR	CO2	2,51	3,54	0,014	0,50	9	0,1	1,16	91,90	13
2.D.3 - Imprimerie	CO2	0,00	0,03	0,000	0,50	321	0,1	1,00	92,90	14
1.A.4.b – Combustion stationnaire - fioul	N2O	0,08	0,03	0,000	0,50	200	0,1	0,80	93,70	15
2.D.3 - Paint application	CO2	0,00	0,05	0,000	0,50	169	0,1	0,80	94,50	16
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	N2O	0,17	0,21	0,001	0,50	100	0,1	0,61	95,11	17
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	0,00	0,22	0,002	0,50	28	0,1	0,60	95,71	18
1.A.2.g – Biomasse	N2O	0,00	0,03	0,000	0,50	200	0,1	0,59	96,30	19
1.A.4.b – Combustion stationnaire - gaz	N2O	0,05	0,06	0,000	0,50	200	0,0	0,44	96,75	20
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,56	0,46	0,000	0,50	254	0,0	0,41	97,16	21



Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (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%)
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - applications médicales	N2O	0,00	0,31	0,003	0,50	11	0,0	0,33	97,49	22
2.D.3 - Solvant domestique	CO2	0,12	0,15	0,000	0,50	67	0,0	0,32	97,81	23
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,14	0,52	0,004	0,51	8	0,0	0,32	98,13	24
1.A.1.a –Fioul	CO2	1,18	0,46	0,005	0,51	5	0,0	0,28	98,41	25
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,12	0,001	0,51	24	0,0	0,28	98,69	26
2.G.3.a -Autres produits manufacturiers - Equipement électriques	SF6	0,22	0,10	0,001	0,51	30	0,0	0,26	98,95	27
1.A.1.a –Gaz	CO2	0,00	0,39	0,004	0,52	6	0,0	0,24	99,19	28
2.F.2.a - Mousses "closed cells"	F gaz	0,00	0,06	0,001	0,52	28	0,0	0,15	99,34	29
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	0,000	0,52	261	0,0	0,10	99,44	30
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	0,000	0,52	142	0,0	0,10	99,54	31
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,46	0,37	0,000	0,52	54	0,0	0,10	99,63	32
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	0,000	0,52	150	0,0	0,05	99,68	33
1.A.4.b –Combustion stationnaire - fioul	CH4	0,01	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,05	99,73	34
1.A.1.a –Gaz	N2O	0,00	0,00	0,000	0,52	200	0,0	0,04	99,77	35
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	0,000	0,52	490	0,0	0,03	99,80	36
1.A.2.g –GNR	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	151	0,0	0,03	99,83	37
2.D.3 - Menuiserie	CO2	0,00	0,00	0,000	0,52	1700	0,0	0,02	99,85	38
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,01	-0,01	0,000	0,52	39	0,0	0,02	99,87	39
1.A.4.b –Combustion stationnaire - gaz	CH4	0,00	0,01	0,000	0,52	100	0,0	0,02	99,89	40
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	CO2	0,04	0,04	0,000	0,52	52	0,0	0,02	99,91	41
2.D.3 - Urée pour le transport routier	CO2	0,00	0,02	0,000	0,52	8	0,0	0,01	99,92	42
1.A.1.a – Fioul lourd	N2O	0,00	0,00	0,000	0,52	200	0,0	0,01	99,93	43

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2017 (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.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	56	0,0	0,01	99,94	44
1.A.1.a - Biomasse	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,01	99,96	45
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - Accélérateurs de particules	SF6	0,00	0,01	0,000	0,52	10	0,0	0,01	99,97	46
2.D.2 Paraffine	CO2	0,03	0,03	0,000	0,52	100	0,0	0,01	99,97	47
2.G.3.a - Autres produits manufacturiers - aérosols	N2O	0,02	0,02	0,000	0,52	20	0,0	0,01	99,98	48
2.D.3 - Colle	CO2	0,01	0,01	0,000	0,52	30	0,0	0,01	99,99	49
1.A.2.g – Biomasse	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	151	0,0	0,01	99,99	50
2.D.3 - Pressing	CO2	0,00	0,00	0,000	0,52	14	0,0	0,00	100,00	51
1.A.1.a – Gaz	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,00	100,00	52
1.A.1.a – Fioul lourd	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,00	100,00	53
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,00	100,00	54
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	N2O	0,00	0,00	0,000	0,52	52	0,0	0,00	100,00	55
2.D.1 Produits non énergétiques - lubrifiant	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	52	0,0	0,00	100,00	56
1.A.1.a - Autres combustibles fossiles	CH4	0,00	0,00	0,000	0,52	100	0,0	0,00	100,00	57
2.D.3 -Bitume	CO2	0,00	0,00	0,000	0,52	525	0,0	0,00	100,00	58

## **18. ANNEXE 2 - TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES**

Les tableaux suivants présentent une analyse des niveaux d'incertitudes de niveau 1 pour l'inventaire 2017.

Catégorie de source du GIEC	Gaz	Émissions/ absorptions pour l'année de référence 1990	Émissions/ absorptions pour l'année (t) 2017	Incertitud e sur les données d'activité	Incertitude sur les 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	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
<b>1 - ENERGIE</b>												
<b>1.A.1 - Production publique d'électricité et de chaleur</b>												
1.A.1.a - Other fossil fuels	CO2	15,87	21,42	5	40	40	99,5	0,1	0,2	3,1	1,5	11,9
1.A.1.a - Other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Other fossil fuels	N2O	0,17	0,21	5	100	100	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.1.a - Biomass	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,93	5	100	100	1,2	0,0	0,0	0,4	0,1	0,2
1.A.1.a - Liquid fuels	CO2	1,18	0,46	5	1,81	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Gaseous fuels	CO2	0,00	0,39	5	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Liquid fuels	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Gaseous fuels	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Liquid fuels	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Gaseous fuels	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1.A.2 - Industrie manufacturière et construction</b>												
1.A.2.g - liquid fuels	CO2	2,51	3,54	5	7	9	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1
1.A.2.g - liquid fuels	CH4	0,00	0,00	5	151	151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g - liquid fuels	N2O	0,29	0,40	5	200	200	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1
1.A.2.g - Biomass	CH4	0,00	0,00	5	151	151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g - Biomass	N2O	0,00	0,03	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<b>1.A.3 - Transport</b>												
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,14	0,52	5	6	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	5	150	150	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CO2	32,78	21,21			8	3,8	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,12			24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,46	0,37			54	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,37	24	3,9	25	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	24	50	56	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	24	140	142	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1.A.4.b - Combustion stationnaire</b>												
1.A.4.b - Combustion stationnaire (fioul domestique)	CO2	34,63	11,76	5	3	6	0,6	0,2	0,1	0,5	0,8	0,9
1.A.4.b - Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	CO2	9,03	12,06	5	4	6	0,8	0,0	0,1	0,2	0,8	0,7
1.A.4.b - Combustion stationnaire (fioul domestique)	CH4	0,01	0,00	5	100	100	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	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b - Combustion stationnaire (fioul domestique)	N2O	0,08	0,03	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.4.b - Combustion stationnaire (combustibles gazeux)	N2O	0,05	0,06	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1.B - Emissions fugitives</b>												
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	10,0	261	261	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,55	10,0	133	133	0,7	0,0	0,0	1,3	0,1	1,6

Catégorie de source du GIEC	Gaz	Émissions/ absorptions pour l'année de référence 1990	Émissions/ absorptions pour l'année (t) 2017	Incertitud e sur les données d'activité	Incertitude sur les 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	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
<b>2 - INDUSTRIE</b>												
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	CO2	0,04	0,04	15	50	52	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	50	52	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	50	52	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.2 Paraffin wax use	CO2	0,03	0,03	5	100	100	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	525	525	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Domestic solvent use	CO2	0,12	0,15	5	67	67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Dry cleaning	CO2	0,00	0,00	5	13	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Printing industry	CO2	0,00	0,03	20	320	321	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
2.D.3 - Paint application	CO2	0,00	0,05	30	167	169	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
2.D.3 - Wood preservation	CO2	0,00	0,00	10	1700	1700	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Urea from road transportation	CO2	0,00	0,02			8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Glue	CO2	0,01	0,01	5	30	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,18	82	98,9	128	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1
2.F.1.e - Climatatisation mobile	F gaz	0,00	1,96	10	4,1	11	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1
2.F.1..f - Stationary air-conditionning	F gaz	0,00	5,71	20		20	1,7	0,1	0,1	0,0	1,6	2,5
2.F.2.a - Mousses "closed cells"	F gaz	0,00	0,06	20	20	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	0,00	0,22	20	20	28	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	30	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G.2.b - Other Product Manufacture and Use - Accelerators	SF6	0,00	0,01	0	10	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G.3.a - Other Product Manufacture and Use - Medical Applications	N2O	0,00	0,31	10	5	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.G.3.b - Other Product Manufacture and Use - Propellant for pressure and	N2O	0,02	0,02	20	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>3 - AGRICULTURE</b>												
<b>4 - UTCATF</b>												
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,01	-0,01	30,4	25,0	39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	5,0	489,9	490	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>5 - DECHETS</b>												
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,08	1,75	5	31,6	32	0,4	0,0	0,0	0,5	0,1	0,3
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,56	0,46	44,3	250	254	1,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
		<b>ΣC</b>	<b>ΣD</b>				<b>ΣH</b>					<b>ΣM</b>
<b>TOTAL</b>		<b>101,43</b>	<b>86,58</b>				<b>112,13</b>					<b>18,826</b>
		<b>Pourcentage d'incertitude du total de l'inventaire</b>				<b>√ ΣH</b>	<b>10,59</b>	<b>Incertitude sur la tendance</b>				<b>√ ΣM</b>
												<b>4,34</b>

## 19. ANNEXE 3 - METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES

### 19.1. Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets

#### 19.1.1. Incinération des déchets solides

##### 19.1.1.1. Calcul des émissions annuelles de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et de SO<sub>2</sub>

Les émissions annuelles des GES indirects des déchets solides et des boues d'épuration (NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>2</sub>) sont estimées sur la base de données mesurées de débits de gaz émis normés et de concentrations en sortie de cheminée de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.), pour la co-incinération des boues d'épuration et des déchets solides.

