

RAPPORT NATIONAL D'INVENTAIRE
DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE
DE LA PRINCIPAUTE DE MONACO
1990-2021

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

Avril 2023



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
TABLE DES FIGURES	11
TABLE DES TABLEAUX	16
RESUME ANALYTIQUE	19
EXECUTIVE SUMMARY	21
1. INTRODUCTION	25
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 ..	25
1.1.1. Cadre général	25
1.1.2. Cadre de réalisation des inventaires des émissions de gaz à effet de serre	25
1.2. Système National d'Inventaire	27
1.2.1. Dispositions prises sur le plan institutionnel pour l'établissement de l'inventaire national	27
1.2.2. Dispositions prises sur le plan juridique	28
1.2.3. Descriptif synthétique de la préparation des inventaires d'émission	28
1.2.4. Assurance de la qualité, contrôle de la qualité et vérification	31
1.2.4.1. Définitions	31
1.2.4.2. Contrôle qualité	32
1.2.4.3. Assurance qualité	37
1.2.4.4. Entités extérieures	38
1.2.5. Description des changements dans le système national depuis la soumission précédente	38
1.3. Collecte des données, traitement et archivage	39
1.3.1. Collecte et traitements	39
1.3.2. Traçabilité, Suivi et Archivage	39
1.3.2.1. Traçabilité	39
1.3.2.2. Suivi des améliorations et des non-conformités	39
1.3.2.3. Archivage	39
1.4. Descriptions générales des méthodologies et sources utilisées	41
1.4.1. Principes	41
1.4.2. Méthodes de calcul et facteurs d'émission	41
1.4.3. Pouvoirs de réchauffement globaux	46
1.5. Description des catégories clés	47
1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1	47
1.5.1.1. Catégories clés en 2021	47
1.5.1.2. Catégories clés en 1990	48
1.5.2. Catégories clés avec UTCATF –Tier 1	49
1.5.3. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2	50
1.6. Evaluation des incertitudes	52
1.7. Exhaustivité de l'Inventaire	52
1.7.1. Couverture temporelle	52
1.7.2. Territoire	52
1.7.3. Substances	52
1.7.4. Sources émettrices	53
1.7.4.1. Secteur de l'énergie	53
1.7.4.2. Processus industriels	53
1.7.4.3. UTCATF	53
1.7.4.4. Déchets	53
1.7.5. Sources manquantes (reportées comme « NE »)	54
1.7.6. Explication de l'application de la clé « IE »	54
1.7.7. Explication de l'application de la clé « NO »	56
1.7.8. Explication de la clé « NA »	57
2. EVOLUTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	58

2.1.	Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre agrégées.....	58
2.1.1.	Emissions globales de gaz à effet de serre en 2021	58
2.1.2.	Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre	60
2.1.3.	Evolution des émissions par gaz à effet de serre	61
2.1.4.	Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect et de SO ₂	64
2.2.	Descriptions des tendances pour les émissions de gaz à effet de serre par secteur.....	67
2.2.1.	Secteur Energie	67
2.2.2.	Secteur Procédés industriels	68
2.2.3.	Secteur Déchets	69
2.2.4.	Secteur UTCATF	70
3.	ENERGIE (SECTEUR 1 DU CRF)	71
3.1.	Caractéristiques générales du secteur	71
3.2.	Comparaison de l'approche sectorielle avec l'approche de référence	72
3.3.	1A -Consommation de combustibles	74
3.3.1.	1A1a Production publique d'électricité et de chaleur.....	75
3.3.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	76
3.3.1.2.	Incinération des déchets solides et des boues d'épuration	76
3.3.1.3.	Déchets incinérés.....	81
3.3.1.4.	Évolution du facteur d'émission induit pour les déchets incinérés	92
3.3.1.5.	Boues d'épuration des eaux incinérées	95
3.3.1.6.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel	97
3.3.2.	1A1b Raffinage du pétrole	101
3.3.3.	1A1c Manufacture de combustibles solides et autres industries de l'énergie	101
3.3.4.	1A2 Industries manufacturières et construction.....	101
3.3.4.1.	1A2gvii Engins mobiles non routiers.....	103
3.3.4.2.	1A2gviii. Combustion stationnaire – Secteur industriel	108
3.3.5.	1A3 Transports	115
3.3.5.1.	Caractéristiques générales de la catégorie source	116
3.3.5.2.	Bilan énergétique.....	118
3.3.5.3.	1A3a Aviation domestique.....	121
3.3.5.4.	1A3b Transport routier	126
3.3.5.5.	1A3c Chemins de fer	145
3.3.5.6.	1A3d Navigation (domestique).....	146
3.3.5.7.	1A3e Autres modes de transport.....	152
3.3.6.	1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie	153
3.3.6.1.	1A4a Autres secteurs du domaine de l'énergie – Etablissements commerciaux et publics....	154
3.3.6.2.	1A4a – Commercial Off-road Transport- Racing cars	162
3.3.6.3.	1.A.4.b. Autres secteurs du domaine de l'énergie – Secteur résidentiel.....	163
3.3.6.4.	1A4c Agriculture, forêts, pêches.....	173
3.3.7.	1A5 Divers	173
3.4.	1B. Emissions fugitives à partir des combustibles	174
3.4.1.	1B1 Emissions fugitives à partir des combustibles solides	175
3.4.2.	1B2b Emissions fugitives de gaz naturel	175
3.4.2.1.	Réseaux de distribution de gaz	176
3.4.3.	1B2c - Emissions due aux torchères et au venting	179
3.5.	Recalcul du Secteur 1	180
3.6.	1D - Memo Items.....	181
3.6.1.	Soutes internationales - 1D1 International Bunkers	181
3.6.1.1.	Caractéristiques générales de la catégorie	182
3.6.1.2.	Répartition générale de la consommation énergétique.....	182
3.6.1.3.	Aviation internationale (1.D.1.a)	183
3.6.1.4.	Navigation internationale (1.D.1.b)	185
4.	PROCEDES INDUSTRIELS ET UTILISATION DE PRODUITS (SECTEUR 2 DU CRF).....	187
4.1.	Caractéristiques générales du secteur	187
4.2.	Catégories sources	188

4.2.1.	2A – Industrie Minière.....	188
4.2.2.	2B – Industrie Chimique	188
4.2.3.	2C – Industrie Métallurgique.....	188
4.2.4.	2D – Produits non énergétiques issus de combustibles et de l’utilisation des solvants	189
4.2.4.1.	Caractéristiques générales de la catégorie.....	190
4.2.4.2.	2.D.1 - Utilisation de lubrifiant	190
4.2.4.3.	2.D.2 - Utilisation de cire de paraffine.....	192
4.2.4.4.	2.D.3 - Autres	194
4.2.5.	2E – Industrie Electronique	206
4.2.6.	2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l’ozone (ODS).....	207
4.2.6.1.	2.F.1.b - Réfrigération domestique.....	208
4.2.6.2.	2.F.1.e - HFC et PFC utilisés pour la climatisation des véhicules	215
4.2.6.3.	2.F.1.f - Climatisation stationnaire.....	226
4.2.6.4.	2.F.2.a - Utilisation de mousse.....	230
4.2.6.5.	2.F.4.a - Utilisation d’aérosols et d’inhalateurs	231
4.2.7.	2G –Autres usages et fabrication de produits.....	233
4.2.7.1.	2.G.1 - SF ₆ utilisé dans les appareillages électriques	234
4.2.7.2.	2.G.2.b - SF ₆ utilisé dans les accélérateurs de particules.....	236
4.2.7.3.	2.G.3.a - N ₂ O utilisé comme anesthésiant et/ou analgésique	237
4.2.7.4.	2.G.3.b - N ₂ O utilisé comme gaz propulseur d’aérosols	238
4.2.8.	2H –Autres.....	239
4.3.	Recalcul du secteur 2.....	240
5.	AGRICULTURE (SECTEUR 3 DU CRF).....	241
6.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D’AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE - UTCATF (SECTEUR 4 DU CRF).....	243
6.1.	Caractéristiques générales	243
6.1.1.	Définitions et système de classification d’utilisation des terres	246
6.1.2.	Etablissements cat 4E.....	247
6.2.	Méthodologies d’estimation des émissions.....	255
6.2.1.	Méthodologie de calculs pour la variation du stock de carbone dans la biomasse active des arbres	255
6.2.1.1.	Surface totale du houppier en phase de croissance.....	255
6.2.1.2.	Taux de croissance	260
6.2.2.	Méthodologies relatives aux émissions dues à l’utilisation d’engrais dans les espaces verts	261
6.2.2.1.	Emission directe.....	261
6.2.2.2.	Emission indirectes	262
6.2.3.	Produit ligneux récolté - Catégorie 4G	264
6.3.	Incertitudes et cohérence des séries temporelles.....	265
6.4.	Assurance qualité et contrôle qualité spécifique à la catégorie	265
6.5.	Recalcul.....	266
6.6.	Amélioration	267
7.	DECHETS (SECTEUR 5 DU CRF)	268
7.1.	Généralités sur la gestion des déchets à Monaco	269
7.2.	Dépôt de déchets solides sur les sites de décharge publique (secteur 5.A)	270
7.3.	Traitement biologique des déchets solides (secteur 5.B)	270
7.4.	Incinération et combustion à l’air libre des déchets (secteur 5.C)	270
7.4.1.	Activités relatives au traitement des déchets solides	270
7.4.2.	Activités liées à la crémation.....	271
7.4.2.1.	Caractéristiques générales.....	271
7.5.	Traitement des eaux résiduaires (secteur 5.D.)	273
7.5.1.	Description de la catégorie source.....	274
7.5.1.1.	Principe de gestions des eaux usée.	274
7.5.1.2.	Caractéristiques des eaux collectées.	275
7.5.1.3.	Boues d’épurations.....	275
7.5.2.	Méthodologie d’estimation des émissions	276

7.5.2.1.	Emissions de CH ₄	276
7.5.2.2.	Emissions de N ₂ O.....	277
7.5.2.3.	Emissions de NMVOC.....	277
7.5.3.	Données d'activité.....	277
7.5.3.1.	Origine des données.....	277
7.5.3.2.	Principes directeurs d'évolution des données d'activité.....	278
7.5.3.3.	Estimation des volumes d'eaux non traitées.....	281
7.5.4.	Emissions de méthane (CH ₄).....	282
7.5.4.1.	Calculs du CH ₄	283
7.5.4.2.	Méthodologies de calcul du CH ₄ :.....	284
7.5.5.	Emissions d'Oxyde Nitreux (N ₂ O).....	290
7.5.5.1.	Paramètres complémentaires de rapportage de la catégorie.....	291
7.5.6.	Emissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).....	291
7.5.7.	Cohérence des séries temporelles.....	292
7.5.8.	Contrôle qualité - Assurance Qualité Spécifique.....	292
7.5.9.	Recalcul.....	293
7.5.10.	Améliorations.....	293
7.1.	Autre (secteur 5.E.).....	294
8.	AUTRES SECTEURS.....	295
9.	EMISSIONS INDIRECTES DE CO ₂ ET D'OXYDES NITREUX.....	296
10.	NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS.....	297
10.1.	Recalcul - comparaison pour l'année de référence et 2019.....	297
10.2.	Implications sur les niveaux d'émissions.....	299
10.3.	Implications sur les tendances.....	299
10.4.	Améliorations planifiées.....	300
10.5.	Statut des recommandations.....	301
10.6.	Synthèse des émissions de 1990 et 2019 estimées dans les NIR 2022 et NIR 2023.....	310
11.	UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE – PROTOCOLE DE KYOTO (MODULE KP-LULUCF DU CRF).....	316
11.1.	Informations générales.....	316
11.1.1.	Définition de forêt.....	316
11.2.	Information sur les terres.....	316
11.2.1.	Territoire.....	316
11.2.2.	Espaces verts.....	317
11.2.3.	Zone d'analyse.....	317
11.2.3.1.	Vue d'ensemble de l'évolution du territoire.....	318
11.2.3.2.	Zone 1 Entrée de ville.....	318
11.2.3.3.	Zone 2 Fontvieille.....	319
11.2.3.4.	Zone 3 Rocher.....	320
11.2.3.5.	Zone 4 Vallon St Devote.....	321
11.2.3.6.	Zone 5 Petite Afrique.....	321
11.2.3.7.	Zone 6 Jardin des Spélugues.....	322
11.2.3.8.	Zone 7 Sporting d'été.....	322
11.2.3.9.	Zone 8 Testimonio.....	323
11.2.4.	Conclusion.....	323
11.3.	Informations spécifiques aux activités.....	323
11.4.	Article 3.3.....	323
11.5.	Article 3.4.....	323
11.6.	Information relative à l'article 6.....	323
12.	INFORMATIONS SUR COMPTABILISATION DES UNITES KYOTO.....	325
12.1.	Informations générales.....	325
12.2.	Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF.....	325
12.3.	Notifications et erreurs.....	326
12.4.	Informations accessibles au public.....	326

12.5.	Calcul de la quantité attribuée pour la période d'engagement	326
12.6.	Calcul de la réserve pour la période d'engagement	326
12.7.	Comptabilisation du secteur UTCATF	327
13.	MODIFICATIONS APPORTEES AU SYSTEME NATIONAL	328
13.1.	Nom et coordonnées du responsable du système national d'inventaire désigné par la Partie	328
13.2.	Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national d'inventaire	329
14.	MODIFICATIONS APPORTEES AU REGISTRE NATIONAL	329
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)	330
15.1.	Description des effets potentiels des politiques et mesures nationales	330
15.2.	Ressources financières et transfert de technologie	331
15.2.1.	Octroi de ressources financières	331
15.2.2.	Activités relatives au transfert de technologies	332
16.	AUTRES INFORMATIONS	333
17.	ANNEXE 1 - ANALYSE DES CATEGORIES CLES	334
17.1.	Résumé des catégories clés	335
17.2.	Evaluation des catégories principales pour l'année 1990 – Méthode Tier 1	340
17.3.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2021 – Méthode Tier 1	342
17.4.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2021 – Méthode Tier 2 – Contribution....	345
17.5.	Evaluation des catégories principales pour l'année 2021 – Méthode Tier 2 - Evolution ...	349
18.	ANNEXE 2 - TABLEAUX RELATIFS A L'ANALYSE DES INCERTITUDES	353
19.	ANNEXE 3 - METHODOLOGIE, DONNEES ET FACTEURS D'EMISSION DETAILLES NECESSAIRES A L'ESTIMATION DES EMISSIONS PROVENANT DE LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES.....	358
19.1.	Annexe 3.A - 1A1a Production publique d'électricité et de chaleur valorisation énergétique des déchets	358
19.1.1.	Incinération des déchets solides	358
19.1.1.1.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	358
19.1.1.2.	Tonnages des différentes catégories de déchets solides sur la série temporelle	359
19.1.2.	Incinération des boues d'épuration	360
19.1.2.1.	Calcul des émissions annuelles de CH ₄ et de N ₂ O.....	360
19.1.2.2.	Calcul des émissions annuelles de NO _x , CO, NMVOC et de SO ₂	360
19.1.3.	Combustion du fioul lourd et du gaz naturel.....	360
19.1.4.	Fioul lourd.....	361
19.1.4.1.	Données d'activité	361
19.1.4.2.	Calcul des émissions de CO ₂	361
19.1.4.3.	Calcul des émissions de CH ₄	361
19.1.4.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	362
19.1.4.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	362
19.1.4.6.	Calcul des émissions de NH ₃	362
19.1.5.	Gaz naturel	363
19.1.5.1.	Données d'activité	363
19.1.5.2.	Calcul des émissions de CO ₂	363
19.1.5.3.	Calcul des émissions de CH ₄	364
19.1.5.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	364
19.1.5.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	364
19.1.5.6.	Calcul des émissions de NH ₃	364
19.2.	Annexe 3.B. - Transport (1A3)	365
19.2.1.	Biocarburants	365
19.2.2.	Transport routier (1.A.3.b)	366

19.2.2.1.	Calcul du FE CO2 Country Specific	366
19.2.2.2.	Parc statique par norme	368
19.2.2.3.	Age du parc par norme	368
19.2.2.4.	Kilométrage annuel moyen brut par norme	369
19.2.2.5.	Trafic brut par norme	370
19.2.2.6.	Consommation brute de carburant par norme	370
19.2.2.7.	Balance énergétique	371
19.2.2.8.	Trafic calé par norme.....	371
19.2.2.9.	Consommation calée de carburant par norme.....	371
19.2.2.10.	Consommations de lubrifiants, de produits pétroliers, de biocarburants et d'urée	371
19.2.2.11.	Calculs des facteurs d'émissions de COVNM des évaporations.....	371
19.2.2.12.	Calculs des émissions de GES et de polluants	372
19.2.2.13.	Références	372
19.2.3.	Navigation nationale (1A3d).....	372
19.2.3.1.	Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation (1A3d)	372
19.2.3.2.	Calcul des émissions de gaz à effet de serre par les bateaux à moteur à essence et à moteur Diesel	374
19.3.	Annexe 3.C. – Industrie manufacturière - 1A2g Autres secteurs – Sources mobiles.....	378
19.3.1.	Données d'activité.....	378
19.3.2.	Calcul des émissions de CO ₂	379
19.3.3.	Calcul des émissions de CH ₄	379
19.3.4.	Calcul des émissions de N ₂ O.....	380
19.3.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	381
19.3.5.1.	Fioul domestique et Gazole non routier	381
19.3.5.2.	Biomass To Liquid (BTL)	382
19.3.5.3.	GTL (Gas To Liquid)	382
19.3.6.	Calcul des émissions de NH ₃	383
19.4.	Annexe 3.D. – Combustion stationnaire - 1A2gviii Secteur Industriel	384
19.4.1.	Fioul domestique (FOD).....	385
19.4.1.1.	Données d'activité	385
19.4.1.2.	Calcul des émissions de CO ₂	385
19.4.1.3.	Calcul des émissions de CH ₄	385
19.4.1.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	385
19.4.1.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	386
19.4.1.6.	Calcul des émissions de NH ₃	386
19.4.2.	Gaz naturel	387
19.4.2.1.	Données d'activité	387
19.4.2.2.	Calcul des émissions de CO ₂	387
19.4.2.3.	Calcul des émissions de CH ₄	388
19.4.2.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	388
19.4.2.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	388
19.4.2.6.	Calcul des émissions de NH ₃	388
19.5.	Annexe 3.E. - Autres secteurs du domaine de l'énergie 1A4a Etablissements commerciaux et publics	389
19.5.1.	Fioul domestique (FOD).....	390
19.5.1.1.	Données d'activité	390
19.5.1.2.	Calcul des émissions de CO ₂	390
19.5.1.3.	Calcul des émissions de CH ₄	390
19.5.1.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	390
19.5.1.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet indirects.....	390
19.5.1.6.	Calcul des émissions de NH ₃	391
19.5.2.	Gaz naturel	391
19.5.2.1.	Données d'activité	391
19.5.2.2.	Calcul des émissions de CO ₂	391
19.5.2.3.	Calcul des émissions de CH ₄	392
19.5.2.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	392

19.5.2.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	392
19.5.2.6.	Calcul des émissions de NH ₃	393
19.6.	Annexe 3.E. - Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4b Secteur résidentiel	394
19.6.1.	Fioul domestique (FOD).....	394
19.6.1.1.	Données d'activité	394
19.6.1.2.	Calcul des émissions de CO ₂	394
19.6.1.3.	Calcul des émissions de CH ₄	394
19.6.1.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	395
19.6.1.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	395
19.6.1.6.	Calcul des émissions de NH ₃	395
19.6.2.	Gaz naturel	396
19.6.2.1.	Données d'activité	396
19.6.2.2.	Calcul des émissions de CO ₂	396
19.6.2.3.	Calcul des émissions de CH ₄	397
19.6.2.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	397
19.6.2.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	397
19.6.2.6.	Calcul des émissions de NH ₃	397
19.6.3.	Gaz de pétrole liquéfié/ Gaz de pétrole liquéfié bio	398
19.6.3.1.	Données d'activité	398
19.6.3.2.	Calcul des émissions de CO ₂	398
19.6.3.3.	Calcul des émissions de CH ₄	398
19.6.3.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	398
19.6.3.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	399
19.6.3.6.	Calcul des émissions de NH ₃	399
19.6.4.	GTL (Gas To Liquid)	399
19.6.4.1.	Données d'activité	399
19.6.4.2.	Calcul des émissions de CO ₂	399
19.6.4.3.	Calcul des émissions de CH ₄	400
19.6.4.4.	Calcul des émissions de N ₂ O	400
19.6.4.5.	Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects	400
19.6.4.6.	Calcul des émissions de NH ₃	400
20.	ANNEXE 4 – BILAN ENERGETIQUE	401
20.1.	Approche de référence 2021.....	401
20.2.	Balance énergétique nationale 2021	402
21.	ANNEXE 5- INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES	403
21.1.	Equipe nationale en charge de l'inventaire national et du registre d'émissions de gaz à effet de serre.	403
21.1.1.	Entité	403
21.1.2.	Inventaire national	403
21.1.2.1.	Point de contact.....	403
21.1.2.2.	Auteurs	403
21.1.3.	Registre national d'inventaire	404
21.1.4.	Point focal pour la Convention Cadre des Nation Unies pour les Changements Climatiques :....	404
21.2.	Résumé du Contrôle qualité / Assurance Qualité	405
21.2.1.	Contrôle qualité	405
21.2.2.	Plan QA/QC.....	409
21.3.	Tableaux CRF SUMMARY 2.....	410
21.3.1.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 1990	411
21.3.2.	Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2021	412
22.	REFERENCES	413
22.1.	Données transversales	413
22.2.	Secteur 1 – Energie	413

22.3.	Secteur 2 – Industrie	414
22.4.	Secteur 4 – UTCATF.....	414
22.5.	Secteur 5 – Déchets.....	414

Table des Figures

Figure 1. Schéma général du système national d’inventaire	27
Figure 2 . Planning d’élaboration des inventaires	30
Figure 3. Procédures générales de niveau 1 mises en œuvre pour l’établissement des inventaires	33
Figure 4. Schéma du système de Contrôle Qualité/ Assurance Qualité	36
Figure 5. Emissions de GES par secteur en 2021 (hors UTCATF).....	59
Figure 6. Emissions de GES par gaz en 2021 (hors UTCATF en ktCO ₂ eq)	59
Figure 7. Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre entre 1990 et 2021	60
Figure 8. Répartition en 1990 et 2021 des émissions par gaz à effet de serre.	61
Figure 9. CO ₂	61
Figure 10. CH ₄	62
Figure 11. N ₂ O	62
Figure 12. HFCs-PFCs.....	62
Figure 13. SF ₆	63
Figure 14. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de NO _x	64
Figure 15. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de CO	64
Figure 16. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de NMVOC.....	65
Figure 17. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de SO ₂	65
Figure 18. Répartition des émissions de gaz à effet de serre par secteur en 1990 et 2021	67
Figure 19. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Energie entre 1990 et 2021.....	67
Figure 20. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Energie par rapport à 1990	67
Figure 21. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels entre 1990 et 2021.....	68
Figure 22. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels par rapport à 1990.....	68
Figure 23. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets entre 1990 et 2021.....	69
Figure 24. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets par rapport à 1990	69
Figure 25. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF entre 1990 et 2021	70
Figure 26. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF par rapport à 1990.....	70
Figure 27. Répartition en 1990 et 2021 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l’énergie	71
Figure 28. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021	74
Figure 29. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie- Production publique d’électricité et de chaleur	75
Figure 30. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - Production publique d’électricité et de chaleur	76
Figure 31. Série temporelle des déchets caractérisés depuis 1990	77
Figure 32. Répartition des émissions de GES par types de déchets depuis 1990	78
Figure 33. Composition des déchets (a) et répartition des émissions de GES par types de déchets pour l’année 2021 (b)	79
Figure 34. Répartition des émissions de GES entre les déchets de Monaco, les déchets de France et les boues d’épuration depuis 1990.....	80
Figure 35. Caractérisation des émissions de CO ₂ fossile et biogénique depuis 1990	80
Figure 36. Recalcul des émissions de GES du 1A1a -Déchets incinérés	91
Figure 37. Représentation du % d’énergie représenté pour chaque catégorie de déchets solides sur la série temporelle.....	93
Figure 38. Représentation du % d’émissions de GES représenté pour chaque catégorie de déchets solides sur la série temporelle	93
Figure 39. Évolution des émissions de GES depuis 1990 de la combustion de gaz et de fioul lourd	97
Figure 40. Consommation énergétique de la combustion de gaz naturel et de fioul lourd	98
Figure 41. Recalcul des émissions de GES du 1A1a -Fioul-Gaz.....	99
Figure 42. Emissions de GES entre 1990 et 2021 du secteur 1A2.....	101
Figure 43. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 du secteur 1A2.....	102
Figure 44. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles	103
Figure 45. Émissions de GES par catégorie source - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles.....	105
Figure 46. Recalcul des émissions de GES du 1A2gvii	107
Figure 47. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2gviii Secteur industriel.....	108
Figure 48. Émissions de GES par catégorie source - 1A2gviii Secteur industriel (en ktCO ₂ eq)	110

Figure 49. Recalcul des émissions de GES du 1A2gviii	113
Figure 50. Evolution des émissions de GES du secteur des transports entre 1990 et 2021	115
Figure 51. Evolution des émissions de GES du secteur des transports par rapport à 1990.....	115
Figure 52. Répartitions des émissions de GES du transport en 1990 et 2021	117
Figure 53. Evolution de la répartition et des émissions des catégories sources du transport.....	117
Figure 54. Evolution de la consommation énergétique des transports	118
Figure 55. Répartition de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2021	118
Figure 56. Evolution de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2021 du secteur des transports	119
Figure 57. Répartition de la consommation énergétique par carburant et catégories source de transport en 1990 et 2021	119
Figure 58. Emissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2021	121
Figure 59. Evolution des émissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2021	121
Figure 60. Aviation civile : nombre de cycles de décollage et d'atterrissage (mouvements) en fonction des destinations.....	122
Figure 61. Aviation civile : Carburant (volume total) distribué à l'héliport de Monaco.....	123
Figure 62. Aviation civile : Ratio des mouvements nationaux de l'aviation civile.....	124
Figure 63. Emissions de GES du transport routier entre 1990 et 2021	126
Figure 64. Evolution des émissions de GES du transport routier entre 1990 et 2021	126
Figure 65. Distribution de carburant en Principauté (m ³).....	127
Figure 66. Proportion des carburants vendus par type en 1990 et 2021	127
Figure 67. Part de biocarburant dans les carburants [Source – CITEPA]	128
Figure 68. Evolution du parc, par catégorie principale, entre 1990 et 2021.....	129
Figure 69. Sous-catégories du parc routier monégasque	129
Figure 70. Classification des véhicules pour chaque catégorie principale, par type de carburant et selon les normes EURO	130
Figure 71. Consommation de lubrifiant total – calcul COPERT	132
Figure 72. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021	133
Figure 73. Distribution de la consommation énergétique pour le transport routier en 1990 et 2021, par énergie	133
Figure 74. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021, par catégorie principale de véhicule	134
Figure 75. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021, par type de fuel, par catégorie de véhicule.....	134
Figure 76. Evolution des émissions du transport routier par gaz	135
Figure 77. Variation des émissions du transport routier par gaz, par rapport à la référence de 1990.....	135
Figure 78. Répartitions des émissions du transport routier par catégorie de véhicule en 1990 et 2021	137
Figure 79. Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicule	138
Figure 80. Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier (source : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)	141
Figure 81. Cartographie du trafic moyen journalier sur Monaco (source : AtmoSud).....	142
Figure 82. Evolution de la consommation énergétique totale calculée et issue des ventes de carburants	142
Figure 83. Evolution des émissions de GES (part CO2 biomasse non incluse) selon le calcul issu du trafic routier et celui issu des ventes de carburant	143
Figure 84. Emissions de GES du transport routier – recalcul de la série temporelle	144
Figure 85. Evolution des émissions de GES de la navigation domestique entre 1990 et 2021.....	146
Figure 86. Evolution des émissions de GES de la navigation domestique par rapport à 1990	146
Figure 87. Vente totale de carburant à destination de la navigation	148
Figure 88. Part nationale de la navigation, par type de carburant (source- enquête ménage).....	149
Figure 89. Vente de carburant à destination de la navigation domestique.....	149
Figure 90. Consommation énergétique de la navigation domestique	150
Figure 91. Répartition de la consommation énergétique de la navigation domestique en 1990 et 2021	150
Figure 92. Evolution des émissions GES entre 1990 et 2021 - recalcul.....	151
Figure 93. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie - 1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie	153
Figure 94. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie	153

Figure 95. Évolution des émissions de GES entre 1990 et 2020 de la catégorie - 1A4a Établissements commerciaux et publics.....	154
Figure 96. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4a Établissements commerciaux et publics.....	154
Figure 97. Consommation énergétique de la catégorie - 1AAa Établissements commerciaux et publics	155
Figure 98. Émissions de GES par catégorie source - 1AAa Établissements commerciaux et publics (en kt CO ₂ eq.)	157
Figure 99. Evolution des émissions fugitives à partir des combustibles entre 1990 et 2021	174
Figure 100. Evolution des émissions fugitives par rapport à 1990	174
Figure 101. Evolution des volumes totaux de carburants stockés et distribués sur la Principauté	175
Figure 102. Evolution des longueurs de réseau par matériaux et par pression de service	177
Figure 103. Evolution du nombre d'équipements – branchements de moyenne et basse pression.....	177
Figure 104. Recalcul du Secteur 1	180
Figure 105. Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2021	181
Figure 106. Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2021	181
Figure 107. Evolution de la consommation énergétique des soutes internationales.....	182
Figure 108. Répartition de la consommation énergétique des soutes internationales.....	182
Figure 109. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021 des soutes internationales –Aviation civile...	183
Figure 110. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 des soutes internationales –Aviation civile ...	183
Figure 111. Evolution de la répartition des vols internationaux effectués	184
Figure 112. Evolution des émissions de GES des soutes internationales –Navigation internationale.....	185
Figure 113. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 des soutes internationales –Navigation internationale.....	185
Figure 114. Ventes de carburants à destination de la navigation internationale	186
Figure 115. Répartition en 1990 et 2021 des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'Industrie	187
Figure 116. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie source 2D- Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants	189
Figure 117. 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	189
Figure 118. Quantité de lubrifiant des moteurs 4 temps effectivement brûlée (hors moteur 2 temps).....	191
Figure 119. Recalcul des émissions liées à la consommation de lubrifiant (hors moteur 2 temps)	192
Figure 120. Evolution des émissions de GES liées à l'utilisation de cire de paraffine	193
Figure 121. Emissions indirectes liées à l'utilisation de peinture	195
Figure 122. Emissions indirectes liées au nettoyage à sec de vêtements.....	196
Figure 123. Recalcul des émissions de GES liées au nettoyage à sec de vêtements.....	197
Figure 124. Emissions indirectes liées à l'épandage de bitume	198
Figure 125. Emissions liées aux imprimeries.....	199
Figure 126. Emissions indirectes liées aux traitements du bois.....	201
Figure 127. Recalcul de la catégorie « traitement du bois ».....	202
Figure 128. Recalcul des émissions de CO ₂ due à l'urée dans le transport routier	203
Figure 129. Emissions indirectes liées à l'utilisation domestique de solvants	204
Figure 130. Emissions liées à l'utilisation de colles et adhésifs.....	205
Figure 131. Recalcul des émissions liées à l'utilisation de colles et adhésifs	206
Figure 132. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie 2F – Utilisation de produits comme substituts de substances appauvrissant l'ozone.....	207
Figure 133. Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b	208
Figure 134. Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b en 2021 suivant les postes d'émissions	208
Figure 135. Evolution des données d'activité pour les équipements domestique.	210
Figure 136. Quantité de gaz en banques pour la réfrigération domestique et hôtelière	211
Figure 137. Part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché.	212
Figure 138. Recalcul des émissions de R134a - réfrigération domestique.....	213
Figure 139. Recalcul des émissions de Fin de vie - R134a - réfrigération domestique	214
Figure 140. Evolution des émissions pour la climatisation mobile	215
Figure 141. Evolution de la flotte VP : nombre et âge des véhicules.....	219
Figure 142. Evolution de la flotte de VUL : nombre et âge des véhicules.....	220
Figure 143. Evolution du pourcentage de véhicules neuf climatisés	220

Figure 144. Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les véhicules personnels (VP)	222
Figure 145. Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules	222
Figure 146. Stock de gaz R134a (Bt) au sein de la flotte automobile (VP+VUL)	223
Figure 147. Evolution des facteurs d'émission au sein de la flotte automobile VP	223
Figure 148. Evolution des facteurs d'émission au sein de la flotte automobile VUL	224
Figure 149. Gaz fluorés liées à la climatisation stationnaire	226
Figure 150. Répartition des émissions par gaz liées à la climatisation stationnaire	227
Figure 151. Emissions de C ₃ F ₈ liées à la climatisation stationnaire	228
Figure 152. Recalcul des émissions totales de HFC liées à la climatisation stationnaire	229
Figure 153. Emissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation	230
Figure 154. Recalcul des émissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation	231
Figure 155. Emissions de HFC liées à l'utilisation d'aérosols et d'inhalateurs	231
Figure 156. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits	233
Figure 157. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits	233
Figure 158. Emissions liées à l'utilisation de SF ₆ dans les appareillages électriques	234
Figure 159. Emissions liées à l'utilisation de SF ₆ dans les accélérateurs de particules	236
Figure 160. Emissions liées à l'utilisation de N ₂ O comme anesthésiant/analgésique	237
Figure 161. Emissions liées à l'utilisation de N ₂ O comme gaz propulseur d'aérosols	238
Figure 162. Recalcul du secteur 2 -IPPU	240
Figure 163. Emissions de GES du secteur UTCAF	243
Figure 164. Evolution des absorptions de GES du secteur UTCAF	243
Figure 165. Evolution des émissions et capture de GES (CO ₂) par la variation de la biomasse active (Carbon stock Change)	244
Figure 166. Evolution des émissions de GES (N ₂ O) du secteur par l'utilisation des engrais – (Inorganic N Fertilizers)	244
Figure 167. Photographie aérienne du territoire de Monaco 2020 (MonaCarto Portail SIG du Gouvernement Princier de Monaco)	246
Figure 168 : Estimation des surfaces arborées des glacis du Rocher	247
Figure 169. Evolution de la surface d'espace vert de 1990 à 2021.	249
Figure 170. Plan topographique General de Monaco (Geomonaco©)	250
Figure 171. Photo aérienne et plan topographique simplifié de Monaco (Geomonaco©) + espaces verts (DAU)	251
Figure 172. Tonnages de déchets verts incinérés à Monaco et émissions de carbone (Secteur - 1A1a énergie)	252
Figure 173. Emissions de carbone des déchets verts (Secteur - 1A1a énergie)	252
Figure 174. Quantité d'azote (tN) utilisée dans les espaces verts	261
Figure 175. Recalcul de la catégorie 4E	266
Figure 176. Evolution des émissions de GES du secteur des déchets entre 1990 et 2021	268
Figure 177. Evolution des émissions de GES du secteur des déchets par rapport 1990	268
Figure 178. Evolution des émissions de GES de la catégorie 5.C liées au four crématoire	271
Figure 179. Recalcul des émissions de GES de la catégorie 5.C liées au four crématoire	272
Figure 180. Evolution des émissions de GES de la catégorie 5.D des déchets entre 1990 et 2021	273
Figure 181. Variation des volumes d'eaux résiduaires en fonction de la pluie et de la consommation d'eau potable	279
Figure 182. Variation des charges polluantes en DBO5 et DCO	279
Figure 183. Evolution de la station de traitement des eaux UTER et des capacités de traitement	280
Figure 184. Temps d'arrêt annuel de la station UTER	280
Figure 185. Dépassement des capacités de traitement de la station UTER pour le paramètre DBO5.	281
Figure 186. Volumes d'eau rejetés sans traitement	282
Figure 187. Evolutions des paramètres journaliers de débits et de charge organique TOW UTER en 2021.	285
Figure 188. Evolutions des émissions journalières de CH ₄ en 2021 suivant les différents postes d'émission ...	286
Figure 189. Evolutions des paramètres annuels de débits et de charge organique TOW UTER.	286
Figure 190. Evolutions des émissions de CH ₄	288
Figure 191. Evolution des émissions indirectes	296

Figure 192.Recalcul de l'année de référence	297
Figure 193.Recalcul de l'année 2020	298
Figure 194. Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2022 et l'inventaire 2023	299
Figure 195. Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2022 et l'inventaire 2023	299
Figure 196. Fiche Contrôle Qualité	406

Table des Tableaux

Tableau 1. Liste des acteurs et fonctions générales	27
Tableau 2. Table des PRG-AR4	46
Tableau 3. Catégories Clés en 2021	47
Tableau 4. Catégories Clés en tendance	48
Tableau 5. Catégories Clés en 1990	48
Tableau 6. Tier 2 – Contribution	50
Tableau 7. Tier 2 – Evolution	51
Tableau 8. Extrait de la table 9 du CRF- « NE »	54
Tableau 9. Sources reportées comme IE	54
Tableau 10. Extrait de la table 9 du CRF – « IE »	54
Tableau 11. Sources reportées comme « NO »	56
Tableau 12. Sources reportées comme « NA »	57
Tableau 13. Evolution des émissions de gaz à effet de serre direct	63
Tableau 14. Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect	66
Tableau 15. Comparaison de l’approche de référence et de l’approche sectorielle du secteur Energie	72
Tableau 16. Données d’activité	81
Tableau 17. Catégorisation des ordures ménagères (en poids humide)	83
Tableau 18. Fractions massiques WF_i des différentes catégories de déchets solides	87
Tableau 19. Valeurs de PCI spécifiques à Monaco des différentes catégories de déchets solides	92
Tableau 20. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles	104
Tableau 21. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2gviii Secteur industriel	109
Tableau 22. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990	110
Tableau 23. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	111
Tableau 24. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	112
Tableau 25. Evolution des émissions du transport routier par gaz	136
Tableau 26. Evolution des émissions du transport routier 2021 par rapport à 1990	136
Tableau 27. Evolution de la distance parcourue entre 1990 et 2021	138
Tableau 28. Emissions de GES du transport routier par catégories de véhicules	139
Tableau 29. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	158
Tableau 30. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	159
Tableau 31. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	168
Tableau 32. Facteurs d’émission et incertitudes	196
Tableau 33. Facteurs d’émission et incertitudes	198
Tableau 34. Facteurs d’émission et incertitudes	199
Tableau 35. Facteurs d’émission et incertitudes	201
Tableau 36. Facteurs d’émission et incertitudes	204
Tableau 37. Stock de Gaz R134a Bt par type de véhicules par gaz en tonnes	217
Tableau 38. Facteur d’émission par type de véhicules et par gaz en % de perte par an	218
Tableau 39. Evolution de la surface d’espace vert de 1990 à 2021.	249
Tableau 40. Données relatives aux engrais en 2021	254
Tableau 41. Données relatives aux surfaces des espaces verts	255
Tableau 42. Données relatives à la surface arborée	258
Tableau 43. Données relatives à la surface arborée active	259
Tableau 44. Taux de croissance des arbres	260
Tableau 45. Utilisation d’engrais et niveau d’émissions	263
Tableau 46. Principales périodes d’arrêt du système de traitement des eaux	280
Tableau 47. Plan d’amélioration des inventaires	300
Tableau 48. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	384

Tableau 49. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	384
Tableau 50. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	389
Tableau 51. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi	389

RESUME ANALYTIQUE

Ce rapport présente, pour la période 1990 – 2021, 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 (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF₆). Le trifluorure d'azote (NF₃) 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 (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (NMVOC) et le monoxyde de carbone (CO).

Conformément aux lignes directrices 2006 du GIEC, l'inventaire des sources et la qualité des émissions sont en amélioration continue. Une incertitude globale de 11,61 % a été estimée par une méthode de niveau 1 pour l'ensemble de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en 2021.

Les émissions de gaz à effet de serre direct (exprimées en équivalent CO₂) se situent pour l'année 2021 à -28,1 % en dessous de celles de 1990, hors secteur de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres (UTCATF) et à -28,1% UTCATF inclus.

En valeur recalculée, les émissions de la Principauté de Monaco sont passées de 102,5 ktCO₂eq pour l'année 1990 à 73,6 ktCO₂eq en 2021, hors secteur UTCATF.

En incluant le secteur UTCATF, les émissions sont passées de 102,3 ktCO₂eq pour l'année 1990 à 73,6 ktCO₂eq en 2021.

Dans l'ensemble, les émissions globales ont augmenté de 1990 à 1996, année pour laquelle la valeur maximale de 109,1 ktCO₂eq 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 2021 (en % des émissions en équivalent CO₂ hors UTCATF) : CO₂, 87,5 % ; HFC et PFC 7,6 % , N₂O 3,9 % , CH₄, 0,9 % et SF₆ 0,2 %.

L'énergie, avec 91,3 % des émissions totales en équivalent CO₂ hors UTCATF en 2021, occupe le premier rang des catégories de sources émettrices à Monaco au sens de la classification de la CCNUCC devant les procédés industriels, avec 8,1 % et les déchets avec 0,5 %.

Par rapport à 1990, la contribution relative des procédés industriels a fortement augmenté, alors que celle de l'énergie a diminué.

Selon les analyses des catégories clés de tier 1 et tier 2, les émissions de CO₂ liées à la combustion de déchets et à la combustion de carburant du transport routier sont les principales catégories et sont à l'origine de près de la moitié des émissions de la Principauté de Monaco.

Entre 1990 et 2021, les émissions des gaz à effet de serre indirect sont orientées à la baisse pour les quatre gaz visés. Cette baisse est de 94 % pour le dioxyde de soufre, de 77 % pour le monoxyde de carbone, de 64 % pour les composés organiques volatils non méthaniques et de 80 % 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 3,48 ktCO₂eq.

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 1990-2021.

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

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

In accordance with the 2006 IPCC Guidelines the sources inventory and the estimates quality are in continuous improvement. An overall uncertainty of 11.61 % (corresponding to a standard deviation) has been estimated for the whole inventory in 2021.

Direct greenhouse gases emissions (in CO₂ equivalents) are, for 2021, 28.1% below to those reported in 1990, without taking into account the sector of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF), 28.1 % with LULUCF.

In recalculated value, the Principality of Monaco's emissions moved from 102.3 ktCO₂eq for the year 1990 to 73.6 ktCO₂eq in 2021, excluding LULUCF. With LULUCF, emissions moved from 102.5 ktCO₂eq for the year 1990 to 73.6 ktCO₂eq in 2021.

Global emissions have increased from 1990 to 1996, for which the maximum value of 109.1 kt of CO₂ equivalent has been reached. This increase was followed by a relatively decreasing trend.

In 2021, the contribution of different greenhouse gases (in % of emissions in CO₂eq excluding LULUCF) is estimated at 87.5 % for CO₂; for HFCs and PFCs at 7.6 %, at 3.9 % for N₂O, at 0.9 % for CH₄ and for SF₆ at 0.2%.

In 2021, the Energy sector, representing 91.3 % of total emissions in CO₂eq (excluding LULUCF), ranks first category of emitting sources in Monaco as defined in the classification of the UNFCCC while industrial processes sector represent 8.1 % and waste sector 0.5 % of total emissions.

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

Regarding the 2021 tier 1 and tier 2 key categories analysis, the CO₂ emissions from waste incineration and fuels from road transportation are mainly categories and are responsible for around half of emissions of the Principality of Monaco.

Between 1990 and 2021, emissions of indirect greenhouse gases are decreasing for the 4 gases. This decrease is of 94 % for sulfur dioxide, 77 % for carbon monoxide, 64 % for non-methane volatile organic compounds and 80% 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 3.48 ktCO₂eq.

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 l'absence 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 (GES) 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 le 20 novembre 1992 (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 de diminuer de 5,2% la production les émissions de GES CO₂ et de 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.

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. La ratification est datée du 24 octobre 2016.

En 2017, 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.

Dans le cadre de la révision 2020 de sa Contribution Déterminée au Niveau National, la Principauté a augmenté ses engagements et a fixé comme objectif de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 55% à horizon 2030 par rapport à 1990.

Consécutivement, une Ordonnance Souveraine a été adoptée afin de transcrire cet objectif dans la réglementation nationale.