Les données de débits sont mesurées en continu depuis 2009.

Les concentrations de NMVOC sont mesurées en continu depuis 2009.

Les concentrations NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> sont mesurées deux fois par an depuis 2013.

Les émissions sont déterminées à partir de l'équation suivante :

$$Emissions \alpha (kt) = \text{débit annuel } \alpha (Nm^3) \times \text{concentration } \alpha (mg/Nm^3) \times 10^{-12}$$

Avec :  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>2</sub> ;

Pour les périodes antérieures aux données mesurées, les émissions sont estimées sur la base d'un débit moyen annuel par tonnes de déchets (calculé sur la période de mesures) et d'une concentration moyenne annuelle (calculée sur la période de mesures).

### 19.1.1.2. Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle

Les valeurs de tonnages de chacune des catégories de déchets solides incinérés (en tonnes de poids humide) sont détaillées au sein du tableau suivant :

	Déchets alimentaires	Papier/ Carton	Autres Déchets inertes	Textiles	Textiles sanitaires	Plastiques	Verre	Métaux	Déchets Médicaux	Bois	Déchets des jardins et des parcs
1990	10650	12452	5188	1239	1636	5315	5584	1860	48	1440	2294
1991	10790	12678	5278	1260	1668	5408	5682	1892	49	1487	2370
1992	12064	13964	5823	1395	1829	5973	6243	2088	52	1569	2496
1993	13720	15209	6356	1550	1960	6572	6683	2283	49	1497	2361
1994	15190	16267	6799	1657	2411	7149	7181	2437	52	1611	2539
1995	15417	15954	6671	1623	2685	7132	7086	2386	52	1591	2507
1996	16643	16799	7015	1700	3175	7623	7530	2503	57	1733	2735
1997	20111	18475	7834	1927	3924	8690	8124	2781	52	1631	2539
1998	19039	17069	7239	1771	4017	8155	7586	2562	51	1582	2469
1999	20161	16797	7239	1779	4409	8286	7401	2545	45	1422	2198
2000	21134	17013	7363	1802	4908	8562	7548	2577	47	1482	2291
2001	22920	17608	7693	1879	5583	9085	7829	2677	49	1529	2358
2002	20248	15595	6728	1628	5300	8100	7089	2341	49	1518	2363
2003	16141	12902	5395	1291	4602	6660	6055	1889	48	1467	2312
2004	14318	11390	4693	1117	4315	5929	5442	1646	45	1367	2163
2005	14226	11306	4583	1087	4538	5934	5481	1609	48	1451	2302
2006	9911	8285	3194	753	3402	4287	4159	1138	136	1156	1848
2007	14219	10980	4335	1024	4940	5903	5471	1526	222	1498	2383
2008	14444	10086	4383	1050	5131	5883	4552	1491	225	1433	2278
2009	14167	8836	4231	1028	5107	5653	3549	1396	225	1311	1832
2010	13994	8222	4250	1041	5189	5546	2823	1360	202	1258	2024
2011	14605	9189	4693	1136	5758	6274	2866	1436	221	1337	2336
2012	14733	9491	4677	1136	5931	6447	2677	1394	232	1373	2187
2013	14573	10020	4720	1149	6114	6694	2513	1366	261	1465	2362
2014	13950	10549	4937	1167	6239	6967	2330	1338	264	1813	2722
2015	12921	10885	5178	1208	6478	7304	2247	1344	283	1805	3319
2016	12398	10922	5156	1176	6386	7283	1937	1251	343	1784	3546
2017	11915	10897	5034	1149	6261	7170	1891	1220	170	1349	2181

Dans le cadre de cet inventaire, la catégorie 'Textiles sanitaires' a été séparée de celle des 'Textiles' et ses valeurs de tonnages sont reportées dans le tableau ci-dessus.

## 19.1.2. Incinération des boues d'épuration

### 19.1.2.1. Calcul des émissions annuelles de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O

Pour le CH<sub>4</sub>, 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 N<sub>2</sub>O, 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	0,2632	0,2609

Années	2014	2015	2016	2017
dm	0,2546	0,2761	0,2612	0,2764

- Les valeurs des FE pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	FE	Références	Justification du choix
FE (CH <sub>4</sub> )	9,7 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, §5.4.2,	Cas du Japon
FE (N <sub>2</sub> O)	990 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6	A Monaco, les boues incinérées contiennent plus de 70% d'eau, le choix d'utiliser un FE sur base sèche a paru plus approprié

### 19.1.2.2. Calcul des émissions annuelles de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et de SO<sub>2</sub>

Le calcul des émissions annuelles de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et de SO<sub>2</sub> est décrit au chapitre 19.1.1.2.

## 19.1.3. Combustion du fioul lourd et du gaz naturel

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

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$



#### 19.1.4. Fioul lourd

##### 19.1.4.1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par la SMEG de fioul lourd (FL) sont exprimées en m<sup>3</sup>.

Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 39,56 TJ/kt (source : Courrier SMEG, reçu le 10/08/2018 [réf. 2018-02873]) a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 1061 kg/m<sup>3</sup> (source : Courrier SMEG, reçu le 10/08/2018 [réf. 2018-02873]).

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1  
équation 2.1

Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2,

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO<sub>2</sub>.

$$\text{Consommation FL(TJ)} = \text{Consommation FL(m}^3\text{)} \times 39,56 \times 1061 \times 10^{-6}$$

##### 19.1.4.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ FL(kt)} = \text{Consommation FL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO<sub>2</sub> FL : 77 400 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,  
Tableau 2.2.

##### 19.1.4.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ FL (kt)} = \text{Consommation FL (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ FL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH<sub>4</sub> FL : 0,8 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tab.2.6.

La technologie de combustion de carburant étant connue, le facteur d'émission spécifique du tableau 2.6 peut être utilisé pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

#### 19.1.4.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ FL\ (kt) = Consommation\ FL(TJ) \times FE\ N_2O\ FL\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

$FE\ N_2O\ FL$  : 0,3 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tab.2.6.

La technologie de combustion de carburant étant connue, le facteur d'émission spécifique du tableau 2.6 peut être utilisé pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

#### 19.1.4.5. 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<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub>.

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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 T2.

$$Emissions\ \alpha\ FL\ (kt) = Consommation\ FL(TJ) \times FE\ \alpha\ FL\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- $FE_{NO_x} = 142\text{ kg/TJ}$  ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{CO} = 15,1\text{ kg/TJ}$  ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{NMVOC} = 2,3\text{ kg/TJ}$  ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{SO_x} = 495\text{ kg/TJ}$  ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]

#### 19.1.4.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH<sub>3</sub> n'est attendue.

#### 19.1.5. Gaz naturel

##### 19.1.5.1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par la SMEG 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 (*ThermExcel / Units of volume and pressure in gas industry, calorific value, heat value, gas and liquefied oil, useful output, etc.*, site consulté le 15/03/2019).

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 CO<sub>2</sub>.

Conversion d'unité GWh en TJ : 1GWh = 3,6 TJ

$$\text{Consommation GN (TJ)} = \text{Consommation GN (GWh)} \times 0,9 \times 3,6$$

##### 19.1.5.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Le facteur d'émission du CO<sub>2</sub> utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité (NIR 2019 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 CO<sub>2</sub> GN vaut respectivement :

Années	1990 à 2007	2008	2009	2010	2011
FE (kg/TJ)	56 534	56 546	56 418	56 465	56 658

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017
FE (kg/TJ)	56 582	56 615	56 377	56 418	56 383	56 361

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 CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T2.

### 19.1.5.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ CH_4\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH<sub>4</sub> GN: 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tab.2.6.

La technologie de combustion de carburant étant connue, le facteur d'émission spécifique du tableau 2.6 peut être utilisé pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

### 19.1.5.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ N_2O\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE N<sub>2</sub>O GN: 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tab.2.6.

La technologie de combustion de carburant étant connue, le facteur d'émission spécifique du tableau 2.6 peut être utilisé pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

### 19.1.5.5. 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 le NO<sub>x</sub>, le CO, le NMVOC et le SO<sub>x</sub>.

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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.

$$Emissions\ \alpha\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ \alpha\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- FE<sub>NO<sub>x</sub></sub> = 89 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE<sub>CO</sub> = 39 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE<sub>NMVOC</sub> = 2,6 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> = 0,281 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, version Juillet 2017 Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]

### 19.1.5.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH<sub>3</sub> n'est attendue.

## 19.2. Annexe 3.B. - Transport (1A3)

### 19.2.1. Biocarburants

L'intégration de la part de biocarburant dans les carburants routiers vendus sur la Principauté est régie par la réglementation française transcrivant les Directives Européennes en la matière.

Le tableau ci-dessous est fourni par le CITEPA [TR10].