Ce texte inscrit également dans l'ordre juridique national l'objectif de neutralité carbone de Monaco en 2050.

Le présent rapport est le premier rapport d'inventaire sous l'Accord de Paris.

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 4 avril 2022 en présence du Directeur Général des Services, lors de laquelle l'ensemble des calculs et méthodologies ont été approuvés.

Figure 1. Schéma général du système national d'inventaire

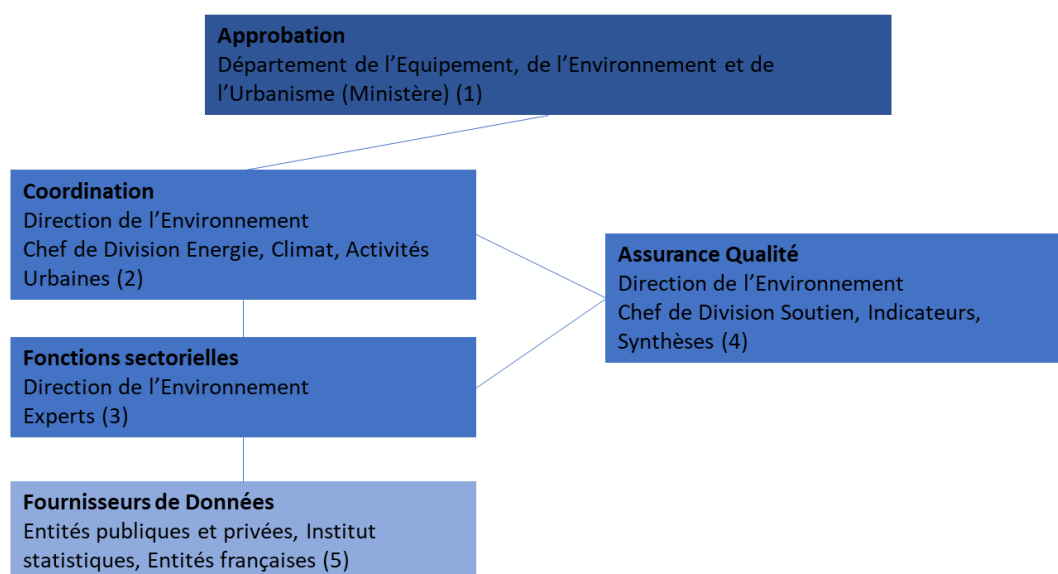


Tableau 1. Liste des acteurs et fonctions générales

Fonction	Entité	Rôle
(1) Approbation	Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme (Ministère)	Approbation des calculs et du plan d'amélioration.
(2) Coordination	Direction de l'Environnement Chef de Division Energie, Climat, Activités Urbaines	Point focal national pour les inventaires. Responsable de la soumission de l'inventaire et autres rapports CCNUCC. Coordination et compilation de l'Inventaire, et approbation des feuilles de calculs.

		Coordination des réponses aux revues et du suivi des recommandations. Management des experts et gestion des améliorations et des ressources.
(3) Fonctions sectorielles	Direction de l'Environnement Experts sectoriels	Collecte, traite, vérifie et archive les données. Développe des feuilles de calculs, réalisation des calculs et rédaction des parties du rapport national d'inventaire dont l'expert à la charge. Propose des améliorations et coordonne les études nécessaires. Assure les contrôles qualité des feuilles de calculs des autres experts dont il a la charge.
(4) Assurance Qualité	Direction de l'Environnement Adjoint au Directeur - Chef de Division Soutien, Indicateurs, Synthèses	Réalise les missions d'assurance qualité mentionnée au paragraphe 1.2.4.3
(5) Fournisseur de Données	Entités publiques et privées, Institut des statistiques, Entités françaises	Communication des données nécessaires à l'établissement de l'inventaire à la Direction de l'Environnement conformément à la réglementation en vigueur (voir 1.2.2.)

1.2.2. Dispositions prises sur le plan juridique

Deux textes réglementaires en lien avec la réduction des émissions de gaz à effet de serre et les inventaires sont en vigueur :

- L'Ordonnance Souveraine n° 8.449 du 24 décembre 2020¹ fixant les objectifs de réduction de gaz à effet de serre pour la Principauté qui fixe les objectifs nationaux de réduction des gaz à effet de serre à horizon 2030 et 2050 ;
- L'Arrêté Ministériel n° 2020-916 du 24 décembre 2020 relatif à l'établissement des inventaires nationaux de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques² qui définit le système national d'inventaire et le cadre de leur élaboration en imposant notamment à chaque acteur identifié à communiquer, à la Direction de l'Environnement, les informations nécessaires à l'établissement de l'inventaire national.

L'obligation de communication est applicable à compter des déclarations 2021 qui sont prises en compte dans le rapport national d'inventaire 2023.

1.2.3. 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. Elles sont présentées dans la Figure 2.

¹<https://journaldemonaco.gouv.mc/Journaux/2021/Journal-8519/Ordonnance-Souveraine-n-8.449-du-24-decembre-2020-fixant-les-objectifs-de-reduction-de-gaz-a-effet-de-serre-pour-la-Principaute-a-horizon-2030>

²<https://journaldemonaco.gouv.mc/Journaux/2021/Journal-8519/Arrete-Ministeriel-n-2020-916-du-24-decembre-2020-relatif-a-l-etablissement-des-inventaires-nationaux-de-gaz-a-effet-de-serre-et-de-polluants-atmospheriques>

Rassembler les données sur les activités, les 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 ;

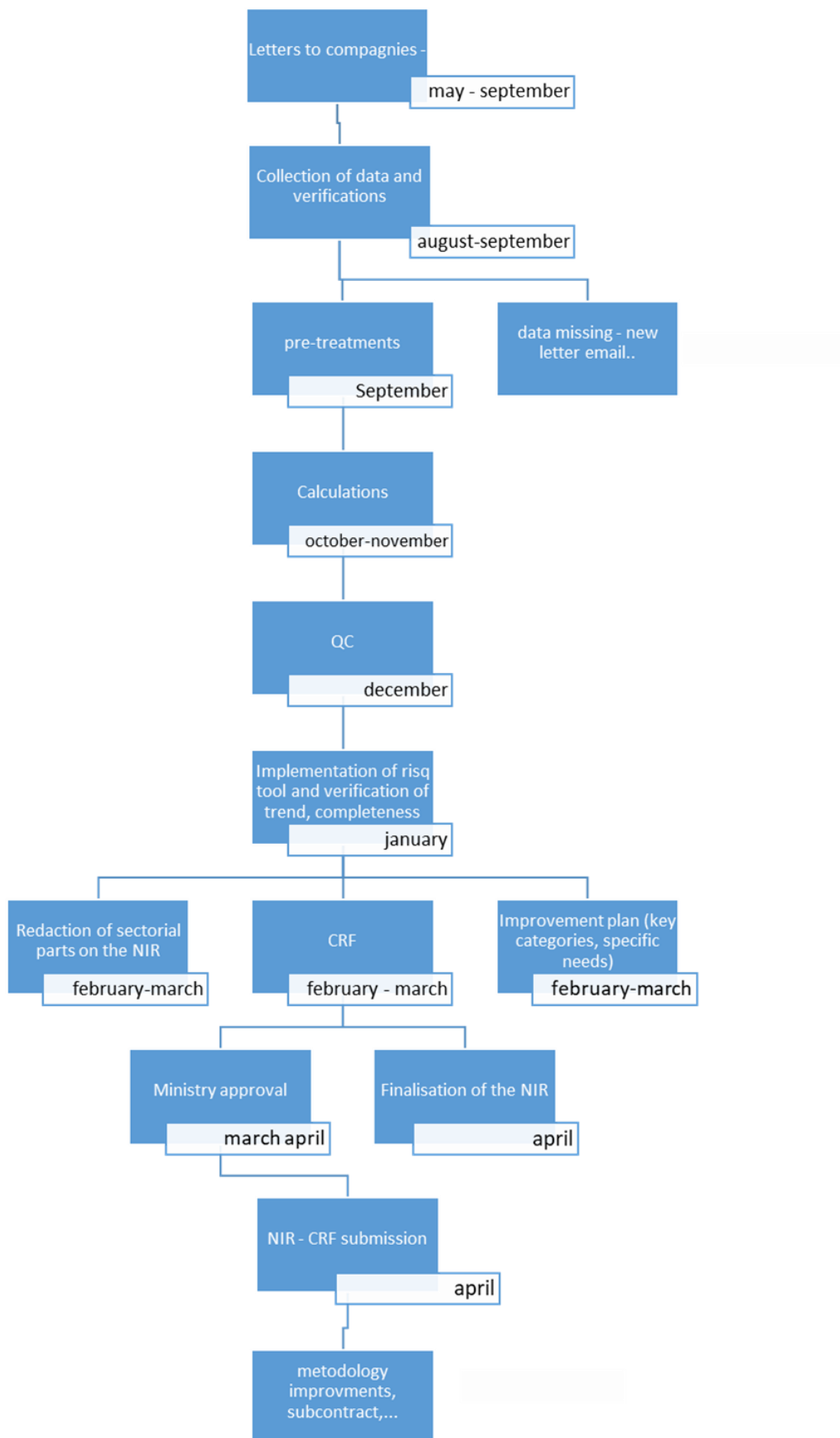
Dresser l'inventaire national conformément au paragraphe 1 de l'Article 7 et aux décisions pertinentes de la Conférence des Parties et/ou de la COP/MOP :

- 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 la 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 soient conformes 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.

Figure 2 . Planning d'élaboration des inventaires



Les contacts pour l'établissement de l'inventaire national des gaz à effet de serre réalisé 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

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

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

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

1.2.4.1. 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 :

- Fournir des vérifications systématiques et cohérentes pour garantir l'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité des données ;
- Identifier et rectifier les erreurs et omissions ;
- 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, les activités, les facteurs d'émission et les 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 possibles des émissions et des absorptions dans l'état actuel des connaissances scientifiques et des données disponibles et qu'ils sont complémentaires au programme CQ.

La mise en place 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.

1.2.4.2. Contrôle qualité

1.2.4.2.1. 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.

1.2.4.2.2. 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 NIR 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 suivis des non-conformités et des améliorations.

Figure 3. 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 correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés.	Vérifier que les unités sont étiquetées correctement dans les feuilles de calculs. Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs. Vérifier que les facteurs de conversion sont corrects. Vérifier que les facteurs d'ajustement temporel et spatial sont utilisés correctement.
5	Vérifier l'intégrité des fichiers de la base de données.	Confirmer que les phases de traitement des données appropriées sont représentées correctement dans la base de données. Confirmer que les relations entre les données sont représentées correctement dans la base de données. Vérifier que les champs de données sont étiquetés correctement et indiquent les spécifications de conception correctes.

		Vérifier que la documentation appropriée de la base de données et la structure et le fonctionnement du modèle sont archivés.
6	Vérifier la cohérence des données entre les catégories de source	Identifier les paramètres (données sur les activités, constantes, etc.) communs à plusieurs catégories de source et confirmer la cohérence des valeurs utilisées pour ces paramètres dans les calculs d'émissions
7	Vérifier que le mouvement des données d'inventaire entre les phases de traitement est correct	Vérifier que les données sur les émissions sont agrégées correctement, des niveaux de présentations inférieurs vers des niveaux supérieurs, lors de la préparation des récapitulatifs. Vérifier que les données sur les émissions sont transcrites correctement entre divers produits intermédiaires
8	Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	Vérifier que les qualifications des personnes apportant une opinion d'experts sur l'estimation de l'incertitude sont appropriées. Vérifier que les qualifications, hypothèses et opinions d'experts sont consignées. Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement Au besoin, dupliquer les calculs d'erreurs ou un petit échantillon des distributions de probabilité utilisé par l'analyse Monte-Carlo.
9	Vérifier la cohérence de la série temporelle.	Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée de la série temporelle pour chaque catégorie de source. Vérifier la cohérence de l'algorithme/la méthode utilisé pour les calculs dans la série temporelle. Vérifier les changements méthodologiques et de données qui mènent à des recalculs. Vérifier que les résultats des activités d'atténuation ont été reflétés de manière appropriée dans les calculs de la série temporelle.
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. Pour les sous-catégories, confirmer que toute la catégorie de source est couverte. Fournir une définition claire des catégories de type « Autres ». 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 »).
11	Vérification des tendances.	Pour chaque catégorie de source, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs, si elles sont disponibles. En cas de variations importantes ou de 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.

Vérifier la valeur des facteurs d'émission implicites (émissions agrégées divisées par les données sur les activités) entre séries temporelles.

- Des observations aberrantes non expliquées sont-elles relevées pour une année quelconque ?

- Si elles restent statiques entre séries temporelles, les variations des émissions ou absorptions sont-elles capturées ?

Vérifier si on observe des tendances inhabituelles et inexpliquées pour des données sur les activités ou d'autres paramètres entre séries temporelles.

12 Effectuer un examen de la documentation interne et de l'archivage.

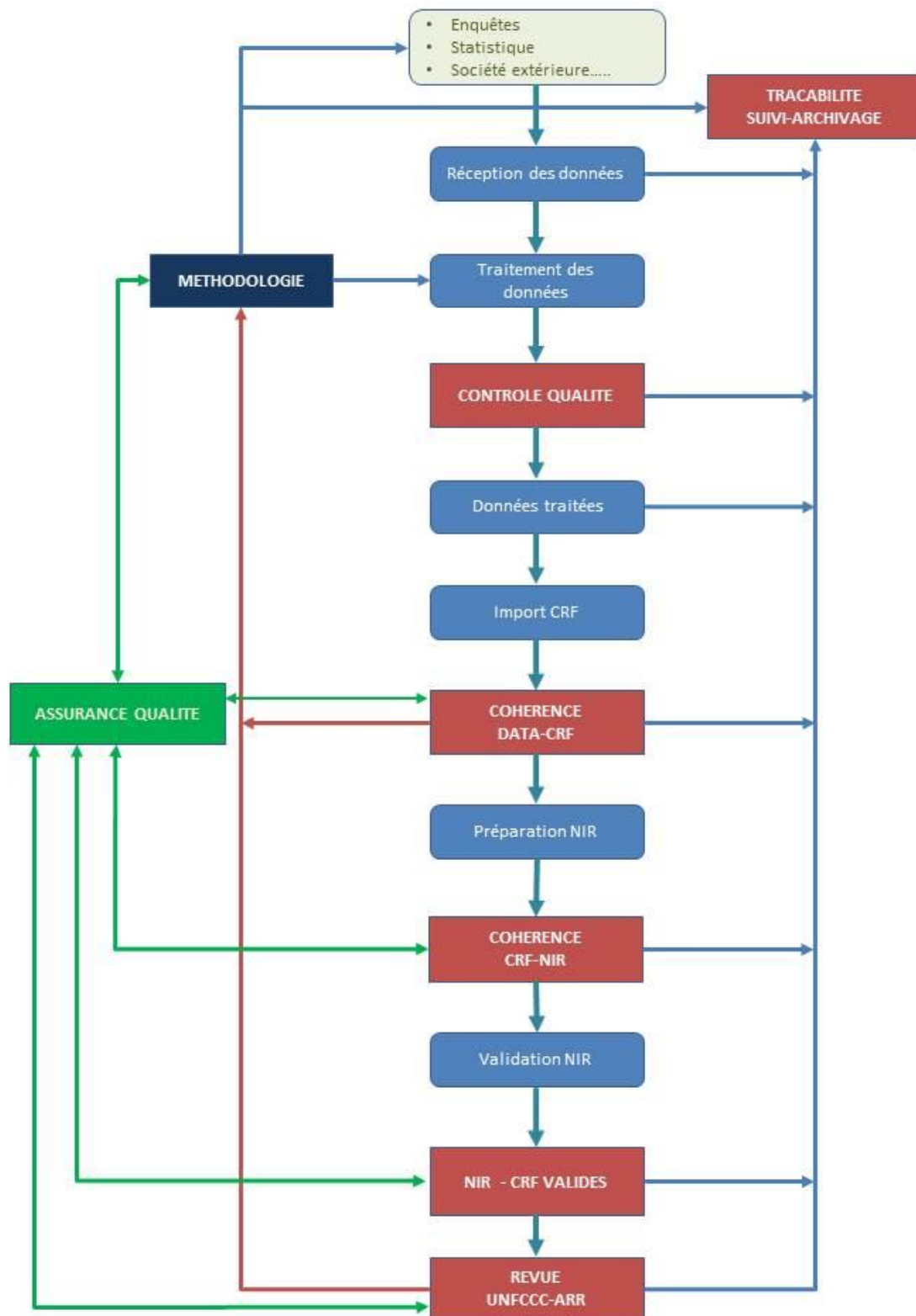
Vérifier qu'il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations et permettant la duplication des estimations d'émissions et d'incertitudes.

Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivées et stockées pour faciliter un examen détaillé.

Vérifier que les archives sont fermées et conservées dans un endroit sûr à la fin de l'inventaire.

Vérifier l'intégrité de tout système d'archivage de données par des organisations externes participant à la préparation de l'inventaire.

Figure 4. Schéma du système de Contrôle Qualité/ Assurance Qualité



1.2.4.2.3. CONTROLES QUALITE – DONNEES SOURCES ET TRAITEMENTS

Pour chacune des catégories, une fiche de calcul est établie. Ces fiches permettent à partir des données d'activité 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.

1.2.4.2.4. 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.

1.2.4.3. 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 assurée 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.

En complément et périodiquement, des missions d'assurance qualité sont confiées au CITEPA.

1.2.4.4. Entités extérieures

Dans le cadre de la réalisation de l'inventaire 2019, la Direction de l'Environnement s'était appuyée sur une entité extérieure afin de contribuer au processus d'AQ/CQ dans la réalisation de l'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.

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

Chaque année, le CITEPA assure une mission d'assistance et de conseil à l'équipe d'Inventaire, pour toute question méthodologique ou pour la transmission de données françaises.

1.2.5. Description des changements dans le système national depuis la soumission précédente

Aucun changement depuis la soumission précédente.

1.3. Collecte des données, traitement et archivage

1.3.1. Collecte et traitements

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).

L'Arrêté Ministériel n° 2020-916 du 24 décembre 2020 relatif à l'établissement des inventaires nationaux de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques impose la communication de données par les acteurs privés, tel qu'indiqué au paragraphe 1.2.2 Dispositions prises sur le plan juridique.

En complément, en particulier s'agissant des catégories clés, l'équipe d'inventaire évalue annuellement par le biais de contacts réguliers avec les acteurs locaux si des données « Country Specific » sont disponibles pour améliorer l'estimation des émissions et le niveau méthodologique. La taille du pays permet un échange facilité avec les acteurs fournisseurs de données mais a contrario il n'est pas toujours possible de disposer de données pour des éléments qui seraient régis par la France dans le cadre de l'Union Douanière Franco-Monégasque.

1.3.2. Traçabilité, Suivi et Archivage

1.3.2.1. Traçabilité

L'ensemble des données d'activité et documents sont référencés.

Les références figurent 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 est 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'émission 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 objectif d'atteindre le niveau requis de précision 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 à 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 considérations politiques pour améliorer le suivi des politiques et mesures mises en œuvre.
- De la disponibilité des données. Dans les conditions particulières de la Principauté, certaines données sont aisément accessibles, car venant d'un seul fournisseur. D'autres plus difficilement disponibles 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 satisfaisant aux principes de la CCNUCC.
- 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'activité.

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'émission 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 –Énergie

				Méthodes			Facteurs d'émission		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Liquid	T1	T3	T3	D	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Gaseous	T2	T3	T3	CS	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Other fossil fuels	T2a	T1	T1	D	D	D
1A1a	Energy industries	Public electricity and heat prod	Biomass	T2a	T1	T1	D	D	D
1A2gvii	Manufacturing Industry	Off-road vehicles	Liquid	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	Manufacturing Industry	Off-road vehicles	Biomass	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	Manufacturing Industry	Off-road vehicles	Other fossil fuels	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gviii	Manufacturing Industry	Industry	Gaseous	T2	T3	T3	CS	D	D
1A2gviii	Manufacturing Industry	Industry	Liquid	T2	T3	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	T2	T1	T1	CS	D	D
1A3di	Transport	Domestic navigation	Gasoline	T2	T1	T1	CS	D	D
1A3di	Transport	Domestic navigation	Biomass	T2	T1	T1	CS	D	D
1A4ai	Other	Stationary combustion	Gaseous	T2	T3	T3	CS	D	D

1A4ai	Other	Stationary combustion	Liquid	T2	T3	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
1A4bi	Other	Stationary combustion	Biomass	T1, T2	T1, T3	T1	CS, D	D	D
1A4bi	Other	Stationary combustion	Other Fossil Fuels	T2	T3	T1	CS, D	D	D
1B2b5	Fugitive emissions	Natural gas distribution	Natural gas	T3	T3	NA	CS	CS	NA
1D1a	International Bunkers	International aviation	Jet kerosene	T1	T1	T1	D	D	D
1D1b	International Bunkers	International navigation	Gas Diesel oil	T1	T1	T1	CS	D	D
1D1b	International Bunkers	International navigation	Gasoline	T1	T1	T1	CS	D	D
1D1b	International Bunkers	International navigation	Biomass	T1	T1	T1	CS	D	D

Secteur 2 – Procédés Industriels

	Méthodes								Facteurs d'émission										
	HFC	PFC	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF ₆	NF ₃	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	HFC	PFC	Unspecified mix of HFCs and PFCs	SF ₆	NF ₃	CO ₂	N ₂ O	CH ₄			
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									CS	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 substituts des ODS												
2F1b	Domestic refrigeration	T2	NA	NA	NA	NA	NA	D	NA	NA	NA	NA		
2F1e	Mobile Air-conditioning	T2	NA	NA	NA	NA	NA	CS	NA	NA	NA	NA		
2F1f	Stationary Air-conditioning	T2	T2	NA	NA	NA	NA	D	D	NA	NA	NA		
2F2	Foam Blowing Agents	CS	NA	NA	NA	NA	NA	OTH	NA	NA	NA	NA		
2F4	Aerosols	CS	NA	NA	NA	NA	NA	D	NA	NA	NA	NA		
2G		Autres usages et fabrication de produits												
2G1	Electrical Equipment	NA	NA	NA	T1	NA	NA	NA	NA	NA	D	NA		
2G2b	Accelerators	NA	NA	NA	T1	NA	NA	NA	NA	NA	CS	NA		
2G3a	Medical Applications						NA	D	NA			NA	D	NA
2G3b	Propellant						NA	CS	NA			NA	OTH	NA

Secteur 3 –Agriculture

		Méthodes			Facteurs d'émission		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3	Agriculture	NO	NO	NO	NA	NA	NA

Secteur 4 –UTCATF

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

Secteur 5 –Déchets

		Méthodes			Facteurs d'émission		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
5C1	Cremation	T1	NA	NA	CS	NA	NA
5D1	Domestic wastewater	NO	T3	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.

Tableau 2. Table des PRG-AR4

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

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

Deux analyses différentes sont proposées de niveau T1 :

- la première hors UTCATF permettant d'évaluer les contributions des différentes sources vis-à-vis des engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris ;
- la seconde avec UTCATF pour répondre aux recommandations de la CCNUCC.

Une analyse de niveau T2 est également proposée en niveau et en tendance.

1.5.1. Catégories clés hors UTCATF –Tier 1

1.5.1.1. Catégories clés en 2021

Le tableau ci-après dresse la liste des catégories clés pour l'année 2021, c'est-à-dire qui représentent 95% des émissions totales hors UTCATF.

Tableau 3. Catégories Clés en 2021

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	0,272	0,084	0,273	0,085	27,3%	27,2%	27,4%	27,3%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,222	0,078	0,222	0,078	22,3%	49,5%	22,2%	49,5%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,148	0,049	0,148	0,049	14,9%	64,3%	14,8%	64,4%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,122	0,155	0,122	0,155	12,2%	76,6%	12,2%	76,6%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,080	0,038	0,080	0,038	8,0%	84,6%	8,0%	84,6%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 équivalent	0,072	0,052	0,072	0,052	7,2%	91,9%	7,2%	91,8%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,4%	93,3%	1,4%	93,2%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,011	0,004	0,011	0,004	1,1%	94,4%	1,1%	94,3%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,009	0,005	0,009	0,005	0,9%	95,3%	0,9%	95,2%

Les catégories clés en niveau sont au nombre de 9.

Les émissions de CO₂ résultant de la valorisation énergétique des déchets représentent environ 27,3% des émissions totales et celles de la combustion de carburants par les véhicules routiers représentent 22,2 %. 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 CO₂ représente 86,8 % des émissions totales hors UTCATF.

Le tableau suivant concerne l'analyse des catégories clés au regard de leur évolution entre 1990 et 2021.

Tableau 4. Catégories Clés en tendance

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	0,109	0,155	0,109	0,156	33,0%	33%	33,3%	33,3%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,245	0,062	0,245	0,062	13,2%	46%	13,2%	46,6%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,243	0,058	0,244	0,058	12,4%	59%	12,4%	59,0%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,076	0,052	0,076	0,052	11,1%	70%	11,1%	70,1%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,145	0,045	0,146	0,045	9,6%	79%	9,6%	79,7%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,087	0,041	0,087	0,041	8,7%	88%	8,8%	88,5%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0	0,008	0	0,008	1,7%	90%	1,7%	90,2%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,008	0,007	0,008	0,007	1,5%	91%	1,5%	91,7%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,3%	93%	1,3%	92,9%
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,008	0,006	0,008	0,006	1,3%	94%	1,3%	94,2%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,01	0,005	0,01	0,005	1,1%	95%	1,1%	95,3%

Les catégories clés en tendance sont au nombre de 11.

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

- Les émissions de CO₂ liées à la consommation de carburant liquide pour les autres secteurs de l'énergie qui ont très fortement diminuées ;
- Les émissions de CO₂ liées à la valorisation énergétique des déchets qui sont relativement stables depuis 2003, nonobstant la diminution observée en 2021 ;
- La baisse des émissions de CO₂ dans le secteur du transport routier ;
- Les émissions relatives aux F-gaz diminuent depuis 3 ans ;
- La consommation de gaz naturel qui est relativement constante depuis 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.

Tableau 5. Catégories Clés en 1990

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	0,338	0,000	0,338	0,000	33,8%	33,8%	33,8%	33,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,329	0,000	0,330	0,000	32,9%	66,7%	33,0%	66,8%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,155	0,000	0,155	0,000	15,5%	82,2%	15,5%	82,3%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,080	0,000	0,080	0,000	8,0%	90,2%	8,0%	90,3%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,027	0,000	0,027	0,000	2,7%	92,9%	2,7%	93,0%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,017	0,000	0,017	0,000	1,7%	94,6%	1,7%	94,7%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,012	0,000	0,012	0,000	1,2%	95,8%	1,2%	95,9%

Il est à noter qu'en 1990, seulement 7 catégories formaient les catégories clés. Ces catégories clés de 1990 demeurent en 2021.

Les émissions de CO₂ liées à la consommation de carburant liquide pour les autres secteurs de l'énergie représentaient plus du tiers des émissions de gaz à effet de serre de la Principauté en 1990, alors qu'en 2021, elles représentent 12,2 % des émissions.

La part des émissions CO₂ dans le secteur du transport routier a également diminué entre 1990 et 2021 en passant de 32,9% à 22,2%. Les émissions de CO₂ liées à la valorisation énergétique des déchets ont *a contrario* augmenté de 15,5% à 27,2%.

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 2021

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 quasi identiques aux catégories sans UTCATF.

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

1.5.3. Catégories clés avec UTCATF – Tier 2

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

Tableau 6. Tier 2 – Contribution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2021 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2020	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 - Other fossil fuels	CO2	15,87	20,07	27	27	40	1098	45,8	46	1
1.A.2.g.vii – liquid fuels	N2O	0,29	0,69	1	28	200	187	7,8	54	2
1.A.3.b - Transport routier	CO2	33,80	16,33	22	50	8	177	7,4	61	3
2.F.1..f - Stationary air-conditionning	F gaz	0,00	3,99	5	56	25	137	5,7	67	4
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,58	0,39	1	56	254	134	5,6	72	5
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,83	1	57	100	113	4,7	77	6
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,52	1	58	133	95	4,0	81	7
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	6,24	8,75	12	70	6	76	3,2	84	8
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CO2	2,53	5,85	8	78	9	68	2,9	87	9
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	30,46	8,15	11	89	6	64	2,7	90	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,03	1	90	24	34	1,4	91	11
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,26	2	92	16	27	1,1	92	12
1.A.1.a - Other fossil fuels	N2O	0,17	0,18	0	92	100	25	1,0	93	13
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,47	0,30	0	93	54	22	0,9	94	14
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	1,92	2,14	3	96	6	19	0,8	95	15

15 catégories constituent des catégories clé Tier2 en contribution.

On peut noter que les émissions de CO₂ de la catégorie 1.A.1.a liées essentiellement à la combustion de déchets contribuent à hauteur de 40%.

Tableau 7. Tier 2 – Evolution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2021 (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 - Other fossil fuels	CO2	15,87	20,07	0,08	0,08	40	3,41	33,44	33,44	1
1.A.2.g.vii – liquid fuels	F gaz	0,00	3,99	0,04	0,04	25	0,98	9,65	43,09	2
1.A.3.b - Transport routier	CH4	1,77	0,52	0,01	0,01	133	0,98	9,57	52,66	3
2.F.1.f - Stationary air-conditioning	N2O	0,29	0,69	0,00	0,00	200	0,93	9,17	61,84	4
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CO2	30,46	8,15	0,13	0,13	6	0,78	7,66	69,49	5
1.A.1.a - Biomass	CO2	33,80	16,33	0,08	0,08	8	0,62	6,08	75,57	6
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	N2O	0,56	0,83	0,00	0,00	100	0,42	4,10	79,68	7
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	2,53	5,85	0,04	0,04	9	0,34	3,32	82,99	8
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CO2	6,24	8,75	0,04	0,04	6	0,27	2,62	85,61	9
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	F gaz	0,00	1,26	0,01	0,01	16	0,20	1,92	87,53	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,03	0,01	0,01	24	0,16	1,54	89,07	11
2.F.1.e - Climatisation mobile	CO2	4,21	0,85	0,02	0,02	6	0,12	1,21	90,28	12
1.A.1.a - Other fossil fuels	F gaz	0,00	0,22	0,00	0,00	51	0,11	1,09	91,37	13
1.A.3.b - Transport routier	CO2	0,05	0,01	0,00	0,00	321	0,09	0,85	92,22	14
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,58	0,39	0,00	0,00	254	0,07	0,66	92,88	15
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	N2O	0,17	0,18	0,00	0,00	100	0,06	0,61	93,49	16
2.D.3 - Domestic solvent use	N2O	0,07	0,02	0,00	0,00	200	0,06	0,61	94,10	17
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	1,92	2,14	0,01	0,01	6	0,05	0,47	94,57	18
2.G.1 - Equipement électriques	CO2	0,12	0,16	0,00	0,00	67	0,05	0,45	95,01	19

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

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 2021, 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 2021, est de 11,6 %.

L'incertitude relative à la tendance observée pour les émissions totales entre l'année de base 1990 et 2021 est évaluée à 4,2 %.

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 calculées sur la période 1990-2021. L'année de référence est 1990 pour le CO₂, le CH₄, et le N₂O et les gaz à effet de serre indirect. Pour les autres gaz à effet de serre direct, l'année de référence est 1995.

1.7.2. Territoire

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

1.7.3. Substances

Gaz à effet de serre direct :

CO ₂	Dioxyde de carbone
CH ₄	Méthane
N ₂ O	Protoxyde d'azote (oxyde nitreux)
HFC	Hydrofluorocarbure (HFC-23, HFC-32, HFC-4310mee, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-227ea, HFC-365mfc, HFC-245fa),
PFC	Perfluorocarbure (PFC-14, PFC-116, C3F8, C4F8, C4F10, C5F12, C6F14, C10F18),
SF ₆	Hexafluorure de soufre
NF ₃ ,	Trifluorure d'azote

Les gaz à effet de serre indirect :

SO ₂	Dioxyde de soufre
CO	Monoxyde de carbone
NOX	Oxyde d'azote
COVNM / NMVOC	Composé Organiques Volatils Non méthanique.

1.7.4. Sources émettrices

1.7.4.1. Secteur de l'énergie

Les émissions du secteur de la production énergétique (1A1) sont exclusivement dues au système de tri-génération issu de la valorisation énergétique des déchets comprenant :

- L'incinération des déchets solides et des boues d'épuration,
- L'utilisation d'énergie complémentaire : fioul lourd 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 soultes internationales de carburant conformément aux spécifications CCNUCC.

Les émissions dues à la consommation de gaz naturel, de fioul domestique et autres combustibles liquides sont entièrement couvertes sur le périmètre de l'inventaire par la disponibilité des données d'activité.

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

En absence de production, les émissions fugitives de gaz naturel n'ont lieu que par la distribution au travers du 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, les émissions de NMVOC et de CO₂ correspondantes sont calculées.

Pour ce qui est du calcul des émissions réelles de gaz fluorés (HFC, PFC et SF₆), 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 CO₂.

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

1.7.4.4. Déchets

Concernant le secteur des déchets, seules sont reportées les activités liées au traitement des eaux résiduaires par l'usine de traitement et à la crémation. 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.

1.7.5. Sources manquantes (reportées comme « NE »)

Les catégories pour lesquelles il n'a pas été possible d'obtenir les données d'activité correspondantes, pour lesquelles les facteurs d'émission n'étaient pas connus, ou pour lesquelles il n'existe pas de méthodologie d'estimation ont été reportées comme « NE » dans le tableau 1.

Désignation de la catégorie reportée comme NE	
1B2a5	Distribution of Oil Products

Il n'y a normalement aucune source manquante dans l'inventaire.

Tableau 8. Extrait de la table 9 du CRF- « NE »

Sources and sinks not estimated ("NE") ⁽¹⁾			
GHG	Sector ⁽²⁾	Source/sink category ⁽²⁾	Explanation
CH4	Energy	1.B Fugitive Emissions from Fuels/1.B.2 Oil and Natural Gas and Other Emissions from Energy Production/1.B.2.a Oil/1.B.2.a.5 Distribution of Oil Products	no method (EF) available in the 2006 IPCC Guidelines
CO2	Energy	1.B Fugitive Emissions from Fuels/1.B.2 Oil and Natural Gas and Other Emissions from Energy Production/1.B.2.a Oil/1.B.2.a.5 Distribution of Oil Products	no method (EF) available in the 2006 IPCC Guidelines

1.7.6. Explication de l'application de la clé « IE »

Des catégories peuvent être comptabilisées avec d'autres secteurs pour diverses raisons. Le tableau suivant liste les différents secteurs alloués dans un autre secteur de l'inventaire.

Tableau 9. Sources reportées comme IE

Désignation de la catégorie reportée comme IE		Désignation de la catégorie du report	
2F1a	Commercial Refrigeration	2F1b	Domestic Refrigeration
5C1	Waste incineration	1A1a	Public electricity and heat production
5D2	Industrial wastewater handling	5D1	Domestic wastewater handling

Tableau 10. Extrait de la table 9 du CRF – « IE »

Sources and sinks reported elsewhere ("IE") ⁽³⁾				
GHG	Source/sink category	Allocation as per IPCC Guidelines	Allocation used by the Party	Explanation
C3F8	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/C3F8	2.F.1.a	2.F.1.f	unable to obtain separate data from companies
CH4	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.1 Biogenic/5.C.1.1.a Municipal Solid Waste	5.C.1.1.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
CH4	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.1 Biogenic/5.C.1.1.b Other (please specify)/Sewage Sludge	5.C.1.1.b	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
CH4	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.2 Non-biogenic/5.C.1.2.a Municipal Solid Waste	5.C.1.2.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy

CH4	5.D Wastewater Treatment and Discharge/5.D.2 Industrial Wastewater	5.D.2	5.D.1	only one global treatment plant in Monaco (it's a 2km ² City-State)
CO2	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.1 Biogenic/5.C.1.1.a Municipal Solid Waste	5.C.1.1.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
CO2	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.2 Non-biogenic/5.C.1.2.a Municipal Solid Waste	5.C.1.2.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
HFC-125	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-125	2.F.1.a	2.F.1.f	unable to obtain separate data from companies
HFC-134a	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-134a	2.F.1.a	2.F.1.f	unable to obtain separate data from companies
HFC-143a	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-143a	2.F.1.a	2.F.1.f	unable to obtain separate data from companies
HFC-152a	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-152a	2.F.1.a	2.F.1.f	
HFC-23	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-23	2.F.1.a	2.F.1.f	
HFC-32	2.F Product Uses as Substitutes for ODS/2.F.1 Refrigeration and Air conditioning/2.F.1.a Commercial Refrigeration/HFC-32	2.F.1.a	2.F.1.f	unable to obtain separate data from companies
N2O	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.1 Biogenic/5.C.1.1.a Municipal Solid Waste	5.C.1.1.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
N2O	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.1 Biogenic/5.C.1.1.b Other (please specify)/Sewage Sludge	5.C.1.1.b	1A1a	waste used as energy
N2O	5.C Incineration and Open Burning of Waste/5.C.1 Waste Incineration/5.C.1.2 Non-biogenic/5.C.1.2.a Municipal Solid Waste	5.C.1.2.a	1.AA.1.A.1.a	waste used as energy
N2O	5.D Wastewater Treatment and Discharge/5.D.2 Industrial Wastewater	5.D.2	5.D.1	only one global treatment plant in Monaco (it's a 2km ² City-State)

1.7.7. Explication de l'application de la clé « NO »

Cette clé a été utilisée lors que l'activité correspondante est inexistante à Monaco. Etant donné l'exiguïté du territoire, son caractère entièrement urbanisé et l'absence d'industries de matière première, cette clé de notation a été utilisée pour de nombreux codes NFR.

Tableau 11. Sources reportées comme « NO »

Désignation de la catégorie reportée comme NO	
1A1b	Petroleum refining
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries
1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel
1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals
1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals
1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print
1A2e	Food Processing, Beverages and Tobacco
1A2f	Non-metallic Minerals
1A1b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco
1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals
1A3ei	Pipeline transport
1A3eii	Other
1A4c	Agriculture/Forestry/Fishing
1A5	Other
1B1	Fugitive emission from solid fuels
1B2a	Fugitive emissions oil
1B2c	Fugitive emissions venting and flaring
1C	Transport and Storage
1D2	Multilateral Operations
1D4	CO2 Captured
2A1	Cement production
2A2	Lime production
2A3	Glass production
2A4	Other Process Uses of Carbonates
2B1	Ammonia production
2B2	Nitric acid production
2B3	Adipic acid production
2B4	Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production
2B5	Carbide production
2B6	Titanium dioxide production
2B7	Soda ash production
2B8	Petrochemical and Carbon Black Production
2B9	Fluorochemical Production
2B10	Storage, handling and transport of chemical products (please specify in the IIR)
2C1	Iron and steel production
2C2	Ferroalloys production
2C3	Aluminium production
2C4	Magnesium production
2C5	Lead production
2C6	Zinc production
2C7	Other
2D3c	Asphalt roofing
2D3e	Degreasing
2D3g	Chemical products
2D3i	Other solvent use (please specify in the IIR)
2E	Electronics Industry

2H	Pulp and paper industry
2F1c	Industrial Refrigeration
2F1d	Transport Refrigeration
2F2	Foam Blowing Agents
2F3	Fire Protection
2F4	Aerosols
2F5	Solvents
2F6	Other Applications
2G1	Electrical Equipment
2G4	Other
2H	Other
3	Agriculture
4A	Forest Land
4B	Cropland
4C	Grassland
4D	Wetlands
4E2	Land Converted to Settlements
4F	Other Land
4G	Harvested Wood Products
4H	Other
5A	Solid waste disposal
5B	Biological treatment of solid waste
5C2	Open burning of waste
5D3	Other wastewater treatment
5E	Other waste
6	Other

1.7.8. Explication de la clé « NA »

Cette clé a été utilisée lorsqu'une activité existe dans le secteur considéré, mais qu'elle n'est pas à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre en raison de la nature du processus mis en œuvre.

Tableau 12. Sources reportées comme « NA »

Désignation de la catégorie reportée comme NA	
1A3c	Railways

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 2021, les évolutions observées depuis l'année de référence de 1990 par gaz et par secteur d'émission.

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 2021

Pour l'année 2021, les émissions globales, secteur UTCATF inclus, sont de : **73,6 kt CO₂eq**

Pour l'année 2021, les émissions globales, hors secteur UTCATF, sont de : **73,6 kt CO₂eq**

Le polluant le plus contributeur est le CO₂ issu très majoritairement du secteur énergétique qui reste aussi la principale source des émissions de Monaco avec 86,8 % des émissions globales.