Données Biocarburants* en France au 31/12/2017												
Année	BIO-ESSENCE						BIO-GAZOLE					
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
	%V <sub>bio</sub> =V <sub>bio</sub> /V <sub>Mélange</sub>	%M <sub>bio</sub> =M <sub>bio</sub> /M <sub>Mélange</sub>	%PCI <sub>bio</sub>	FE CO <sub>2</sub> bio kg CO <sub>2</sub> / kg bio	PCI bio (GJ/t)	rbio t/m <sup>3</sup>	%V <sub>bio</sub> =V <sub>bio</sub> /V <sub>Mélange</sub>	%M <sub>bio</sub> =M <sub>bio</sub> /M <sub>Mélange</sub>	%PCI <sub>bio</sub>	FE CO <sub>2</sub> bio kg CO <sub>2</sub> / kg bio	PCI bio (GJ/t)	rbio t/m <sup>3</sup>
1990	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1991	0,00%	0,00%	0,00%		26,800	0,794	0,00%	0,00%	0,00%		37,450	0,915
1992	0,02%	0,02%	0,01%	1,913	26,800	0,794	0,00%	0,00%	0,00%	2,554	37,450	0,915
1993	0,18%	0,19%	0,12%	1,913	26,800	0,794	0,03%	0,04%	0,03%	2,554	37,450	0,915
1994	0,26%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794	0,26%	0,28%	0,25%	2,554	37,450	0,915
1995	0,27%	0,28%	0,17%	1,913	26,800	0,794	0,58%	0,63%	0,56%	2,554	37,450	0,915
1996	0,45%	0,47%	0,29%	1,913	26,800	0,794	0,79%	0,85%	0,76%	2,554	37,450	0,915
1997	0,68%	0,71%	0,43%	1,913	26,800	0,794	0,88%	0,95%	0,85%	2,554	37,450	0,915
1998	0,75%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794	0,76%	0,82%	0,74%	2,554	37,450	0,915
1999	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794	0,80%	0,87%	0,78%	2,554	37,450	0,915
2000	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794	0,99%	1,07%	0,95%	2,554	37,450	0,915
2001	0,74%	0,78%	0,48%	1,913	26,800	0,794	0,95%	1,02%	0,91%	2,554	37,450	0,915
2002	0,77%	0,81%	0,49%	1,913	26,800	0,794	0,92%	0,99%	0,88%	2,554	37,450	0,915
2003	0,70%	0,73%	0,45%	1,913	26,800	0,794	0,93%	1,01%	0,90%	2,554	37,450	0,915
2004	0,76%	0,80%	0,49%	1,913	26,800	0,794	0,92%	1,00%	0,89%	2,554	37,450	0,915
2005	1,40%	1,47%	0,90%	1,913	26,800	0,794	1,59%	1,72%	1,54%	2,554	37,450	0,915
2006	2,13%	2,24%	1,38%	1,913	26,800	0,794	1,80%	1,94%	1,73%	2,554	37,450	0,915
2007	4,11%	4,32%	2,67%	1,913	26,800	0,794	3,60%	3,88%	3,48%	2,554	37,450	0,915
2008	7,21%	7,56%	4,74%	1,913	26,800	0,794	5,88%	6,33%	5,68%	2,554	37,450	0,915
2009	6,98%	7,31%	4,59%	1,913	26,800	0,794	6,42%	6,92%	6,22%	2,554	37,455	0,915
2010	7,09%	7,43%	4,66%	1,913	26,800	0,794	6,10%	6,56%	5,90%	2,560	37,516	0,913
2011	7,50%	7,86%	4,94%	1,913	26,800	0,794	5,85%	6,27%	5,65%	2,568	37,610	0,911
2012	7,58%	7,94%	4,99%	1,913	26,800	0,794	6,07%	6,52%	5,87%	2,564	37,564	0,912
2013	7,64%	8,00%	5,03%	1,913	26,800	0,794	6,06%	6,52%	5,86%	2,555	37,456	0,915
2014	8,01%	8,36%	5,32%	1,913	27,072	0,792	6,66%	7,13%	6,44%	2,575	37,683	0,909
2015	8,22%	8,56%	5,50%	1,913	27,330	0,790	6,68%	7,14%	6,47%	2,583	37,780	0,907
2016	8,62%	8,90%	5,94%	1,913	28,446	0,782	6,91%	7,35%	6,68%	2,591	37,907	0,903
2017	9,34%	9,61%	6,50%	1,913	28,776	0,779	7,31%	7,74%	7,07%	2,607	38,086	0,899
2020	13,36%	13,75%	9,30%	1,913	28,776	0,779	8,79%	9,31%	8,50%	2,607	38,086	0,899
2025	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899
2030	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899
2035	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899
2040	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899
2045	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899
2050	14,94%	15,37%	10,40%	1,913	28,776	0,779	9,62%	10,18%	9,30%	2,607	38,086	0,899

\* Nous nous intéressons ici qu'à la partie bio des biocarburants : c'est à dire éthanol seulement dans l'essence et la partie bio de l'EMHV dans le gazole

- [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 CO<sub>2</sub> dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant
- [5] PCI du biocarburant
- [6] Masse volumique du biocarburant

Les données ci-dessus ont été calculées en considérant la partie bio d'une part et la partie non-bio d'autre part dans la fabrication d'agro-carburants.

En effet la fabrication d'EMHV (pour l'agro-carburant du diesel) et d'ETBE (pour l'agro-carburant de l'essence) conduisent à l'introduction de produits considérés comme des produits pétroliers.

Les pourcentages massiques, volumiques et énergétiques d'incorporation de biocarburant dans les mélanges (essence+bio-essence et gazole+bio-gazole) ont été calculés. Ceci permet de séparer les données d'agro-carburants et de produits pétroliers et d'appliquer à chacune le facteur d'émission ad'hoc.

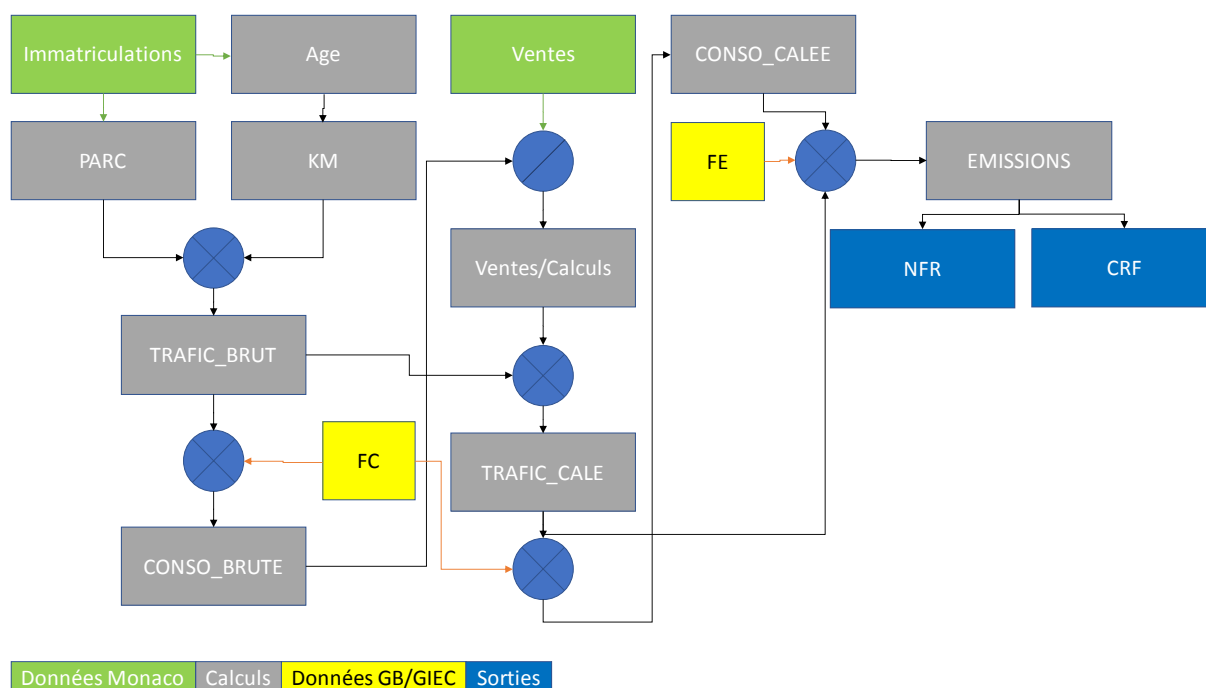
### 19.2.2.Transport routier (1.A.3.b)

Les émissions du secteur du transport routier 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 ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) ou country specific ( $\text{CO}_2$ )
- ceux de niveau Tier 2 ( $\text{CO}$ ,  $\text{COVNM}$ ,  $\text{NOx}$ ,  $\text{PM}$ , etc.)



#### 19.2.2.1. Calcul du FE CO2 Country Specific [TR8]

Le carburant vendu à Monaco a les mêmes caractéristiques que celui vendu en France. Aussi, le FE CS du  $\text{CO}_2$  calculé par le CITEPA pour l'inventaire national français est appliqué aux calculs des émissions sur la Principauté.

Ci-dessous est décrite la méthodologie pour l'estimation des FE CS du  $\text{CO}_2$ .

##### Cas particulier des facteurs d'émission de $\text{CO}_2$ liés à la combustion du gazole et de l'essence

Le contenu en Hydrogène (H), Carbone (C) et Oxygène (O) du gazole et de l'essence vendus à la pompe a été mesuré en 2017 sur :

- 25 échantillons de gazole en été
- 25 échantillons de gazole en hiver
- 25 échantillons d'essences E5 en hiver (à répartir SP95 / SP98)
- 25 échantillons d'essences E5 en été (à répartir SP95 / SP98)
- 25 échantillons d'essences E10 en hiver
- 25 échantillons d'essences E10 en été

Les mesures ont donné les résultats suivants :

	Hiver		Eté	
	R <sub>H:C</sub>	R <sub>O:C</sub>	R <sub>H:C</sub>	R <sub>O:C</sub>
E10	1,929	0,032	1,932	0,031
E5 (SP95)	1,918	0,023	1,878	0,022
E5 (SP98)	1,898	0,023	1,923	0,022
Gazole	1,906	0,007	1,937	0,007

A partir des mesures, les facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> du mélange (produits pétroliers + biocarburants)  $FE_{mélange\_mesure}$  sont connus en appliquant la formule suivante :

$$FE_{mélange\_mesure} = \frac{44,011}{(12,011 + 1,008 \cdot R_{H:C\ mesure} + 16 \cdot R_{O:C\ mesure})}$$

Les facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> des produits pétroliers  $FE_{pp}$  sont recalculés en supposant que les facteurs d'émission de CO<sub>2</sub>  $FE_{bio}$  et les pourcentages d'incorporation  $\%bio$  des biocarburants sont connus :

$$Vente_{pp+bio} \cdot FE_{mélange\_mesure} = Vente_{pp+bio} \cdot (FE_{pp} \cdot \%_{pp} + FE_{bio} \cdot \%_{bio})$$

avec  $\%_{pp} = 1 - \%_{bio}$

$$FE_{pp} = \frac{(FE_{mélange\_mesure} - FE_{bio} \cdot \%_{bio})}{1 - \%_{bio}}$$