Catégorie d'émissions ou de puits de gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Mix de HFCs et PFCs non spécifié	NF ₃	Total	Répartition hors UTCATF	Répartition avec UTCATF
	CO ₂ équivalent (kt)									%	%
Energie	64,38	0,65	2,21						67,24	91,31%	91,40%
Procédés industriels et utilisation de produits	0,04	0,00	0,25	5,58	0,00	0,12	NO	NO	6,00	8,14%	8,2%
Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	0,00%	0,0%
Déchets	NO,IE	0,01	0,39						0,40	0,54%	0,5%
Autres	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,00%	0,0%
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent sans UTCATF	64,42	0,66	2,85	5,58	0,00	0,12	0,00	0,00	73,63		
UTCATF	-0,08	NO	0,01						-0,07		-0,10%
Emissions totale en ktCO ₂ équivalent avec UTCATF	64,34	0,66	2,85	5,58	0,00	0,12	NO	NO	73,56		
Memo items - International bunkers	10,83	0,02	0,09						10,95		
Aviation	1,64	0,00	0,01						1,65		
Navigation	9,19	0,02	0,08						9,30		
CO ₂ indirect	NE,NO										

Figure 5. Emissions de GES par secteur en 2021 (hors UTCATF)

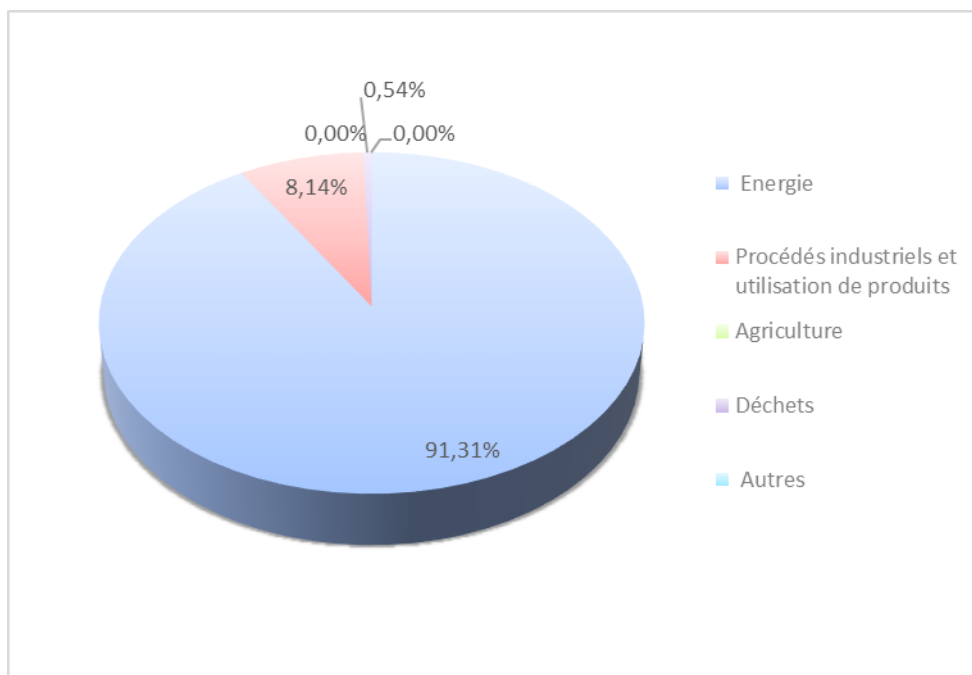
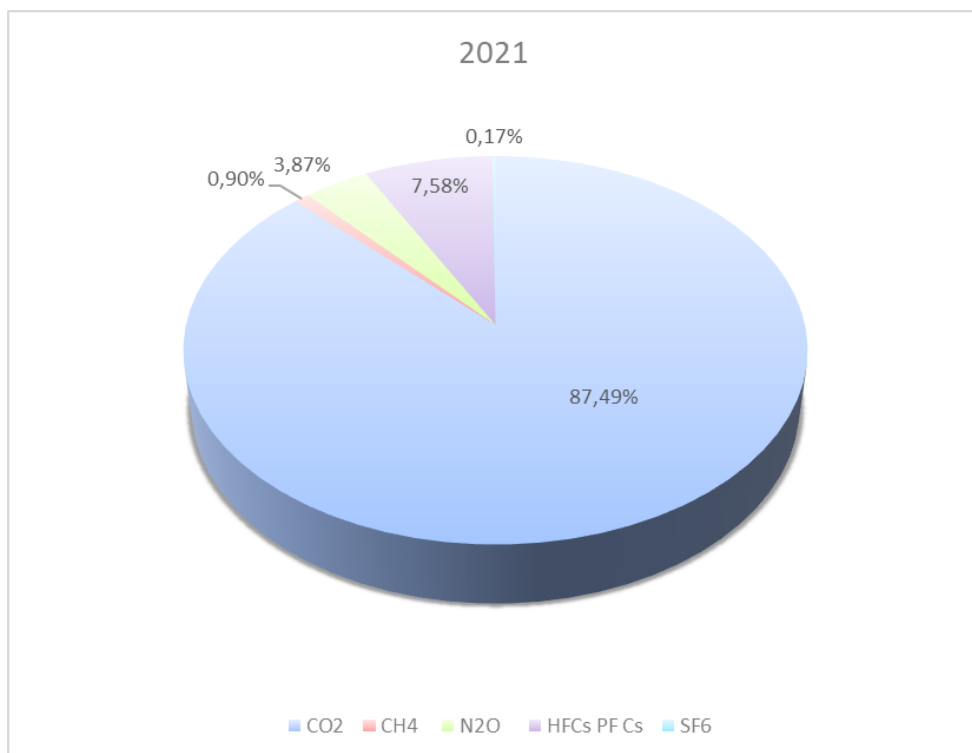


Figure 6. Emissions de GES par gaz en 2021 (hors UTCATF en ktCO₂eq)



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 2021 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 : **102,5 ktCO₂eq**

Les émissions pour l'année 2021 sont de : **73,6 ktCO₂eq**

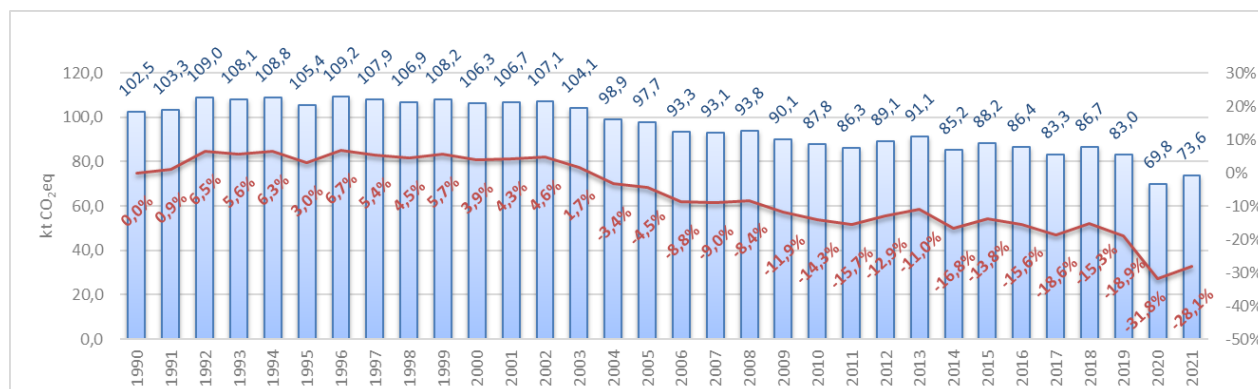
La diminution observée entre 1990 et 2021 est de : **-28,8 ktCO₂eq**

Par rapport à l'année de référence 1990, la variation est de : **-28,1 %.**

Le pic maximum des émissions a été observé en 1996 : **109,1 ktCO₂eq.**
 Depuis ce maximum, la diminution observée a été de : **34,5 ktCO₂eq (36,1%)**

Avec le secteur UTCATF, les émissions de 1990 sont de 102,3 ktCO₂eq et celles de 2021, de 73,6 ktCO₂eq. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour Monaco montre une diminution de 31,8% par rapport à l'année de référence de 1990.

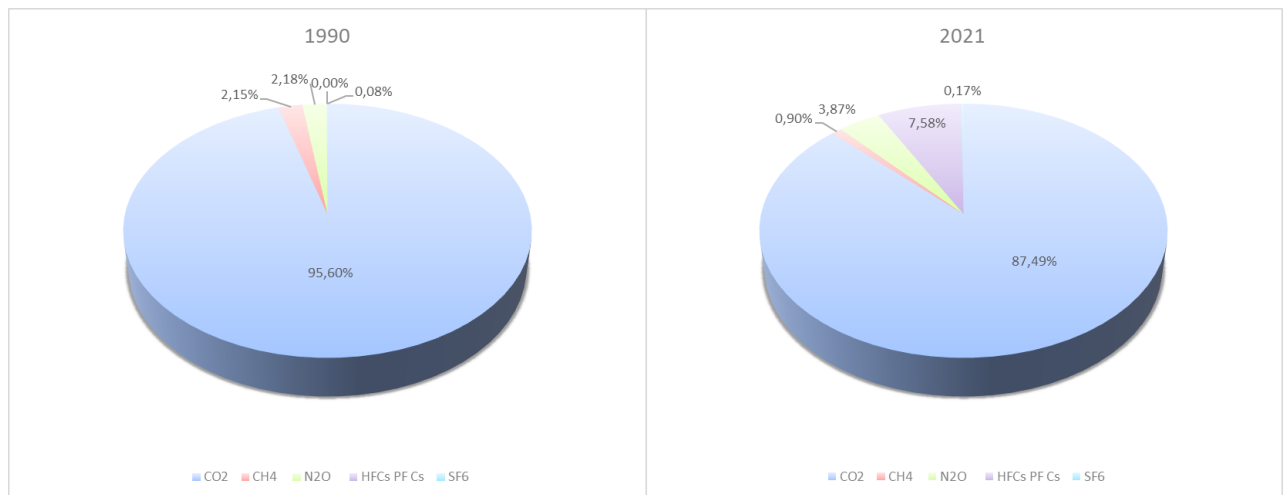
Figure 7. Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre entre 1990 et 2021



2.1.3. Evolution des émissions par gaz à effet de serre

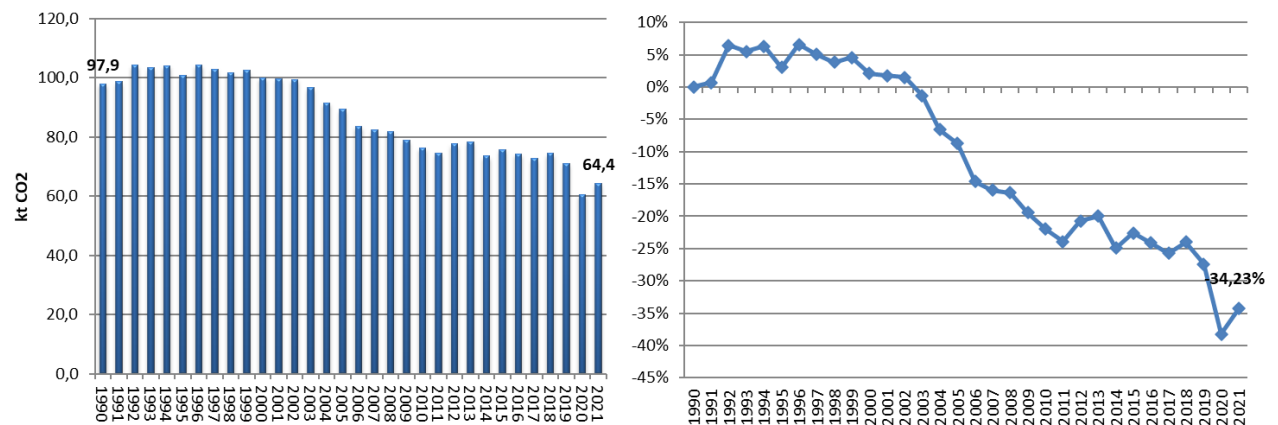
L'évolution des émissions des gaz à effet de serre CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆ entre 1990 et 2021 à Monaco est présentée dans les tableaux 10-2 à 10-5 du cadre commun de présentation (CRF) et résumé dans les figures suivantes. Elle est présentée hors UTCATF.

Figure 8. Répartition en 1990 et 2021 des émissions par gaz à effet de serre.



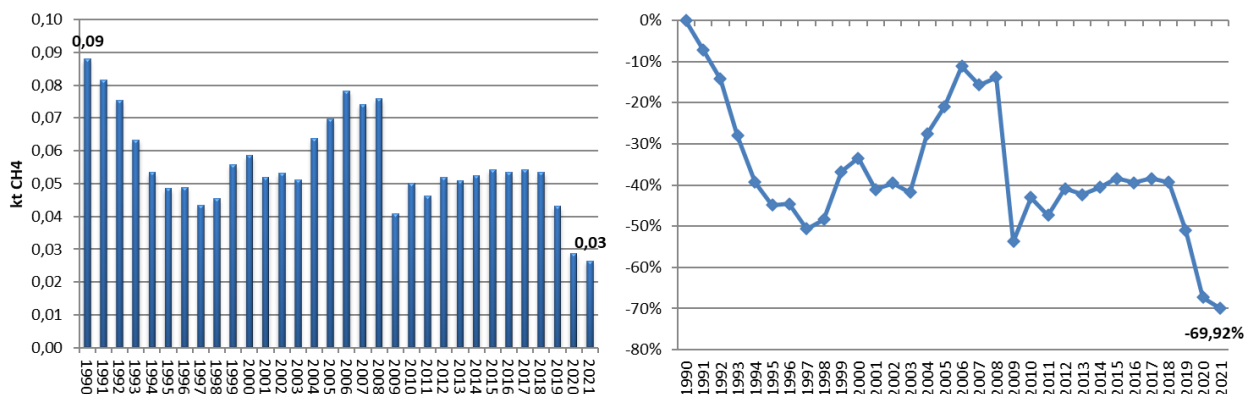
Le principal gaz émis en 2021 reste le CO₂ qui représente 87,5% des émissions globales. Entre 1990 et 2021, les émissions de CO₂ sont passées de 98,23kt à 64,4 kt. Cela représente une diminution de 34,2% des émissions de ce gaz en 2021 par rapport à 1990. Le maximum a été observé en 1996.

Figure 9. CO₂



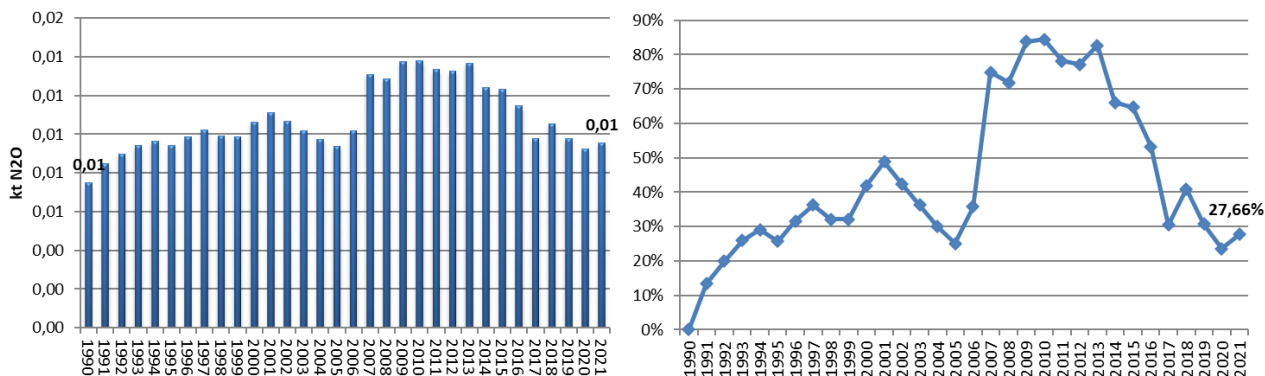
Durant la même période, les émissions de CH₄ sont passées de 0,09t en 1990 à 0,03 kt en 2021. Le maximum a été observé en 1990.

Figure 10. CH₄



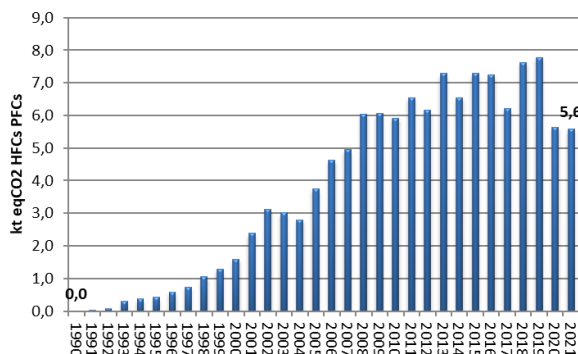
Les émissions de N₂O sont passées de 0,007 kt en 1990 à 0,09 kt en 2021, avec un maximum observé en 2010 (0,014kt).

Figure 11. N₂O



Les émissions de HFC-PFC sont passées de 0ktCO₂eq en 1990 à 5,6 ktCO₂eq en 2021. L'évolution de secteur est majoritairement due à l'augmentation de l'utilisation des appareils de production de froid et de climatisation.

Figure 12. HFCs-PFCs



Les émissions de SF₆ sont passées de 3,6.10⁻⁶ kt en 1990 à 5,4.10⁻⁶ kt en 2021.

Figure 13. SF₆

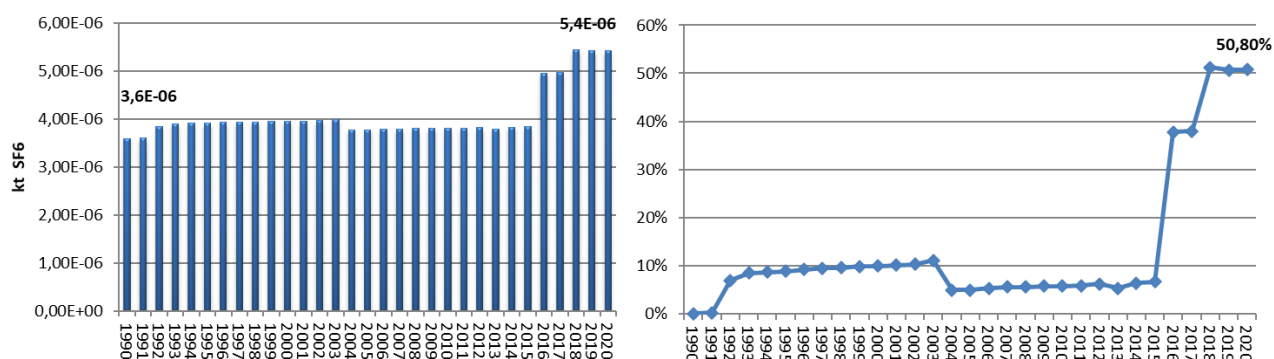


Tableau 13. Evolution des émissions de gaz à effet de serre direct

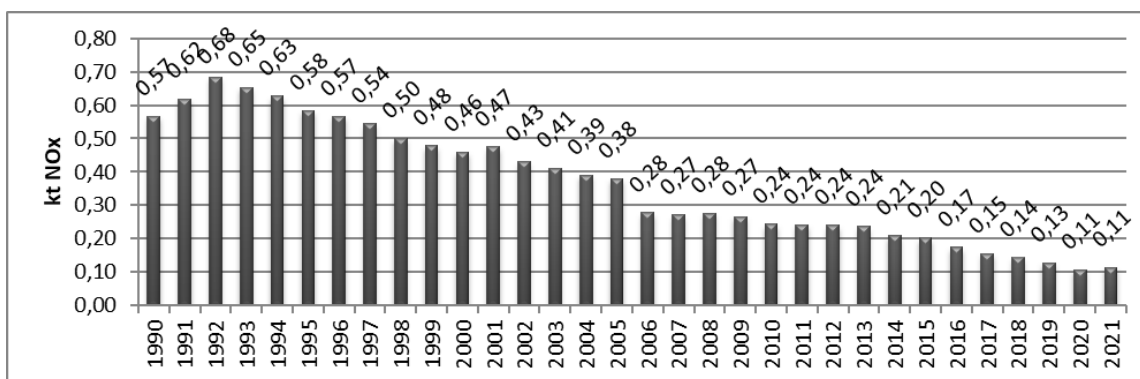
	Total (without LULUCF)	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	NF3
	kt CO ₂ eq	kt	kt	kt	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt	kt
1990	102,46	97,95	0,09	0,01	NO,IE	NO,IE	0,00	NO
1991	103,31	98,62	0,08	0,01	0,04	NO,IE	0,00	NO
1992	108,96	104,23	0,08	0,01	0,08	NO,IE	0,00	NO
1993	108,11	103,32	0,06	0,01	0,31	NO,IE	0,00	NO
1994	108,80	104,13	0,05	0,01	0,37	NO,IE	0,00	NO
1995	105,44	100,91	0,05	0,01	0,43	NO,IE	0,00	NO
1996	109,23	104,40	0,05	0,01	0,58	NO,IE	0,00	NO
1997	107,85	102,90	0,04	0,01	0,74	NO,IE	0,00	NO
1998	106,95	101,72	0,05	0,01	1,05	NO,IE	0,00	NO
1999	108,16	102,43	0,06	0,01	1,30	NO,IE	0,00	NO
2000	106,29	99,99	0,06	0,01	1,59	NO,IE	0,00	NO
2001	106,73	99,64	0,05	0,01	2,33	0,05	0,00	NO
2002	107,11	99,38	0,05	0,01	3,06	0,07	0,00	NO
2003	104,09	96,67	0,05	0,01	2,97	0,04	0,00	NO
2004	98,86	91,48	0,06	0,01	2,79	0,00	0,00	NO
2005	97,74	89,37	0,07	0,01	3,67	0,08	0,00	NO
2006	93,30	83,62	0,08	0,01	4,53	0,09	0,00	NO
2007	93,12	82,33	0,07	0,01	4,87	0,08	0,00	NO
2008	93,80	81,95	0,08	0,01	6,02	0,02	0,00	NO
2009	90,15	78,88	0,04	0,01	5,93	0,13	0,00	NO
2010	87,76	76,40	0,05	0,01	5,88	0,03	0,00	NO
2011	86,30	74,53	0,05	0,01	6,52	0,03	0,00	NO
2012	89,13	77,64	0,05	0,01	6,15	NO,IE	0,00	NO
2013	91,13	78,40	0,05	0,01	7,26	0,03	0,00	NO
2014	85,20	73,55	0,05	0,01	6,54	0,01	0,00	NO
2015	88,21	75,81	0,05	0,01	7,29	NO,IE	0,00	NO
2016	86,43	74,32	0,05	0,01	7,23	0,01	0,00	NO
2017	83,33	72,74	0,05	0,01	6,20	0,01	0,00	NO
2018	86,67	74,44	0,05	0,01	7,63	0,00	0,00	NO
2019	83,01	71,12	0,04	0,01	7,77	0,00	0,00	NO
2020	69,76	60,53	0,03	0,01	5,64	NO,IE	0,00	NO
2021	73,63	64,42	0,03	0,01	5,58	0,00	0,00	NO

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

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

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

Figure 14. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de NO_x



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

Figure 15. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de CO

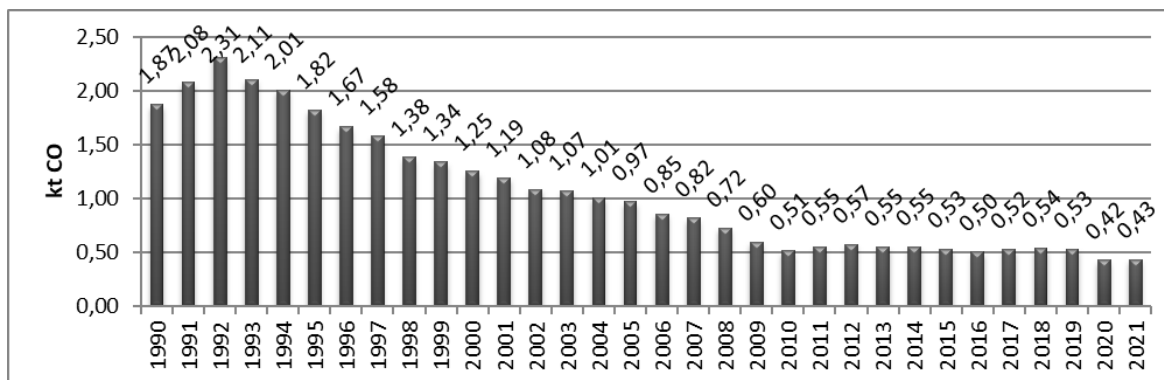
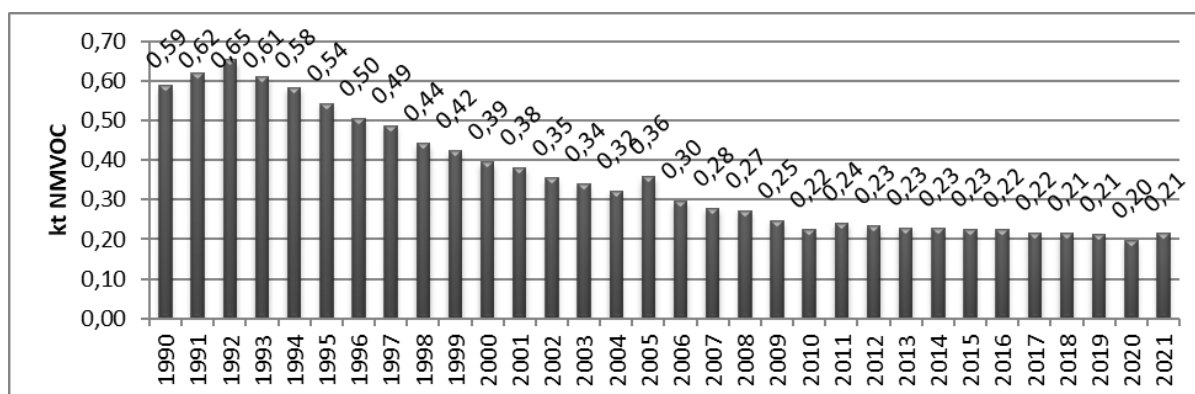


Figure 16. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de NMVOC



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

Figure 17. Evolution de 1990 à 2021 des émissions de SO₂

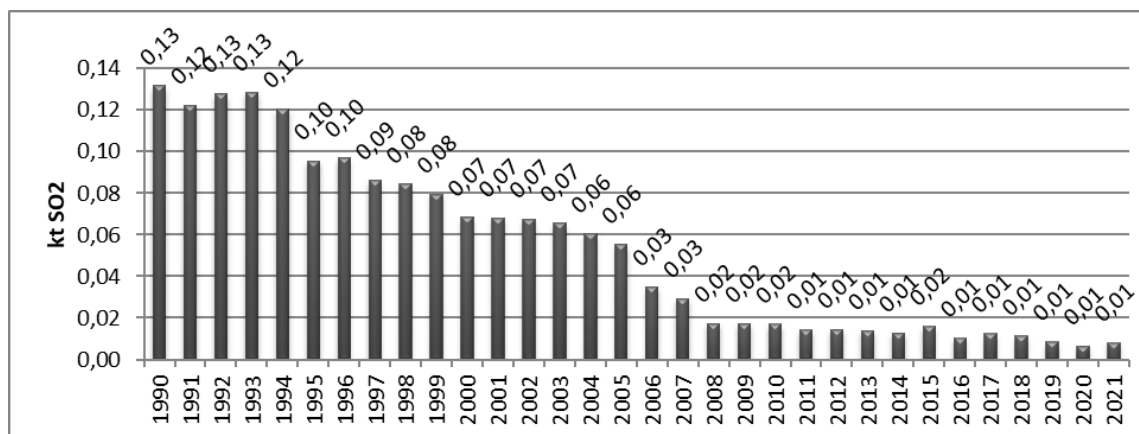
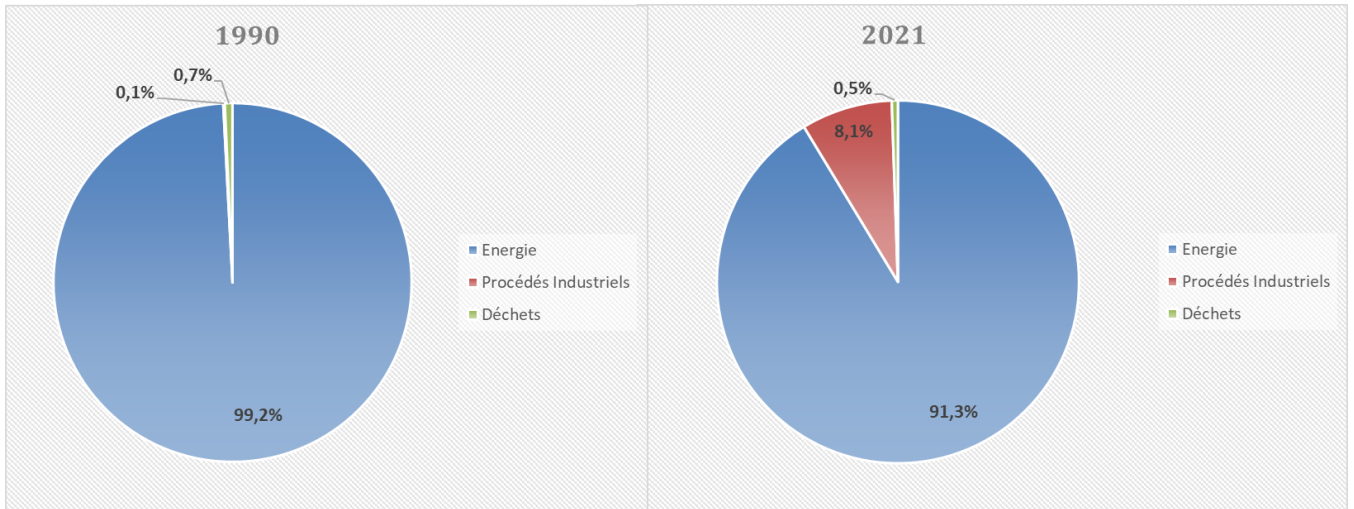


Tableau 14. Evolution des émissions de gaz à effet de serre indirect

	NOx	CO	NMVOC	SO2
	kt	kt	kt	kt
1990	0,567	1,871	0,587	0,132
1991	0,619	2,078	0,619	0,122
1992	0,684	2,310	0,653	0,128
1993	0,653	2,106	0,611	0,129
1994	0,627	2,005	0,584	0,121
1995	0,584	1,820	0,542	0,096
1996	0,566	1,666	0,504	0,097
1997	0,545	1,581	0,486	0,086
1998	0,500	1,381	0,442	0,084
1999	0,478	1,336	0,423	0,079
2000	0,459	1,248	0,395	0,068
2001	0,475	1,189	0,381	0,068
2002	0,431	1,084	0,354	0,068
2003	0,412	1,067	0,339	0,066
2004	0,390	1,007	0,321	0,060
2005	0,379	0,968	0,358	0,055
2006	0,277	0,852	0,296	0,035
2007	0,271	0,817	0,278	0,029
2008	0,275	0,723	0,272	0,017
2009	0,266	0,595	0,246	0,017
2010	0,244	0,510	0,223	0,017
2011	0,242	0,549	0,240	0,014
2012	0,240	0,574	0,233	0,014
2013	0,235	0,547	0,229	0,014
2014	0,209	0,551	0,227	0,013
2015	0,201	0,531	0,226	0,016
2016	0,174	0,502	0,224	0,010
2017	0,155	0,524	0,216	0,013
2018	0,143	0,536	0,214	0,011
2019	0,128	0,527	0,212	0,009
2020	0,107	0,425	0,197	0,007
2021	0,114	0,433	0,214	0,008

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

Figure 18. Répartition des émissions de gaz à effet de serre par secteur en 1990 et 2021



2.2.1. Secteur Énergie

Le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre en Principauté est l'Énergie. Entre 1990 et 2021, les émissions sont passées de 101,60 ktCO₂eq à 67,24 ktCO₂eq.

Figure 19. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Énergie entre 1990 et 2021

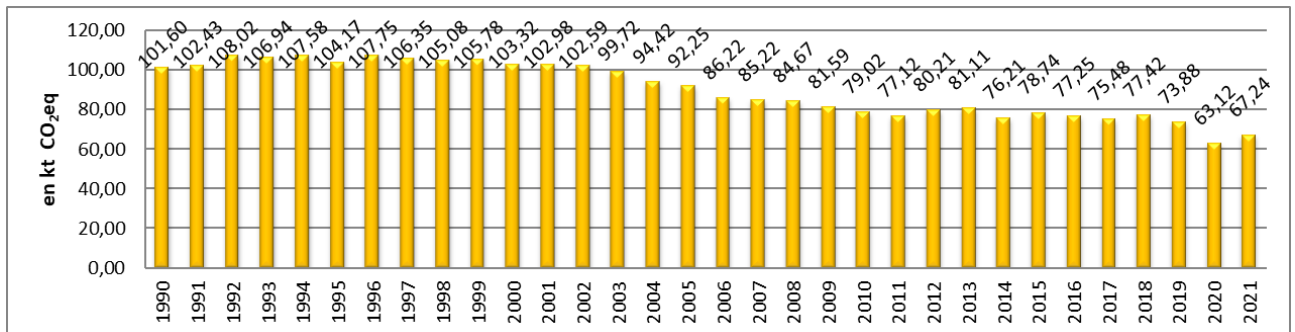
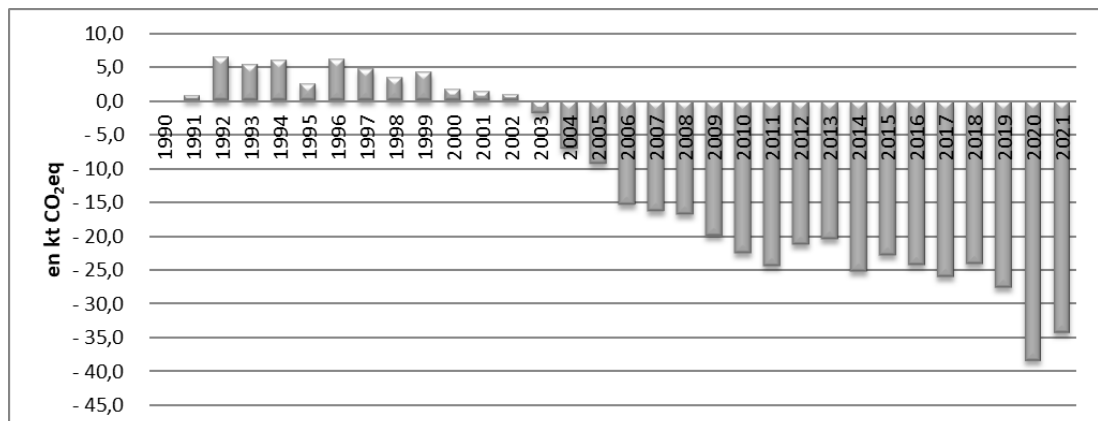


Figure 20. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Énergie par rapport à 1990



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 2021, les émissions sont passées de 0,15 ktCO₂eq à 6 ktCO₂eq.

Figure 21. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels entre 1990 et 2021

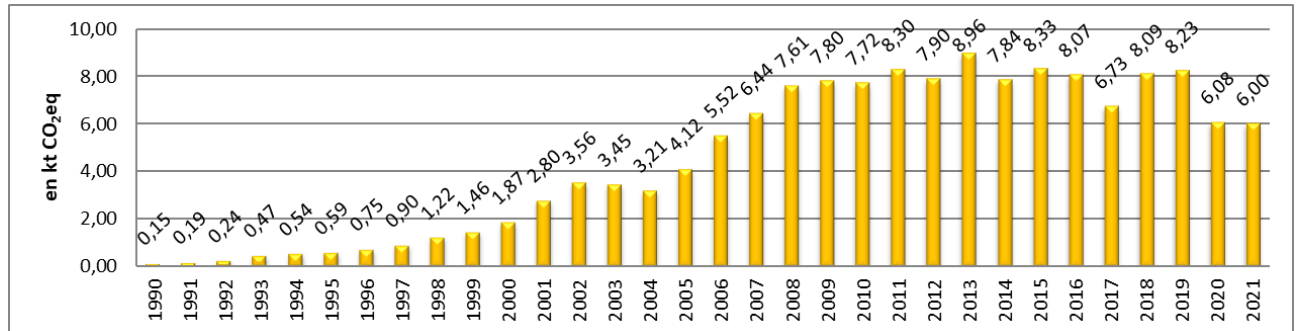
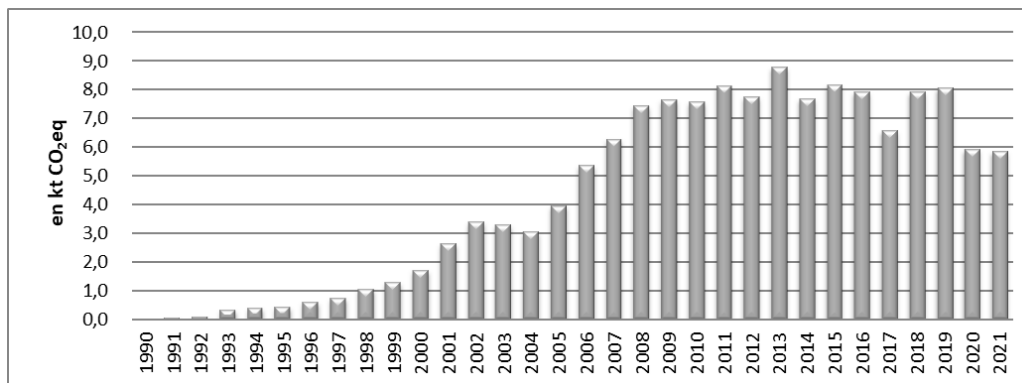


Figure 22. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Procédés Industriels par rapport à 1990



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 CH₄.

Entre 1990 et 2021, les émissions ont diminué de 0,71 ktCO₂eq à 0,40 ktCO₂eq.

Figure 23. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets entre 1990 et 2021

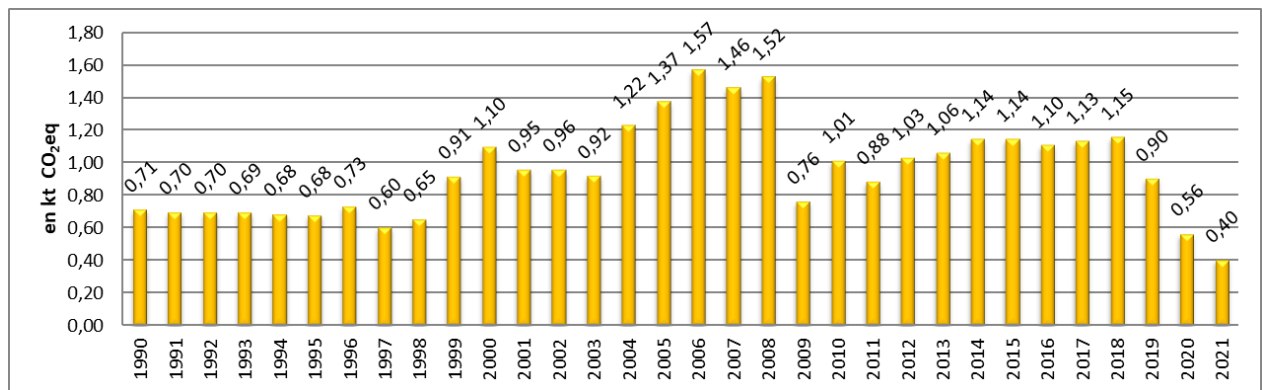
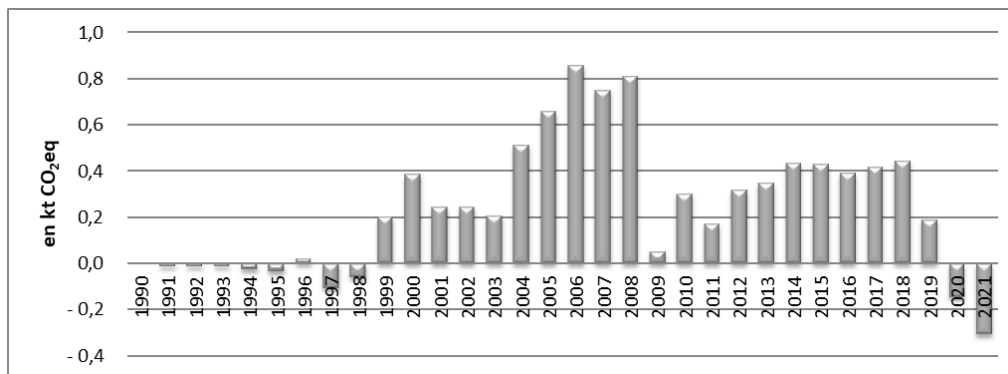


Figure 24. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur Déchets par rapport à 1990



2.2.4. Secteur UTCATF

Entre 1990 et 2021, les émissions sont passées de - 0,11 ktCO₂éq à - 0,07 ktCO₂éq.

L'évolution du 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 et 2019, la mise en œuvre d'importantes restructurations immobilières ont conduit à une perte de surface d'espace vert et des émissions de GES. Ces pertes seront majoritairement compensées par la création de nouveaux espaces verts et la plantation d'arbres.

Figure 25. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF entre 1990 et 2021

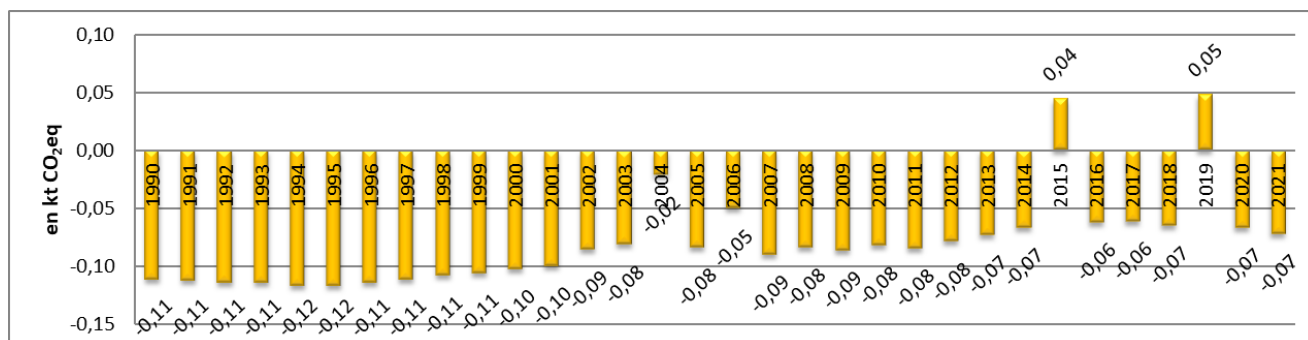
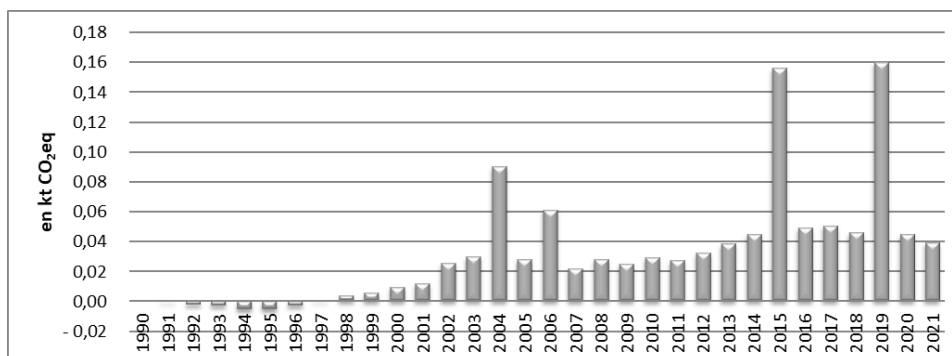


Figure 26. Evolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur UTCATF par rapport à 1990



3. ENERGIE (Secteur 1 du CRF)

3.1. Caractéristiques générales du secteur

Les émissions du secteur de l'énergie en 2021 sont présentées dans les tableaux 1A1, 1A2, 1A3 et 1A4 du cadre commun de présentation (CRF).

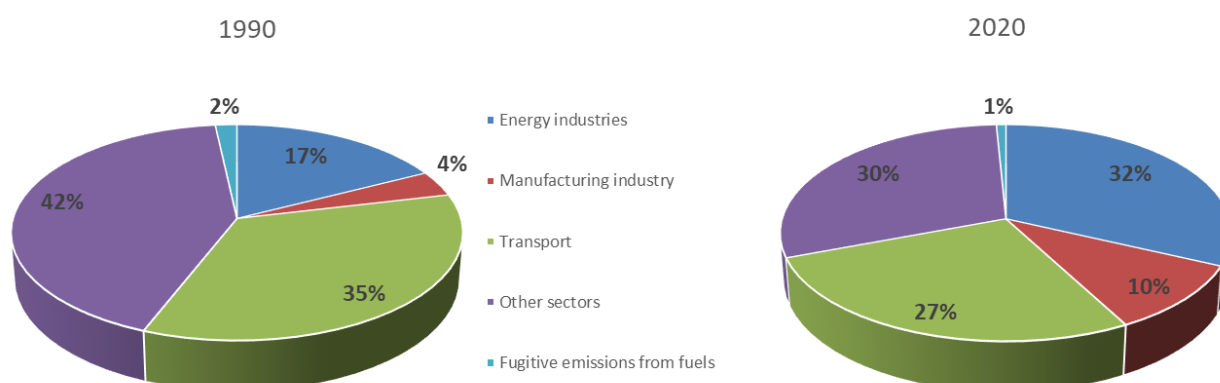
Les émissions du secteur de l'énergie, sont en 2021 de : 67,24 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 101,60 ktCO₂eq
La variation observée entre 1990 et 2021 est de : -34,4 kt CO₂eq

Soit une variation de : -33,8 %.

Les émissions du secteur de l'énergie représentent : 91,3 % des émissions globales en 2021
Les émissions du secteur de l'énergie représentent : 99,2 % des émissions globales en 1990

Figure 27. Répartition en 1990 et 2021 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

Tableau 15. 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			
Emissions CO ₂	Approche de référence	Approche sectorielle	Ecart % A/B
	en kt	en kt	
	A	B	
1990	96,78	97,90	-1,14%
1991	97,26	98,58	-1,33%
1992	102,68	104,17	-1,43%
1993	101,94	103,27	-1,28%
1994	102,72	104,08	-1,30%
1995	99,58	100,85	-1,26%
1996	103,16	104,35	-1,14%
1997	101,76	102,85	-1,06%
1998	100,66	101,67	-1,00%
1999	101,35	102,38	-1,01%
2000	98,93	99,94	-1,01%
2001	98,73	99,60	-0,87%
2002	98,48	99,33	-0,86%
2003	95,88	96,62	-0,77%
2004	90,74	91,43	-0,76%
2005	88,72	89,33	-0,68%
2006	82,98	83,57	-0,70%
2007	81,75	82,28	-0,65%
2008	81,52	81,90	-0,46%
2009	78,60	78,84	-0,31%
2010	76,24	76,36	-0,16%
2011	74,32	74,49	-0,23%
2012	77,47	77,60	-0,16%
2013	78,23	78,36	-0,16%
2014	73,38	73,51	-0,17%
2015	75,82	75,77	0,07%
2016	74,38	74,28	0,14%
2017	72,75	72,70	0,07%
2018	74,57	74,39	0,23%
2019	71,20	71,07	0,18%
2020	60,68	60,49	0,32%
2021	64,70	64,38	0,50%
Moyenne	86,81	87,39	-0,58%

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 1990-2021, les écarts des émissions de CO₂ sont en moyenne de 0,58% 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, Gaseous Fuels et Other Fossil Fuels. Ces écarts sont principalement dus à des différences mineures de facteurs d'émissions dans l'approche de référence et dans l'approche sectorielle.