Les  $FE_{pp}$  ont été calculés pour les carburants hiver et les carburants été. Des  $FE_{pp}$  moyens (au prorata des ventes mensuelles de 2017) ont été estimés et sont les suivants :

	Essence ss pb	Gazole
$FE_{pp}$ (g CO <sub>2</sub> /g carburant)	3,189	3,126
$FE_{pp}$ (g CO <sub>2</sub> /GJ)	72,48	75,59

Pour obtenir le facteur d'émission de l'essence plombée, une évolution du ratio R<sub>H:C</sub> entre l'essence plombée et l'essence non plombée proportionnelle à l'évolution de ce ratio dans COPERT a été utilisé.

	g CO <sub>2</sub> /g carburant	g CO <sub>2</sub> /GJ
Essence pb	3,243	73,71

#### 19.2.2.2. 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.

$$Parc\_Moyen(v,m,t,n,a) = \sum_{i=andéb}^{i=anfin} [Immatriculation(v,m,t,a,i)]$$

(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 *andéb* 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
	Euro 2 - 96/69/EEC	1997/1998	2000/2001
2R	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
	Euro 6 2021+	2020/2021	2100
an début an fin			
PL/ bus/ car	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
	Euro V - 2008	2010	2013
	Euro VI	2014	2100
an début an fin			
	Conventional	1920	1999
	Mop - Euro 1	2000	2004
	Mop - Euro 2	2005	2006
	Mop - Euro 3 andon	2007	2100

### 19.2.2.3. 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,



#### 19.2.2.4. 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 (0) :

- **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  $\phi$  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,

$\alpha$  : 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  $\phi$  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.

#### 19.2.2.5. Trafic brut par norme

La multiplication du parc par norme par le kilométrage annuel moyen brut par norme 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.

#### 19.2.2.6. Consommation brute de carburant par norme

La consommation de carburant est obtenue en multipliant les facteurs de consommation par le trafic brut calculé précédemment.

$$Conso\ brute(v,m,t,n,a) = Trafic\ brut(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n) \times \%R\acute{e}duc$$

(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.

#### 19.2.2.7. 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 )

#### 19.2.2.8. Trafic calé par norme

La multiplication du trafic brut par norme par le ratio de la balance énergétique  $R_{km}(c)$  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 )

#### 19.2.2.9. Consommation calée de carburant par norme

La consommation de carburant est obtenue en multipliant les facteurs de consommation par le trafic calé calculé précédemment.

$$Conso\ calée(v,m,t,n,a) = Trafic\ calé(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n) \{ \times \%Réduc \}$$

(Équation 9 )

%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.

#### 19.2.2.10. 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 lubrifiants.

$$Conso\ lub(v,m,t,n,a) = Trafic\ calé(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n)$$

(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.

$$Conso\ urée(v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times \%conso \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow VP\ et\ VUL$$

Ou

$$Conso\ urée(v,m,t,n,a) = Trafic\ calée(v,m,t,n,a) \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow PL$$

(Équation 13 )

#### 19.2.2.11. 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).

#### 19.2.2.12. 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, soit du guide méthodologique EMEP.

$$\begin{aligned} Emission(pol,v,m,t,n,a) &= Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n) \\ &Ou \\ Emission(pol,v,m,t,n,a) &= Trafic\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n) \end{aligned}$$

(Équation 15)

#### 19.2.2.13. Références

- [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 2017 – Last Update June 2017
- [3]. 1.A.3.b.v Gasoline evaporation 2017, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2017
- [4]. 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear 2017, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2017
- [5]. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2\_Volume2 / V2\_3\_Ch3\_Mobile\_Combustion
- [PTR3] Ventilation Navigation/Internationale, reconstitution série temporelle, PTR3\_Enquete Ménage2016\_série temporelle maritime.xlsx
- [TR8] FE CS du CO2, CITEPA, mail du 04/02/2019 ref1801970
- [TR9] IPCC Guidelines 2006 Volume 2, tableau 3.5.3 p3.50
- [TR10] TR10\_Biocarburants\_31122017.xlsx, source CITEPA, 31/12/2017
- [TR11] CITEPA \_ outil routier, onglet %S, fichier FM routier, source www.cdpd.org, CITEPA mail du 05/03/2019 code 1801970
- [TR14] EMEP/EEA Inventory guidelines 2016, Navigation Table 3.3 p14
- [TR15] EMEP/EEA Inventory guidelines 2016, Navigation Table 3.2 p14
- [TR53] Rapport Enquête Ménage Navigation nationale/internationale, Direction de l'Environnement, Monaco, 2019

#### 19.2.3. 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 spécifiques et par défaut (CS/D). Le carburant vendu pour le maritime ayant les mêmes caractéristiques que le carburant routier, pour le CO2, un facteur d'émission CS a été utilisé.

##### 19.2.3.1. Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d)

En 2005, une enquête a été réalisée, auprès de tous les locataires d'emplacements dans les ports de Monaco, afin d'évaluer le trafic national. Cette enquête a été renouvelée en 2016. Les résultats sont présentés dans un rapport [TR53].

Les résultats des enquêtes montrent des conditions de réponses équivalentes, nécessitant dans les deux cas un traitement des résultats afin d'assurer la meilleure représentativité de l'information à partir des résultats obtenus.

**L'enquête conduite en 2005** à bénéficier des caractéristiques (taille, motorisation, type etc.) de l'ensemble des navires destinataires des questionnaires. Aussi, des traitements statistiques ont pu être réalisés.

- en tenant compte uniquement du nombre de navires par carburants (flotte pavillon mc)— sans distinction de catégories(1);
- en séparant les professionnels(2);
- en séparant les professionnels plaisancier et en tenant compte, soit de la jauge du navire en tonneaux (3), soit de la puissance des moteurs(4).

Les facteurs de répartition de la part de la navigation nationale de la navigation extrait du rapport établi lors de l'étude de 2005 sont notés ci-dessous :

Estimation	Part nationale essence %	Part nationale diesel %
à partir du nombre de navire (1)	36.05	9.60
avec séparation des professionnels (2)	26.40	7.59
Avec distinction les plaisanciers-Professionnel et par jauge du navire (3)	27.32	7.21
Avec distinction les plaisanciers-Professionnel, par catégorie, et puissance des moteurs (4)	27.19	7.84

**L'enquête de 2016** n'a pas pu bénéficier de données aussi détaillées que celle réalisée en 2005. Aussi, les traitements statistiques ont été conduits selon deux modes :

- A partir du nombre de navires par carburants (flotte totale) pour assurer une base de comparaison avec les résultats obtenus en 2005 ;
- Une méthodologie plus complexe tenant compte du nombre de navire, de leur taille, de leurs carburants et des trajets (nationaux/internationaux) des répondants à l'enquête.

#### Comparaison des résultats selon les nombres de navires par carburants

##### Recalcul de l'année 2016 sur la base du ratio essence diesel de 2005 (flotte pavillon monégasque)

			2005	2016
<b>Diesel</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	9,60	9,86
<b>Essence</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	36,05	30,49

##### Recalcul de l'année 2005 sur la base du ratio essence diesel de 2016 (flotte totale)

			2005	2016
<b>Diesel</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	10,64	10,93
<b>Essence</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	32,54	29,32

Les résultats obtenus par l'approche globale montre des différences suivantes les possibilités de reconstruction des données ainsi qu'une évolution, des parts de carburants vendues.

Il est donc observé en moyenne une diminution de 4.39% de la part nationale de l'essence vendue et une augmentation de 0.28% de la part de diesel.

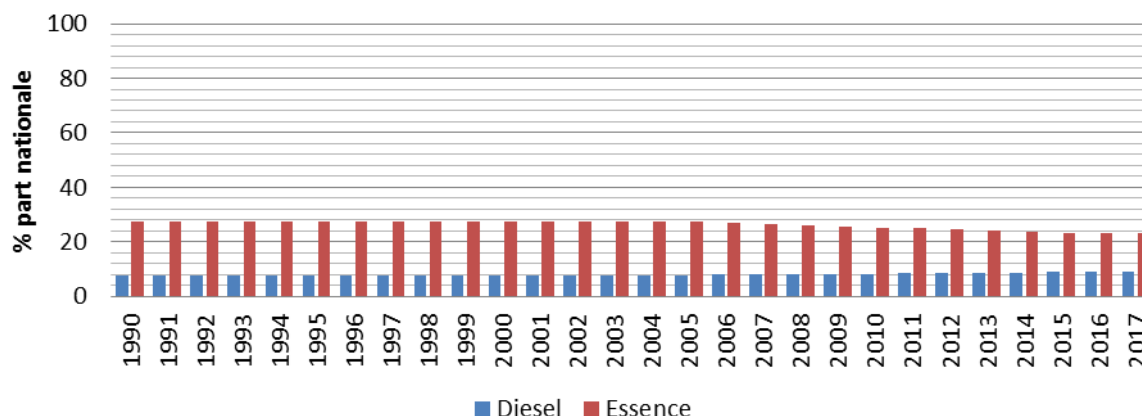
#### Estimation de la part nationale calculée en 2016 en fonction de la taille des navires

L'estimation de la part nationale est réalisée selon le même principe que la méthode par nombre total de navires, en utilisant lors de la reconstruction des données : la taille des navires ainsi que les habitudes de navigation (nationale/ internationale) des ayant répondu à l'enquête.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

			2016
<b>Diesel</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	<b>8.90</b>
<b>Essence</b>	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	<b>23.03</b>

### Part de la navigation nationale, par type de carburant



Comme en 2005, il est retenu la méthode de reconstruction statistique plus élaborée pour la détermination des facteurs nationaux internationaux. Assujetti des marges d'incertitude tenant compte des différences observées suivant les modes de reconstruction des données.

Incertitude relative aux données d'enquêtes	6 %
(Z score répondant enquête) <a href="https://fr.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/">https://fr.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/</a>	
Incertitudes liées aux modes de reconstruction des données nationale	23%
Incertitudes liées aux modes de reconstruction des données internationale	3 %

#### 19.2.3.2. 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.

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

$$Emissions = \sum (carburant consommé_{ab} * Facteur d'émissions_{ab})$$

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).