- Liquid fuels : l'écart est compris entre 0,30 % et 1,92% selon les années.
Le GNR, le GTL et le BTL sont comptabilisés.
- Gaseous fuels : l'écart est compris entre 0,00% et 0,41% selon les années.
- Other Fossil Fuels : l'écart est compris entre 0,00% et 2,06% selon les années.

Dans l'approche de référence, les adjuvants des biocarburants ont été rapportés avec la part fossile des carburants alors que dans l'approche sectorielle, ils ont été rapportés en Other Fossil Fuels. Cette différence est liée à une impossibilité technique des tables CRF pour rapporter ce type de produit utilisé par le bunker.

Il n'existe pas d'émission pour la catégorie Solid Fuels.

3.3. 1A -Consommation de combustibles

Les émissions du secteur 1A, sont en 2021 de :

66,7 kt CO₂eq

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

99,8 kteqCO₂

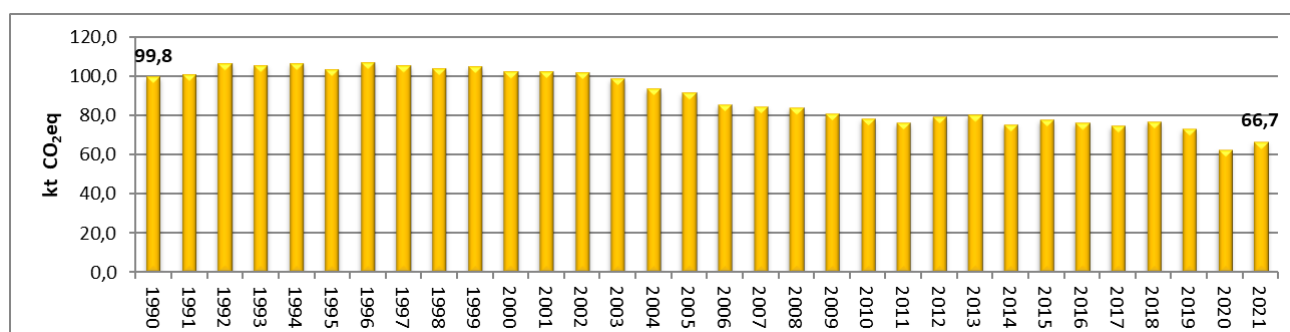
La variation observée entre 1990 et 2021 est de :

- 33,1 kteqCO₂

Soit une variation de :

- 33,2 %.

Figure 28. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021



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 et des déchets importés de France. 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'émission 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 2021 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 2021 de 21,5 ktCO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 17,8 ktCO₂eq

Soit une variation de : +20,7 % (+3,7 kt CO₂eq)

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

29,2 % des émissions globales (17,4 % en 1990)

31,9 % des émissions du secteur de l'Énergie (17,5 % en 1990)

Les émissions de cette catégorie constituent une catégorie clé principalement en lien avec l'incinération des déchets.

Figure 29.Émissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie- Production publique d'électricité et de chaleur

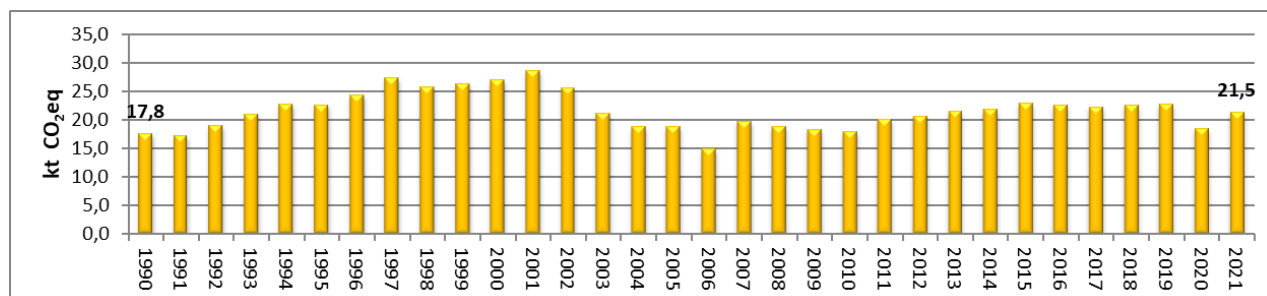


Figure 30. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - Production publique d'électricité et de chaleur



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'Électricité 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. Incineration 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

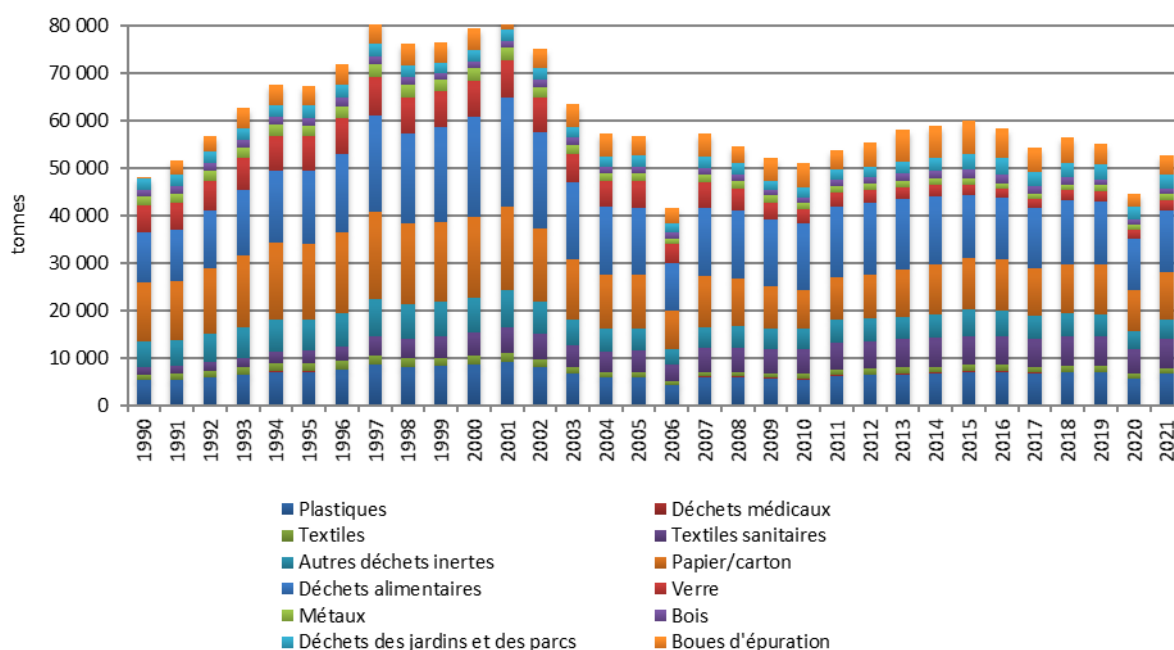
L'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.) actuelle est en fonctionnement depuis 1980. L'historique des tonnages de déchets solides incinérés par type de déchets permet de voir l'évolution des quantités incinérées annuelles.

L'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (U.T.E.R) 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.

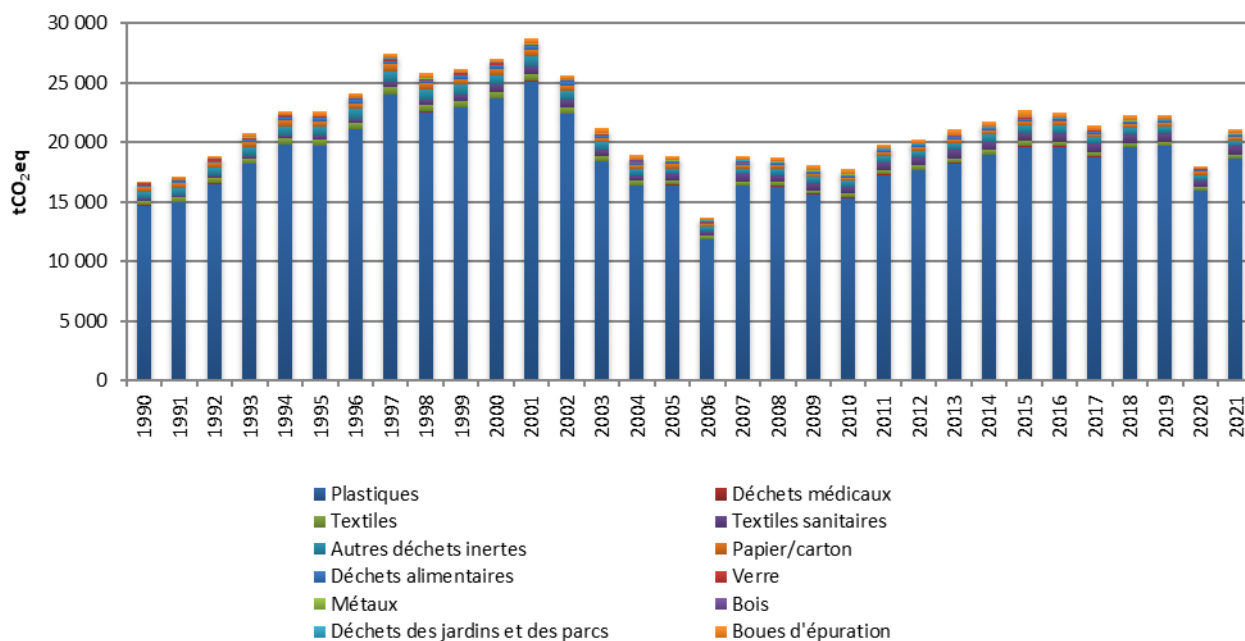
Les baisses de volumes observées les années 2005, 2006, 2008, et 2011 sont directement liées à des arrêts techniques des installations de l'U.T.E.R. en 2008 et 2011, ou de l'U.I.R.U.I. en 2005 et 2006. En 2020, la chute des tonnages est liée à la baisse de l'activité liée aux périodes de confinement (COVID-19).

Figure 31. Série temporelle des déchets caractérisés depuis 1990



Le graphique suivant présente l'historique des émissions de GES (CH₄, N₂O et CO₂ 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.

Figure 32. Répartition des émissions de GES par types de déchets depuis 1990

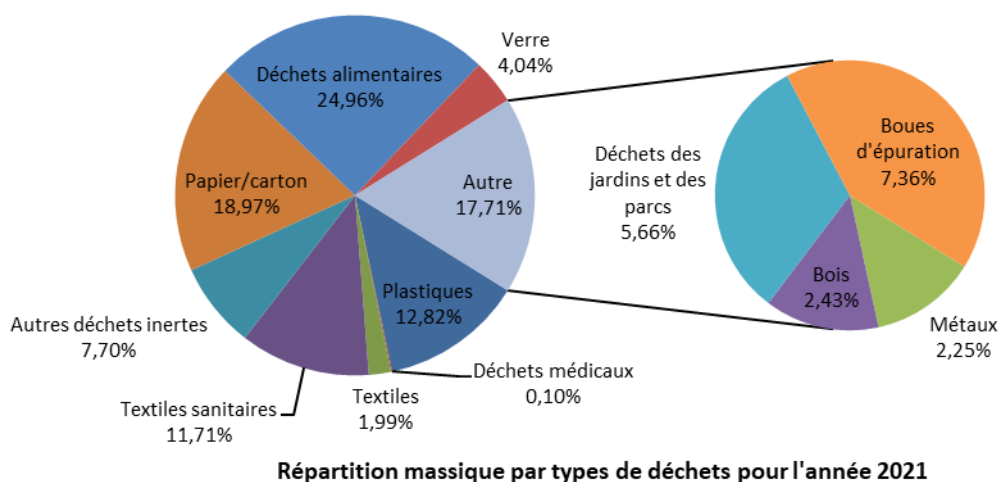


Les émissions liées au traitement des déchets dépendent des quantités incinérées et, dans le cas du CO₂, de la composition des déchets.

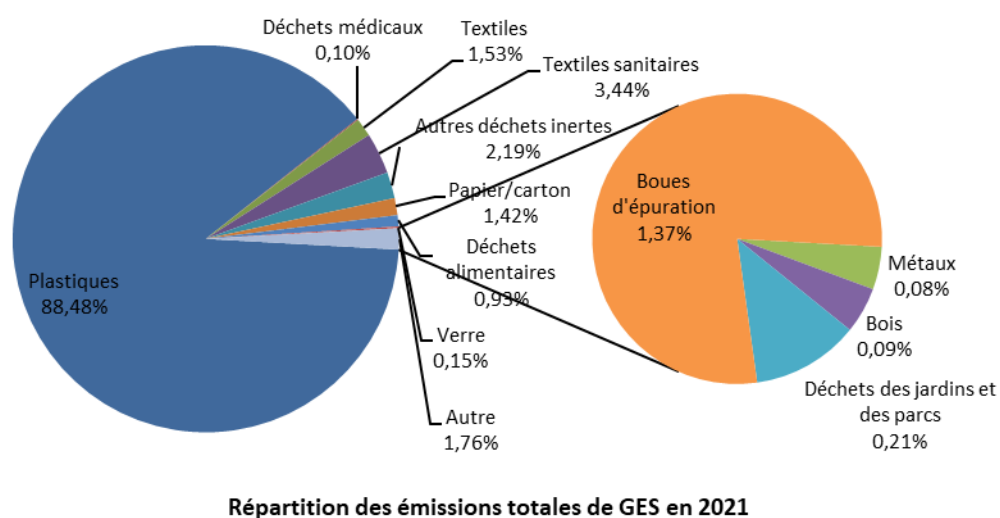
On vérifie sur le graphique que les variations interannuelles des émissions totales liées à l'incinération de déchets sont directement dépendantes des quantités incinérées. Cependant, conformément à la méthode de calcul et aux règles de rapportage des émissions de CO₂, toutes les catégories de déchets 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 2021 (b).

Figure 33. Composition des déchets (a) et répartition des émissions de GES par types de déchets pour l'année 2021 (b)



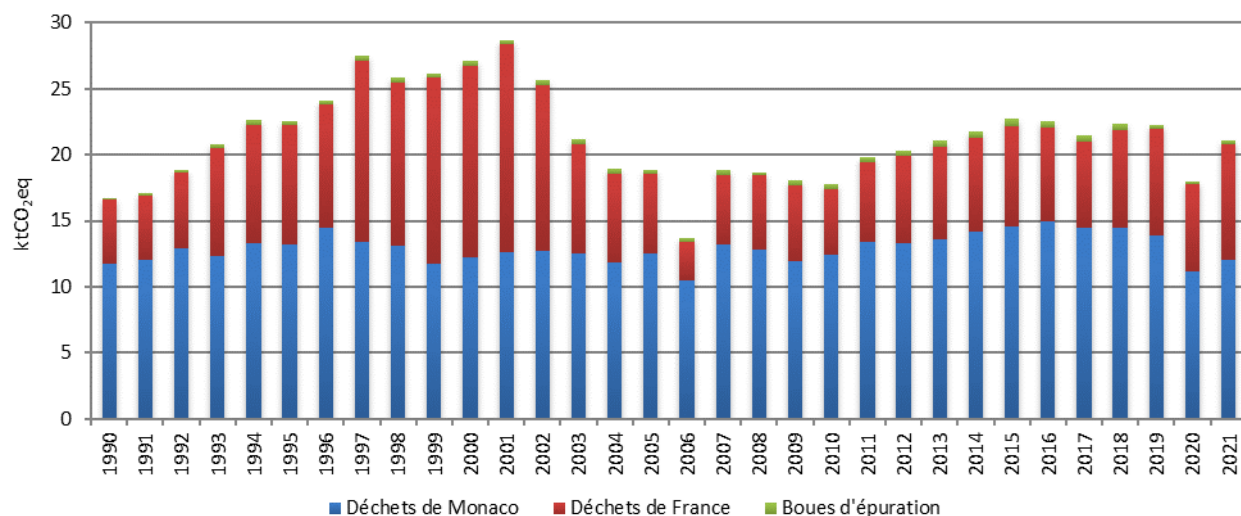
(a)



(b)

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

Figure 34. Répartition des émissions de GES entre les déchets de Monaco, les déchets de France et les boues d'épuration depuis 1990

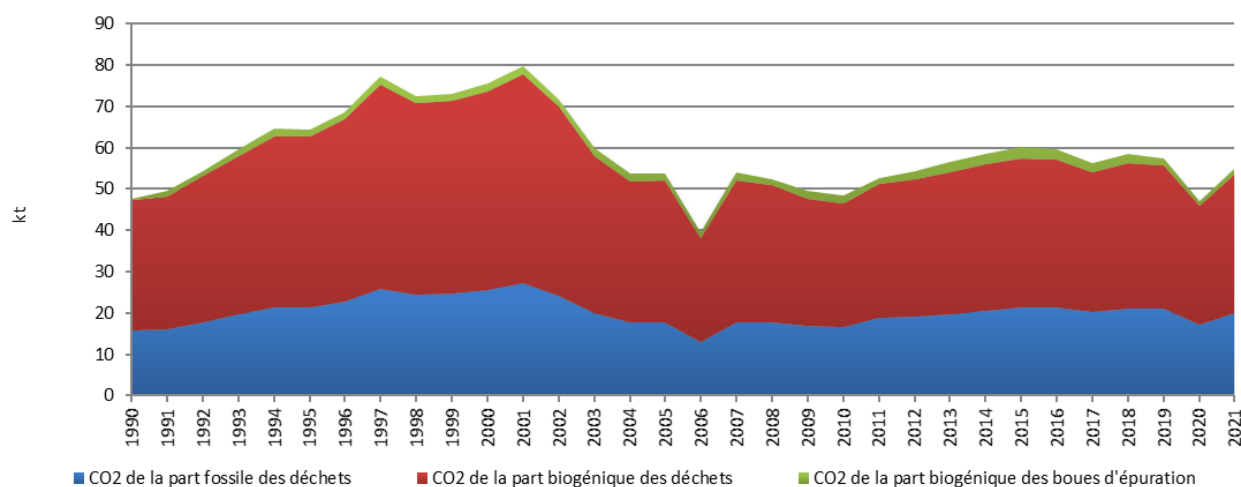


Ce diagramme, présentant les émissions de GES (CH₄, N₂O et CO₂ d'origine fossile), met en évidence que la part principale des émissions de GES mesurées provient de l'incinération des déchets de Monaco. Cependant la part des émissions dues aux déchets des communes limitrophes est non négligeable mais a tendance à diminuer à partir de 2004 et à se stabiliser à partir de 2012. En 2018, 2019 et 2021, la part des déchets français a eu tendance à augmenter. 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).

Le graphique suivant présente les émissions de CO₂ en distinguant la part d'origine fossile de celle d'origine biomasse.

Figure 35. Caractérisation des émissions de CO₂ fossile et biogénique depuis 1990



3.3.1.3. Déchets incinérés

3.3.1.3.1. DONNEES D'ACTIVITE

Les calculs des 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').

Tableau 16. Données d'activité

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	2018	2019	2020	2021
Déchets MC (t)	34 569	34 548	33 133	27 217	29 501
Déchets FR (t)	14 669	16 593	17 546	14 619	19 258
MSW (t)	49 239	51 141	50 679	41 836	48 759

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.

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 Économiques (D.A.E.).

Les données sur le comptage différencié sont disponibles pour la période 2009-2021. Afin d'assurer une cohérence des séries temporelles, une composition moyenne des déchets sur la période 2009-2012 a été déterminée pour être appliquée à l'ensemble de la période 1990-2008. Cette composition moyenne est présentée dans le tableau ci-dessous.

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

Parmi ces apports, il subsiste des flux en mélange (rose) qui nécessitent une caractérisation permettant de déterminer une composition des déchets correspondant à des facteurs d'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)

La Principauté a mené sa première campagne nationale de caractérisation des déchets entre 2016 et 2017. Sur la période antérieure, 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 2007³. 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. À 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.

³ La composition des ordures ménagères et assimilées en France, ADEME Éditions, 2010.

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.

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.

Tableau 17. 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 %	32,15 %
Papier/Carton	25,53 %	21,70 %	16,31 %	22,24 %
Autres déchets inertes	11,56 %	8,17 %	9,67 %	6,89 %
Textiles	2,61 %	1,92 %	2,32 %	2,36 %
Textiles sanitaires	3,12 %	8,78 %	10,67 %	14,26 %
Plastiques	11,16 %	11,30 %	11,78 %	15,49 %
Verre	13,17 %	12,61 %	6,34 %	4,20 %
Métaux	4,12 %	3,03 %	3,02 %	2,40 %

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

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

		Méthodes			Facteurs d'émissions		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A1a	Part Biomasse des déchets	T2	T1	T1	D	D	D
1A1a	Part Fossile des déchets (Other Fossil Fuels)	T2	T1	T1	D	D	D

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

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

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

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

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

Avec :

- MSW : tonnage total de déchets incinérés, hors boues d'épuration, en tonnes de poids humide ('MSW' = 'Déchets MC' + 'Déchets FR') ;
- i : type de déchet incinéré précisé comme suit, à savoir : déchets alimentaires, papier/carton, autres déchets inertes, textiles, textiles sanitaires, plastiques, verre, métaux, déchets médicaux, bois ainsi que déchets des jardins et des parcs ;
- WF_i : fraction massique du déchet incinéré de type i pendant une année (en tonnes de déchets humides), avec $\sum_i WF_i = 1$;
- 44/12 : coefficient de conversion de C en CO₂ ;
- $[FE_i(CO_2)]_{f/b}$: facteur d'émission du CO₂ du composant i de la part d'origine fossile ou biogénique (f ou b) (en tonnes de CO₂/tonnes de déchets incinérés en poids humide) :

$$\bullet [FE_i(CO_2)]_f = dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i$$

$$\bullet [FE_i(CO_2)]_b = dm_i \times CF_i \times (1 - FCF_i) \times OF_i$$

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 :

Tableau 18. Fractions massiques WF_i des différentes catégories de déchets solides

	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	0,284	0,198	0,086	0,021	0,101	0,115	0,089	0,029	0,004	0,028	0,045
2009	0,300	0,186	0,089	0,022	0,108	0,119	0,075	0,029	0,005	0,028	0,039
2010	0,306	0,179	0,093	0,023	0,113	0,120	0,062	0,030	0,004	0,027	0,044
2011	0,296	0,183	0,094	0,023	0,114	0,125	0,058	0,029	0,004	0,027	0,047
2012	0,298	0,187	0,093	0,022	0,116	0,127	0,054	0,028	0,005	0,027	0,043
2013	0,291	0,193	0,092	0,022	0,117	0,129	0,050	0,026	0,005	0,029	0,046
2014	0,274	0,198	0,095	0,022	0,117	0,131	0,046	0,025	0,005	0,035	0,052
2015	0,252	0,203	0,106	0,022	0,115	0,134	0,041	0,024	0,005	0,034	0,063
2016	0,248	0,205	0,104	0,022	0,116	0,136	0,037	0,023	0,007	0,034	0,068
2017	0,258	0,206	0,099	0,022	0,120	0,138	0,038	0,023	0,004	0,033	0,059
2018	0,264	0,206	0,095	0,022	0,121	0,139	0,039	0,023	0,001	0,032	0,058
2019	0,260	0,208	0,093	0,022	0,124	0,140	0,042	0,024	0,001	0,026	0,059
2020	0,261	0,207	0,092	0,022	0,122	0,138	0,041	0,024	0,001	0,028	0,064
2021	0,269	0,205	0,083	0,022	0,126	0,138	0,044	0,024	0,001	0,026	0,061

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

Pour le CH₄, les calculs ont été effectués d’après l’équation 5.4 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch. 5] avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.3.

Pour le N₂O, les calculs ont été effectués d’après l’équation 5.5 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5] avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6.

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

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

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 CH₄ et le N₂O sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

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

Les méthodologies de calcul des émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO₂ 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 CO₂ et du CH₄/N₂O, 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 CO₂

Pour les incertitudes sur les données d’activité une valeur par défaut de ±5%, inscrite dans les lignes directrices 2006 du GIEC [Vol.5, Ch.5, §5.7.2] a été adoptée pour les déchets solides incinérés, pour pallier aux incertitudes de mesures.

Concernant l’incertitude sur le facteur d’émission du CO₂, 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 CH₄ ET LE N₂O

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 incinérés, pour pallier aux incertitudes de mesures.

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émissions de CH₄ et N₂O, 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 incertitudes sont rapportées 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 1990-2021 ;
- Les pesées de déchets différenciés en entrée d'usine d'incinération réalisées de 2009-2021 ;
- La caractérisation des déchets en mélange sur la période 1990-2021.

Tonnages globaux

Les tonnages globaux incinérés sont les données relevées par l'usine dans le cadre de son exploitation.

Comptage différencié des apports

Les données sur le comptage différencié en entrée d'usine d'incinération sont disponibles pour la période 2009-2021.

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 1990-2021

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

Le contrôle-qualité de ce secteur a concerné le calcul des émissions de GES et les données d'entrée selon la procédure définie dans le plan d'Assurance-Qualité.

Une mesure de CO₂ en sortie de cheminée est effectuée en continu. En effet, la Direction (DAU) en charge de l'U.I.R.U.I. mène un programme, nommé UIOM 14C, initié par le Cabinet Merlin et ENVEA en partenariat avec l'ADEME et la FNADE et qui a pour objectif de mesurer le contenu biogène et fossile des combustibles hétérogènes issus de déchets telles que les Ordures Ménagères résiduelles (OMr) valorisées dans des unités d'incinération avec valorisation énergétique (UVE). Le programme est basé sur une campagne de prélèvements mensuels du CO₂ dans les fumées et sur le dispositif MASSBIO2 (brevet Cabinet MERLIN) qui permet de déterminer les caractéristiques biogènes du combustible.

Le rapport 2022 n'était pas disponible au moment de la rédaction. Ainsi, après une consolidation des données le rapport référence « Détermination des quantités de CO₂ d'origine biogène/fossile émise par l'U.I.R.U.I. », version du 28/10/2021, indique les proportions de CO₂ fossile/biogène suivantes qui sont comparées avec ces mêmes proportions déterminées à partir des calculs d'émissions de CO₂ en utilisant les méthodologies des LD du GIEC 2006 (valeurs indiquées en violet dans le tableau ci-dessous) :

Années	2017	2018	2019	2020
% CO ₂ biogène moyen mesuré	62%	60%	65%	65%
% CO ₂ biogène moyen calculé (Avec LD GIEC 2006)	64%	64%	63%	63%
% CO ₂ fossile moyen mesuré	38%	40%	35%	35%
% CO ₂ fossile moyen calculé (Avec LD GIEC 2006)	36%	36%	37%	37%

Nous constatons que les proportions obtenues sont très similaires entre les deux méthodes.

En ce qui concerne les comparaisons des quantités de CO₂ fossile et de CO₂ biogène mesurées (en kt) en sortie de cheminée, le rapport susmentionné fournit des données issues du rapport concernant certaines périodes de l'année mais pas l'année entière. Ainsi après reconstruction des données sur les mois de mesures manquants nous obtenons respectivement les quantités de CO₂ fossile et biogène suivantes qui sont comparées avec ces mêmes données obtenues à partir des calculs d'émissions de CO₂ en utilisant les méthodologies des LD du GIEC 2006 (valeurs indiquées en violet dans le tableau ci-dessous) :

Années	2017	2018	2019	2020
Emissions de CO ₂ biogène mesuré (en kt)	36,78	34,45	35,07	25,62
Emissions de CO ₂ biogène calculé (en kt) (Avec LD GIEC 2006)	35,89	37,32	36,19	29,76
% de différence entre mesuré et calculé	2%	8%	3%	14%
Emissions de CO ₂ fossile mesuré (en kt)	22,81	23,17	19,10	13,76
Emissions de CO ₂ fossile calculé (en kt) (Avec LD GIEC 2006)	20,29	21,12	21,18	17,18
% de différence entre mesuré et calculé	11%	9%	10%	20%

Nous constatons, nonobstant les incertitudes des différentes méthodologies que les quantités obtenues sont relativement similaires entre les deux méthodes.

Les fermetures et arrêts temporaires de certaines activités (tourisme, congrès et salons professionnels) fortement génératrices des déchets fossiles, au-delà des périodes de confinement strictes, pourrait être à l'origine d'un accroissement de la différence observée entre les émissions de CO₂ mesurées et estimées.

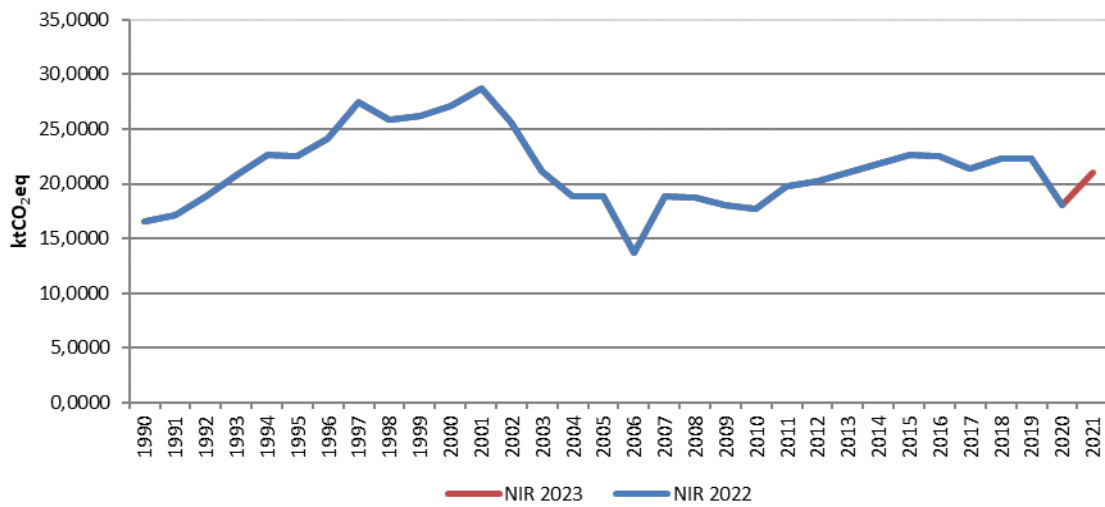
3.3.1.3.6. RECALCUL

Description du recalcul

Le recalcul concerne une correction de données d'activité.

Impact du recalcul

Figure 36. Recalcul des émissions de GES du 1A1a -Déchets incinérés



En 2020, les émissions recalculées présentent une différence de -0,01% en kteqCO₂ par rapport à la précédente soumission.

Raisons et justifications

Un recalcul a été effectué pour l'année 2020, pour corriger une inversion de données entre deux catégories de déchets en provenance des communes limitrophes.

3.3.1.3.7. AMELIORATIONS

Les résultats de la dernière campagne de caractérisation des déchets incinérés menée entre 2021 et 2022 vont être analysés et intégrés aux calculs des émissions.

3.3.1.4. Évolution du facteur d'émission induit pour les déchets incinérés

Afin de connaître au mieux l'énergie produite par l'incinération des déchets en Principauté, un choix a été fait de calculer l'énergie des déchets incinérés en utilisant une valeur de PCI spécifique à chaque type de déchets et non plus une valeur moyenne de ce PCI à appliquer au tonnage total de déchets incinérés. Cela permet à la Principauté d'évaluer au mieux l'énergie disponible issue de l'incinération des déchets solides.

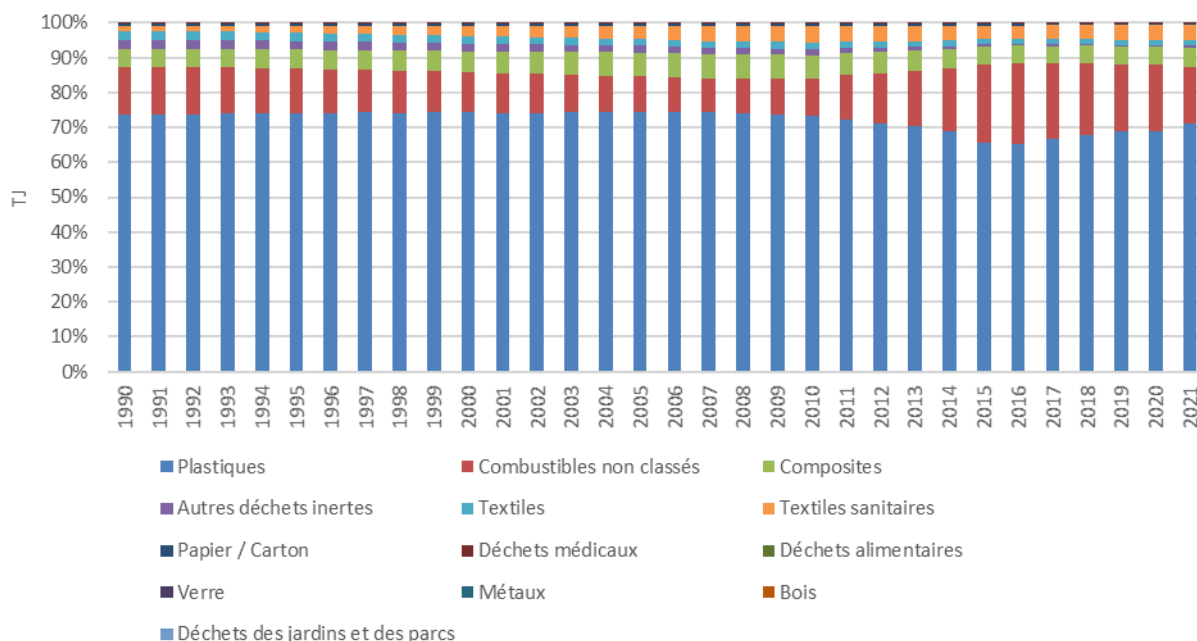
Les valeurs de PCI utilisées jusqu'au NIR 2018 inclus étaient basées sur la littérature, en l'absence de données spécifiques à Monaco. Depuis la campagne nationale de caractérisation menée par la Principauté entre 2016 et 2017, Monaco utilise dorénavant des données de PCI spécifiques à son pays pour les différentes catégories de déchets solides suivantes :

Tableau 19. Valeurs de PCI spécifiques à Monaco des différentes catégories de déchets solides

Catégorie de déchets	PCI (MJ/Kg)
Déchets alimentaires	16,42
Papier / carton	15,24
Composites	19,02
Textiles	20,02
Textiles sanitaires	17,94
Plastiques	28,99
Combustibles non classés	19,17
Verre	0,15
Métaux	3,05
Autres déchets inertes	1,74
Déchets médicaux	11,99
Bois de tri	18,50
Déchets des jardins et des parcs	13,77

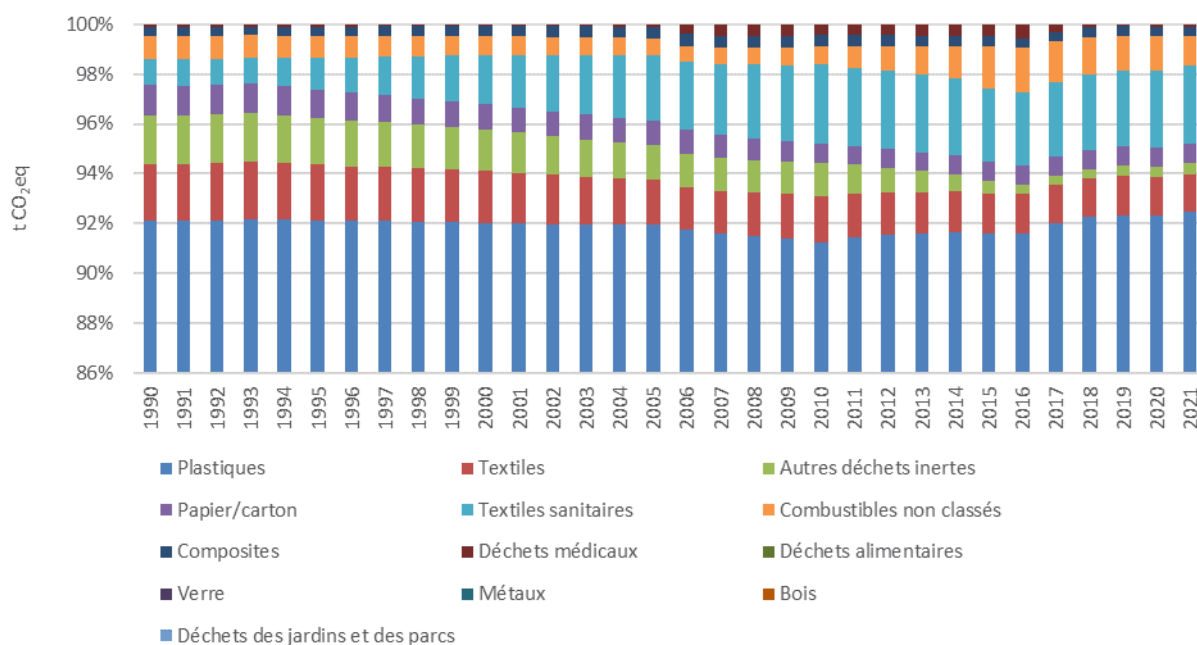
La répartition énergétique ramenée à 100% de la part fossile de déchets représentée sur le graphique ci-après, permet d'apprécier l'apport énergétique de chaque catégorie de déchets au sein du mélange de déchets incinérés chaque année :

Figure 37. Représentation du % d'énergie représenté pour chaque catégorie de déchets solides sur la série temporelle



Afin de mieux comprendre l'évolution du FE du CO₂ induit au cours du temps, on peut confronter cette évolution énergétique avec l'évolution de la répartition des émissions de GES pour les mêmes catégories de déchets pour la part fossile des déchets.

Figure 38. Représentation du % d'émissions de GES représenté pour chaque catégorie de déchets solides sur la série temporelle



Les variations observées sur les valeurs de FE (CO₂) induit sont en lien direct avec l'évolution de la composition du mélange de déchets solides incinérés chaque année. Ainsi sur la période de 1990-2007, la valeur du FE (CO₂) induit de la part fossile de déchets incinérés est pratiquement constante. Puis elle a tendance à diminuer de 77,11 t/TJ en 2007 jusqu'à atteindre 67,62 t/TJ en 2016.

Les données sur la composition des déchets expliquent la tendance décrite sur la valeur du FE(CO₂) induit. Ainsi, en analysant les courbes précédentes, nous voyons que la diminution du FE(CO₂) est principalement due à l'augmentation de la part des combustibles non classés (qui présentent une teneur en carbone fossile de CF=0,03) et à la diminution associée de la part des déchets plastiques (qui présentent une teneur en carbone fossile de CF=0,75), dans la valeur résiduelle à travers la série temporelle.

3.3.1.5. 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.

3.3.1.5.1. 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 (U.T.E.R.), 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'U.T.E.R. 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 (U.T.E.R 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.

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

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

		Méthodes			Facteurs d'émissions		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A1a	Boues d'épuration	T2	T1	T1	D	D	D

Les émissions directes de CO₂ produites par l'incinération des boues n'ont pas été incluses dans le bilan des émissions de gaz à effet de serre, le carbone présent dans ces boues étant d'origine biomasse. Seules sont comptabilisées les émissions de CH₄ et de N₂O au sein de la catégorie 1.A.1.a.

À partir des données caractérisées, une méthodologie de Niveau T1 est utilisée pour le CH₄ et le N₂O avec application des FE par défaut. Les calculs des émissions annuelles de CH₄ et N₂O ainsi que les valeurs des FE utilisés pour l'incinération des boues d'épuration sont reportées dans l'Annexe 3.

Les méthodologies de calcul des émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO₂ sont décrites en Annexe 3 de ce rapport.

3.3.1.5.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

La collecte des eaux résiduaires est réalisée sur l'ensemble du territoire et l'U.T.E.R. est la seule unité de traitement. Les données produites par l'U.T.E.R. 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'activité 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 les incertitudes de mesures.

Concernant l'incertitude sur les facteurs d'émissions de CH_4 et N_2O , 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.

3.3.1.5.4. 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. Les tonnages de boues incinérés sont les données relevées par l'usine dans le cadre de son exploitation.

3.3.1.5.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Voir le chapitre 3.3.1.3.5.

3.3.1.5.6. RECALCUL

Le calcul des émissions de GES de l'incinération des boues d'épuration n'a fait l'objet d'aucun recalcul.

3.3.1.5.7. AMELIORATIONS

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

3.3.1.6. Combustion du fioul lourd et du gaz naturel

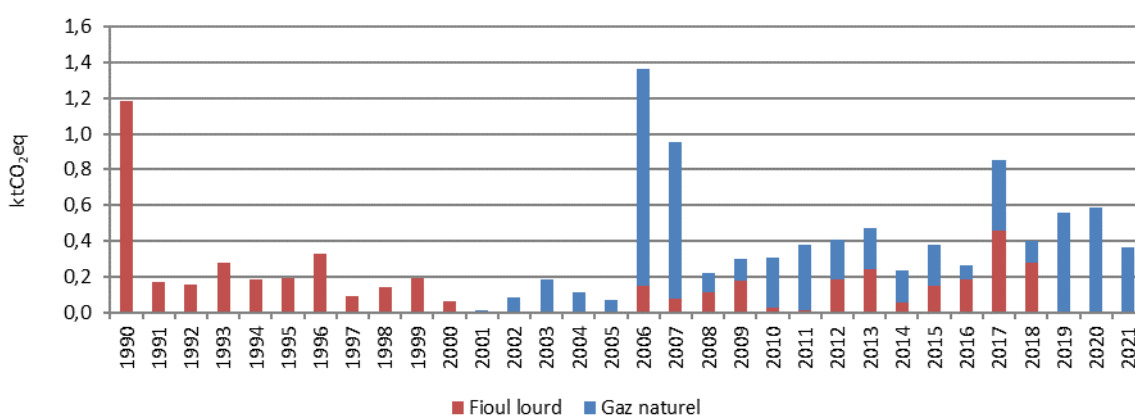
3.3.1.6.1. DESCRIPTION DE LA CATEGORIE LIEE A LA COMBUSTION DU FIOUL LOURD ET DU GAZ NATUREL

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.

Figure 39. Évolution des émissions de GES depuis 1990 de la combustion de gaz et de fioul lourd



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

3.3.1.6.2. ÉLÉMENTS D'INTERPRÉTATION DE L'ÉVOLUTION 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 (m³) et de gaz naturel (GWh, donnée PCS), ont été fournies par la Société Monégasque de l'Électricité et du Gaz (SMEG), concessionnaire de l'usine de production de chaud et de froid depuis 1990.

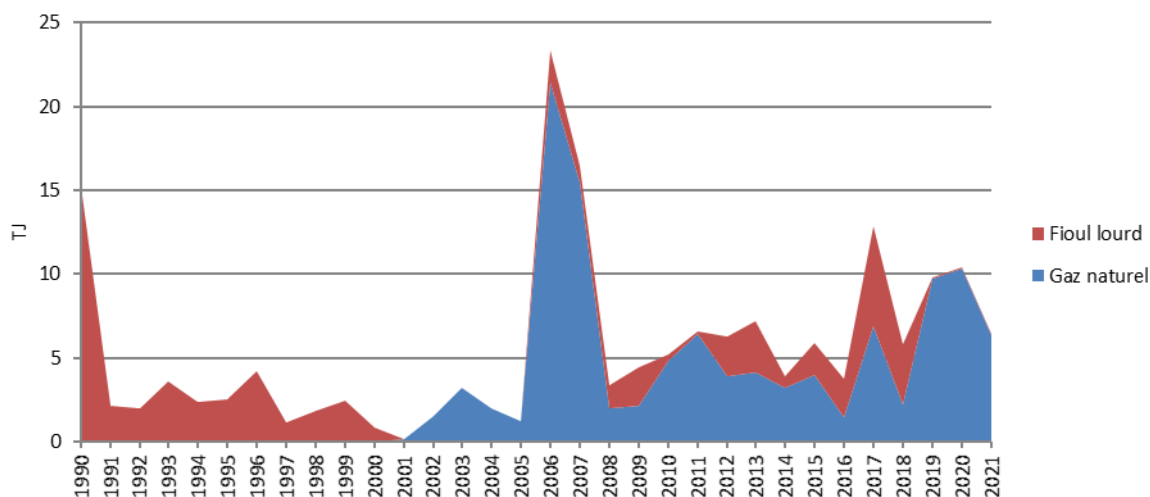
Jusqu'en 2000, seule l'utilisation du fioul était possible. Depuis le gaz naturel est privilégié. Cependant, la possibilité d'utilisation du fioul lourd est conservée afin de sécuriser la production d'énergie thermique.