##### 19.2.3.2.1. CARBURANT CONSOMME - ÉNERGIE

Les enquêtes ménage ont permis d'évaluer la ventilation part nationale/internationale des ventes de carburants.

#### 19.2.3.2.1.1. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE PAR LES BATEAUX A MOTEUR DIESEL (EN TERAJOULES)

Part de PP au sein du gasoil (%) :	1-% $V_{biodiesel}$		
Masse volumique du diesel :	0,845	t/m3	(CITEPA)
Pouvoir calorifique du diesel :	42,695	TJ/kt	(CITEPA)

$$Consommation\ annuelle\ E_{Dpp}(TJ) = (1 - \%V_{biodiesel}) * V_D * 0.845 * 42.695 * 10^{-3}$$

avec :  $V_D$  = consommations annuelles de diesel par les bateaux (en m3) pour la navigation.

#### 19.2.3.2.1.2. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE DE LA PARTIE BIOMASSE DES BATEAUX A MOTEUR DIESEL (EN TERAJOULES)

Part de biomasse au sein du gasoil (%) :	% $V_{biodiesel}$		(CITEPA)
Pouvoir calorifique du diesel :	voir tableau $PCI_{bio}$ biodiesel	GJ / t	(CITEPA)
Masse volumique du diesel :	voir tableau $R_{bio}$ biodiesel	t/m3	(CITEPA)

$$Consommation\ annuelle\ E_{Dbio}(TJ) = \%V_{biodiesel} * V_D * PCI_{Bio} * R_{bio} * 10^{-3}$$

avec :  $V_D$  = consommations annuelles de diesel par les bateaux (en m3).

#### 19.2.3.2.1.3. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE PAR LES BATEAUX A MOTEUR A ESSENCE (EN TERAJOULES)

Part de PP au sein de l'essence (%) :	1-% $V_{bioessence}$		(CITEPA)
Masse volumique de l'essence :	0,755	t/m3	(CITEPA)
Pouvoir calorifique de l'essence :	43,774	TJ/kt	(CITEPA)

$$Consommation\ annuelle\ E_{Epp}(TJ) = (1 - \%V_{bioessence}) * V_E * 0.755 * 43.774 * 10^{-3}$$

avec :  $V_E$  = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3).

#### 19.2.3.2.1.4. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE DE LA PART BIOMASSE DES BATEAUX A MOTEUR A ESSENCE (EN TERAJOULES)

Part de biomasse au sein de l'essence (%) :	% $V_{bioessence}$		(CITEPA)
Pouvoir calorifique de l'essence :	voir tableau $PCI_{bio}$ bioessence	GJ / t	(CITEPA)
Masse volumique de l'essence :	voir tableau $R_{bio}$ bioessence	t/m3	(CITEPA)

$$Consommation\ annuelle\ E_{Ebio}(TJ) = \%V_{bioessence} * V_E * PCI_{Bio} * R_{bio} * 10^{-3}$$

avec :  $V_E$  = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3).

### 19.2.3.2.2. CALCUL DES ÉMISSIONS DE GES PAR LES BATEAUX A MOTEUR DIESEL

#### 19.2.3.2.2.1. CALCUL DES ÉMISSIONS ANNUELLES DE CO<sub>2</sub> PAR LE DIESEL

Facteur d'émission (Diesel) : 75590 Kg / TJ [TR8]

$$Emissions\ CO2\ (kt) = E_{Dpp} * 75590 * 10^{-6}$$

Les émissions domestiques et internationales sont ensuite ventilées selon les parts nationales/internationales estimées par l'enquête ménage.

#### 19.2.3.2.2.2. CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DE CO<sub>2</sub> PAR LA PARTIE BIOMASSE DU DIESEL

Facteur d'émission (biodiesel) : Voir tableau biodiesel FE<sub>CO2bio</sub> ( kg/kg) [TR10]

$$Emissions\ CO2biomasse\ (kt) = E_{Dbio} * FE_{CO2bio} * 10^{-3}$$

Les émissions domestiques et internationales sont ensuite ventilées selon les parts nationales/internationales estimées par l'enquête ménage.

#### 19.2.3.2.2.3. CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DES AUTRES GAZ

Les émissions sont calculées selon l'équation :

$$Emissions\ Gaz\ (kt) = E_D * FE_{gaz} * 10^{-3}$$

où E<sub>D</sub> est la consommation annuelle de Diesel. La ventilation nationale/internationale se fait selon les résultats de l'enquête ménage.

	FE	REF.
CH <sub>4</sub>	7 kg/TJ	[TR9]
N <sub>2</sub> O	2 kg/TJ	[TR9]
NO <sub>x</sub>	78.5 kg/t fuel	[TR15]
CO	7.4 kg/t fuel	[TR15]
NM VOC	2.8 kg/t fuel	[TR15]
SO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	20 kg/t fuel * %S	[TR15]

<sup>1</sup>Le pourcentage de soufre est celui appliqué pour le carburant routier, fourni par le CITEPA [TR11]

#### 19.2.3.2.3. CALCUL DES EMISSIONS DE GES PAR LES BATEAUX A MOTEUR ESSENCE

##### 19.2.3.2.3.1. CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DE CO<sub>2</sub> PAR LE ESSENCE

Facteur d'émission (Essence) : 72480 Kg / TJ [TR8]

$$Emissions\ CO2\ (kt) = E_{Epp} * 75590 * 10^{-6}$$

Les émissions domestiques et internationales sont ensuite ventilées selon les parts nationales/internationales estimées par l'enquête ménage.

##### 19.2.3.2.3.2. CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DE CO<sub>2</sub> PAR LA PARTIE BIOMASSE DE L'ESSENCE

Facteur d'émission (bioessence) : Voir tableau bioessence FE<sub>CO2bio</sub> ( kg/kg) (CITEPA)

$$Emissions\ CO2biomasse\ (kt) = E_{Ebio} * FE_{CO2bio} * 10^{-3}$$



Les émissions domestiques et internationales sont ensuite ventilées selon les parts nationales/internationales estimées par l'enquête ménage.

#### 19.2.3.2.3.3. **CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DES AUTRES GAZ**

Les émissions sont calculées selon l'équation

$$Emissions\ Gaz\ (kt) = E_E * FE_{gaz} * 10^{-3}$$

où  $E_E$  est la consommation annuelle de l'essence. La ventilation nationale/internationale se fait selon les résultats de l'enquête ménage.

	FE	REF.
CH4	7 kg/TJ	[TR9]
N2O	2 kg/TJ	[TR9]
NOx	9.4 kg/t fuel	[TR14]
CO	573.9 kg/t fuel	[TR14]
NMVOC	181.5 kg/t fuel	[TR14]
SO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	20 kg/t fuel * %S	[TR14]

<sup>1</sup>Le pourcentage de soufre est celui appliqué pour le carburant routier, fourni par le CITEPA [TR11]

### 19.3. Annexe 3.C. – Industrie manufacturière - 1A2g Autres secteurs – Sources mobiles

#### 19.3.1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par les distributeurs de fioul domestique et de GNR français et monégasque opérant à Monaco sont exprimées en m<sup>3</sup>. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 42 TJ/kt (source : CITEPA, 2018. Rapport OMINEA –15ème édition, chapitre OMINEA\_1A\_fuel characteristic, page 76) a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m<sup>3</sup> (source : réf. Dossier du comité professionnel du pétrole).

On retranche la part de GNR biomasse avant la conversion en se basant sur la même méthode que pour le gasoil du secteur routier.

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 CO<sub>2</sub>.

$$\begin{aligned} \text{Consommation FOD (TJ)} &= \text{Consommation FOD (m}^3\text{)} \times 42 \times 845 \times 10^{-6} \\ \text{Consommation GNR (TJ)} &= \text{Consommation GNR (m}^3\text{)} \times 42 \times 845 \times 10^{-6} \\ \text{Consommation GNRbio (TJ)} &= \text{Consommation GNRbio (m}^3\text{)} \times 42 \times 845 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

#### 19.3.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T2.

$$\begin{aligned} \text{Emissions CO}_2 \text{ FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE CO<sub>2</sub> FOD : 75 032 kg/TJ  
FE CO<sub>2</sub> GNR : 75 032 kg/TJ  
FE CO<sub>2</sub> GNR<sub>biomasse</sub> : 68 197 kg/TJ

Les facteurs d'émission du CO<sub>2</sub> utilisés ont été fournis par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité (NIR 2018 de la France). Ceux du FOD et du GNR proviennent plus précisément de l'équation (17) EMEP/EEA 2009 (update may 2010) 1A3b p.40 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

### 19.3.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3. La méthode utilisée pour le CH<sub>4</sub> est une approche de niveau T1.

$$\begin{aligned} \text{Emissions CH}_4 \text{ FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE CH<sub>4</sub> FOD : 4,15 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3,  
Tableau 3.3.1

FE CH<sub>4</sub> GNR : 4,15 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3,  
Tableau 3.3.1

### 19.3.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N<sub>2</sub>O est une approche de niveau T1.

$$\begin{aligned} \text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE N<sub>2</sub>O FOD : 28,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3,  
Tableau 3.3.1.

FE N<sub>2</sub>O GNR : 28,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

### 19.3.5. 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<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub>.

Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation. Les facteurs d'émission sont établis sur la base de plusieurs références [EMEP/Corinair 1996 pour les FE pre-control ; Directive 97/68/CE pour les stages I et II; et Directive 2004/26/CE pour les stages 9514

III et IV] et varient selon le combustible et les années, en fonction de l'évolution des réglementations et de la mixité du parc.