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. À partir de 2019, l'usine n'utilise pratiquement plus de fioul lourd et la majorité de ses consommations se portent sur le gaz naturel.

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

Figure 40. Consommation énergétique de la combustion de gaz naturel et de fioul lourd



3.3.1.6.3. METHODOLOGIE DE CALCUL

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

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

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

		Méthodes			Facteurs d'émissions		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
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.

3.3.1.6.4. 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 CO₂ 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 CH₄ et le N₂O, afin de ne pas minimiser les incertitudes, et n'ayant pas de valeur locale mesurée à Monaco, un choix a été fait d'opter pour le cas du pays présentant les valeurs d'incertitudes les plus élevées. Le cas de la Norvège a donc été adopté pour quantifier les incertitudes liées à l'application de facteurs d'émission par défaut pour le CH₄ et le N₂O.

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre $[-50\% ; +100\%]$ pour le CH₄ (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre $[-66\% ; +200\%]$ pour le N₂O (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999).

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.3.1.6.5. 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'activité est ainsi assurée sur l'ensemble de la période.

3.3.1.6.6. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Le contrôle qualité de ce secteur a été effectué selon la procédure définie dans le plan d'Assurance-Qualité.

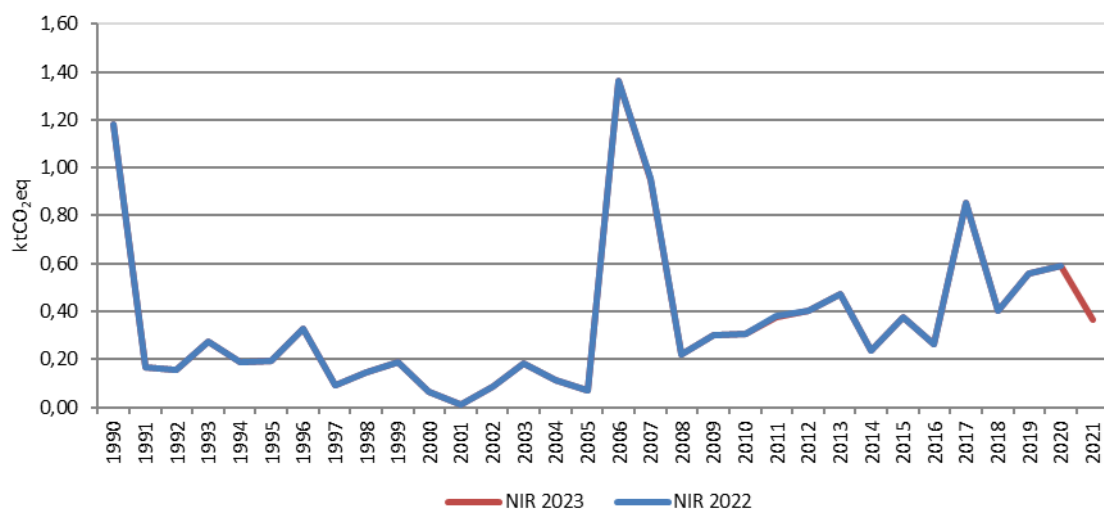
3.3.1.6.7. RECALCUL

Description du recalcul

Les facteurs d'émission ont été réévalués.

Impact du recalcul

Figure 41. Recalcul des émissions de GES du 1A1a -Fioul-Gaz



Les émissions recalculées présentent une différence de +0,034% en 2010 et de -0,35% en 2011 par rapport à la précédente soumission.

Raisons et justifications

Les valeurs du FE(CO₂) du gaz naturel ont été réévaluées sur l'ensemble de la série temporelle par le CITEPA, ce qui a entraîné des recalculs.

3.3.1.6.8. AMELIORATIONS

Aucune 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

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) et les consommations de gaz et de fioul par les industries (1.A.2.g.viii). Cette dernière catégorie a été scindée du 1.A.4.b dans le cadre du NIR 2020.

Il doit être précisé qu'à Monaco il n'existe pas d'industrie métallurgique, sidérurgique et de chimie lourde et que les industries présentes sont situées dans des immeubles.

Les émissions du secteur 1A2 sont en 2021 de

6,9 ktCO₂eq

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

3,9 ktCO₂eq

Soit une variation de :

+77,7 % (+3,0 kt CO₂eq)

Les émissions du secteur 1A2 représentent :

9,4 % des émissions globales (3,8 % en 1990)

10,2 % des émissions du secteur de l'Energie (3,8 % en 1990)

Figure 42. Emissions de GES entre 1990 et 2021 du secteur 1A2

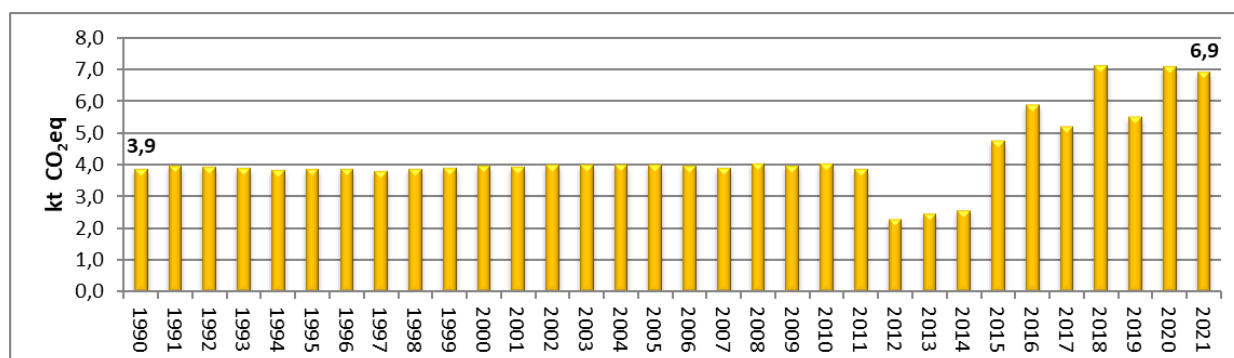
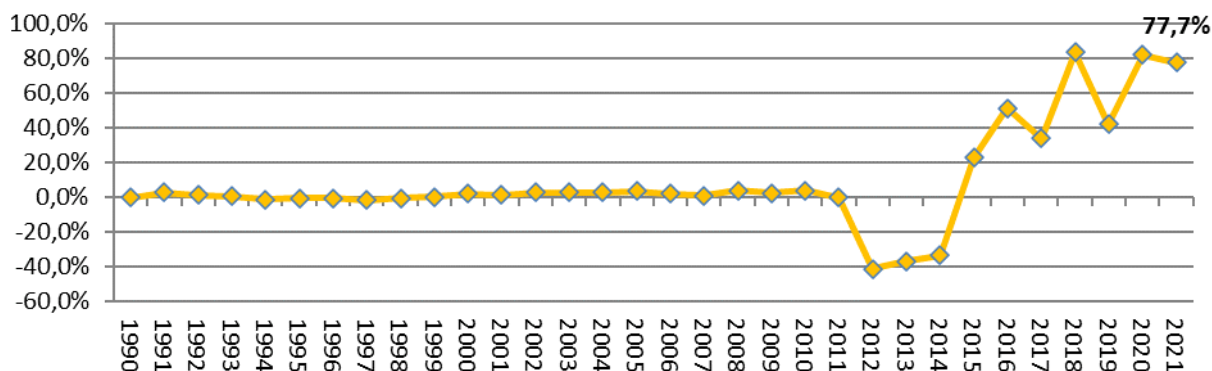


Figure 43. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 du secteur 1A2



Les émissions de CO₂ liées au gaz et aux carburants liquides de cette catégorie constituent des catégories clé.

La consommation de gaz naturel a été répartie entre les trois secteurs 1A2gviii, 1A4a et 1A4b sur la base des Rapports Annuels de la SMEG, l'unique concessionnaire de distribution de gaz en Principauté.

Les consommations de fioul domestique dans la Principauté ont également pu être réparties en utilisant la base de données des usages réalisée dans le cadre du Plan Climat Air Energie 2030 de la Principauté.

En outre, une nouvelle catégorie 1A2gvii a été intégrée depuis le NIR 2019 concernant la consommation de carburant par les engins mobiles non routiers, cette quantité de carburant était jusqu'alors incluse au secteur 1A4b.

3.3.4.1. 1A2gvii Engins mobiles non routiers

Le secteur 1A2gvii concerne les consommations de combustibles 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. À partir de 2019, du GTL (Gas To Liquid), combustible fossile liquide produit à partir de gaz naturel est également consommé par les EMNR à Monaco. A partir de 2020, on voit également apparaître de la consommation de BTL (Biomass To Liquid) au sein de ce secteur.

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. En 2020, nonobstant une période de confinement, la consommation est restée très élevée.

Figure 44. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles

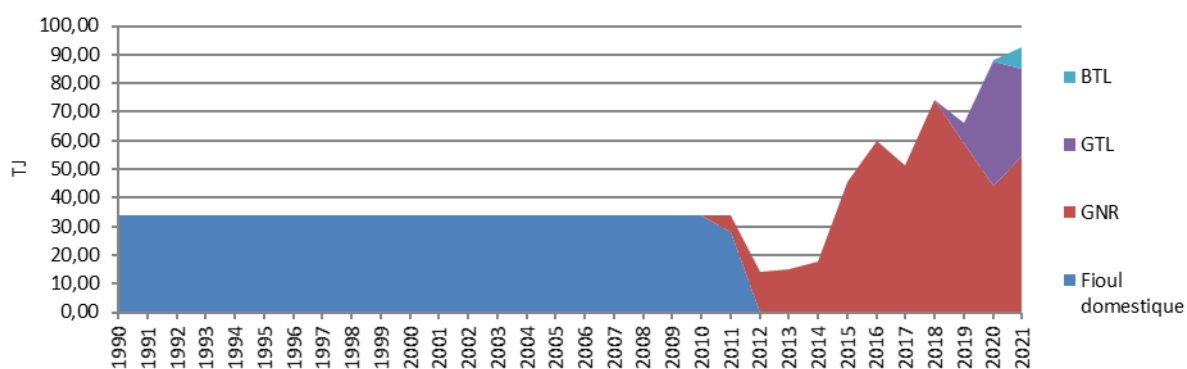


Tableau 20. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles

	Fioul domestique	GNR	GTL	BTL	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	%
1990	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1991	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1992	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1993	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1994	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1995	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1996	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1997	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1998	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
1999	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2000	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2001	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2002	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2003	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2004	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2005	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2006	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2007	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2008	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2009	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2010	33,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00
2011	28,26	5,67	0,00	0,00	33,94	0,00
2012	0,00	14,31	0,00	0,00	14,31	-57,82
2013	0,00	14,83	0,00	0,00	14,83	-56,31
2014	0,00	17,92	0,00	0,00	17,92	-47,19
2015	0,00	45,34	0,00	0,00	45,34	33,62
2016	0,00	59,73	0,00	0,00	59,73	76,01
2017	0,00	51,48	0,00	0,00	51,48	51,69
2018	0,00	74,44	0,00	0,00	74,44	119,36
2019	0,00	58,93	7,33	0,00	66,27	95,27
2020	0,00	44,21	43,45	0,48	88,14	159,73
2021	0,00	54,51	30,32	8,01	92,84	173,57

3.3.4.1.1.2. ÉMISSIONS DE GES

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de gazole non routier total (part biomasse incluse) ont représenté 4,23 ktCO₂eq, soit 64% des émissions du secteur.

Le GNR n'a été mis sur le marché qu'à partir de 2011.

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.

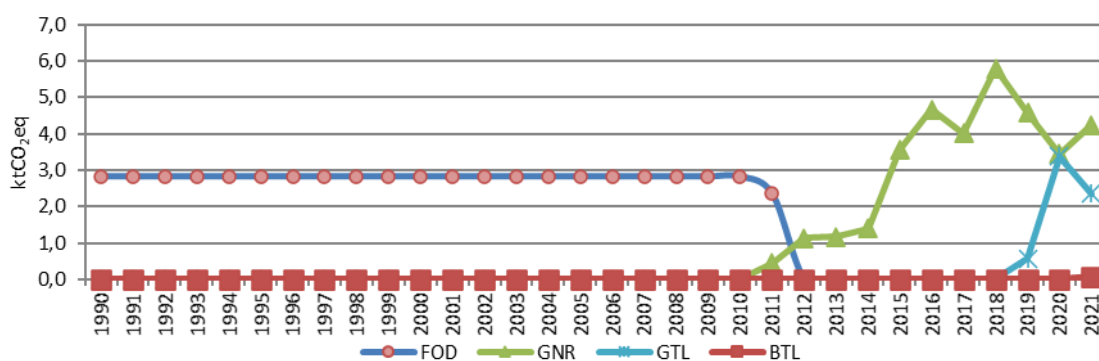
Combustion de GTL (1.A.2.g)

En 2021, les émissions induites par la combustion de GTL ont représenté 2,36 ktCO₂eq, correspondant à 35 % des émissions du secteur.

Combustion de BTL (1.A.2.g)

En 2021, les émissions induites par la combustion de BTL ont représenté 0,07 ktCO₂eq, correspondant à 1 % des émissions du secteur.

Figure 45. Émissions de GES par catégorie source - 1A2g Construction et BTP - Sources mobiles



3.3.4.1.1.3. DONNÉES D'ACTIVITÉ

Les données de vente 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. Le GTL commence à être utilisé dans ce secteur à partir de 2019, le BTL à partir de 2020.

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.

La nouvelle catégorie « Other Fossil Fuels » est déduite des quantités de GNR et apparaît ainsi à partir de l'année 2011. Aux valeurs de GNR fossiles s'ajoutent en 2020 la part fossile du BTL.

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 ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A2gvii	Gazole Non Routier	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	Other Fossil Fuels	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	Fioul Domestique	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	GTL (Gas To Liquid)	T2	T1	T1	CS	D	D
1A2gvii	BTL (Biomass To Liquid)	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, le GTL 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 CO₂ 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 CH₄, 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 N₂O, 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. Concernant les données de BTL et de GTL elles ont été fournies par le distributeur de ces carburants sur l'ensemble de la série temporelle. La continuité des données d'activité est ainsi assurée sur l'ensemble de la période.

3.3.4.1.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

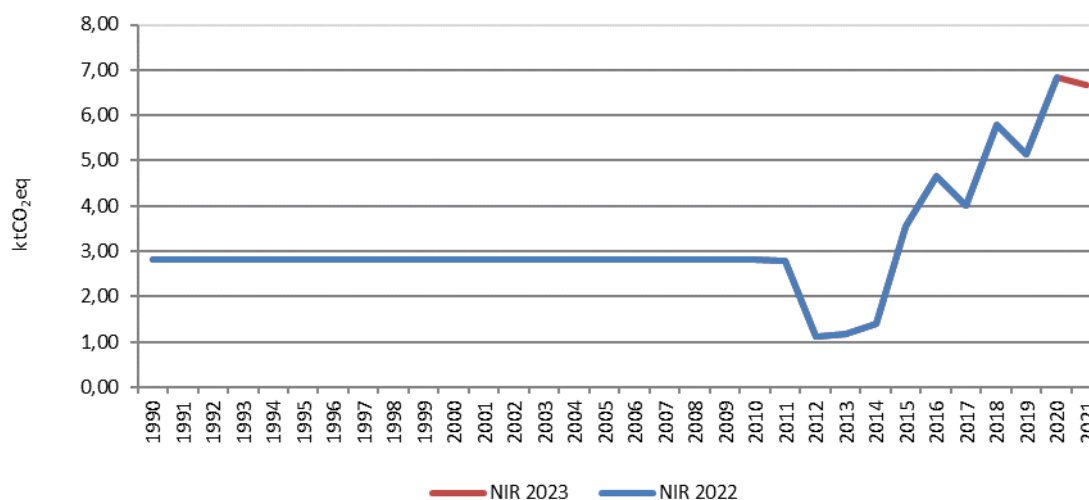
Aucune procédure qualité spécifique n'a été mise en œuvre.

Des développements sont en cours pour comparer les données issues de la méthode actuelle à une méthode basée sur des prélèvements réalisés sur les combustibles liquides distribués sur le territoire.

3.3.4.1.6. RECALCUL

Impact du recalcul

Figure 46. Recalcul des émissions de GES du 1A2gvii



L'impact du recalcul est compris entre -0,06% et 0,02% sur l'ensemble de la série temporelle, par rapport à la précédente soumission.

Description du recalcul

Le recalcul concerne la fraction non biogénique du biocombustible contenu dans le diesel. Des précisions ont été apportées aux données des biocarburants. Cela a entraîné des recalculs sur l'ensemble de la série temporelle à partir de l'apparition du GNR, a également été prise en compte la correction d'une erreur sur les chiffres après la virgule (à 10^{-3} TJ) sur la donnée d'activité du GTL en 2019. Les émissions des différents gaz sont affectées mais l'effet est très faible.

Raisons et justifications

La valeur, fournies par le CITEPA, a été révisée pour l'année 2021 sur la série temporelle.

3.3.4.1.7. AMELIORATIONS

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

3.3.4.2. 1A2gviii. Combustion stationnaire – Secteur industriel

Les catégories sources d'émissions comptabilisées au sein de ce secteur concernent la combustion de gaz naturel (1.A.2.g.viii) et de fioul domestique (1.A.2.g.viii) destinée très majoritairement au chauffage des bâtiments.

3.3.4.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

3.3.4.2.1.1. BILAN ENERGETIQUE

Depuis l'application de la répartition des consommations de gaz naturel et de fioul domestique, ce secteur voit ses émissions de GES augmenter avec le temps, ce qui est en accord avec l'augmentation de la proportion de gaz du secteur industriel au cours du temps (cf. tableau ci-dessous) par rapport au secteur 1A4ai et 1A4bi.

La chute brutale de la consommation de gaz naturel observée en 2019 est due au fait que la technologie de lavage de fumées qui utilisait du gaz naturel a été remplacée depuis avril 2019, avec un circuit de traitement amélioré et moins énergivore.

Figure 47. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2gviii Secteur industriel

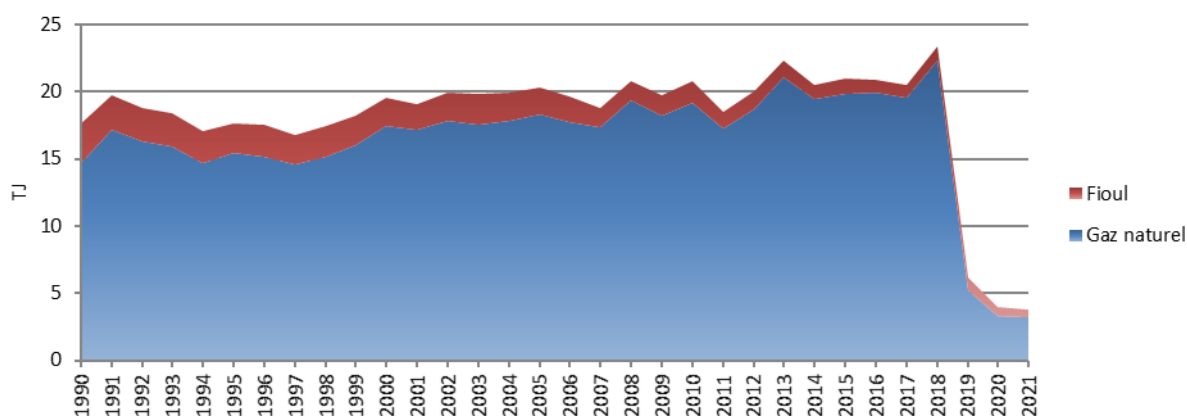


Tableau 21. Consommation énergétique de la catégorie - 1A2gviii Secteur industriel

	Fioul	Gaz naturel	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	%
1990	2,98	14,68	17,67	0,00
1991	2,56	17,16	19,71	11,57
1992	2,46	16,29	18,75	6,12
1993	2,48	15,87	18,35	3,88
1994	2,36	14,71	17,07	-3,38
1995	2,20	15,40	17,59	-0,42
1996	2,37	15,16	17,53	-0,76
1997	2,19	14,56	16,76	-5,16
1998	2,30	15,16	17,46	-1,16
1999	2,24	15,96	18,20	3,03
2000	2,03	17,48	19,51	10,45
2001	1,91	17,11	19,02	7,66
2002	2,11	17,84	19,95	12,93
2003	2,27	17,57	19,85	12,34
2004	2,08	17,84	19,92	12,75
2005	2,02	18,32	20,33	15,10
2006	1,87	17,73	19,60	10,92
2007	1,44	17,31	18,76	6,17
2008	1,45	19,33	20,78	17,64
2009	1,53	18,21	19,73	11,68
2010	1,64	19,13	20,77	17,57
2011	1,23	17,28	18,51	4,78
2012	1,31	18,70	20,02	13,30
2013	1,20	21,07	22,27	26,05
2014	1,01	19,44	20,45	15,75
2015	1,09	19,85	20,93	18,49
2016	1,01	19,90	20,92	18,39
2017	1,01	19,52	20,53	16,22
2018	1,02	22,32	23,33	32,07
2019	0,96	5,17	6,12	-65,34
2020	0,66	3,28	3,94	-77,67
2021	0,60	3,19	3,80	-78,50

3.3.4.2.1.2.ÉMISSIONS DE GES

Combustion de gaz naturel (1.A.2.g.viii)

En 2021, les émissions induites par la combustion de gaz naturel sont estimées à 0,18 ktCO₂eq, correspondant à 80% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont eu tendance à diminuer de -78%.

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

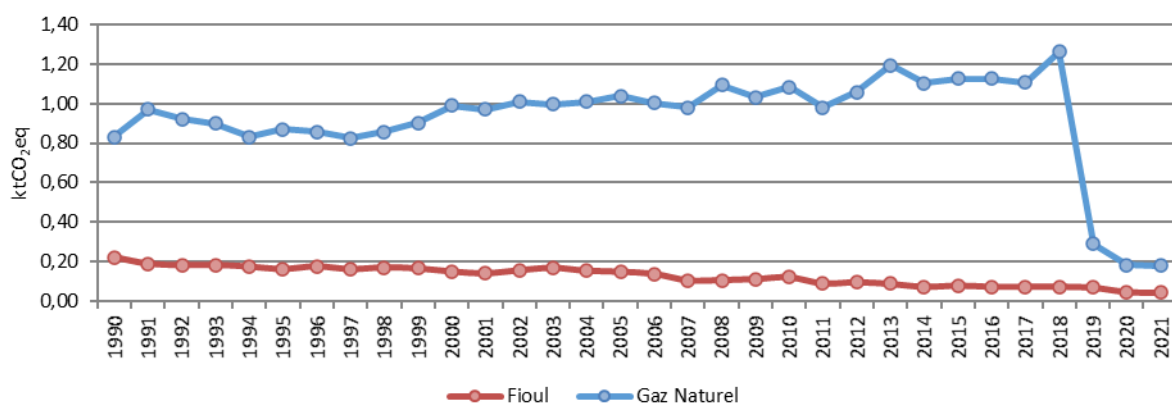
En 2021, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont représenté 0,05 ktCO₂eq, correspondant à 20% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont diminué de -80%.

Tableau 22. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990

	Émissions de GES			% de variation par rapport à l'année de réf. 1990		
	Gaz Naturel	Fioul	Total	Gaz Naturel	Fioul	Total
	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	%	%	%
1990	0,8	0,2	1,1	0,0	0,0	0,0
1991	1,0	0,2	1,2	16,8	-14,3	10,2
1992	0,9	0,2	1,1	11,0	-17,7	4,9
1993	0,9	0,2	1,1	8,1	-17,0	2,8
1994	0,8	0,2	1,0	0,2	-21,0	-4,3
1995	0,9	0,2	1,0	4,9	-26,4	-1,8
1996	0,9	0,2	1,0	3,2	-20,5	-1,8
1997	0,8	0,2	1,0	-0,8	-26,5	-6,3
1998	0,9	0,2	1,0	3,2	-22,9	-2,3
1999	0,9	0,2	1,1	8,8	-25,0	1,6
2000	1,0	0,2	1,1	19,1	-31,9	8,3
2001	1,0	0,1	1,1	16,6	-35,9	5,5
2002	1,0	0,2	1,2	21,6	-29,3	10,8
2003	1,0	0,2	1,2	19,8	-23,8	10,5
2004	1,0	0,2	1,2	21,6	-30,4	10,6
2005	1,0	0,2	1,2	24,8	-32,4	12,7
2006	1,0	0,1	1,1	20,8	-37,4	8,5
2007	1,0	0,1	1,1	18,0	-51,6	3,3
2008	1,1	0,1	1,2	31,7	-51,3	14,2
2009	1,0	0,1	1,1	24,1	-48,9	8,6
2010	1,1	0,1	1,2	30,3	-44,9	14,4
2011	1,0	0,1	1,1	17,8	-58,7	1,6
2012	1,1	0,1	1,2	27,4	-56,0	9,8
2013	1,2	0,1	1,3	43,5	-59,6	21,7
2014	1,1	0,1	1,2	32,6	-66,1	11,7
2015	1,1	0,1	1,2	35,3	-63,5	14,4
2016	1,1	0,1	1,2	35,7	-66,1	14,1
2017	1,1	0,1	1,2	33,0	-66,1	12,0
2018	1,3	0,1	1,3	51,9	-65,9	27,0
2019	0,3	0,1	0,4	-64,8	-67,9	-65,5
2020	0,2	0,0	0,2	-77,7	-77,8	-77,7
2021	0,2	0,0	0,2	-78,3	-79,8	-78,6

Figure 48. Émissions de GES par catégorie source - 1A2gviii Secteur industriel (en ktCO₂eq)



3.3.4.2.1.3.DONNEES D'ACTIVITE

Les émissions du secteur commercial/institutionnel ont été distinguées de celles du Secteur résidentiel et de celles du secteur industriel. La combustion qui se produit pour ces trois secteurs est la même que celle du secteur résidentiel dans le cas de la Principauté. Les bâtiments et usages du fioul et du gaz du secteur industriel en Principauté ayant les mêmes caractéristiques que le secteur résidentiel. La méthodologie de calcul des émissions adoptée est donc la même pour les trois secteurs que celle du secteur 1A4bi.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre 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) et de gaz naturel commercialisée à Monaco pour assurer le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) des immeubles et le fonctionnement des cuisinières à gaz. Cette quantité a pu être déterminée grâce à une enquête approfondie effectuée auprès des entreprises monégasques et françaises concernées.

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.

Pour déterminer les consommations de fioul domestique pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue d'une étude approfondie basée sur des Données 2016 - Base de Données Plan Climat Air Energie 2030, Direction de l'Environnement, concernant les surfaces de bâtiments des différents secteurs.

La répartition du fioul domestique entre les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi est fournie dans le tableau suivant :

Tableau 23. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Secteur	Répartition
Industrie (1A2gviii)	0,65 %
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	12,30 %
Secteur Résidentiel (1A4bi)	87,05 %

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'Électricité et du Gaz (SMEG) qui est l'unique concessionnaire de la Principauté à importer et distribuer du gaz et de l'électricité, sur l'ensemble du territoire monégasque.

Pour déterminer les consommations de gaz naturel pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue des rapports SMEG. Cette donnée n'était pas disponible avant le rapport annuel de l'année 2016, qui fournit la première répartition de cette donnée d'activité suivant les trois secteurs pour l'année 2015. Cette répartition a ainsi été appliquée à toutes les années antérieures à 2015, l'année 2015 étant incluse, puis la donnée annuelle mise à jour a été utilisée en se basant sur la donnée la plus récente disponible au moment de l'inventaire national (rapports annuels SMEG).

Les répartitions de données d'activité pour le gaz naturel se font ainsi selon le tableau suivant pour les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi :

Tableau 24. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Années	≤ 2015	2016	2017	2018	2019	2021
Secteur	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition
Industrie (1A2gviii)	9,19 %	9,49 %	9,12 %	10,31 %	2,59 %	1,62%
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	69,46 %	70,02 %	71,35 %	69,24 %	77,63 %	79,06%
Secteur Résidentiel (1A4bi)	21,35 %	20,49 %	19,53 %	20,45 %	19,77 %	19,33%

Éléments d'interprétation de l'évolution des données d'activité

Depuis le 16 septembre 2003, l'installation de centrales de chauffage au fioul dans le cadre de constructions neuves est interdite pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Depuis le 1^{er} janvier 2022, il est interdit d'utiliser des combustibles liquides dont le facteur d'émissions (combustion) est supérieur à 180 gCO₂/Kwh dans tous les bâtiments, pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Ce dispositif réglementaire conduit à une mutation du fioul domestique vers des combustibles liquides partiellement ou totalement d'origine biogénique (F30, XTL, B100,...), vers du gaz naturel ou vers d'autres technologies (réseaux de chaleur, pompes à chaleur,...).

3.3.4.2.2. 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 ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A2gviii	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A2gviii	Fioul Domestique	T2	T3	T1	CS	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

3.3.4.2.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

A Monaco ce secteur ne comprend que les émissions imputables à la combustion de combustibles dans les bâtiments du secteur industriel.

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'État, à savoir la Société Monégasque de l'Électricité et du Gaz (SMEG) et, d'autre part, par la connaissance précise de la distribution du fioul domestique en Principauté.

Pour les incertitudes sur les données d'activité une valeur par défaut de ±5%, inscrite dans les lignes directrices 2006, a été adoptée pour le gaz naturel et de fioul domestique consommés (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, §2.4.2 Incertitudes des données sur les activités).

Pour le CH₄ et le N₂O, afin de ne pas minimiser les incertitudes, et n'ayant pas de valeur locale mesurée à Monaco, un choix a été fait d'opter pour le cas du pays présentant les valeurs d'incertitudes les plus élevées. Le cas de la

Norvège a donc été adopté pour quantifier les incertitudes liées à l'application de facteurs d'émission par défaut pour le CH₄ et le N₂O.

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre [-50% ; +100%] pour le CH₄ (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre [-66% ; +200%] pour le N₂O (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 CO₂ du fioul domestique. Ainsi, une valeur de ±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 CO₂ pour le gaz naturel, la valeur par défaut de ±4% (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.1, Tab.1.4) a été utilisée.

Les valeurs d'incertitude sont reportées en Annexe 2.

3.3.4.2.4. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

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

Pour la répartition des émissions entre les trois secteurs concernant la combustion de fioul domestique et de gaz naturel, la même source de donnée a été utilisée pour la répartition du gaz naturel sur la série temporelle. Il en est de même pour la combustion de fioul domestique pour assurer la cohérence des séries temporelles.

3.3.4.2.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

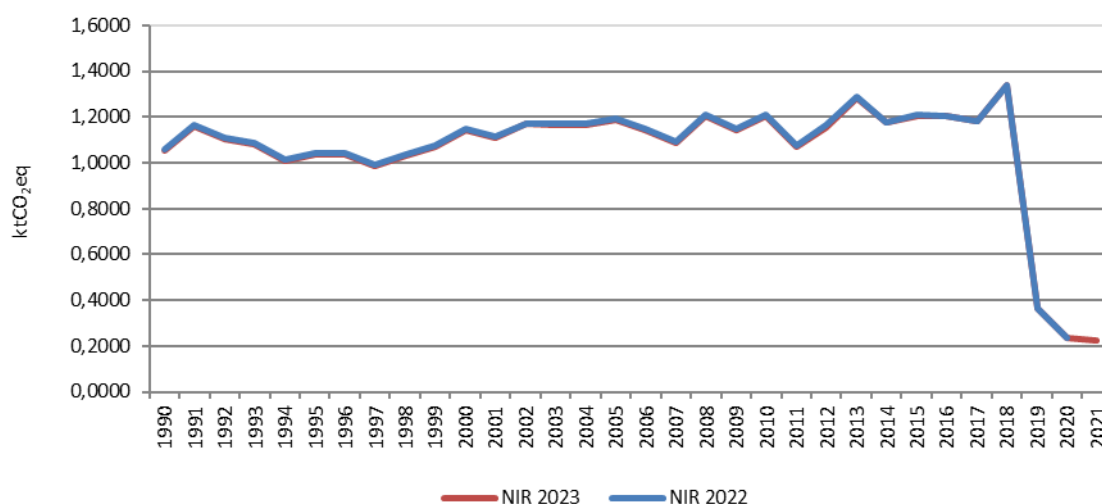
Aucune procédure qualité spécifique n'a été mise en œuvre.

Des développements sont en cours pour comparer les données issues de la méthode actuelle à une méthode basée sur des prélèvements réalisés sur les combustibles liquides distribués sur le territoire.

3.3.4.2.6. RECALCUL

Impact du recalcul

Figure 49. Recalcul des émissions de GES du 1A2gviii



L'impact du recalcul est compris entre $-4,2 \times 10^{-3}$ ktCO₂eq et -8×10^{-4} ktCO₂eq sur l'ensemble de la série temporelle, par rapport à la précédente soumission.

Description du recalcul

Le recalcul concerne la valeur du FE(CO₂) du gaz naturel sur l'ensemble de la série temporelle.

Raisons et justifications

La valeur du FE(CO₂) du gaz naturel, fournie par le CITEPA, a été révisée pour l'année 2021 sur la série temporelle.

3.3.4.2.7. AMELIORATIONS

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

3.3.5. 1A3 Transports

Les émissions et puits de carbone de la catégorie du transport en 2021 sont présentés dans le tableau 1S1 et 1A(a)s3 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur du transport sont en 2021 de 18,2 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 35,2 ktCO₂eq

Soit une variation de : -48,2 % (17 kt CO₂eq)

Les émissions du secteur du transport représentent :
 24,80 % des émissions globales (34,4 % en 1990)
 27,1 % des émissions du secteur de l'Énergie (34,7 % en 1990)

Figure 50. Evolution des émissions de GES du secteur des transports entre 1990 et 2021

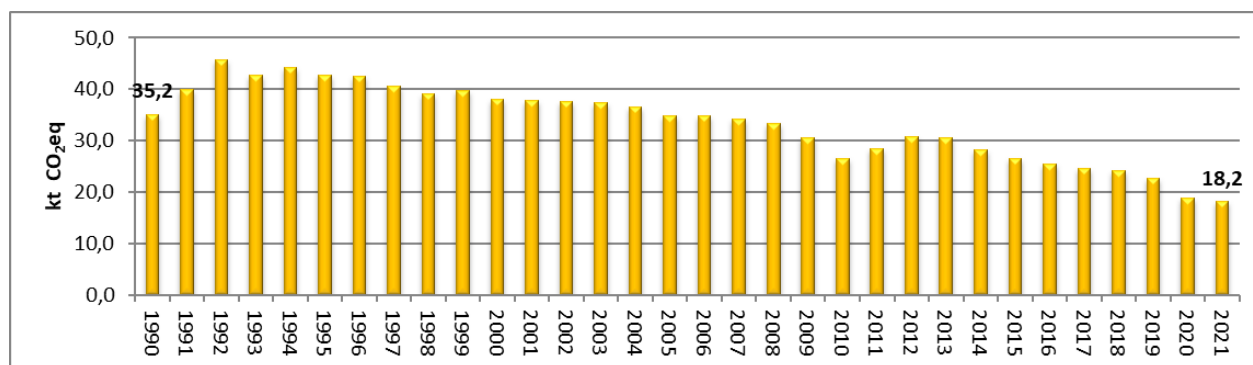
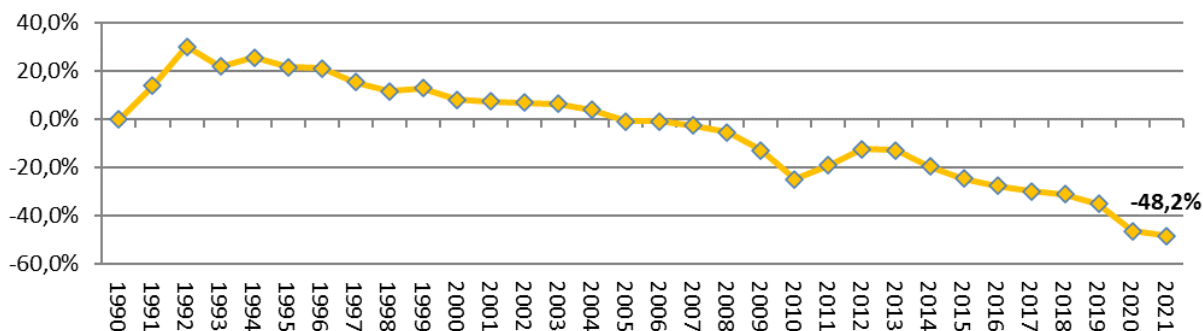


Figure 51. Evolution des émissions de GES du secteur des transports par rapport à 1990



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 23,2 ktCO₂eq cette part représente en 2021 environ 91,7% des émissions du transport. Les émissions du secteur du transport routier sont cependant en décroissance constante sur la série temporelle.

La part issue de l'aviation civile correspond à environ 2,6% des émissions du transport. Au cours de la période 1990-2021, les valeurs ont tendance à croître malgré des fluctuations interannuelles importantes.

Les émissions de la navigation nationale, en forte croissance jusqu'en 2009, se sont par la suite stabilisées jusqu'en 2015. On observe une diminution notable des émissions de cette catégorie en 2016 et 2021 qui s'explique par un report d'achat du carburant de Monaco vers les ports italiens voisins. Les émissions de la navigation domestique correspondent à environ 5,7% des émissions du transport.

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

Figure 52. Répartitions des émissions de GES du transport en 1990 et 2021

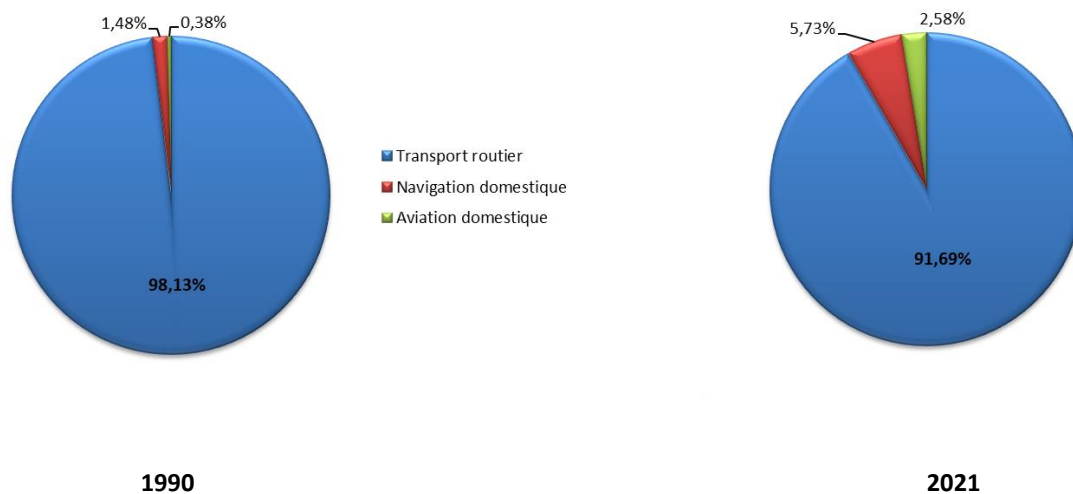
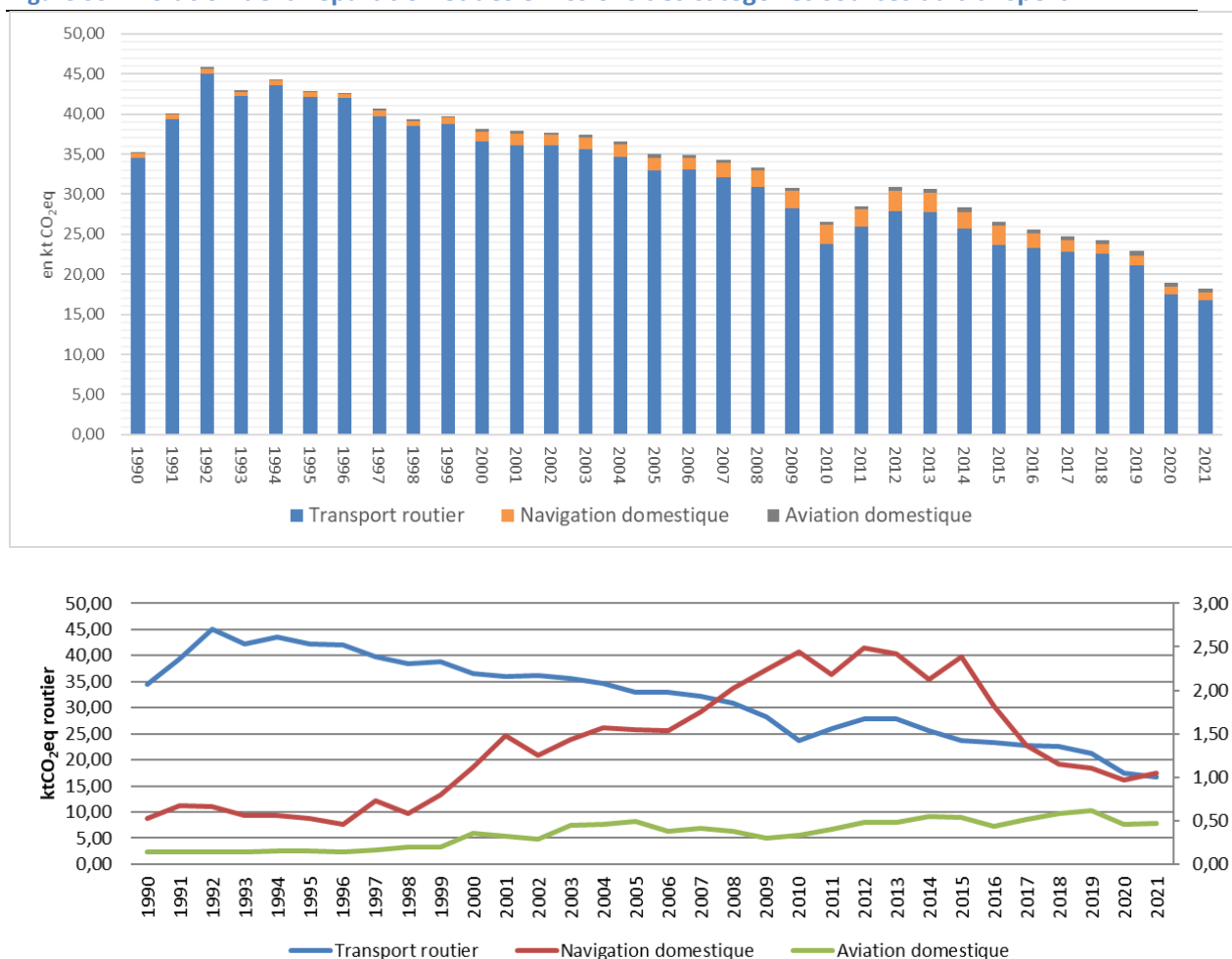


Figure 53. Evolution de la répartition et des émissions des catégories sources du transport



3.3.5.2. Bilan énergétique

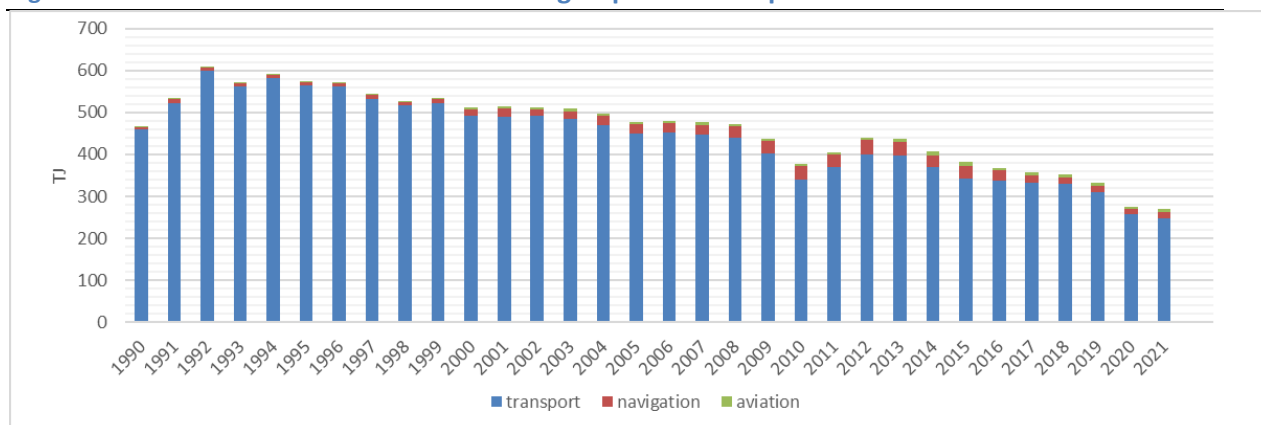
Comme pour les émissions de GES la majorité de la consommation énergétique est issue du transport routier. La tendance d'évolution est également identique à celle des émissions de GES.

La consommation énergétique, hors électricité, du transport est passée de 467,33 TJ en 1990 à 266,94 TJ en 2021, soit une diminution de 42,9%.

Dans le même temps, la proportion de biocarburant au sein de la consommation a évolué de 0 à 25,3 TJ.

Le biocarburant représente aujourd'hui 9,5 % du carburant consommé.

Figure 54. 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).

Figure 55. Répartition de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2021

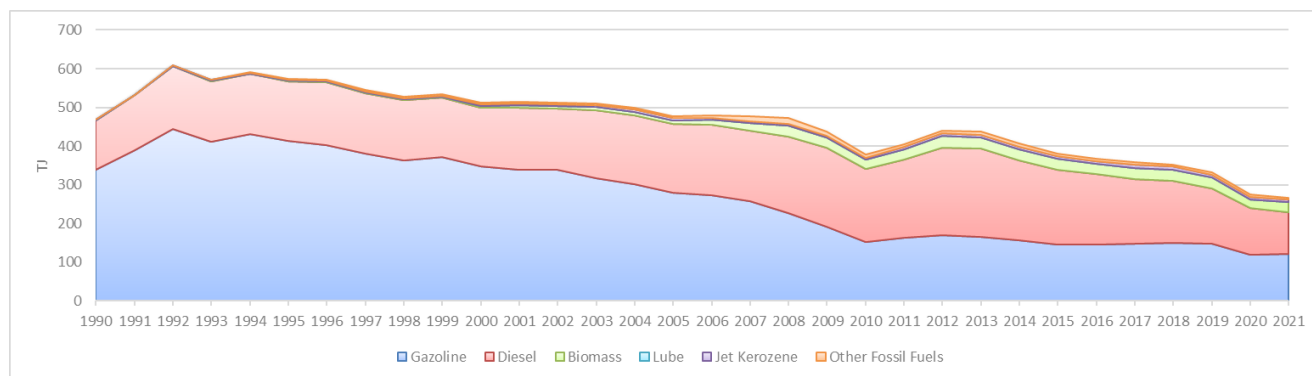


Figure 56. Evolution de la consommation énergétique par carburant en 1990 et 2021 du secteur des transports

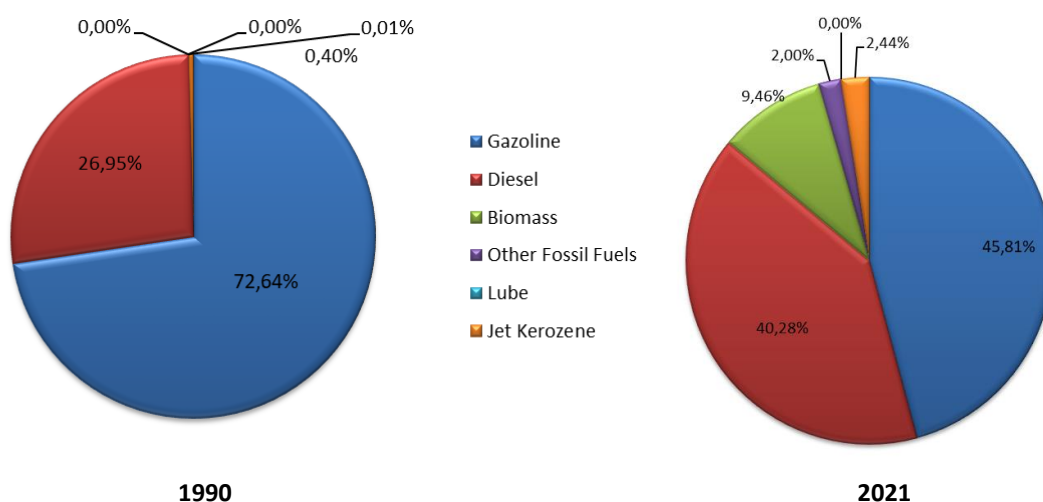
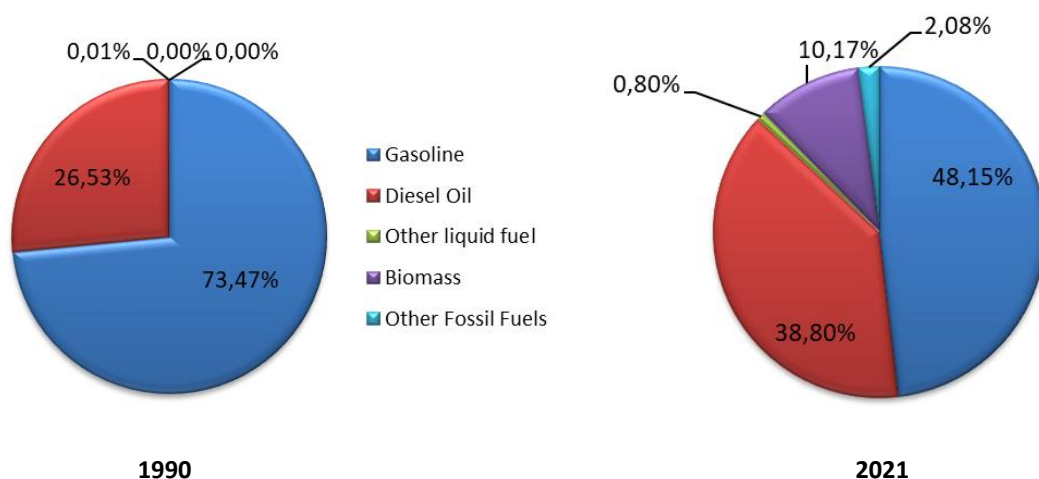
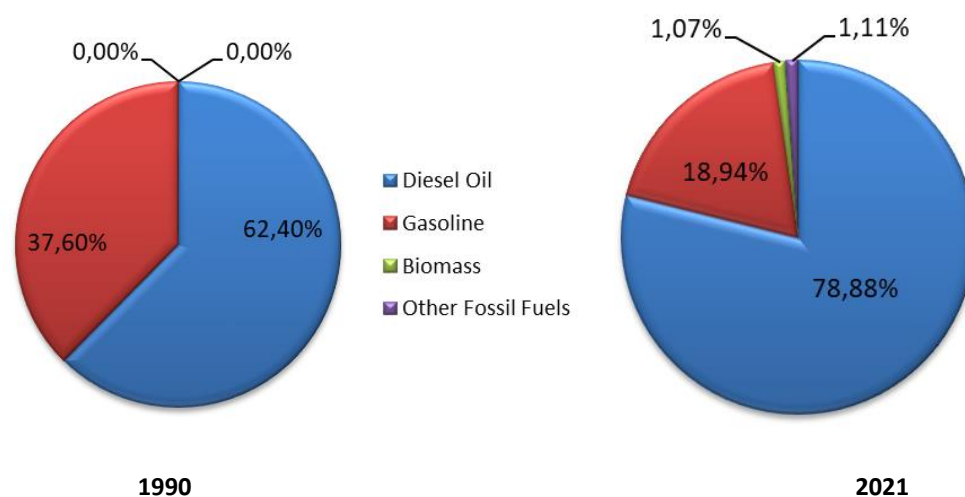


Figure 57. Répartition de la consommation énergétique par carburant et catégories source de transport en 1990 et 2021

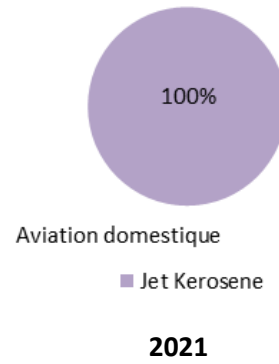
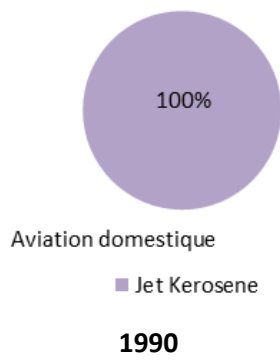
Navigation domestique



Transport routier



Aviation domestique



3.3.5.3. 1A3a Aviation domestique

Les émissions et puits de carbone du secteur de l'aviation domestique en 2021 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de l'aviation domestique sont en 2021 de : 0,5 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,1 ktCO₂eq

Soit une variation de : + 248 % (0,3 kt CO₂eq)

Les émissions du secteur de l'aviation domestique représentent :

- 0,6 % des émissions globales (0,1% en 1990)
- 0,6 % des émissions du secteur de l'Energie (0,1% en 1990)
- 2,6 % des émissions du secteur des transports (0,4% en 1990)

Figure 58. Emissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2021

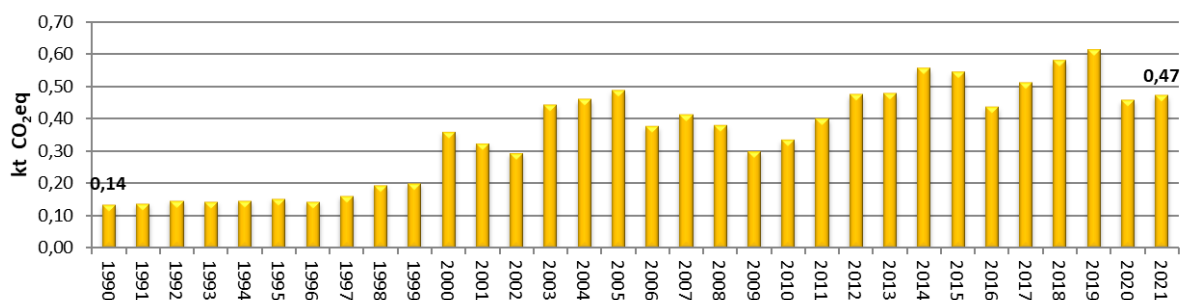
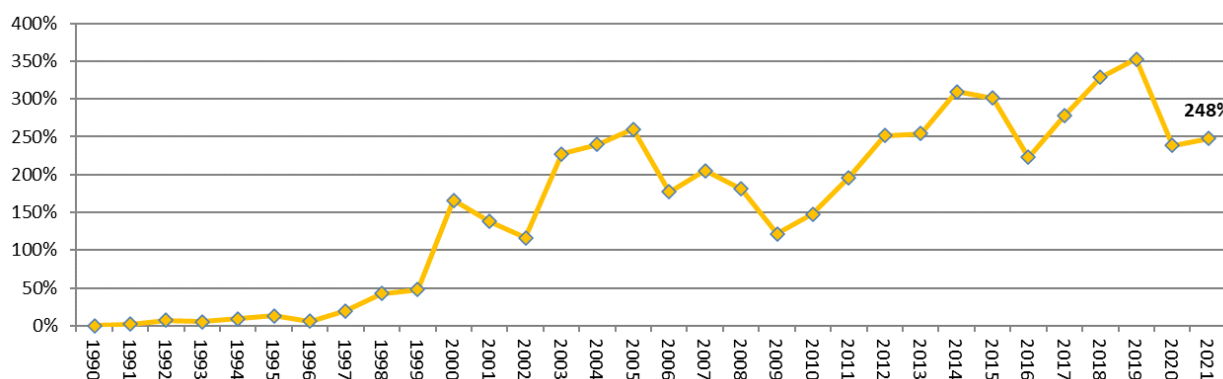


Figure 59. Evolution des émissions de GES de l'aviation domestique entre 1990 et 2021



Les émissions du trafic aérien sont en constante diminution depuis 1992. Le trafic a fortement chuté en 2021.

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

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

- La gestion de l'espace aérien et de l'héliport, ainsi que la tutelle technique des 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.

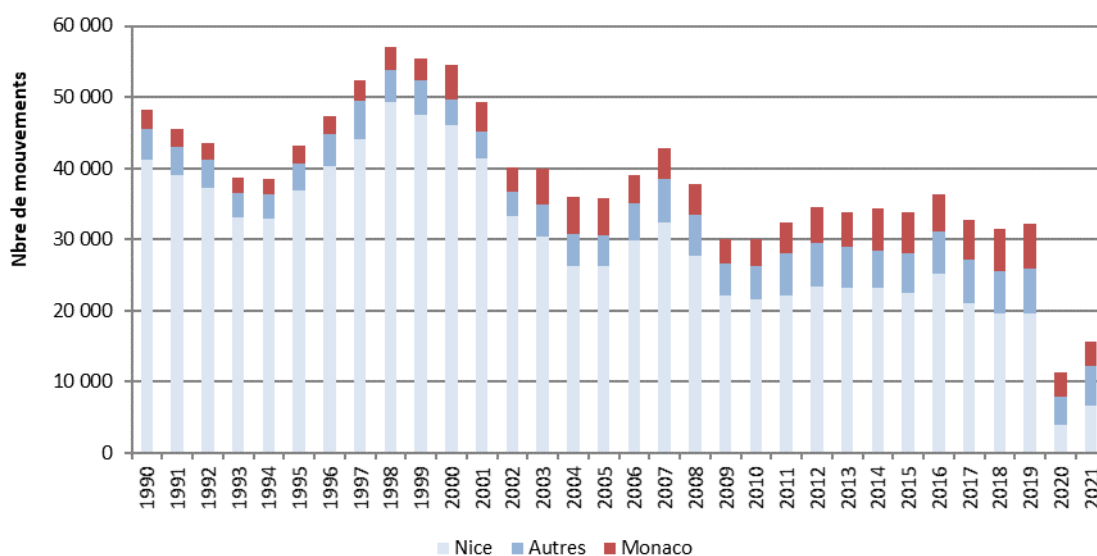
Le Service de l'Aviation Civile a initié en 2019 une démarche Airport Carbon Accréditation (ACA).

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 internationaux⁴ :

- 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.

Figure 60. 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...

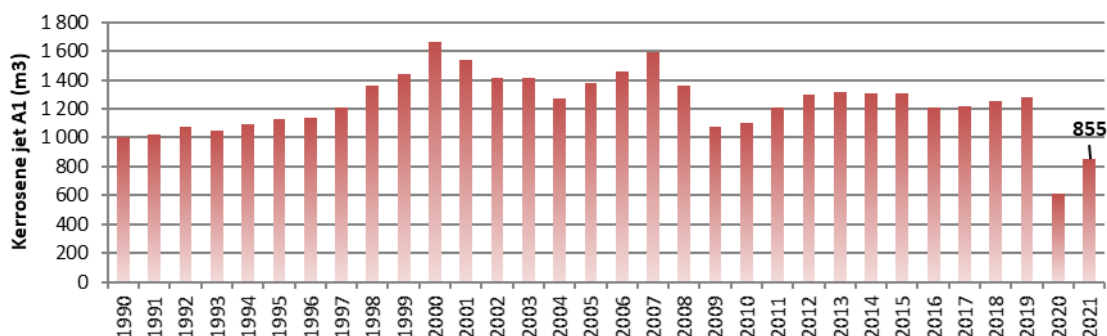
En 2021, à cause de la pandémie COVID19 et une reprise partielle de l'activité touristique, on observe une augmentation du nombre de mouvements mais on reste encore loin de l'activité pré-COVID (2019).

⁴ Données d'activités de l'héliport 2021, IMSEE MC2022

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 Monaco⁵, et le nombre de mouvements (décollage ou atterrissage) permettant d'effectuer une distinction entre les mouvements nationaux et les mouvements internationaux.

Figure 61. Aviation civile : Carburant (volume total) distribué à l'héliport de Monaco



Une reprise après la pandémie COVID19 et la reprise de l'activité touristique en Principauté ont induit l'augmentation du volume total de carburant (jet kérosène) en 2021 sans atteindre le niveau pré-COVID (2019).

3.3.5.3.1.1. FACTEUR D'EMISSIONS :

Les émissions sont calculées selon l'équation 3.6.1. des lignes directrices 2006, avec des facteurs d'émission par défaut^{6,7}.

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

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

Les émissions des gaz secondaires NO_x, NMVOC, CO et SO_x sont calculées selon une méthode de Tier 1 selon les guidelines de l'EMEP/EEA 2019⁸.

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

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

⁵ Données carburants 2021

⁶ GIEC Guidelines 2006, Vol2, Table 3.6.4, p.3-64

⁷ GIEC Guidelines 2006, Vol.2, Table 3.6.5, p.3-64

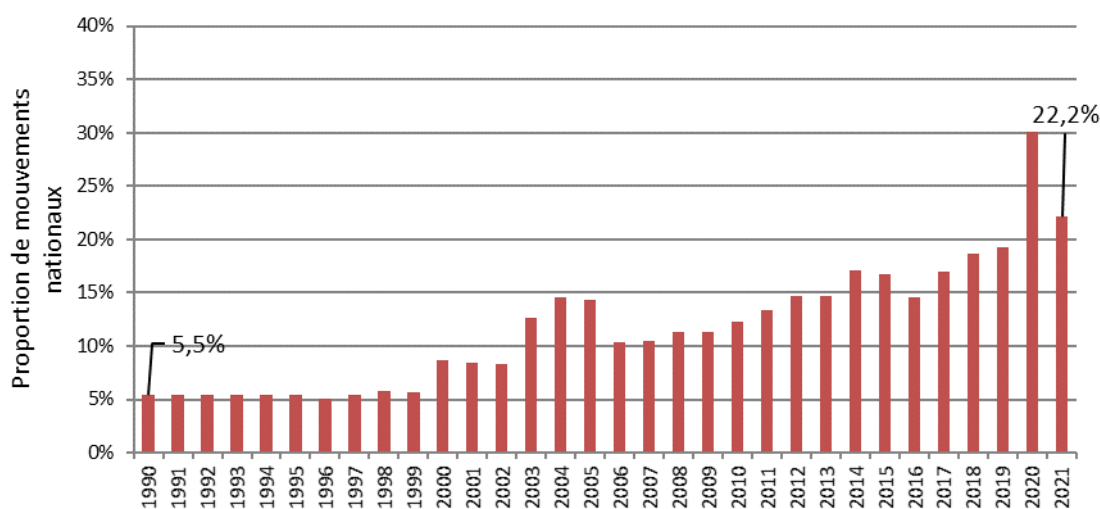
⁸ EMEP/EEA Emission inventory guidebook 2019, NFR1.A.3.a, 1.A.5.b, Table 3.3 p20

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 :

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

$$\begin{aligned} \text{Emissions Aviation domestique (ktCO2eq)} \\ = \text{Emissions Aviation civile(ktCO2eq)} \times \text{Ratio mouvement nationaux} \end{aligned}$$

Figure 62. Aviation civile : Ratio des mouvements nationaux de l'aviation civile



Avec la réouverture des frontières et la reprise de l'activité touristique, le ratio national/international se rééquilibre et la part de mouvements nationaux diminue pour atteindre environ 22%.

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)⁹.

Les incertitudes sur les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC sont données dans le tableau ci-après^{10,11}:

		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

⁹ GIEC Guidelines 2006, Vol.2, parag 3.6.1.7, p3-69

¹⁰ GIEC Guidelines 2006, Vol2, Table 3.6.4, p.3-64

¹¹ GIEC Guidelines 2006, Vol.2, Table 3.6.5, p.3-64

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. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Il n'a été réalisé d'assurance qualité et contrôle qualité spécifique.

Le processus qualité des fiches de calculs et des données d'entrée a été effectué selon la procédure définie dans le plan Assurance-Qualité.

3.3.5.3.4. RECALCUL

Aucun recalcul n'est effectué dans ce NIR.

3.3.5.3.5. AMELIORATIONS

Une amélioration de la méthodologie en Tier 3 est en cours de développement. Après évaluation des données disponibles, la mise en œuvre de l'outil est en cours.

De plus, une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

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 2021 de : **16,7 kt CO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 34,6 ktCO₂eq

Soit une variation de : **-52 % (-17,8 kt CO₂eq).**

Les émissions du secteur de transport routier représentent :

- 22,7 % des émissions globales (33,7% en 1990)
- 22,7 % des émissions du secteur de l'Énergie (33,8% en 1990)
- 91,7 % des émissions du secteur des transports (98,1 % en 1990)

Figure 63. Emissions de GES du transport routier entre 1990 et 2021

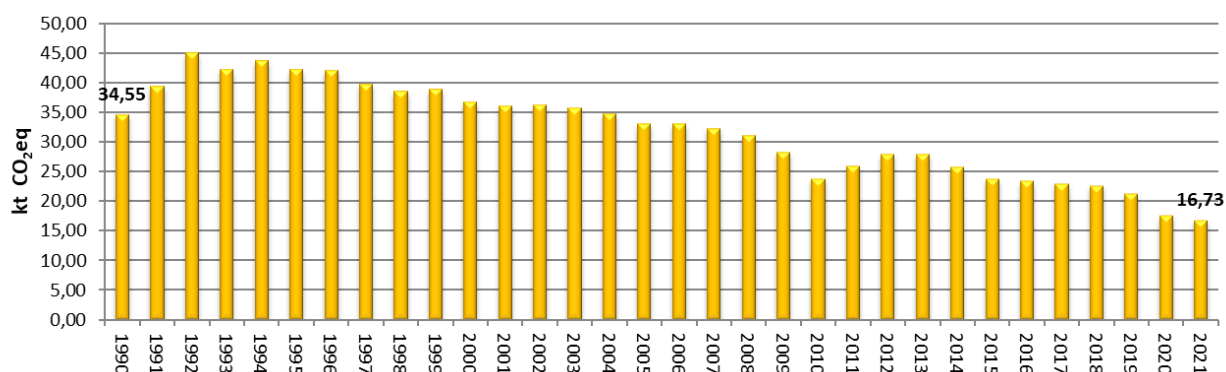
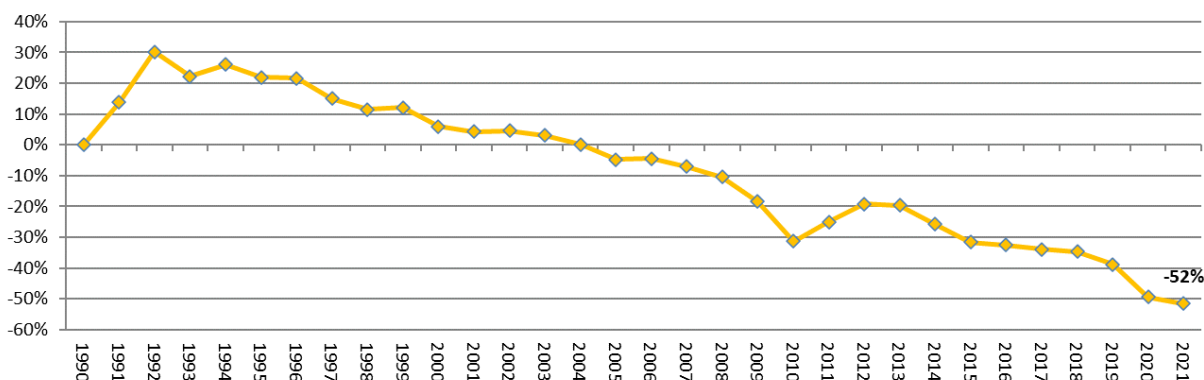


Figure 64. Evolution des émissions de GES du transport routier entre 1990 et 2021



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 principalement de l'essence (gazoline) et du diesel (diesel oil), auxquels sont ajoutés des biocarburants. En 2020, deux nouveaux carburants sont utilisés : le B100 et le GTL, affectés à la sous-catégorisation Poids Lourds. En 2021, le BTL a été introduit, dont une bonne partie est affectée à la flotte CAM et le reste aux Poids Lourds.

La part de diester vendue en Principauté depuis 1998 (stockée en Principauté) est affectée au parc de bus de la Compagnie des Autobus de Monaco (CAM).

Les données d'activité sont représentées dans les graphiques ci-après. Elles sont fournies par l'IMSEE, les fournisseurs de produits pétroliers et par la CAM¹². On constate une diminution progressive de la vente de carburants à Monaco. 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. En 2020, la diminution en vente de carburants est également due à la pandémie COVID19. En 2021, une très légère reprise est observée, sans atteindre le niveau de ventes pré-COVID.

La part de diesel vendu continue de diminuer en Principauté.

Figure 65. Distribution de carburant en Principauté (m³)

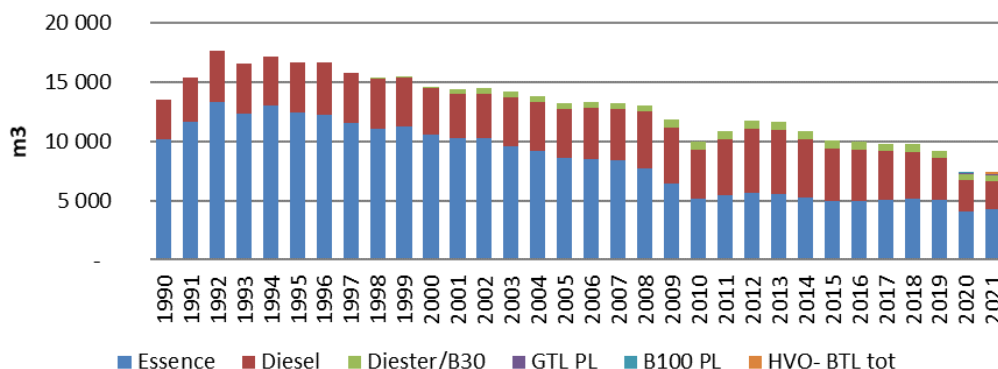
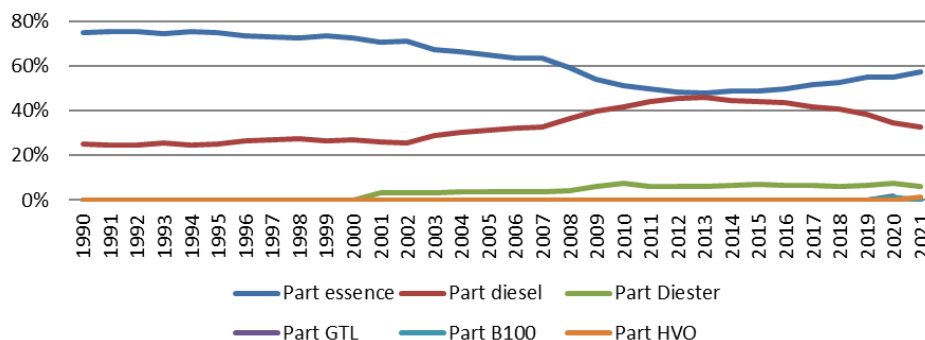


Figure 66. Proportion des carburants vendus par type en 1990 et 2021



¹² Données carburants 2021

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.

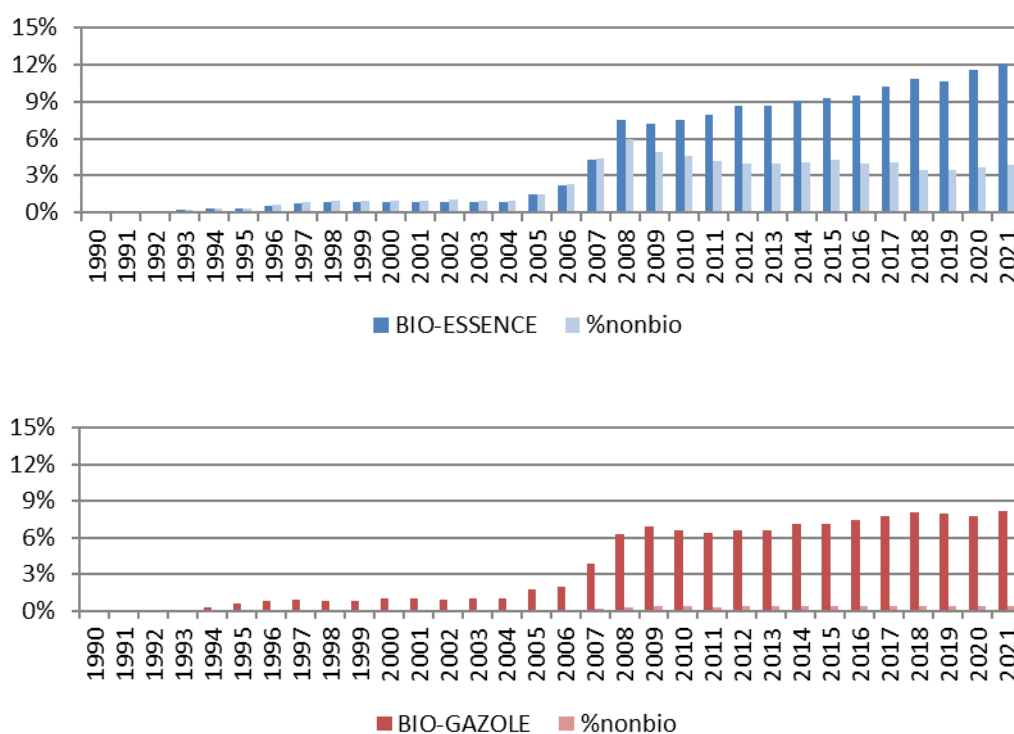
Les pourcentages de biomasse contenue par carburant (EMHV pour le gazole et éthanol pour l'essence) sont fournis par le CITEPA¹³ et la série temporelle est recalculée chaque année. Dans ce NIR2023, plusieurs petites différences sont à noter sur la quasi-totalité de la série temporelle pour la part de biocarburant, ce qui impliquera un recalcul.

Suite à une demande de la CCNUCC, le pourcentage de non bio résultant de la fabrication de biocarburant a été extrait des produits pétroliers afin d'en faire le rapportage dans les tables CRF en tant que « Other Fossil fuel » (cf. la méthodologie dans l'Annexe III).

La part de Biocarburant dans le diester est estimée à 30% (volumique), le reste étant comptabilisé dans le diesel.

La part de Biocarburant dans le B100 est estimée à 94,83% massique¹⁴.

Figure 67. Part de biocarburant dans les carburants [Source – CITEPA]



¹³ Données Agrocaburants CITEPA au 31/12/2021

¹⁴ Ecobilan ADEME/DIREM, Tableau 2 p15, 2002

3.3.5.4.1.3. PARC AUTOMOBILE

Le service de l'Etat en charge de l'immatriculation des véhicules fournit une base de données¹⁵ détaillée sur le parc, incluant des informations telles que la 1^{ère} année d'immatriculation, la taille, la masse ou cylindrée, le type de motorisation et de carburant utilisé, etc.

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

- véhicules personnels (VP) ;
- véhicules utilitaires légers (VUL) ;
- Bus et cars ;
- utilitaires lourds (PL) ;
- deux roues (2R).

Figure 68. Evolution du parc, par catégorie principale, entre 1990 et 2021

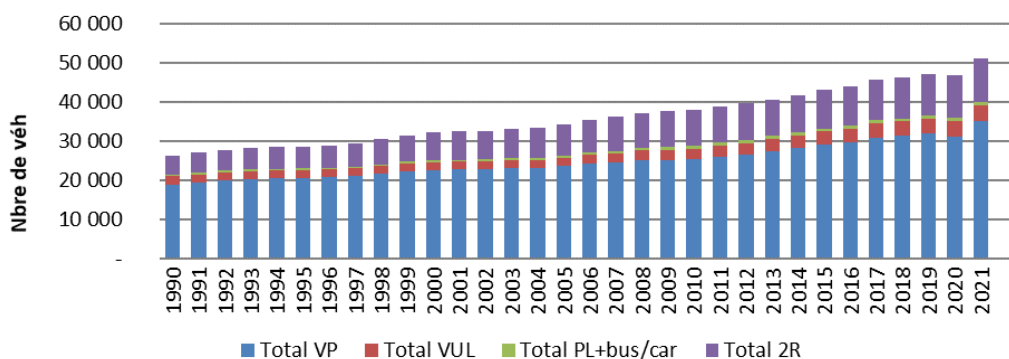


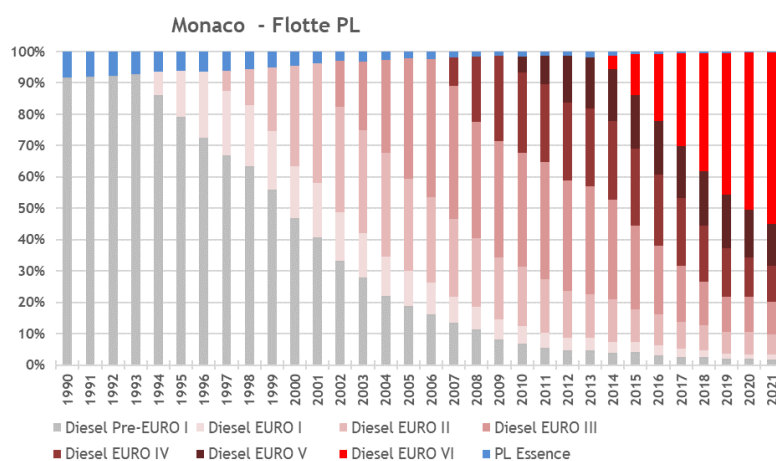
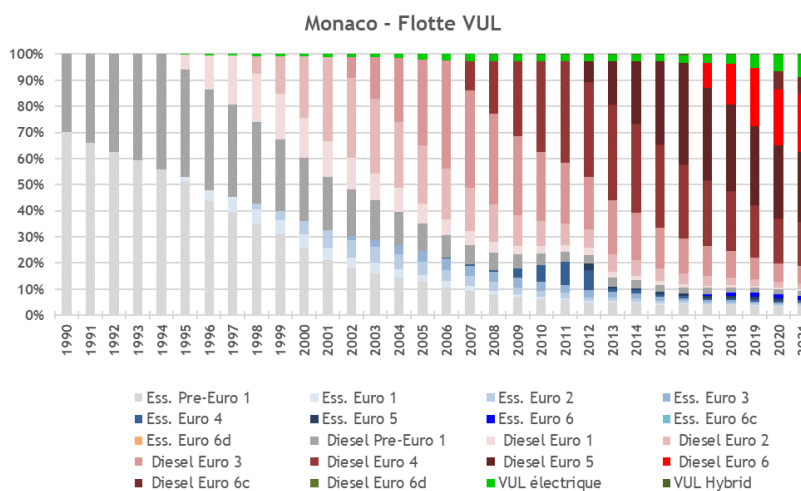
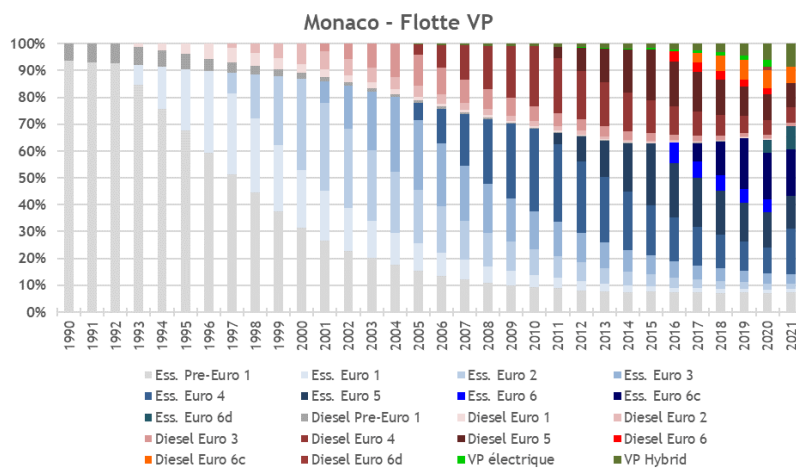
Figure 69. Sous-catégories du parc routier monégasque

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	Mobylettes < 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	Mobylettes < 50 cm3 - 4 tps
VP essence 1,4 à 2 l	VUL essence 1,7 - 3,5 t	PL Rigid diesel 7,5 t - 12 t	Bus diesel Urbain Midi < 15 t	Moto > 50 cm3 - 2 tps
VP essence > 2 l	VUL essence hybride	PL Rigid diesel 12 t - 14 t	Bus diesel Urbain Std 15 t - 18 t	Moto 50 - 250 cm3 - 4 tps
VP essence Hybrides	VUL essence/ethanol	PL Rigid diesel 14 t - 20 t	Bus diesel Urbain Artic > 18 t	Moto 250 - 750 cm3 - 4 tps
VP diesel < 1,4 l	VUL GPL	PL Rigid diesel 20 t - 26 t	Bus hybride diester	Moto > 750 cm3 - 4 tps
VP diesel 1,4 à 2 l	VUL diesel <1,25 t	PL Rigid diesel 26 t - 28 t		2R Electrique
VP diesel > 2 l	VUL diesel 1,25 - 1,7 t	PL Rigid diesel 28 t - 32 t		
VP diesel Hybrides	VUL diesel 1,7 - 3,5 t	PL Rigid diesel > 32 t		
VP GPL	VUL Electrique	PL Articulated diesel 14 t - 20 t		
VP electrique		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		

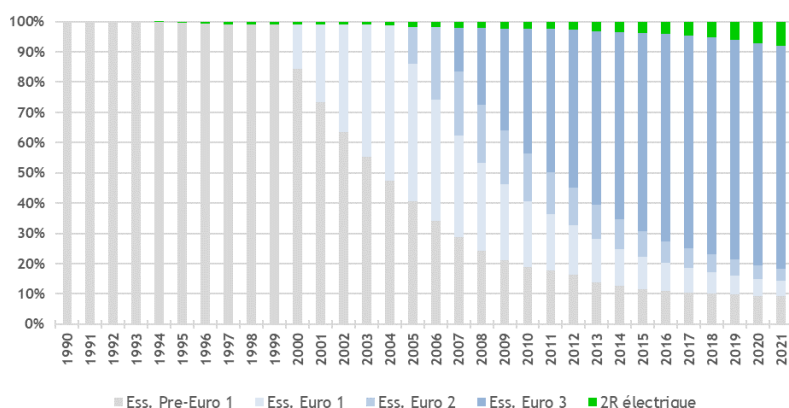
Cette classification détaillée permet d'obtenir un parc par norme (Euro) pour une année de parc donnée, en fonction des dates d'application des normes (cf. ANNEXE III), dont les résultats sont reportés dans les graphiques ci-dessous.

¹⁵ Parc 2021, STC

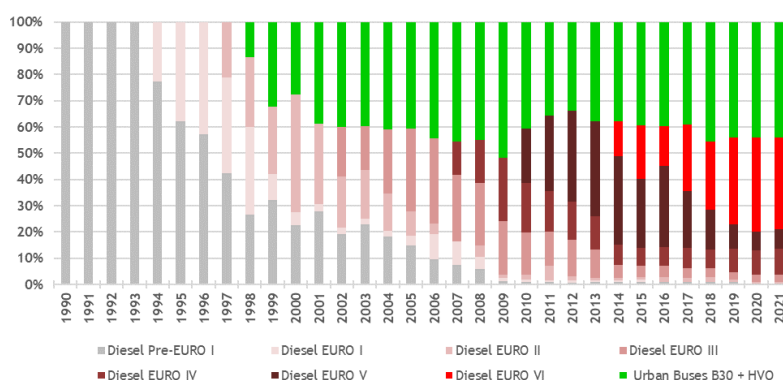
Figure 70. Classification des véhicules pour chaque catégorie principale, par type de carburant et selon les normes EURO



Monaco - Flotte 2 Roues



Monaco - Flotte Bus et Car



3.3.5.4.2. METHODOLOGIE DE CALCUL

Depuis la soumission du NIR 2018, les émissions sont calculées par une méthodologie de Tier 2, expliquée en détails dans l'Annexe III, 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'IFSTTAR¹⁶ ;
- De calculs de trafic, consommation de carburant par norme ;
- Des facteurs d'émissions de GES issus des lignes directrices du GIEC¹⁷ pour CH₄ et N₂O, d'un facteur Country Specific développé par le CITEPA¹⁸ pour le CO₂, du guide méthodologique EMEP pour les autres polluants¹⁹ et en appliquant des abattements spécifiques pour le GTL²⁰ et le B100²¹.

¹⁶ Rapport IFSTTAR-LTE, Paragraphe 2.5 p59, 2013, rev.2014

¹⁷ GIEC Guidelines 2006, Vol.2., Tableau 3.2.2 p3.21

¹⁸ OMINEA 18^{ème} édition, p278, CITEPA

¹⁹ EMEP/EEA Guidebook 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport

²⁰ TNO report, R. Verbeek, 2014

²¹ EMEP/EEA Guidebook 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport, Table 3-87 p90

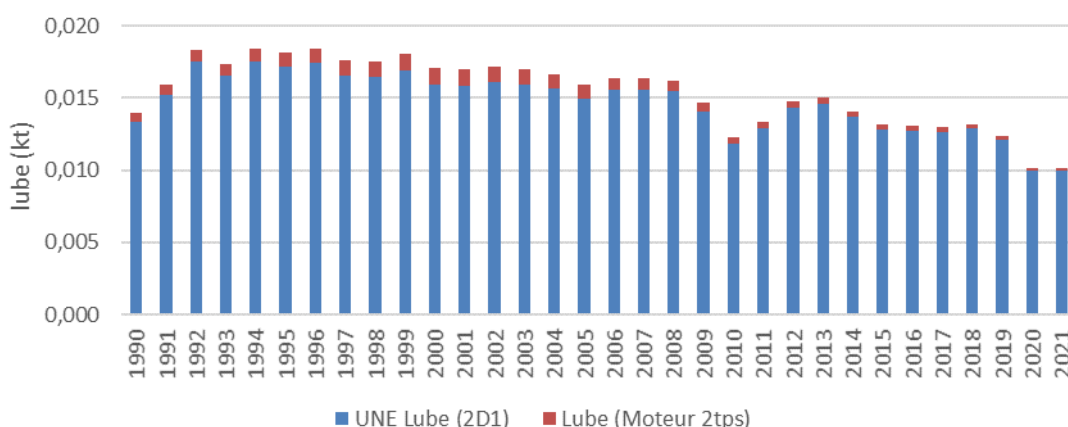
Le modèle COPERT mis en œuvre permet en outre le calcul des émissions relatives à la consommation de lubrifiant, selon l'équation :

$$Conso_{lub} = trafic\ calé \times Facteur\ de\ consommation(Lube)$$

Les facteurs de consommations sont issus des guidelines EMEP/EEA²².

Les émissions sont ensuite calculées avec le FE CO₂(Lubrifiant) = 2936 tCO₂/thuile fourni par le CITEPA et calculé à partir du PCI moyen des lubrifiants.

Figure 71. Consommation de lubrifiant total – calcul COPERT



Pour le reporting, la partie consommée par les moteurs 2 temps, et les émissions relatives à ces moteurs 2 temps, sont reportées dans 1.A.3.b.iv Lube tandis que l'utilisation non énergétique des produits pétroliers en tant que lubrifiant sont reportées dans le 2.D.1_ Lube (cf. paragraphe sur la catégorie 2.D.1).

Le modèle COPERT permet également de calculer les 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 entre 1990 et 2014, puis une diminution progressive jusqu'en 2021
- une diminution de la part d'essence de 1990 à 2012, puis une augmentation progressive jusqu'en 2021

Sur la période, l'intégration de biocarburants au sein des carburants routiers et du diester se traduit par une part biomasse de 10,2 % en 2021 dans l'énergie consommée par cette catégorie. La consommation d'autres liquides (lubrifiant liée aux moteurs 2 temps+GTL) représente moins d'1% de la consommation énergétique du transport routier.

Dans les graphiques suivants, le « Other Liquid » inclut la part de Lube et le GTL, tandis que le « Other Fossil Fuel » inclut la part non-bio des biocarburants (biodiesel, bioessence et B100 en 2021).