Pour information, les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins diesel sont présentés ci-après :

Engin - Etape	FE NO <sub>x</sub> (g/GJ)	FE COVNM (g/GJ)	FE CO (g/GJ)
Industrie pre-control	1 161,9	168,6	376,2
Industrie stage I	742,3	131,2	376,2
Industrie stage II	484,1	100,9	376,2
Industrie stage IIIA	295,9	33,6	376,2
Industrie stage IIIB	266,3	19,2	376,2
Industrie stage IV	32,3	19,2	376,2

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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 T2.

$$\begin{aligned} Emissions \alpha FOD(kt) &= Consommation FOD(TJ) \times FE \alpha FOD (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ Emissions \alpha GNR(kt) &= Consommation GNR(TJ) \times FE \alpha GNR (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ Emissions \alpha GNRbio(kt) &= Consommation GNRbio(TJ) \times FE \alpha GNRbio (kg/TJ) \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- Le facteur d'émission du SO<sub>x</sub> pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité. Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> varie selon les années, ce facteur d'émission vaut respectivement les valeurs décrites dans le tableau ci-dessous :

	1990 à 1993	1994	1995 à 2007	< 2008
FE (kg/TJ)	142,9	131,0	95,2	47,6

- FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> (GNR) = 0,48 kg/TJ.

Pour le GNR, le facteur d'émission est le facteur d'émission français national, issu de l'arrêté du 10 décembre 2010, Article 3.

### 19.3.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>

Les émissions de NH<sub>3</sub> des sources mobiles sont estimées à partir des facteurs d'émission proposés dans le Guidebook EMEP / EEA [GB EMEP 2016 - 1A4 Non road mobile machinery - may 2017 - Table 3.1].

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ce gaz est une approche de niveau T1.

$$\begin{aligned} Emissions NH_3 FOD(kt) &= Consommation FOD (TJ) \times FE NH_3 FOD (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ Emissions NH_3 GNR(kt) &= Consommation GNR (TJ) \times FE NH_3 GNR (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ Emissions NH_3 GNRbio(kt) &= Consommation GNRbio (TJ) \times FE NH_3 GNRbio (kg/TJ) \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE NH<sub>3</sub> FOD : 0,190 kg/TJ

Guidebook EMEP/EEA 2016, 1A4 non-road mobile machinery – May 2017 – Table 3.1

FE NH<sub>3</sub> GNR : 0,190 kg/TJ  
2017 – Table 3.1

Guidebook EMEP/EEA 2016, 1A4 non-road mobile machinery – May

## 19.4. Annexe 3.D. - 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-Vol.2, Ch.2, équation 2.2 :

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$

### 19.4.1. Fioul domestique (FOD)

#### 19.4.1.1. Données d'activité

Les données d'activités fournies par les distributeurs de fioul domestique français et monégasques opérant à Monaco sont exprimées en m<sup>3</sup>. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 42 TJ/kt (source : CITEPA, 2018. Rapport OMINEA –15ème édition, chapitre OMINEA\_1A\_fuel characteristic, page 76) a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m<sup>3</sup> (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 CO<sub>2</sub>.

$$Consommation\ FOD(TJ) = Consommation\ FOD(m^3) \times 42 \times 845 \times 10^{-6}$$

#### 19.4.1.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T2.

$$Emissions\ CO_2\ FOD\ (kt) = Consommation\ FOD\ (TJ) \times FE\ CO_2\ FOD\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CO<sub>2</sub> FOD : 75 032 kg/TJ

Le facteur d'émission du CO<sub>2</sub> utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité (NIR 2018 de la France). Il provient plus précisément de l'équation (17) EMEP/EEA 2009 (update may 2010) 1A3b p.40 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

#### 19.4.1.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ FOD\ (kt) = Consommation\ FOD\ (TJ) \times FE\ CH_4\ FOD\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH<sub>4</sub> FOD : 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.

#### 19.4.1.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N<sub>2</sub>O est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N<sub>2</sub>O FOD : 0,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.4 et 2.5.

#### 19.4.1.5. 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<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub>.

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- FE<sub>NO<sub>x</sub></sub> = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>CO</sub> = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>NMVOC</sub> = 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<sub>x</sub> pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité. Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> varie selon les années, ce facteur d'émission vaut respectivement les valeurs décrites dans le tableau ci-dessous :

	1990 à 1993	1994	1995 à 2007	< 2008
FE (kg/TJ)	142,9	131,0	95,2	47,6

#### 19.4.1.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH<sub>3</sub> n'est attendue.

## 19.4.2. Gaz naturel

### 19.4.2.1. Données d'activité

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 (*ThermExcel / Units of volume and pressure in gas industry, calorific value, heat value, gas and liquefied oil, useful output, etc.*, site consulté le 15/03/2019).

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 CO<sub>2</sub>.

Conversion d'unité GWh en TJ : 1GWh = 3,6 TJ

$$\text{Consommation GN (TJ)} = \text{Consommation GN (GWh)} \times 0,9 \times 3,6$$

### 19.4.2.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1 :

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Le facteur d'émission du CO<sub>2</sub> utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assurance qualité (NIR 2019 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 CO<sub>2</sub> GN vaut respectivement :

Années	1990 à 2007	2008	2009	2010	2011
FE (kg/TJ)	56 534	56 546	56 418	56 465	56 658

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017
FE (kg/TJ)	56 582	56 615	56 377	56 418	56 383	56 361

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 CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T2.

### 19.4.2.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$



*FE CH<sub>4</sub> GN*: 1 kg / TJ  
2.9 et 2.10.

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux

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.

#### **19.4.2.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O**

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ N_2O\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

*FE N<sub>2</sub>O GN*: 1 kg / TJ  
2.9 et 2.10.

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux

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.

#### **19.4.2.5. 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<sub>x</sub>, le CO, le NMVOC et le SO<sub>x</sub>.

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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.

$$Emissions\ \alpha\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ \alpha\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- FE<sub>NO<sub>x</sub></sub> = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>CO</sub> = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>NMVOC</sub> = 1,9 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> = 0,3 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)

#### **19.4.2.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>**

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH<sub>3</sub> n'est attendue.

### 19.4.3. Gaz de pétrole liquéfié

#### 19.4.3.1. Données d'activités

Les données d'activités fournies par les distributeurs de gaz de pétrole liquéfié français et monégasques opérant à Monaco sont exprimées en kg. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 46 TJ/kt (source : CITEPA, 2018. Rapport OMINEA –15ème édition, chapitre OMINEA\_1A\_fuel characteristic, page 76) a été appliqué.

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 CO<sub>2</sub>.

$$\text{Consommation GPL (TJ)} = \text{Consommation GPL (kg)} \times \text{PCI (TJ/kg)}$$

#### 19.4.3.2. Calcul des émissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO<sub>2</sub> est une approche de niveau T1 :

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GPL (kt)} = \text{Consommation GPL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO<sub>2</sub> GPL : 63 100 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,  
Tableau 2.5.

#### 19.4.3.3. Calcul des émissions de CH<sub>4</sub>

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3 :

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GPL (kt)} = \text{Consommation GPL (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH<sub>4</sub> GPL : 5,0 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,  
Tableau 2.5.

#### 19.4.3.4. Calcul des émissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N<sub>2</sub>O est une approche de niveau T1 :

$$\text{Emissions N}_2\text{O GPL (kt)} = \text{Consommation GPL (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N<sub>2</sub>O GPL : 0,1 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,  
Tableau 2.5.

#### 19.4.3.5. 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<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub>.

Les émissions de NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC et SO<sub>x</sub> 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.

$$Emissions \alpha GPL (kt) = Consommation \ GPL(TJ) \times FE \alpha GPL (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : -  $\alpha$  = NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC ou SO<sub>x</sub> ;

- FE<sub>NO<sub>x</sub></sub> = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>CO</sub> = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>NMVOC</sub> = 1,90 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE<sub>SO<sub>x</sub></sub> = 2,2 kg/TJ ; CPDP 2013 p.161

#### 19.4.3.6. Calcul des émissions de NH<sub>3</sub>

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH<sub>3</sub> n'est attendue.

## 20. ANNEXE 4 – Bilan Energétique

### 20.1. Approche de référence 2017

Monaco 2017 (TJ PCI)	Liquefied petroleum gases (LPG)	Motor gasoline excl. biofuels	Kerosene type jet fuel excl. biofuels	Gas/diesel oil excluding biofuels	Fuel oil	Lubricants	Natural gas	Municipal waste (renewable)	Municipal waste (non-renewable)	Other liquid biofuels
Production	-	-	-	-	-	-	-	402,80	223,94	-
Imports	4,16	166,53	42,94	505,77	5,93	0,025	220,90	164,96	85,53	38,09
Exports	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
International marine bunkers	-	-11,59	-	-151,58	-	-	-	-	-	-12,16
International aviation bunkers	-	-	-35,66	-	-	-	-	-	-	-
Stock changes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Domestic supply</b>	<b>4,16</b>	<b>154,94</b>	<b>7,28</b>	<b>354,19</b>	<b>5,93</b>	<b>0,03</b>	<b>220,90</b>	<b>567,76</b>	<b>309,47</b>	<b>25,93</b>
Transfers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Statistical differences	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Transformation processes</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-5,93</b>	<b>-</b>	<b>-6,93</b>	<b>-567,76</b>	<b>-309,47</b>	<b>-</b>
Main activity producer CHP plants					-5,93		-6,93	-567,76	-309,47	
<b>Energy industry own use</b>							-			
<b>Final consumption</b>	<b>4,16</b>	<b>154,94</b>	<b>7,28</b>	<b>354,19</b>	<b>-</b>	<b>0,03</b>	<b>213,97</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>25,93</b>
<b>Industry</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>47,21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,59</b>
Construction				47,21						3,59
<b>Transport</b>	<b>-</b>	<b>154,94</b>	<b>7,28</b>	<b>153,72</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>22,34</b>
Road		151,47		138,91		0,01				20,99
Domestic aviation		-	7,28	-						
Rail		-		-						
Pipeline transport		-		-						
Domestic navigation		3,47		14,81						1,35
<b>Other</b>	<b>4,16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>153,26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>213,97</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Residential	-	-		153,26			213,97			
Commercial and public services	4,16	-		-						
Agriculture/forestry	-	-		-						
Fishing	-	-		-						
Non-specified (other)	-	-		-						
<b>Non-energy use</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Non-energy use in transport						0,01				

## **20.2. Balance énergétique nationale 2017**

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.