²² EMEP/EEA Guidebook 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport, Table 3-31 p44

Figure 72. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021

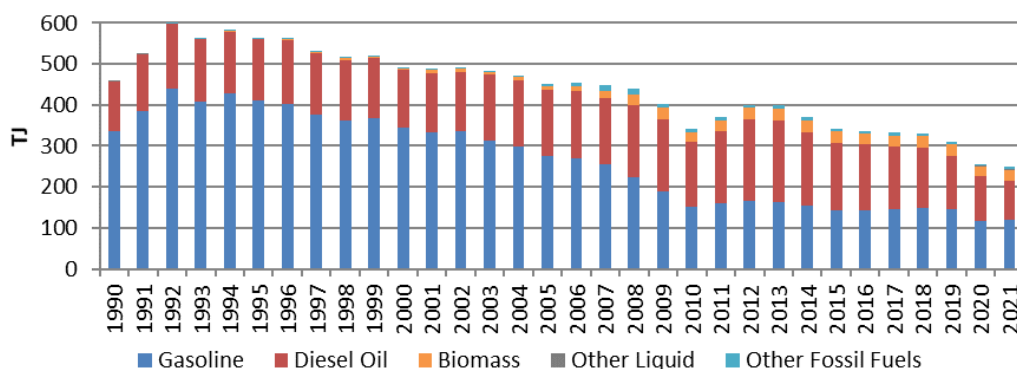
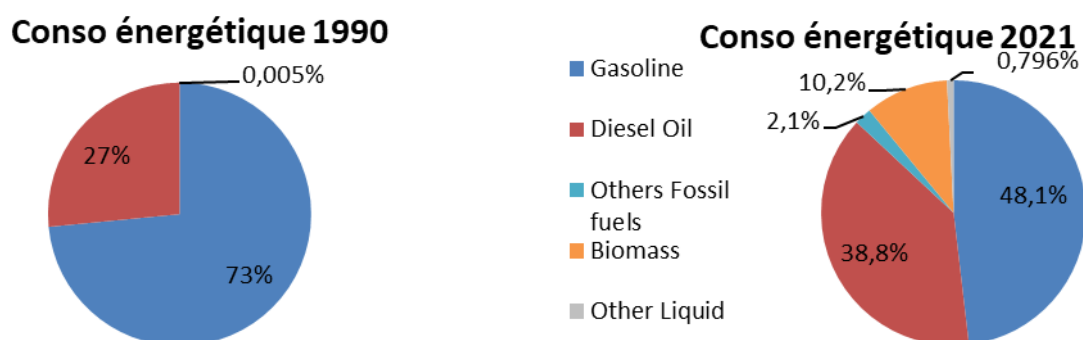
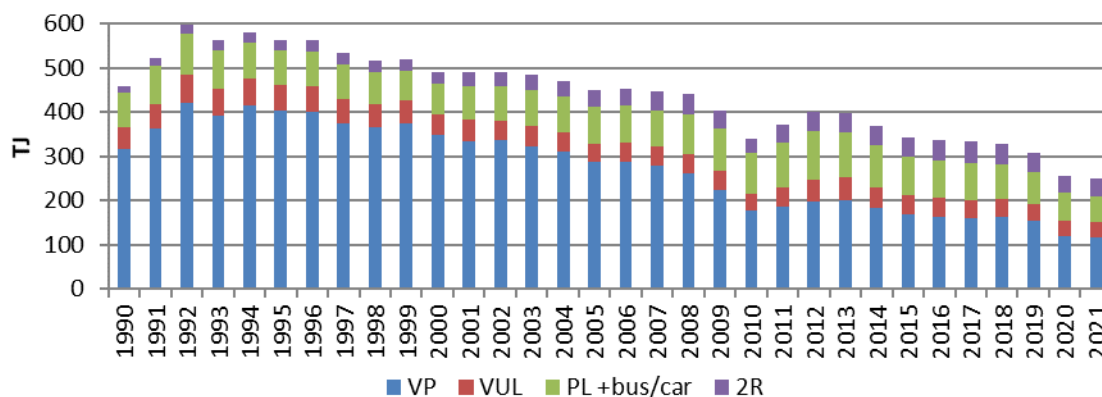


Figure 73. Distribution de la consommation énergétique pour le transport routier en 1990 et 2021, par énergie



La consommation énergétique du transport a également été évaluée par catégorie de véhicule dans le graphique ci-après 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.

Figure 74. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021, par catégorie principale de véhicule

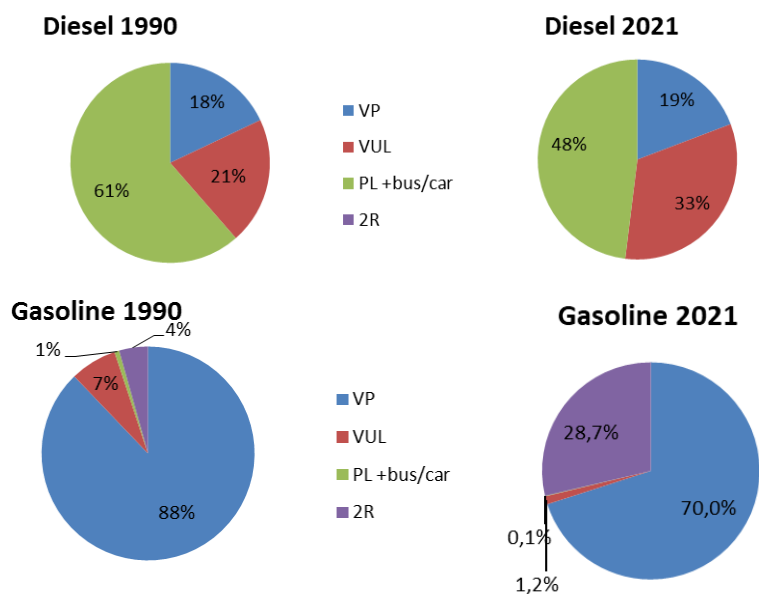


La répartition de l'utilisation d'énergie, par catégorie de véhicule, pour le diesel et l'essence est présentée dans les graphes ci-après.

Pour le diesel, on observe une nette augmentation de la part relative aux VUL, 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 29% en 2021) en corrélation avec une augmentation du nombre de deux roues dans le parc monégasque.

Figure 75. Evolution de la consommation énergétique du transport routier entre 1990 et 2021, par type de fuel, par catégorie de véhicule



Evolution des émissions par gaz

L'ensemble des émissions de GES est en décroissance, avec une diminution totale de -52 % par rapport à 1990. Ces émissions sont directement corrélées aux ventes de carburants pour le CO₂ mais également aux normes Euro pour CH₄ et N₂O. Les années 2020 et 2021 sont particulières à cause de la pandémie COVID2019.

Figure 76. Evolution des émissions du transport routier par gaz

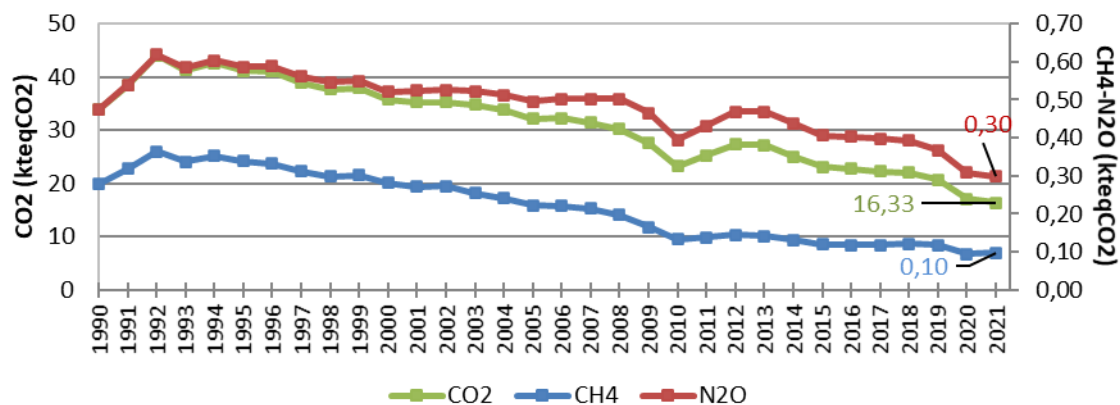


Figure 77. Variation des émissions du transport routier par gaz, par rapport à la référence de 1990

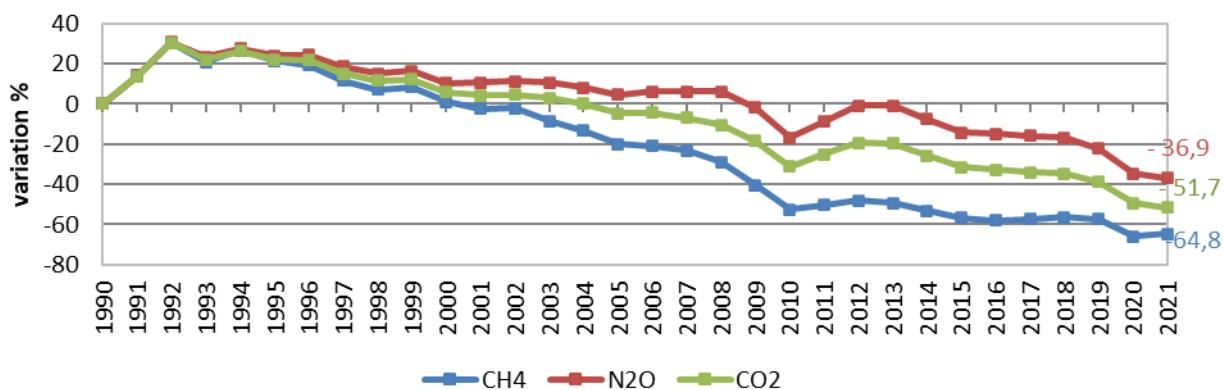


Tableau 25. Evolution des émissions du transport routier par gaz

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq
1990	33,80	0,28	0,47	34,55
1991	38,45	0,32	0,54	39,30
1992	44,03	0,36	0,62	45,01
1993	41,29	0,34	0,58	42,21
1994	42,61	0,35	0,60	43,57
1995	41,23	0,34	0,59	42,15
1996	41,10	0,33	0,59	42,02
1997	38,86	0,31	0,56	39,73
1998	37,67	0,30	0,55	38,52
1999	37,91	0,30	0,55	38,76
2000	35,80	0,28	0,52	36,61
2001	35,25	0,27	0,52	36,04
2002	35,32	0,27	0,53	36,12
2003	34,82	0,25	0,52	35,59
2004	33,83	0,24	0,51	34,59
2005	32,20	0,22	0,50	32,92
2006	32,30	0,22	0,50	33,03
2007	31,41	0,21	0,50	32,13
2008	30,25	0,20	0,50	30,95
2009	27,57	0,17	0,46	28,20
2010	23,22	0,13	0,39	23,75
2011	25,32	0,14	0,43	25,89
2012	27,29	0,14	0,47	27,90
2013	27,17	0,14	0,47	27,78
2014	25,09	0,13	0,44	25,65
2015	23,11	0,12	0,41	23,64
2016	22,77	0,12	0,40	23,29
2017	22,32	0,12	0,40	22,84
2018	22,05	0,12	0,39	22,56
2019	20,67	0,12	0,37	21,16
2020	17,06	0,10	0,31	17,47
2021	16,33	0,10	0,30	16,73

Tableau 26. Evolution des émissions du transport routier 2021 par rapport à1990

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
kt CO ₂ eq	-17,47	-0,18	-0,17	-22,57
%variation	-51,7	-64,8	-36,9	-51,58

Evolution des émissions par catégorie de véhicule

Les postes d'émission du secteur du transport routier ont été regroupés, sur la période 1990-2021, en 4 catégories :

- véhicules personnels (VP) ;
- utilitaires légers (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. L'évolution des consommations unitaires post EURO 1 a également été évaluée avec le Car Labelling ADEME²³.

Ainsi la répartition obtenue montre que les émissions dues aux véhicules personnels VP représentent environ 47% des émissions et restent prépondérantes sur l'ensemble de la période 1990-2021.

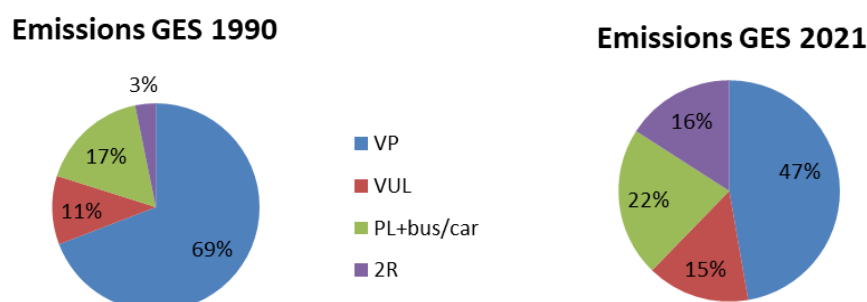
Ces émissions enregistrent cependant une baisse de 23,9 kt CO₂eq à 7,9kt CO₂eq (-67 %), par rapport à 1990, en corrélation avec la vente des carburants, la décroissance de consommation unitaire des véhicules grâce à la mise en place des normes EURO, et l'augmentation du parc de véhicule propre.

Le second poste d'émissions de la catégorie est, en 2021, le secteur des utilitaires lourds (incluant les poids lourds et les bus/autocars) qui représente environ 22 % du total des GES du routier, avec une diminution d'émissions entre 1990 et 2020 de -37 %.

Les émissions relatives aux utilitaires légers sont évaluées pour 2021 à 2.5 kt CO₂eq avec une diminution évaluée à environ 32%.

L'augmentation des émissions dues aux deux roues témoigne d'un transfert vers ce mode de déplacement (+139% entre 1990 et 2021). En 2021, le niveau d'émission est de 2,7kt CO₂eq. On observe une stabilité des émissions, malgré une augmentation du parc 2R : celle-ci pourrait être expliquée par le nombre croissant de deux-roues électriques.

Figure 78. Répartitions des émissions du transport routier par catégorie de véhicule en 1990 et 2021



²³ <https://carlabelling.ademe.fr/>

Figure 79. Evolution des émissions du transport routier par catégorie de véhicule

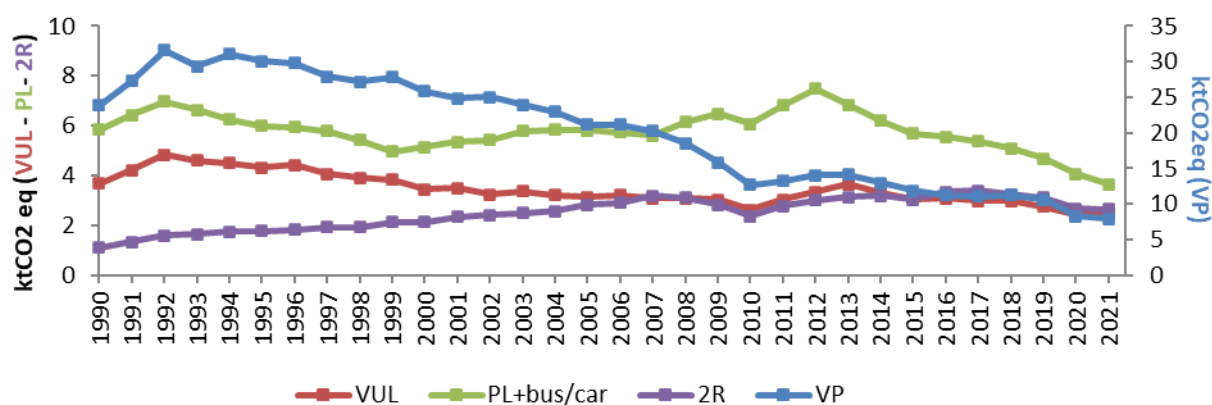


Tableau 27. Evolution de la distance parcourue entre 1990 et 2021

	VP	VUL	PL + Bus/Car	2r	Total
	veh.km	veh.km	veh.km	veh.km	veh.km
1990	79 253 436	12 979 884	8 317 671	9 576 862	110 127 853
2021	55 656 189	10 861 428	6 514 046	24 917 080	98 948 743
Evolution 1990-2021	-29%	-16%	-22%	160%	-10%
%					

On remarque une forte baisse, probablement liée à la pandémie COVID2019 et aux restrictions imposées (confinement) mais également à l'incitation à l'achat de véhicules propres, qui a conduit à une diminution des ventes de carburants.

Tableau 28. Emissions de GES du transport routier par catégories de véhicules

	<i>VP</i>	<i>VUL</i>	<i>PL</i>	<i>2R</i>	<i>Total</i>
	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>
1990	23,90	3,69	5,84	1,11	34,55
1991	27,30	4,21	6,44	1,35	39,30
1992	31,62	4,82	6,97	1,59	45,01
1993	29,34	4,59	6,64	1,65	42,21
1994	31,07	4,50	6,24	1,75	43,57
1995	30,05	4,33	6,00	1,77	42,15
1996	29,81	4,43	5,95	1,83	42,02
1997	27,93	4,08	5,78	1,94	39,73
1998	27,24	3,92	5,42	1,94	38,52
1999	27,83	3,84	4,96	2,13	38,76
2000	25,88	3,45	5,14	2,14	36,61
2001	24,83	3,51	5,36	2,34	36,04
2002	25,06	3,24	5,42	2,41	36,12
2003	23,92	3,38	5,80	2,49	35,59
2004	22,94	3,23	5,83	2,58	34,59
2005	21,15	3,13	5,82	2,83	32,92
2006	21,18	3,21	5,73	2,90	33,03
2007	20,25	3,08	5,62	3,18	32,13
2008	18,59	3,10	6,15	3,10	30,95
2009	15,84	3,05	6,47	2,84	28,20
2010	12,68	2,64	6,07	2,36	23,75
2011	13,25	3,02	6,82	2,79	25,89
2012	14,05	3,35	7,49	3,02	27,90
2013	14,14	3,66	6,85	3,13	27,78
2014	12,93	3,32	6,21	3,19	25,65
2015	11,85	3,07	5,69	3,03	23,64
2016	11,29	3,08	5,57	3,34	23,29
2017	11,09	2,98	5,37	3,39	22,84
2018	11,25	2,99	5,09	3,24	22,56
2019	10,60	2,76	4,68	3,12	21,16
2020	8,29	2,43	4,06	2,68	17,47
2021	7,90	2,51	3,65	2,66	16,73

Evolution entre 1990 et 2021

	<i>VP</i>	<i>VUL</i>	<i>PL</i>	<i>2R</i>	<i>Total</i>
	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>	<i>kt CO₂eq</i>
			<i>+bus/car</i>		
<i>kt CO₂eq</i>	-19,4	-1,7	-2,79	1,31	-22,57
<i>%</i>	-66,9	-31,9	-37,5	138,9	-51,58

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

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

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

Pour autant, des efforts importants sont consacrés à la mise en œuvre d'une politique de mobilité en faveur d'une réduction des nuisances 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 ;
 - Tarification incitative ;
 - L'intégralité des bus monégasques roule au diester (30% biodiesel, 70% diesel) et des premiers essais sont mis en place avec des bus totalement électriques
- 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 ainsi qu'aux vélos électriques pour inciter à la mobilité douce, accentuée après la pandémie COVID19 dans le cadre du plan de relance économique.

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

Les contrôles des calculs de ce secteur ont été réalisés conformément aux dispositions générales décrites dans le paragraphe 1.2.4.

Plus spécifiquement, une assurance-qualité est également mise en œuvre en se basant sur une approche territoriale basée sur le trafic routier réel, non rectifiée par les ventes de carburant et calculée par AtmoSud, partenaire de la Principauté de Monaco en matière de surveillance de la qualité de l'air.

En effet, l'approche basée sur les ventes de carburants peut induire des biais d'interprétation ou de compréhension des tendances d'émissions du territoire, en comparaison notamment avec le trafic routier réel observé.

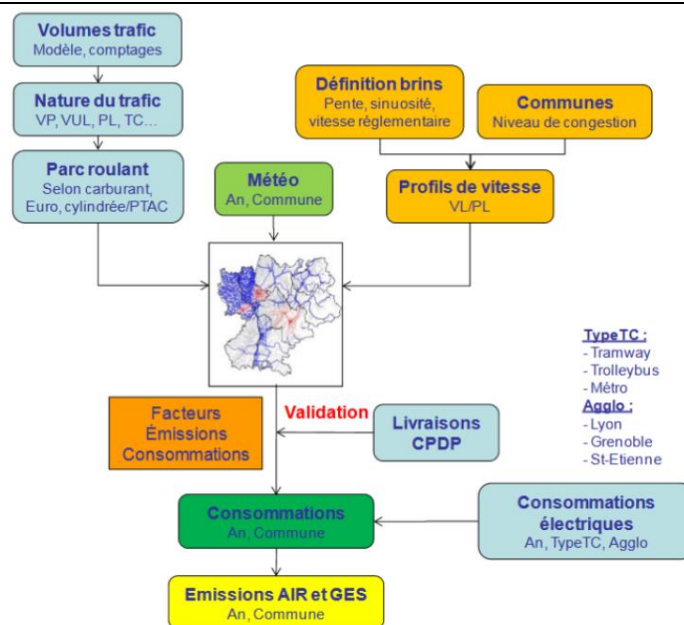
Cette approche territoriale met en œuvre une autre méthodologie permettant également d'évaluer les émissions de GES pour chacun des axes de circulation de la Principauté. Les résultats obtenus pour 2021 sont présentés ci-après.

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

Le calcul des émissions du trafic moyen journalier sur une base annuel annuelle a été réalisé par le modèle MOCAT²⁴. Cet outil est construit sur la base de la méthodologie définie par le Pôle Nationale de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT2) français et COPERT²⁵, 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 2021.

Figure 80. Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier (source : Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

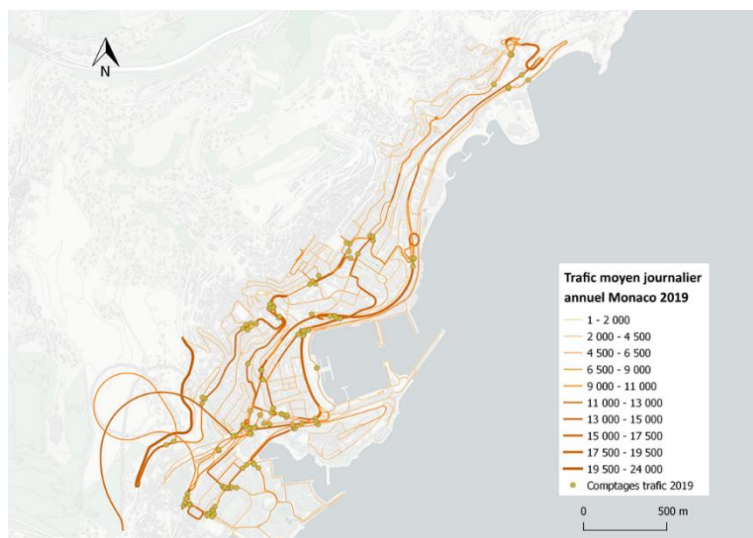


L'outil a ainsi permis d'estimer les consommations totales énergétiques, à partir des trafics fournis en données d'entrée, des profils de vitesse et des caractéristiques du parc. La cartographie ci-dessous montre l'exemple d'un jeu de données d'entrées du modèle : le trafic moyen journalier.

²⁴ MOCAT (Modèle de Calcul des émissions du Transport), développé par Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

²⁵ COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transports)

Figure 81. Cartographie du trafic moyen journalier sur Monaco (source : AtmoSud)

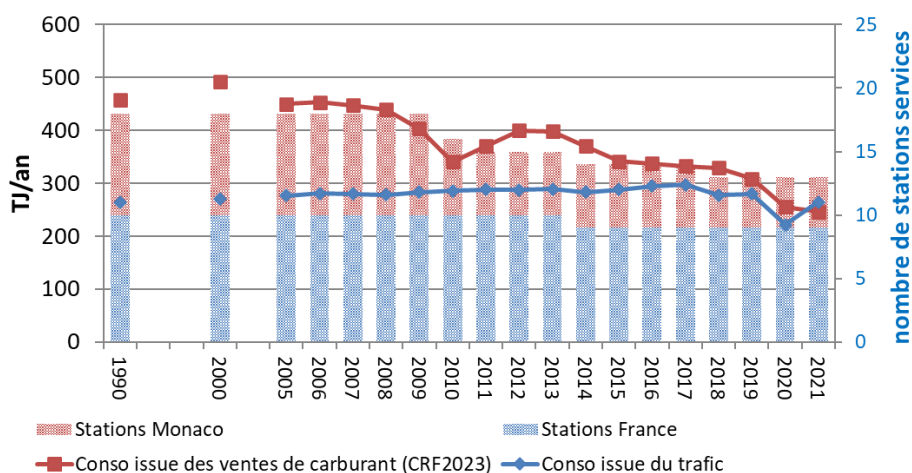


Le graphique ci-dessous reporte l'évolution de la consommation énergétique totale, estimée pour chaque méthodologie.

L'approche sectorielle présente une certaine stabilité : l'évolution technologique du parc (gain en consommation) semble en grande partie compenser l'augmentation de trafic.

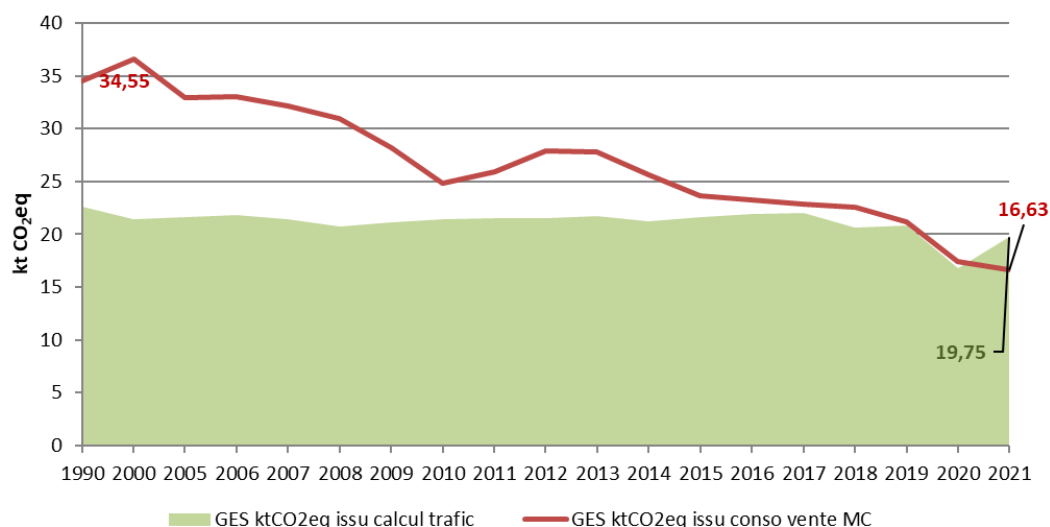
La consommation issue des ventes de carburants évolue clairement en fonction de paramètres annexes tels que le nombre de stations de carburant monégasques.

Figure 82. Evolution de la consommation énergétique totale calculée et issue des ventes de carburants



La différence notable mise en évidence dans les consommations énergétiques se répercute sur les émissions totales de GES, comme le montre le graphique ci-dessous.

Figure 83. 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 des lignes directrices 2006 se base principalement sur les quantités de carburants vendus (diminuant au fil du temps notamment à cause de la fermeture de stations monégasques), 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 (département français frontalier) sont des hypothèses notables non prises en compte dans la méthodologie des lignes directrices.

Une amélioration envisagée dans la méthodologie sectorielle est de considérer l’évolution de la part de chaque catégorie de véhicule, pour le moment maintenue constante dans le temps, à défaut d’hypothèses consolidées (par exemple, une amélioration sur la part trafic des deux-roues au fil des ans).

Toutefois, la conduite de méthode complémentaire d’évaluations des émissions de GES du transport routier dans le contexte particulier du territoire de Monaco est essentielle afin d’évaluer les évolutions des émissions de GES en fonction des conditions de trafic, d’amélioration de l’efficacité énergétique des véhicules ou de la décarbonation des transports, distinctement des ventes de carburants.

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 les guidelines de l’EMEP²⁶, 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%

²⁶ EMEP/EEA Air pollutant emissions inventory guidebook 2019, tableau 4.3 pa115

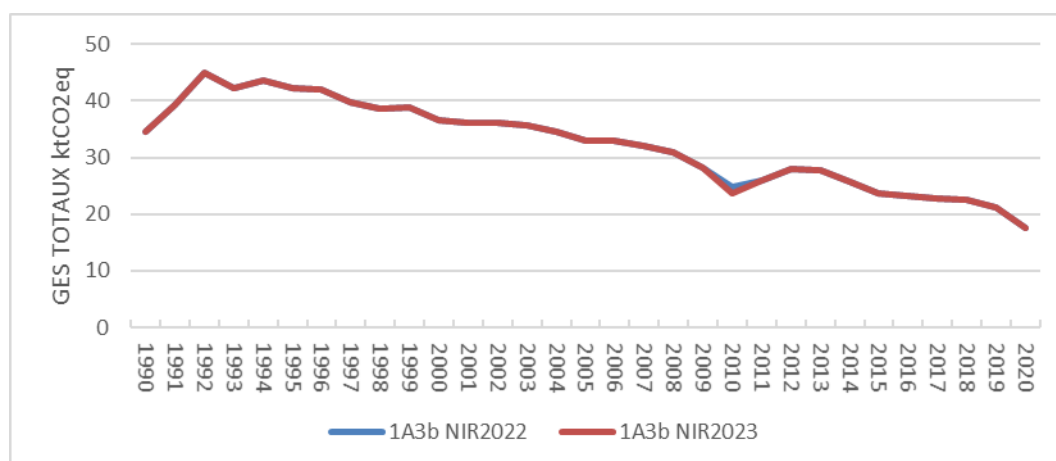
3.3.5.4.6. RECALCUL

Description du recalcul

Le recalcul concerne une mise à jour de facteurs d'émission et de données d'activité.

Impact du recalcul

Figure 84. Emissions de GES du transport routier – recalcul de la série temporelle



Le recalcul des émissions totales de GES sur l'ensemble de la série temporelle, comparées aux résultats figurant dans le NIR précédent (NIR2022) est présenté dans le graphique ci-dessus : on observe, à l'exception de la variation maximale de + 4.2% en 2010, une variation qui oscille entre -0.2% et +0.002% sur la série temporelle.

Raisons et justifications

Plusieurs améliorations dans les calculs ont conduit à un recalcul de émissions GES sur l'ensemble de la série temporelle :

- Mise à jour d'une donnée carburant en 2010 ;
- Mise à jour des données d'agrocaburants dans les carburants sur l'ensemble de la série temporelle.

3.3.5.4.7. AMELIORATION

La méthodologie de sous-catégorisation des véhicules dans chaque catégorie (cf. paragraphe Parc automobile) est en cours de réévaluation afin d'être optimisée.

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

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 souterraine 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 2021 sont présentés dans le tableau 1s1 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de la navigation domestique sont en 2021 de : 1 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,5 ktCO₂eq

Soit une variation de : + 100 % (0,5 kt CO₂eq).

Les émissions du secteur de la navigation domestique représentent :

- 1,4 % des émissions globales (0,5% en 1990)
- 1,4 % des émissions du secteur de l'Énergie (0,5% en 1990)
- 5,7 % des émissions du secteur des transports (1,5 % en 1990)

Figure 85. Evolution des émissions de GES de la navigation domestique entre 1990 et 2021

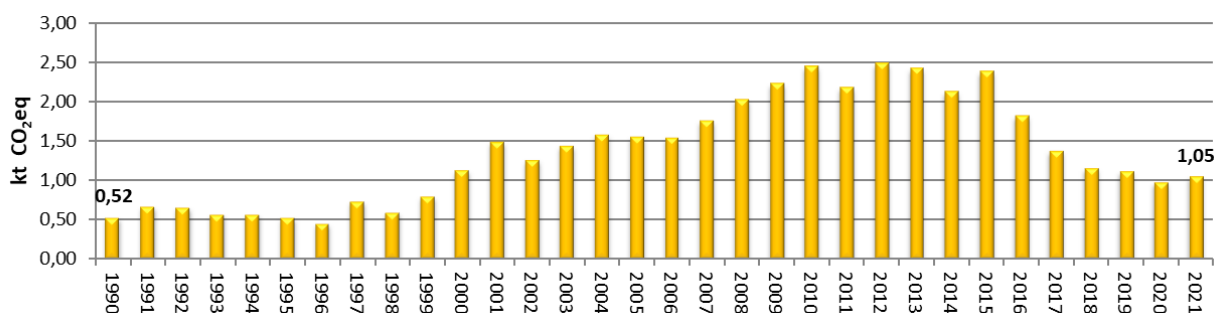
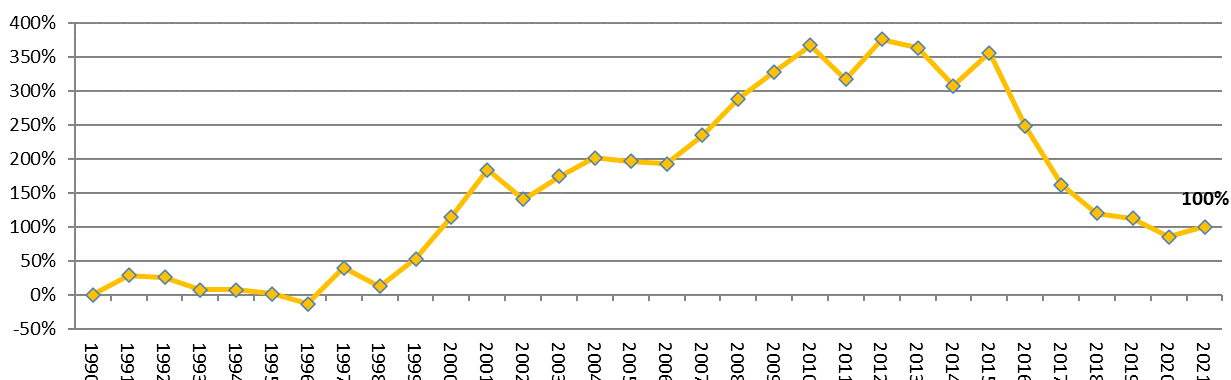


Figure 86. Evolution des émissions de GES de la navigation domestique par rapport à 1990



Les émissions de la navigation domestique ont fortement augmenté depuis 1990, toutefois on peut constater une diminution constante depuis 2016, liée dans à des taxations différentes entre Monaco et l'Italie, et accentuée par la diminution du tourisme en 2020.

Les émissions de CO₂ de cette catégorie constituent 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 T2 pour le CO₂ avec un facteur d'émissions spécifique (CS), et de T1 pour CH₄ et N₂O, avec des facteurs d'émissions 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).

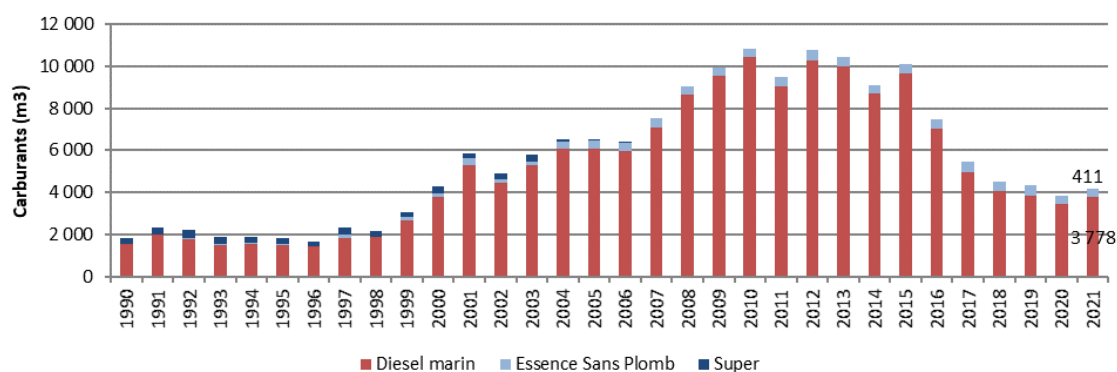
3.3.5.6.2.1. CARBURANTS

Les données de vente de carburants (gazole, supercarburant, essence sans plomb) sont fournies par l'Institut Monégasque des Statistiques et des Etudes Economique de la Principauté et des fournisseurs de produits pétroliers²⁷. 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 depuis 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. La pandémie COVID2019 et la suspension des activités touristiques ont accentué cette baisse de carburant en 2020. En 2021, une reprise des activités est observée, sans complètement atteindre le niveau pré-COVID.

²⁷ Données carburants 2021

Figure 87. 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 CO₂ sont fournis par le CITEPA²⁸. Le taux d'incorporation de biocarburants ainsi que le pourcentage d'adjuvants intégrés dans les biocarburants sont donc identiques à celui utilisé pour le transport routier et sont fournis par le CITEPA²⁹.

Ce pourcentage d'adjuvants intégrés dans les biocarburants est extrait des produits pétroliers afin d'en faire le rapportage dans les tables CRF en tant que « Other Fossil Fuels » (cf. Annexe 3). En 2021, de légères modifications ont été apportées sur la série temporelle des données biocarburants, qui impliqueront donc un recalcul.

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 [PTR2].

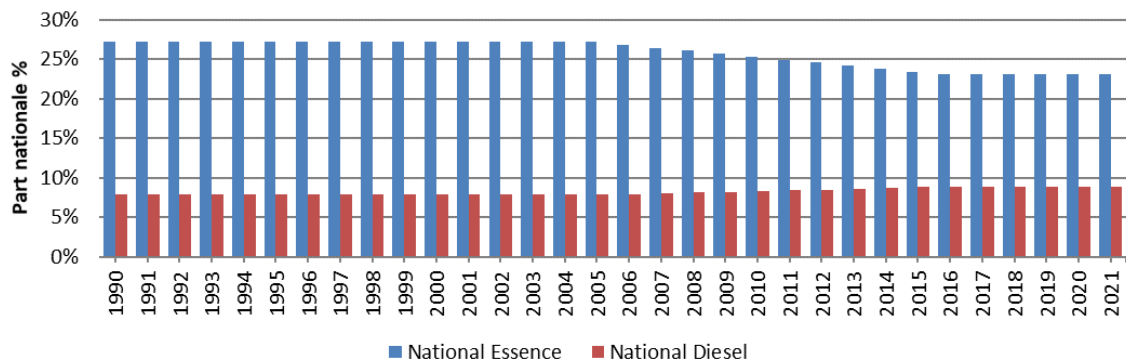
Les détails méthodologiques sont explicités en Annexe 3 de ce rapport : « Détermination de la Part de navigation nationale dans l'utilisation des carburants utilisés pour la navigation » et les résultats pour la part nationale sont dans le graphique ci-après.

²⁸ FE (CO₂), PCI diesel et essence, incertitudes, CITEPA, 2020, ref 18-01970

²⁹ Agrocarburants au 31/12/2021, Calculs CITEPA

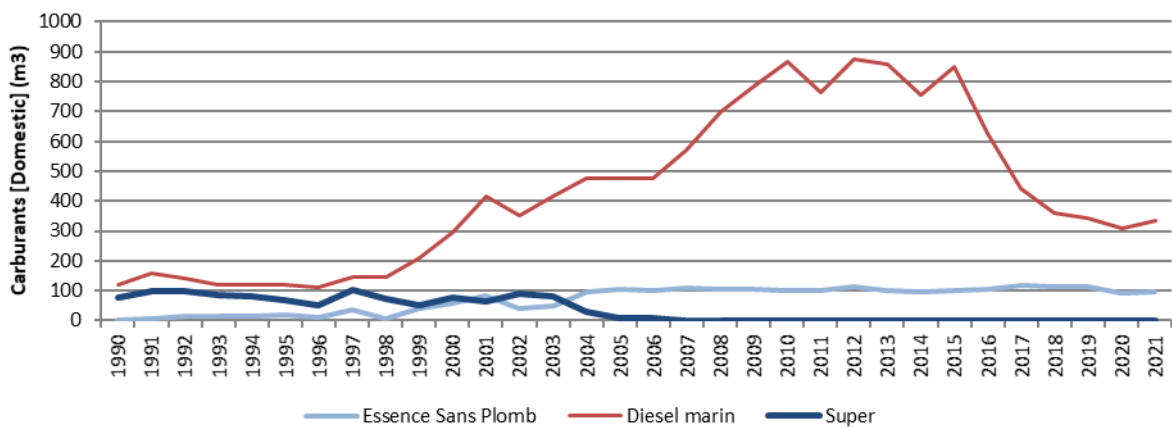
Des premiers résultats, il ressort une part nationale comprise entre 27% et 23% de l'essence vendue, et de 7.8 % à 8.9 % pour le diesel suivant les méthodologies de reconstruction de la série statistique.

Figure 88. 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.

Figure 89. 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 2021 est présentée dans le graphique ci-après. La quantité d'adjuvants intégrés dans les biocarburants est également reporté dans les graphes suivants en tant que « Other Fossil Fuels ».

Figure 90. Consommation énergétique de la navigation domestique

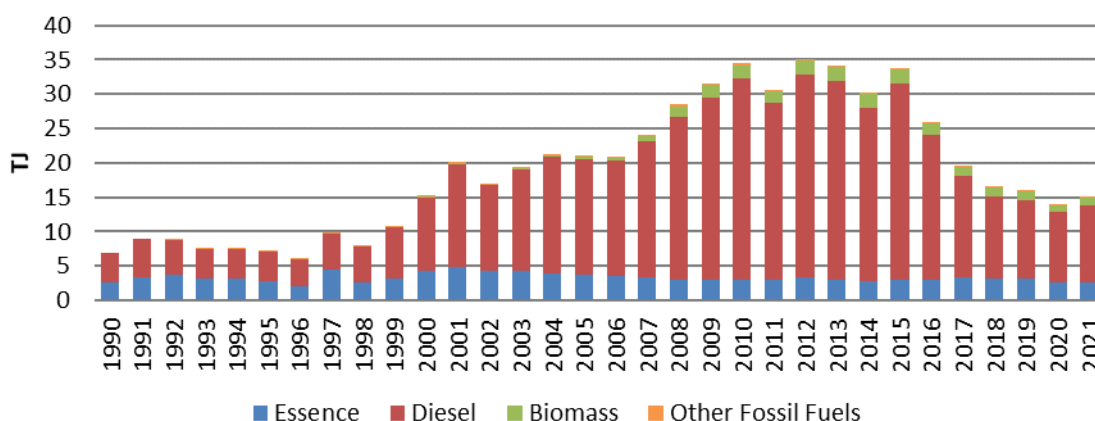
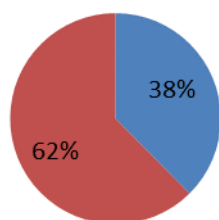
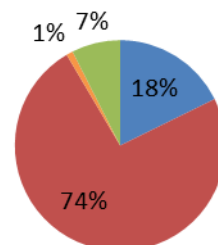


Figure 91. Répartition de la consommation énergétique de la navigation domestique en 1990 et 2021

Consommation énergétique (maritime domestique) 1990



Consommation énergétique (maritime domestique) 2021



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 incertitudes sur les facteurs d'émissions sont conformes aux lignes directrices 2006 du GIEC de 50 % sur le CH₄ et de 140 % pour le N₂O. Les incertitudes³⁰ sur le facteur d'émissions du CO₂ calculé par le CITEPA sont estimées à 1%.

³⁰ FE (CO₂), PCI diesel et essence, incertitudes, CITEPA, 2020, ref 18-01970

3.3.5.6.5. CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE A LA CATEGORIE SOURCE

Les contrôles de ce secteur ont été réalisés conformément aux dispositions générales décrites dans le paragraphe 1.2.4. Le contrôle-qualité a permis de consolider les calculs d'émissions de CO₂, en cohérence avec les calculs effectués pour le transport routier, en appliquant les mêmes caractéristiques des carburants et les mêmes FE CS pour le CO₂.