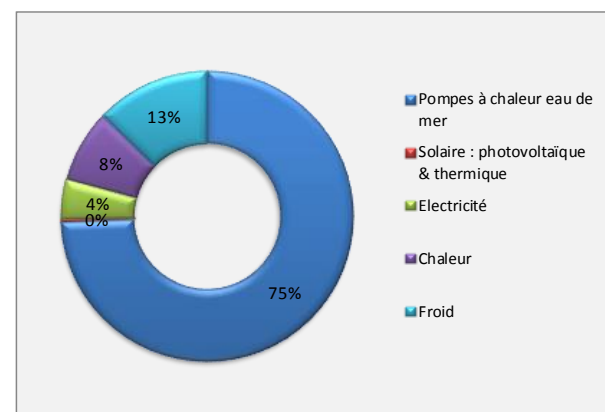
Monaco possède, grâce à ses caractéristiques géographiques, la particularité d'avoir développé des systèmes de chauffage et de climatisation par pompes à chaleur sur eau de mer dont la part d'énergie renouvelable produite est importante.

Les combustibles liquides (fiouls), carburant (essence et diesel) et gaz naturel sont importés dans leur totalité.

## BALANCE ENERGETIQUE POUR L'ANNEE 2017

### Bilan des productions énergétiques locales

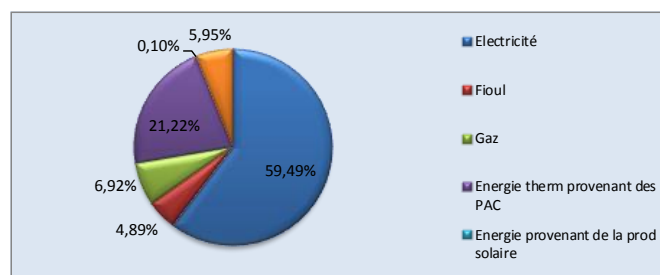
	Pompes à chaleur eau de mer	689,9 TJ
	Solaire : photovoltaïque & thermique	3,4 TJ
Valorisation des déchets	Electricité	40,6 TJ
	Chaleur	75,2 TJ
	Froid	118,1 TJ



### Bilan des consommations énergétiques

Electricité	1933,92 TJ	59,49%
Fioul	158,8 TJ	4,89%
Gaz	225,1 TJ	6,92%
Energie therm provenant des PAC	689,9 TJ	21,22%
Energie provenant de la prod solaire	3,4 TJ	0,10%
Chaud/froid réseaux urbains	193,32 TJ	5,95%
Gazole non routier	46,5 TJ	1,43%

Aviation domestique	7,28 TJ	2,30%
Transport routier	290,38 TJ	91,91%
Navigation domestique	18,28 TJ	5,79%



### Bilan des consommations énergétiques par secteur

Résidentiel, Commerces et Industries (RCI)

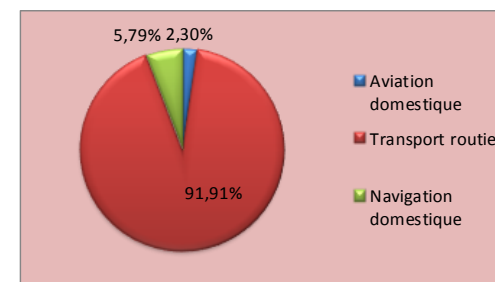
3250,9

### Bilan des consommations détaillées par énergie pour le RCI

### Bilan des consommations détaillées par énergie transport

Transports

315,9



## **21. ANNEXE 5- Informations complémentaires**

### **21.1. Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.**

#### **21.1.1. Entité**

##### **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](mailto:environnement@gouv.mc)

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

#### **21.1.2. Inventaire national**

##### **21.1.2.1. Point de contact**

###### **M. Jérémie CARLES**

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : [jcarles@gouv.mc](mailto:jcarles@gouv.mc)

##### **21.1.2.2. 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

#### **21.1.3. Registre national d'inventaire**

##### **M. Chhayavuth KHENG**

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 44 18

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : [ckheng@gouv.mc](mailto:ckheng@gouv.mc)

#### **21.1.4.Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les Changements Climatiques :**

**Mme Chrystel CHANTELOUBE**

Département des Relations Extérieures et de la Coopération

Place de la visitation

MC 98000 MONACO

MONACO

Tél. : +49 (0) 30 26 39 033

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

e-mail : c.chanteloube@gouv.mc



## **21.2. Résumé du Contrôle qualité / Assurance Qualité**

Les procédures mentionnées dans le plan contrôle qualité / assurance qualité ont été mises en œuvre.

### **21.2.1. Contrôle qualité**

Pour chacun des secteurs, les fiches de calculs ont fait l'objet de vérifications par un tiers expert, puis par le coordonnateur et le cas échéant par le responsable de l'assurance qualité.

La compilation des données dans le CRF et le rapportage dans le NIR ont également fait l'objet de vérifications.

Il doit être noté que l'ensemble des procédures internes ont été revues et nécessitent un peu de temps pour être parfaitement opérationnelles.

Pour chaque fiche de calcul, les potentielles erreurs ont été remontées par le vérificateur à l'expert qui a opéré les vérifications et éventuelles corrections nécessaires.

L'ensemble des fiches de contrôle qualité sont archivées.

### **21.2.2. Assurance qualité**

Les procédures d'assurance qualité, entreprise notamment avec le soutien du CITEPA, dans le cadre de l'élaboration du rapport d'inventaire 2019 a permis la prise en compte des catégories complémentaires suivantes. :

#### **21.2.2.1. Améliorations méthodologiques**

##### **21.2.2.1.1. SECTEUR 1 - ENERGIE**

###### **1A1a Production Energétique**

- Utilisation d'une caractérisation spécifique au pays (CS) des déchets de Monaco (2016) qui a été homogénéisée sur la période 2008-2016 ;
- Prise en compte des textiles sanitaire ;
- Combustion de Fioul lourd utilisation de masse volumique et PCI sur données fournisseurs – TBTS.

###### **1A3 Transports**

###### **1A3a Transport aérien**

- Reconstruction de la série temporelle ; consolidation de la ventilation entre les mouvements nationaux et internationaux IMSEE ;
- Changement de méthodologie pour l'estimation du soufre.

###### **1A3b Transport routier**

- Utilisation de facteur d'émission CS Pour le CO<sub>2</sub> en lieu et place du facteur IPCC 2006 ;
- Différentes améliorations de cohérence ont été réalisées.

###### **1A3d Transport Maritime**

- Actualisation de l'enquête sur la navigation nationale en 2016, application des nouveaux facteurs de répartition de la navigation nationale internationale ;
- Utilisation du facteur d'émission du diesel routier pour le CO<sub>2</sub>. Cohérence des facteurs d'émission maritime et routier, le carburant vendu étant identique.

###### **1A4 Autre –combustion stationnaire**

- Utilisation d'un facteur d'émissions CS du CO<sub>2</sub> pour le fioul domestique.

#### **21.2.2.1.2.      SECTEUR 2 - PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS**

##### **2D Utilisation non énergétique des produits pétroliers**

- **2D3** Other - Utilisation du facteur d'abattement pour l'épandage de bitumes (Méthodologie T1 vers T2) ;
- **2D3** Other - Utilisation de Facteur d'abattement pour les pressings (Méthodologie T1 vers T2) ;
- **2D3** Other - Menuiserie (Méthodologie T1 vers T2).

##### **2F Émissions de substituts fluorés de substances appauvrissant l'ozone**

- **2F1b** Réfrigération domestique ; Prise en compte des émissions de fin de vie avant prise en charge pour traitement pour la réfrigération domestique ;
- **2F1e** Consolidation et évolution des données d'entrée ; nombre de véhicules climatisés, % et gaz de substitution au R134a).

#### **21.2.2.1.3.      SECTEUR 3 - AGRICULTURE**

Pas d'activités liées à l'agriculture

#### **21.2.2.1.4.      SECTEUR 4 - UTCAF**

Pas d'améliorations liées au secteur UTCAF

#### **21.2.2.1.5.      SECTEUR 5 – DECHETS**

##### **5D1 Traitement des eaux**

- Cohérence de la série temporelle, consolidation des données d'activité en cours. Première phase conduite pour le NIR 2019 ;
- Calcul du N<sub>2</sub>O sur la base de données de l'auto surveillance de la station de traitement des eaux.

#### **21.2.2.2.      Exhaustivité**

##### **21.2.2.2.1.      SECTEUR 1 - ENERGIE**

##### **1A2 Industries manufacturières et constructions**

- **1A2Gvii véhicules off road (GNR)**

Depuis Janvier 2011, comptabilisation du GNR en remplacement du FOD ou fioul traction préalablement au sein du 1A4.

Complétude ; Enquête conduite en septembre 2018. Les fournisseurs de carburants ont complété leur déclaration sur la période 2011-2017.

Cohérence, les volumes de GNR, préalablement déclaré au sein du 1A4, sont comptabilisés au sein de cette catégorie, une première reconstruction de la série temporelle est réalisée sur 1990-2011 à partir de la moyenne observée (2011-2017).

- **1A2Gviii other reporting**

Catégorie notée IE (1A4) pour prise en considération d'une consommation industrielle du fioul et du gaz en remplacement d'une notation NE.

##### **1A4 Autre –combustion stationnaire**

- Impact de la prise en compte du Gazole Non Routier au sein du 1A2
- Prise en compte du Butane Propane (gaz de pétrole liquéfié) dans le secteur de la petite combustion

**21.2.2.2.2.      SECTEUR 2 - PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS**

**2D Utilisation non énergétique des produits pétroliers**

- **2D2 Utilisation de la paraffine.** Prise en compte de l'utilisation de la paraffine.

**2D3 Other**

- Prise en compte de la catégorie « colle et adhésif » ;
- Reporting du lubrifiant et de l'urée du transport routier- NIR 2018.

### **21.3. 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 2017.

## 21.3.1. 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 CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990

Submission 2019 v2

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt)								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	96,85	2,15	2,21	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	101,43
<b>1. Energy</b>	96,66	2,07	1,61						100,34
A. Fuel combustion (sectoral approach)	96,66	0,30	1,61						98,56
1. Energy industries	17,05	0,00	0,73						17,78
2. Manufacturing industries and construction	2,51	0,00	0,29						2,80
3. Transport	33,44	0,28	0,46						34,18
4. Other sectors	43,66	0,01	0,13						43,80
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 <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	0,20	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,22	NO	NO	0,44
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	0,20	0,00	0,00						0,20
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
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	NO,IE	0,08	0,56						0,65
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	0,56						0,65
E. Other	NO	NO	NO						NO
<b>6. Other (as specified in summary 1.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	6,76	0,01	0,05						6,83
Aviation	2,38	0,00	0,02						2,41
Navigation	4,38	0,01	0,03						4,42
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
CO <sub>2</sub> emissions from biomass	31,73								31,73
CO <sub>2</sub> captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N <sub>2</sub> O			NE,NO						
<b>Indirect CO<sub>2</sub><sup>(3)</sup></b>	NE,NO								
Total CO <sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									101,42
Total CO <sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									101,43
Total CO <sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO <sub>2</sub> , without land use, land-use change and forestry									NA
Total CO <sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO <sub>2</sub> , with land use, land-use change and forestry									NA

## 21.3.2. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2017

### SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO<sub>2</sub> EQUIVALENT EMISSIONS

(Sheet 1 of 1)

Inventory 2017

Submission 2019 v2

MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF <sub>3</sub>	Total
SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> equivalent (kt )								
<b>Total (net emissions)<sup>(1)</sup></b>	73,04	2,44	2,86	8,13	NO,IE	0,11	NO	NO	86,58
<b>1. Energy</b>	72,73	0,69	2,05						75,48
A. Fuel combustion (sectoral approach)	72,73	0,13	2,05						74,92
1. Energy industries	22,27	0,00	1,14						23,42
2. Manufacturing industries and construction	3,54	0,01	0,43						3,98
3. Transport	23,10	0,12	0,39						23,61
4. Other sectors	23,82	0,01	0,09						23,92
5. Other	NO	NO	NO						NO
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,55	NO						0,55
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO
2. Oil and natural gas	0,00	0,55	NO						0,55
C. CO <sub>2</sub> transport and storage	NO								NO
<b>2. Industrial processes and product use</b>	0,32	0,00	0,33	8,13	NO,IE	0,11	NO	NO	8,89
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	0,32	0,00	0,00						0,32
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Product uses as ODS substitutes				8,13	NO,IE	NO	NO	NO	8,13
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,33	NO	NO	0,11	NO	NO	0,44
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3. Agriculture</b>	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
<b>4. Land use, land-use change and forestry<sup>(1)</sup></b>	-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
<b>5. Waste</b>	NO,IE	1,75	0,46						2,21
A. Solid waste disposal	NO	NO							NO
B. Biological treatment of solid waste		NO	NO						NO
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE	NO,IE						NO,IE
D. Waste water treatment and discharge		1,75	0,46						2,21
E. Other	NO	NO	NO						NO
<b>6. Other (as specified in summary 1.A)</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Memo items:<sup>(2)</sup></b>									
<b>International bunkers</b>	14,85	0,03	0,13						15,00
Aviation	2,55	0,00	0,02						2,57
Navigation	12,30	0,03	0,10						12,43
<b>Multilateral operations</b>	NO	NO	NO						NO
CO <sub>2</sub> emissions from biomass	39,78								39,78
CO <sub>2</sub> captured	NO,IE								NO,IE
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO
Indirect N <sub>2</sub> O			NO,NE						
Indirect CO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	NO,NE								
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions without land use, land-use change and forestry</b>									86,59
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions with land use, land-use change and forestry</b>									86,58
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, without land use, land-use change and forestry</b>									NA
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions, including indirect CO<sub>2</sub>, with land use, land-use change and forestry</b>									NA

## 22. Références

### 22.1. Secteur 1 – Energie

Traitement composition des déchets, Direction de l'Environnement, 2019

Traitement GES indirects fioul lourds-gaz 1A1a, Direction de l'Environnement, 2019

Détermination PCI boues et Déchets et siccité boues, Direction de l'Environnement, 2019

MODECOM 2007 - La composition des ordures ménagères et assimilées en France  
Page 50, tableau 23 : évolution de la production d'ordures ménagères (comparaison 1993 et 2007), Edition 2010, ADEME.

Campagnes de caractérisation du gisement de déchets SODAE, 2017, Direction de l'Environnement

Caractérisation des refus de dégrillage de la station d'épuration de Givors (Région Rhône-Alpes) : mise en oeuvre d'un plan d'échantillonnage et présentation des résultats, INSA de Lyon, SUEZ, CEMAGREF

Lignes Directrices 2006 - GIEC, volume 2, CH2

Lignes Directrices 2006 - GIEC, volume 5

EMEP/EEA Emission inventory guidebook 2016, update may 2017

Pour FE EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 (1A4 Non road mobile machinery - Table 3.1)

Rapport rejets usine d'incinération, Direction de l'Aménagement Urbain

Consommation de gaz et de fioul par la centrale de chaud – froid, SMEG

Units of volume and pressure in gas industry, calorific value, heat value, gas and liquefied oil, useful output, etc.", [www.thermexcel.com](http://www.thermexcel.com)

EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 -1A4 Non road mobile machinery

Lignes Directrices 2006 - GIEC, volume 2, CH1

Rapport OMINEA –15ème édition, CITEPA, 2018.

[PTR1] Reconstitution de la série temporelle aviation

[PTR2] Ventes de Carburants pour le Transport 2017

[PTR3] Ventilation de la Navigation domestique/internationale, Résultats Enquête

[PTR4] Parc routier 2017, Service des Titres et Circulation

[TR1] Ventilation des mouvements hélicoportuaires, IMSEE

[TR2] Données hélicoportuaires, Direction de l'Aviation Civile

[TR3] EMEP/EEA Emissions inventory guidebook 2016, update 2017, Aviation

[TR6] [TR7] [TR17] Lignes Directrices 2006 - GIEC, volume 2, CH3

[TR8] FE CS du CO<sub>2</sub>, CITEPA

[TR10] Teneur Biocarburants, CITEPA

[TR18] [TR21-TR36] EMEP/EEA Inventory Guidelines 2016.rev2018, Road Transport

[TR44] <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionConsoMoyenne>

[TR48] Inventaire routier 2016-2017, AtmoSud, 2019

[TR45] Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, IFSTTAR 2014

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

[TR14] [TR15] EMEP/EEA Inventory guidelines 2016, Navigation

[TR53] Rapport Enquête Ménage Navigation nationale/internationale, Direction de l'Environnement, 2019

Vente annuelle de gaz et SF6 des équipements électriques 2017, SMEG

Lignes Directrices 2006 - GIEC, volume 2, CH4

Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and gas industry – API – August 2009

## **22.2. Secteur 2 – Industrie**

Monaco en chiffres, IMSEE, édition 2018

Monaco 2030, Direction Prospective Urbanisme et Mobilité, 2017

Recensement de la population 2008, IMSEE, 2009

Recensement de la population 2016, IMSEE, 2017

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

[I-MAC R1] Lignes directrices 2006, GIEC Volume 3, Chapitre 7

[I-MAC R2] Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1), Shwarz and harnish

[I-MAC R3] BEHR HELLA REFRIGERANT AND OIL FILLING QUANTITIES PASSENGER CARS & COMMERCIAL VEHICLES 2014 15

[I-MAC R4] NRF\_-R134a-R1234yf\_Airconditioning\_Filling\_Chart

[I-MAC R5] La climatisation automobile, Données et références, ADEME, 2001

[I-MAC R6] DIRECTIVE 2006/40/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

[I-MAC-R7] Alternatives aux HFC à fort GWP dans les applications de la réfrigération et de la climatisation, ADEME, 2014



I-MAC P1-19] Prétraitement du nombre de véhicules climatisés en Europe selon [I-MAC-R5]

I-MAC P2-19] Statistique du parc Automobile Monaco

I-MAC P3-19] Base de données 2013-2017 du parc automobile de Monaco « PARC par marque »

I-MAC P4-19] Base de gaz de climatisation « BEHR-HELLA 2015 FGAS FILLING CHART »

I-MAC P5-19] Base de gaz de climatisation NFR 2017 FGAS FILLING CHART

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook version 2016, chapitre 2

Données accélérateurs de particules, Centre Hospitalier Princesse Grace

Données françaises relatives aux solvants domestiques, aérosols non médicaux, paraffines, CITEPA

Enquêtes sectorielles auprès de produits générateurs d'émissions de gaz à effet de serre, Direction de l'Environnement

Vente annuelle de gaz et SF6 des équipements électriques 2017, SMEG

### **22.3. Secteur 4 – UTCATF**

Enquête sur tous les arbres et les volumes du houppier. Direction de l'Aménagement Urbain, Monaco, DAU 2006:

Surface totale des espaces verts, variation de 1990 à 2012 à Monaco. Direction de l'Aménagement Urbain, Monaco, DAU 2012

Monaco en chiffres, IMSEE, édition 2018

Photographie aérienne de la Principauté de Monaco, Geomonaco 2009

GIEC 2006 Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 « Agriculture, foresterie et autres affectations des terres », Chapitre 8 « Etablissements ».

GIEC 2006 Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4 « Agriculture, foresterie et autres affectations des terres », Chapitre 11 « Émissions de N2O des sols gérés et émissions de CO2 dues au chaulage et à l'application d'urée ».

Enquête sectorielle pour l'obtention des chiffrages de l'utilisation d'engrais auprès de la DAU, Mairie et SBM.

### **22.4. Secteur 5 – Déchets**

Rapport annuel d'exploitation UTER, SMEaux, 2017

GIEC 2006 Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 5 « déchets » - Chapitre 6 « Traitement et rejets des eaux usées ».

Fichier de prétraitement des bases de données UTER. W-WW P1-19 Base UTER

Fichier de prétraitement des bases de données UTER. W-WW P2-19 Siccité UTER V0.1

Fichier de prétraitement des analyses relatives au N2O et COT/CIT des eaux résiduaire et des boues d'épurations. W-WW P3-19 N-N2O