3.3.5.6.6. RECALCUL

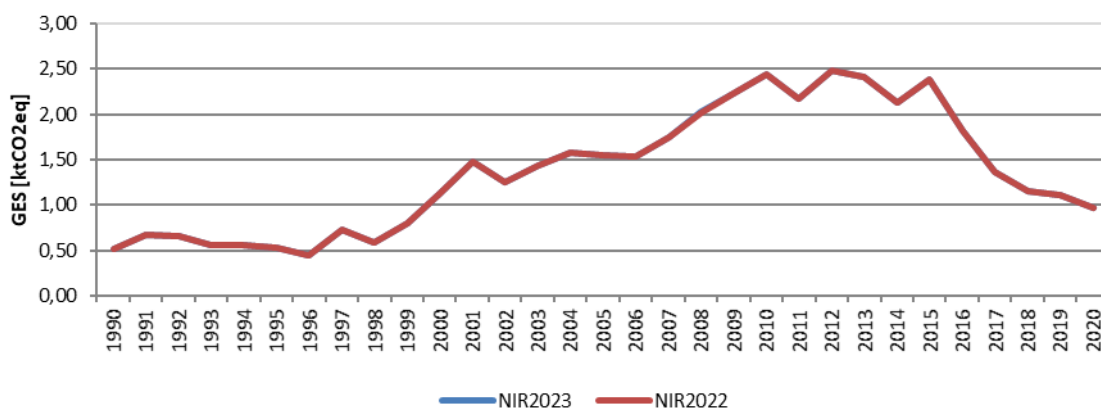
Description du recalcul

Des précisions sur les données de biocarburants ont été apportées et implique un recalcul sur l'ensemble de la série temporelle.

Impact des recalculs

Un recalcul sur l'ensemble de la série temporelle est présenté dans le graphique ci-après.

Figure 92. Evolution des émissions GES entre 1990 et 2021 - recalcul



Le recalcul amène une variation entre -0.08 % et +0.06% sur les émissions GES de la navigation domestique par rapport à la soumission précédente.

Raisons et justification

La part de biocarburants dans les carburants est fournie par le CITEPA et a été mise à jour.

3.3.5.6.7. AMELIORATIONS

La méthodologie et la possibilité de mise en œuvre de cette méthodologie afin d'atteindre un niveau de Tier 2 pour ce secteur sont en cours d'évaluation.

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

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

Les émissions de ce secteur ont pour origine l'utilisation de combustible liquide et gazeux (fioul léger domestique et gaz naturel) par les catégories 1A4a Etablissements commerciaux et publics et 1A4b Secteur résidentiel, essentiellement pour le chauffage des bâtiments.

Les émissions de la catégorie du secteur Autres secteurs du domaine de l'énergie en 2021 sont présentés dans le tableau 1s2 et 1.A(a)s4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur Autres secteurs du domaine de l'énergie sont en 2021 de 20,1 kt CO₂eq

Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de : 43,0 kt CO₂eq

Soit une variation de : -53,2 % (-22,8 kt CO₂eq)

Les émissions du secteur Autres secteurs du domaine de l'énergie représentent :

27,4 % des émissions globales (42 % en 1990)

29,9 % des émissions du secteur de l'Énergie (42,3 % en 1990)

Les émissions de CO₂ de cette catégorie constituent des catégories clé dans le cadre de cet inventaire.

Figure 93. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie - 1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie

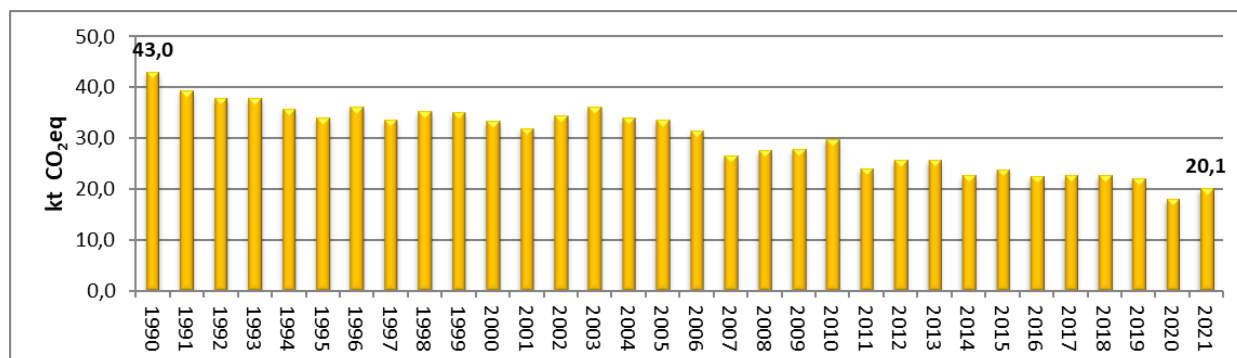


Figure 94. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4 Autres secteurs du domaine de l'énergie



3.3.6.1. 1A4a Autres secteurs du domaine de l'énergie – Etablissements commerciaux et publics

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

Les émissions de la catégorie du secteur des Établissements commerciaux et publics en 2021 sont présentées dans le tableau 1s2 et 1.A(a)s4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur des Etablissements commerciaux et publics sont en 2021 de

9,7 kt CO₂eq

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

10,5 kt CO₂eq

Soit une variation de :

-7,6 % (-0,8 kt CO₂eq)

Figure 95. Évolution des émissions de GES entre 1990 et 2020 de la catégorie - 1A4a Établissements commerciaux et publics

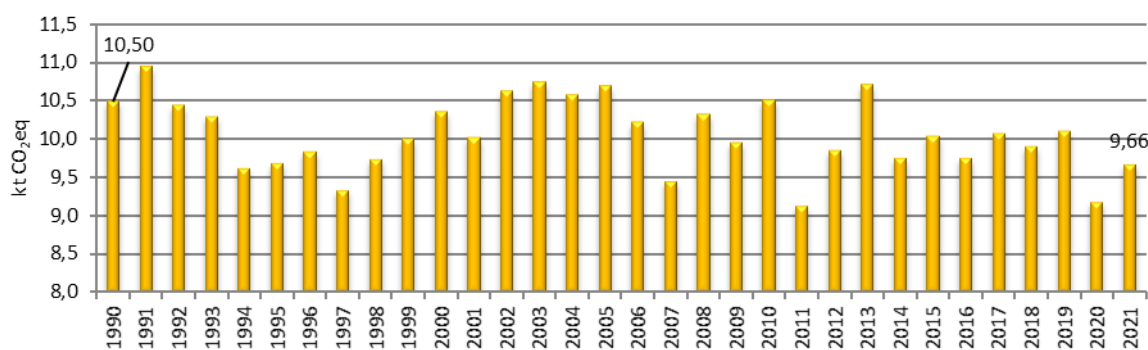
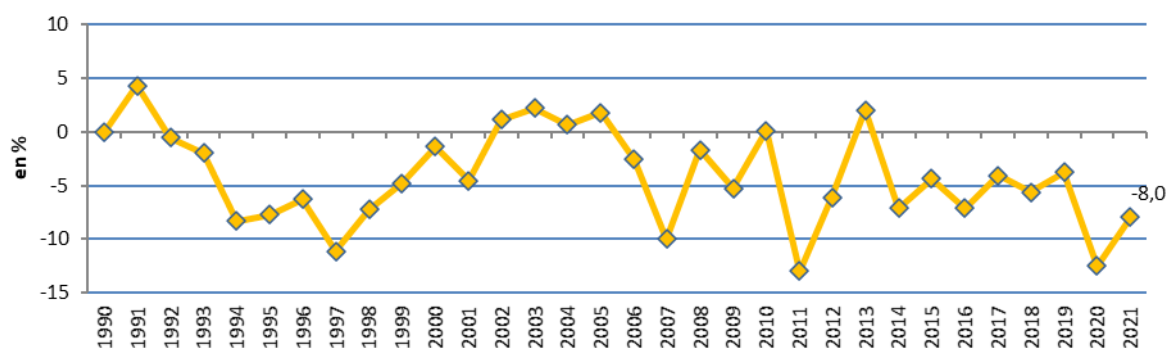


Figure 96. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4a Établissements commerciaux et publics



3.3.6.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

3.3.6.1.1.1. BILAN ENERGETIQUE

Depuis l'application de la répartition des consommations de gaz naturel et de fioul domestique, ce secteur voit ses émissions de GES légèrement diminuer par rapport à l'année de référence, ce qui est en accord avec la diminution de la consommation de fioul domestique au cours du temps. Cette diminution étant en lien avec les politiques entreprises ayant entraîné une forte baisse de l'énergie produite à partir du fioul domestique. Cette baisse est en partie compensée par une utilisation du gaz naturel en substitution.

Figure 97. Consommation énergétique de la catégorie - 1AAa Établissements commerciaux et publics

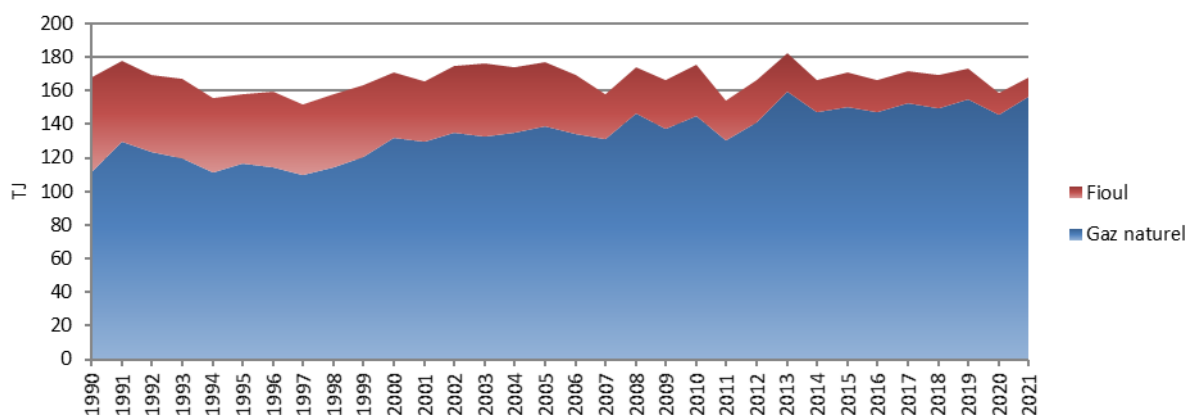


Tableau 28. Consommation énergétique de la catégorie - 1AAa Établissements commerciaux et publics

	Fioul	Gaz naturel	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	%
1990	56,46	110,96	167,42	0,00
1991	48,37	129,64	178,01	6,32
1992	46,48	123,12	169,60	1,30
1993	46,89	119,96	166,85	-0,34
1994	44,60	111,19	155,78	-6,95
1995	41,54	116,36	157,90	-5,69
1996	44,90	114,56	159,46	-4,76
1997	41,47	110,06	151,54	-9,49
1998	43,55	114,56	158,11	-5,56
1999	42,36	120,64	163,00	-2,64
2000	38,42	132,12	170,54	1,86
2001	36,17	129,29	165,46	-1,17
2002	39,94	134,81	174,76	4,38
2003	43,03	132,79	175,83	5,02
2004	39,30	134,83	174,13	4,01
2005	38,15	138,43	176,58	5,47
2006	35,35	133,97	169,32	1,13
2007	27,34	130,83	158,16	-5,53
2008	27,50	146,08	173,58	3,67
2009	28,86	137,58	166,44	-0,59
2010	31,12	144,54	175,66	4,92
2011	23,30	130,59	153,89	-8,08
2012	24,84	141,35	166,19	-0,74
2013	22,79	159,20	181,98	8,70

2014	19,12	146,91	166,02	-0,84
2015	20,62	149,97	170,59	1,89
2016	19,15	146,89	166,04	-0,82
2017	19,12	152,68	171,80	2,62
2018	19,23	149,80	169,02	0,96
2019	18,10	154,73	172,83	3,23
2020	12,52	145,89	158,42	-5,38
2021	11,43	156,06	167,49	0,04

3.3.6.1.1.2.ÉMISSIONS DE GES

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de gaz naturel sont estimées à 8,8 ktCO₂eq, correspondant à 91% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont augmenté de 40,3%.

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de fioul domestique sont estimées à 0,85 ktCO₂eq, correspondant à 9% des émissions du secteur.

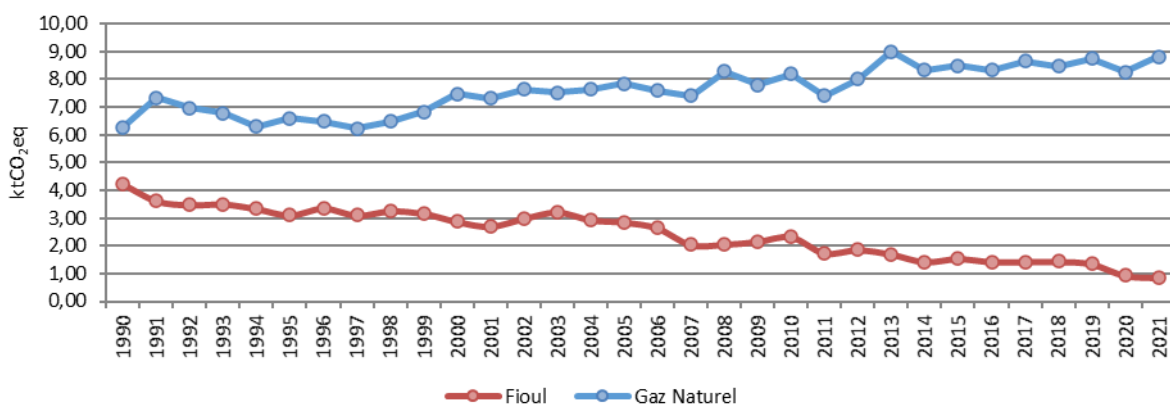
Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont diminué de 79,8%.

Tableau 29. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990

	Émissions de GES			% de variation par rapport à l'année de réf. 1990		
	Gaz Naturel ktCO ₂ eq	Fioul ktCO ₂ eq	Total ktCO ₂ eq	Gaz Naturel %	Fioul %	Total %
1990	6,3	4,2	10,5	0,0	0,0	0,0
1991	7,3	3,6	10,9	16,8	-14,3	4,3
1992	7,0	3,5	10,4	11,0	-17,7	-0,6
1993	6,8	3,5	10,3	8,1	-17,0	-2,0
1994	6,3	3,3	9,6	0,2	-21,0	-8,3
1995	6,6	3,1	9,7	4,9	-26,4	-7,7
1996	6,5	3,4	9,8	3,2	-20,5	-6,3
1997	6,2	3,1	9,3	-0,8	-26,5	-11,2
1998	6,5	3,3	9,7	3,2	-22,9	-7,3
1999	6,8	3,2	10,0	8,8	-25,0	-4,8
2000	7,5	2,9	10,4	19,1	-31,9	-1,4
2001	7,3	2,7	10,0	16,6	-35,9	-4,5
2002	7,6	3,0	10,6	21,6	-29,3	1,1
2003	7,5	3,2	10,7	19,8	-23,8	2,3
2004	7,6	2,9	10,6	21,6	-30,4	0,7
2005	7,8	2,9	10,7	24,8	-32,4	1,8
2006	7,6	2,6	10,2	20,8	-37,4	-2,6
2007	7,4	2,0	9,4	18,0	-51,6	-10,0
2008	8,3	2,1	10,3	31,7	-51,3	-1,6
2009	7,8	2,2	9,9	24,1	-48,9	-5,3
2010	8,2	2,3	10,5	30,3	-44,9	0,1
2011	7,4	1,7	9,1	17,8	-58,7	-13,0
2012	8,0	1,9	9,9	27,4	-56,0	-6,1

2013	9,0	1,7	10,7	43,5	-59,6	2,0
2014	8,3	1,4	9,7	32,6	-66,1	-7,1
2015	8,5	1,5	10,0	35,3	-63,5	-4,4
2016	8,3	1,4	9,7	32,5	-66,1	-7,1
2017	8,6	1,4	10,1	37,7	-66,1	-4,1
2018	8,5	1,4	9,9	34,9	-65,9	-5,6
2019	8,7	1,4	10,1	39,4	-67,9	-3,8
2020	8,2	0,9	9,2	31,4	-77,8	-12,5
2021	8,8	0,9	9,7	40,3	-79,8	-8,0

Figure 98. Émissions de GES par catégorie source - 1AAa Établissements commerciaux et publics (en kt CO₂eq.)



3.3.6.1.1.3. DONNEES D'ACTIVITE

Les émissions du secteur commercial/institutionnel ont été distinguées de celles du secteur résidentiel et de celles du secteur industriel. La combustion qui se produit pour ces trois secteurs a les mêmes caractéristiques que celle du secteur résidentiel à Monaco. Les bâtiments et usages du fioul et du gaz du secteur industriel en Principauté ayant les mêmes caractéristiques que le secteur résidentiel. La méthodologie de calcul des émissions adoptée est donc la même pour les trois secteurs que celle du secteur 1A4bi.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre 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) et de gaz naturel commercialisée à Monaco pour assurer le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire des immeubles et le fonctionnement des cuisinières à gaz. Cette quantité a pu être déterminée grâce à une enquête approfondie effectuée auprès des entreprises monégasques et françaises concernées.

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.

Pour distinguer les consommations de fioul domestique pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue d'une étude approfondie basée sur des Données 2016 - Base de Données Plan Climat Air Energie 2030, Direction de l'Environnement, concernant les surfaces de bâtiments des différents secteurs.

Comme cette donnée est la seule donnée disponible à ce jour, celle-ci a été utilisée comme pourcentage de répartition de la donnée de fioul domestique selon les trois secteurs sur l'ensemble de la série temporelle, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 29. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Secteur	Répartition
Industrie (1A2gviii)	0,65 %
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	12,30 %
Secteur Résidentiel (1A4bi)	87,05 %

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'Électricité et du Gaz (SMEG) qui est l'unique concessionnaire de la Principauté à importer et distribuer du gaz et de l'électricité, sur l'ensemble du territoire monégasque.

Pour distinguer les consommations de gaz naturel pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue des rapports SMEG. Cette donnée n'était pas disponible avant le rapport annuel de l'année 2016, qui fournit la première répartition de cette donnée d'activité suivant les trois secteurs pour l'année 2015. Cette répartition a ainsi été appliquée à toutes les années antérieures à 2015, l'année 2015 étant incluse, puis la donnée annuelle mise à jour a été utilisée en se basant sur la donnée la plus récente disponible au moment de l'inventaire national (références rapports annuels SMEG).

Les répartitions de données d'activité pour le gaz naturel se font ainsi selon le tableau suivant pour les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi :

Tableau 30. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Années	≤ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Secteur	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition
Industrie (1A2gviii)	9,19 %	9,49 %	9,12 %	10,31 %	2,59 %	1,79 %	1,62%
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	69,46 %	70,02 %	71,35 %	69,24 %	77,63 %	79,39 %	79,06%
Secteur Résidentiel (1A4bi)	21,35 %	20,49 %	19,53 %	20,45 %	19,77 %	18,82 %	19,33%

Éléments d'interprétation de l'évolution des données d'activité

Depuis le 16 septembre 2003, l'installation de centrales de chauffage au fioul dans le cadre de constructions neuves est interdite pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Depuis le 1er janvier 2022, il est interdit d'utiliser des combustibles liquides dont le facteur d'émissions (combustion) est supérieur à 180 gCO₂/Kwh dans tous les bâtiments, pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Ce dispositif réglementaire conduit à une mutation du fioul domestique vers des combustibles liquides partiellement ou totalement d'origine biogénique (F30, XTL, B100,...), vers du gaz naturel ou vers d'autres technologies (réseaux de chaleur, pompes à chaleur,...).

3.3.6.1.2. 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 ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A4ai	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A4ai	Fioul Domestique	T2	T3	T1	CS	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

3.3.6.1.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

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

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

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

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

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre [-50% ; +100%] pour le CH₄ (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre [-66% ; +200%] pour le N₂O (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 CO₂ du fioul domestique. Ainsi, une valeur de ±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 CO₂ pour le gaz naturel, la valeur par défaut de ±4% (LD2006, GIEC-Vol.2, Ch.1, Tab.1.4) a été utilisée.

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.3.6.1.4. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

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

Pour la répartition des émissions entre les trois secteurs concernant la combustion de fioul domestique et de gaz naturel, la même source de donnée a été utilisée pour la répartition du gaz naturel sur la série temporelle. Il en est de même pour la combustion de fioul domestique pour assurer la cohérence des séries temporelles.

3.3.6.1.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

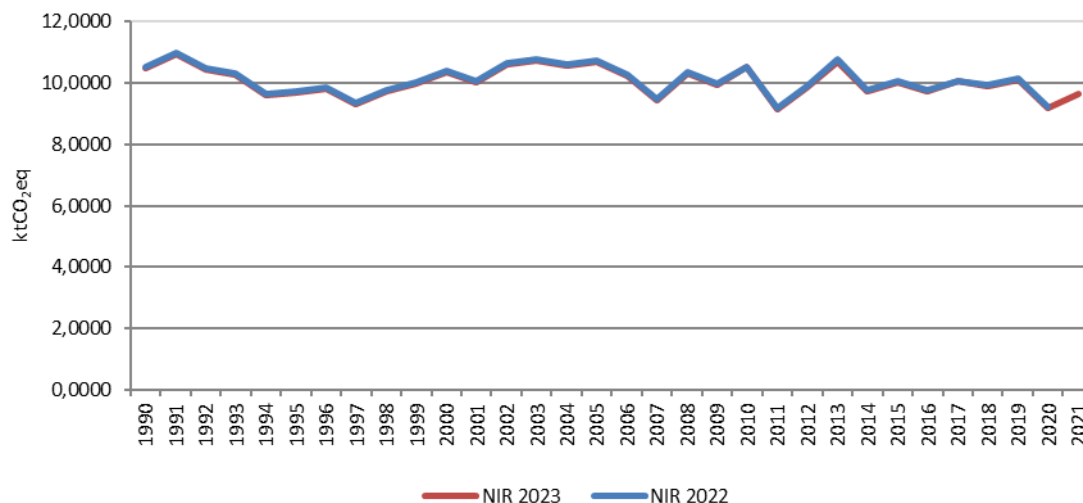
Aucune procédure qualité spécifique n'a été mise en œuvre.

Des développements sont en cours pour comparer les données issues de la méthode actuelle à une méthode basée sur des prélèvements réalisés sur les combustibles liquides distribués sur le territoire.

3.3.6.1.6. RECALCUL

Impact du recalcul

Figure 98. Recalcul des émissions de GES du 1A4a



L'impact du recalcul est compris entre $3,2 \times 10^{-2}$ ktCO₂eq et $4,6 \times 10^{-2}$ ktCO₂eq sur l'ensemble de la série temporelle, par rapport à la précédente soumission.

Description du recalcul

Le recalcul concerne la valeur du FE(CO₂) du gaz naturel sur l'ensemble de la série temporelle.

Raisons et justifications

La valeur du FE(CO₂) du gaz naturel, fournie par le CITEPA, a été révisée pour l'année 2021 sur la série temporelle.

3.3.6.1.7. AMELIORATIONS

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

3.3.6.2. 1A4a – Commercial Off-road Transport- Racing cars

Conformément à la recommandation E.22 formulées par l'ERT lors de l'in-country review 2019, il a été demandé à l'autorité en charge de l'organisation du Grand Prix de Formule 1 – l'Automobile Club de Monaco (ACM) - de Monaco si elle disposait d'informations sur les types de carburants utilisés, les quantités de carburants et leur origine.

En réponse, l'ACM a indiqué que le carburant répondait aux spécifications de la Fédération Internationale Automobile et que le carburant est transporté par bidon des différents pays d'origine des écuries automobiles. Les quantités de carburants consommées annuellement ne sont pas connues et ne sont pas déclarées auprès des Douanes et des autorités monégasques.

Compte-tenu de ce qui précède, s'il apparaît que les émissions liées aux quantités de carburants consommés par le Grand Prix de Formule 1 de Monaco ne sont pas comptabilisées dans les inventaires des pays d'origine des écuries automobiles, alors Monaco comptabilisera ces émissions et ce afin d'éviter tout double comptage.

Il est précisé que le Grand Prix de Formule 1 a été annulé en 2020, consécutivement à la pandémie liée à la COVID-19.

3.3.6.3. 1.A.4.b. Autres secteurs du domaine de l'énergie – Secteur résidentiel

Les catégories sources d'émission 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 ainsi que depuis le NIR 2019 la combustion du gaz de pétrole liquéfié (GPL) (butane et propane) et depuis le NIR 2021 la combustion de B100, car 2019 est la première année où ce combustible est consommé en Principauté.

Les émissions de la catégorie du secteur résidentiel en 2021 sont présentées dans le tableau 1s2 et 1.A(a)s4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du Secteur résidentiel sont en 2021 de **10,5 ktCO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de : 32,5 kt CO₂eq

Soit une variation de : **-67,8 % (-22 ktCO₂eq)**

Figure 97. Evolution des émissions de GES depuis 1990 de la catégorie - 1A4b Secteur résidentiel

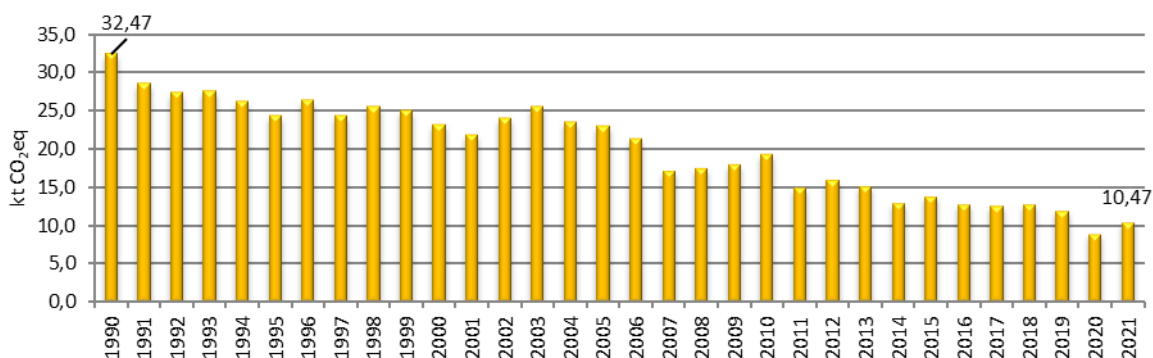


Figure 98. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie - 1A4b Secteur résidentiel

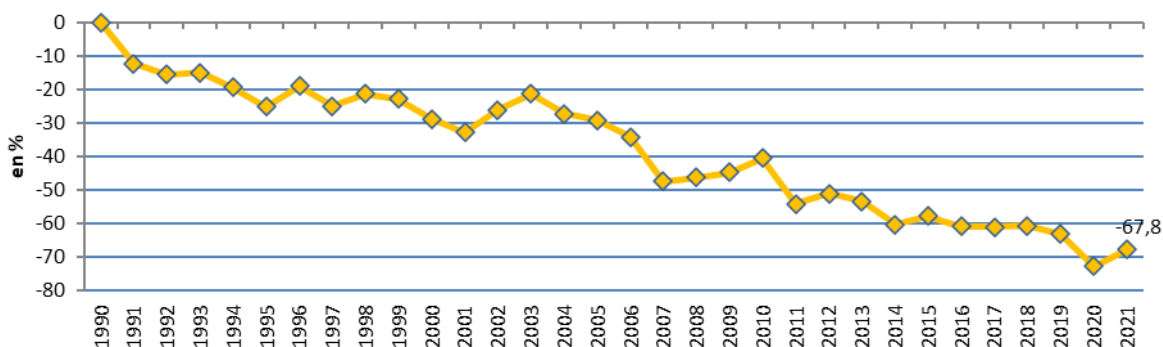


Tableau 29. Évolution des émissions de GES par rapport à 1990

	Émissions de GES					% de variation par rapport à l'année de réf. 1990			
	Gaz Naturel	Fioul	B100	GPL Total	GTL	Total	Gaz Naturel	Fioul	Total
	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%
1990	1,9	29,9	0,0	0,7	0,0	32,5	0,0	0,0	0,0
1991	2,3	25,6	0,0	0,7	0,0	28,5	16,8	-14,3	-12,2
1992	2,1	24,6	0,0	0,7	0,0	27,4	11,0	-17,7	-15,5
1993	2,1	24,8	0,0	0,7	0,0	27,6	8,1	-17,0	-14,9
1994	1,9	23,6	0,0	0,7	0,0	26,2	0,2	-21,0	-19,3
1995	2,0	22,0	0,0	0,3	0,0	24,3	4,9	-26,4	-25,0
1996	2,0	23,7	0,0	0,6	0,0	26,3	3,2	-20,5	-19,0
1997	1,9	21,9	0,0	0,5	0,0	24,4	-0,8	-26,5	-25,0
1998	2,0	23,0	0,0	0,5	0,0	25,6	3,2	-22,9	-21,3
1999	2,1	22,4	0,0	0,6	0,0	25,1	8,8	-25,0	-22,8
2000	2,3	20,3	0,0	0,5	0,0	23,1	19,1	-31,9	-28,8
2001	2,2	19,1	0,0	0,5	0,0	21,9	16,6	-35,9	-32,7
2002	2,3	21,1	0,0	0,5	0,0	24,0	21,6	-29,3	-26,1
2003	2,3	22,8	0,0	0,5	0,0	25,6	19,8	-23,8	-21,3
2004	2,3	20,8	0,0	0,5	0,0	23,6	21,6	-30,4	-27,3
2005	2,4	20,2	0,0	0,4	0,0	23,0	24,8	-32,4	-29,1
2006	2,3	18,7	0,0	0,4	0,0	21,4	20,8	-37,4	-34,1
2007	2,3	14,5	0,0	0,4	0,0	17,1	18,0	-51,6	-47,3
2008	2,5	14,5	0,0	0,4	0,0	17,4	31,7	-51,3	-46,3
2009	2,4	15,3	0,0	0,3	0,0	18,0	24,1	-48,9	-44,6
2010	2,5	16,5	0,0	0,3	0,0	19,3	30,3	-44,9	-40,5
2011	2,3	12,3	0,0	0,3	0,0	14,9	17,8	-58,7	-54,0
2012	2,5	13,1	0,0	0,3	0,0	15,9	27,4	-56,0	-50,9
2013	2,8	12,0	0,0	0,3	0,0	15,1	43,5	-59,6	-53,4
2014	2,6	10,1	0,0	0,3	0,0	13,0	32,6	-66,1	-60,1
2015	2,6	10,9	0,0	0,2	0,0	13,8	35,3	-63,5	-57,6
2016	2,4	10,1	0,0	0,2	0,0	12,8	26,1	-66,1	-60,7
2017	2,4	10,1	0,0	0,2	0,0	12,7	22,6	-66,1	-61,0
2018	2,5	10,2	0,0	0,2	0,0	12,8	29,6	-65,9	-60,5
2019	2,2	9,6	0,1	0,2	0,0	12,0	15,5	-67,9	-63,0
2020	2,0	6,6	0,2	0,1	0,0	8,8	1,4	-77,8	-72,8
2021	2,2	6,0	0,1	0,1	2,0	10,5	11,6	-79,8	-67,8

3.3.6.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

3.3.6.3.1.1. 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.

La consommation de GPL a elle aussi tendance à diminuer. Depuis l'année 2018, l'une des sociétés qui livre la Principauté en bouteilles de GPL livre une partie sous forme bio. Les données de GPL total représentées par la suite représentent la somme des quantités en TJ pour les parts bio et non bio. Depuis 2019, un combustible liquide d'origine biogénique (B100) est commercialisé et consommé.

Figure 99. Consommation énergétique de la catégorie - 1A4b Secteur résidentiel

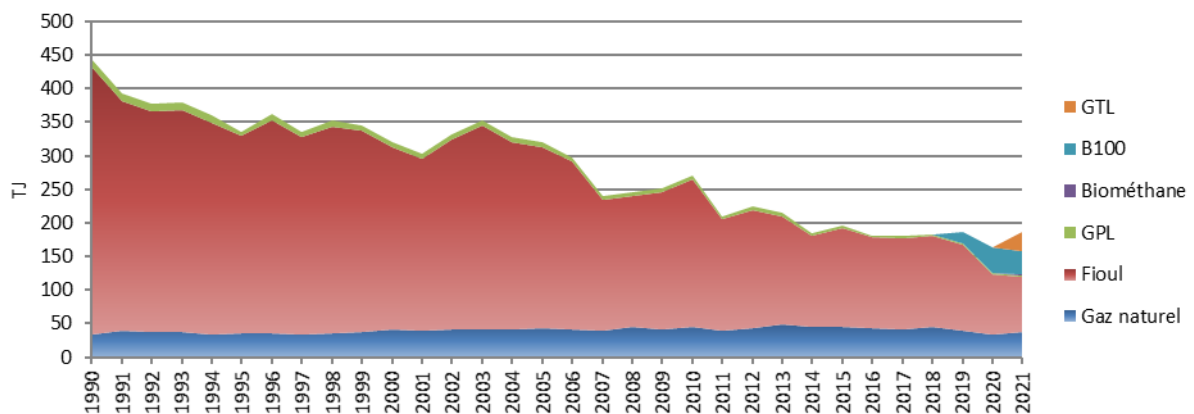


Tableau 30. Consommation énergétique de la catégorie - 1A4b Secteur résidentiel

	Fioul	Gaz naturel	GPL	Biométhane	B100	GTL	Total	Variation -1990
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	%
1990	399,60	34,10	10,77	0,00	0,00	0,00	444,47	0,00
1991	342,32	39,84	10,77	0,00	0,00	0,00	392,93	-11,60
1992	328,97	37,84	11,10	0,00	0,00	0,00	377,90	-14,98
1993	331,85	36,87	11,74	0,00	0,00	0,00	380,46	-14,40
1994	315,62	34,17	10,99	0,00	0,00	0,00	360,78	-18,83
1995	294,00	35,76	5,51	0,00	0,00	0,00	335,27	-24,57
1996	317,75	35,21	9,03	0,00	0,00	0,00	361,99	-18,56
1997	293,53	33,83	8,08	0,00	0,00	0,00	335,43	-24,53
1998	308,22	35,21	8,49	0,00	0,00	0,00	351,92	-20,82
1999	299,79	37,08	9,16	0,00	0,00	0,00	346,03	-22,15
2000	271,94	40,61	8,05	0,00	0,00	0,00	320,59	-27,87
2001	255,99	39,74	7,58	0,00	0,00	0,00	303,30	-31,76
2002	282,69	41,43	8,26	0,00	0,00	0,00	332,38	-25,22
2003	304,56	40,81	7,79	0,00	0,00	0,00	353,16	-20,54
2004	278,11	41,44	7,59	0,00	0,00	0,00	327,14	-26,40
2005	269,99	42,54	6,87	0,00	0,00	0,00	319,40	-28,14
2006	250,16	41,18	5,91	0,00	0,00	0,00	297,25	-33,12
2007	193,46	40,21	5,92	0,00	0,00	0,00	239,58	-46,10
2008	194,62	44,89	5,78	0,00	0,00	0,00	245,29	-44,81
2009	204,25	42,28	5,43	0,00	0,00	0,00	251,96	-43,31
2010	220,24	44,42	5,45	0,00	0,00	0,00	270,11	-39,23
2011	164,91	40,13	5,15	0,00	0,00	0,00	210,20	-52,71
2012	175,83	43,44	5,22	0,00	0,00	0,00	224,49	-49,49
2013	161,27	48,93	5,15	0,00	0,00	0,00	215,34	-51,55
2014	135,30	45,15	4,51	0,00	0,00	0,00	184,96	-58,39
2015	145,93	46,09	3,77	0,00	0,00	0,00	195,79	-55,95
2016	135,53	42,98	3,15	0,00	0,00	0,00	181,66	-59,13
2017	135,32	41,78	2,84	0,00	0,00	0,00	179,94	-59,52
2018	136,07	44,24	2,65	0,00	0,00	0,00	182,96	-58,84
2019	128,09	39,41	2,64	0,19	16,73	0,00	187,07	-57,91
2020	88,64	34,58	2,10	0,00	39,12	0,00	164,44	-63,00
2021	80,89	38,15	2,41	2,14	33,55	28,83	185,96	-58,16

3.3.6.3.1.2. ÉMISSIONS DE GES

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont représenté 2 ktCO₂eq, correspondant à 21% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de gaz naturel ont augmenté de 11,6%.

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont représenté 6 ktCO₂eq, correspondant à 58% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de fioul domestique ont diminué de 80%.

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

En 2021, les émissions induites par la combustion de GPL total ont représenté 0,1 ktCO₂eq, correspondant à 1% des émissions du secteur.

Par rapport à l'année de référence 1990, les émissions induites par la combustion de GPL total ont diminué de 82%.

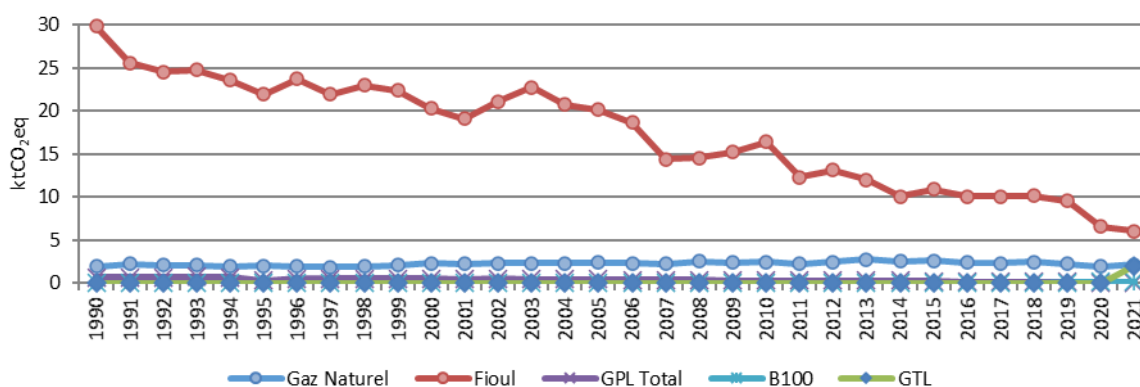
Combustion de B100 (1.A.4.b.i)

En 2021, les émissions induites par la combustion de B100 ont représenté 0,1 ktCO₂eq, correspondant à 1% des émissions du secteur.

Combustion de GTL (1.A.4.b.i)

En 2021, les émissions induites par la combustion de GTL ont représenté 2 ktCO₂eq, correspondant à 19% des émissions du secteur.

Figure 100. Émissions de GES par catégorie source - 1A4b Secteur résidentiel (en kt CO₂eq)



3.3.6.3.1.3. DONNEES D'ACTIVITE

Les émissions du secteur commercial/institutionnel ont été distinguées de celles du secteur résidentiel et de celles du secteur industriel. La combustion qui se produit pour ces trois secteurs a les mêmes caractéristiques que celle du secteur résidentiel à Monaco. Les bâtiments et usages du fioul et du gaz du secteur industriel en Principauté ayant les mêmes caractéristiques que le secteur résidentiel. La méthodologie de calcul des émissions adoptée est identique pour les trois secteurs que celle du secteur 1A4bi.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre 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) et de gaz naturel commercialisée à Monaco pour assurer le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire des immeubles et le fonctionnement des cuisinières à gaz. Cette quantité est déterminée à partir des données déclarées par les distributeurs.

Les émissions issues de la combustion de GPL ont été intégrées dans le calcul des émissions depuis le NIR 2019. Elles sont issues de Monaco en Chiffres-IMSEE jusqu'à l'année 2014, données publiées officiellement chaque année. Depuis le NIR 2020, les données de GPL à partir de l'année 2015 incluses ces données sont dorénavant fournies à l'IMSEE par la Direction de l'Environnement qui les compile à partir des retours de réponses aux sollicitations nationales de données pour effectuer les inventaires de GES, à partir des réponses annuelles des fournisseurs de GPL de la Principauté.

Les émissions issues de la combustion de B100 sont estimées depuis le NIR 2021, première année de commercialisation de ce combustible en Principauté. La quantité de B100 consommée en Principauté a pu être déterminée grâce à une enquête précise effectuée auprès de l'entreprise monégasque concernée.

3.3.6.3.1.4.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.

Pour distinguer les consommations de fioul domestique pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue d'une étude approfondie basée sur des Données 2016 - Base de Données Plan Climat Air Energie 2030, Direction de l'Environnement, concernant les surfaces de bâtiments des différents secteurs.

Comme cette donnée est la seule donnée disponible à ce jour, celle-ci a été utilisée comme pourcentage de répartition de la donnée de fioul domestique selon les trois secteurs sur l'ensemble de la série temporelle, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 311. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Secteur	Répartition
Industrie (1A2gviii)	0,65 %
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	12,30 %
Secteur Résidentiel (1A4bi)	87,05 %

3.3.6.3.1.5.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'Électricité et du Gaz (SMEG) qui est l'unique concessionnaire de la Principauté à importer et distribuer du gaz et de l'électricité, sur l'ensemble du territoire monégasque.

Pour distinguer les consommations de gaz naturel pour les secteurs industriel, commercial/institutionnel et résidentiel, la Principauté s'est basée sur la donnée disponible la plus à jour issue des rapports SMEG. Cette donnée n'était pas disponible avant le rapport annuel de l'année 2016, qui fournit la première répartition de cette donnée d'activité suivant les trois secteurs pour l'année 2015. Cette répartition a ainsi été appliquée à toutes les années antérieures à 2015, l'année 2015 étant incluse, puis la donnée annuelle mise à jour a été utilisée en se basant sur la donnée la plus récente disponible au moment de l'inventaire national (références rapports annuels SMEG).

Les répartitions de données d'activité pour le gaz naturel se font ainsi selon le tableau suivant pour les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi :

Tableau 32. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Années	≤ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Secteur	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition
Industrie (1A2gviii)	9,19 %	9,49 %	9,12 %	10,31 %	2,59 %	1,79 %	1,62%
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	69,46 %	70,02 %	71,35 %	69,24 %	77,63 %	79,39 %	79,06%
Secteur Résidentiel (1A4bi)	21,35 %	20,49 %	19,53 %	20,45 %	19,77 %	18,82 %	19,33%

3.3.6.3.1.6. COMBUSTION DE GAZ DE PETROLE LIQUEFIE

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

3.3.6.3.1.7. COMBUSTION DE B100

Pour le B100, toutes les consommations de la Principauté de Monaco sont associées à ce secteur.

3.3.6.3.1.8. ÉLÉMENTS D'INTERPRETATION DE L'ÉVOLUTION DES DONNEES D'ACTIVITE

Depuis le 16 septembre 2003, l'installation de centrales de chauffage au fioul dans le cadre de constructions neuves est interdite pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Depuis le 1^{er} janvier 2022, il est interdit d'utiliser des combustibles liquides dont le facteur d'émissions (combustion) est supérieur à 180 gCO₂/Kwh dans tous les bâtiments, pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Ce dispositif réglementaire conduit à une mutation du fioul domestique vers des combustibles liquides partiellement ou totalement d'origine biogénique (F30, XTL, B100, ...), vers du gaz naturel ou vers d'autres technologies (réseaux de chaleur, pompes à chaleur, ...).

3.3.6.3.2. 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 ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A4bi	Gaz Naturel	T2	T3	T3	CS	D	D
1A4bi	Fioul Domestique	T2	T3	T1	CS	D	D
1A4bi	Gaz de Pétrole Liquéfié	T1	T1	T1	D	D	D
1A4bi	B100	T2	T3	T1	CS	D	D
1A4bi	GPL Biomasse	T1	T1	T1	D	D	D
1A4bi	GTL	T2	T1	T1	CS	D	D

Les calculs sont présentés en Annexe 3 de ce rapport.

3.3.6.3.3. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

A Monaco, ce secteur ne comprend que les émissions imputables à la combustion de combustibles dans les bâtiments 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'État, à savoir la Société Monégasque de l'Électricité 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 puis de la Direction de l'Environnement, données publiées officiellement chaque année. Et les données relatives au B100 sont issues des informations précises collectées par la Direction de l'Environnement.

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, le B100 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 CH_4 et le N_2O , 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 CH_4 et le N_2O .

Conformément aux lignes directrices, il a été choisi d'appliquer un facteur d'incertitude compris entre $[-50\% ; +100\%]$ pour le CH_4 (Lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, Tab.2.14, Norvège/Rypdal 1999) et compris entre $[-66\% ; +200\%]$ pour le N_2O (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 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 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. Et concernant l'incertitude sur le facteur d'émission du CO_2 pour le B100, 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 $\pm 7\%$

Les valeurs d'incertitudes sont reportées en Annexe 2.

3.3.6.3.4. COHERENCE DES SERIES 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 1990-2014 sont issues de Monaco en Chiffres-IMSEE, puis depuis l'année 2015 incluse ces données sont fournies à l'IMSEE par la Direction de l'Environnement qui les compile, à partir des réponses annuelles des fournisseurs de GPL de la Principauté. Toutes ces données sont publiées officiellement chaque année.

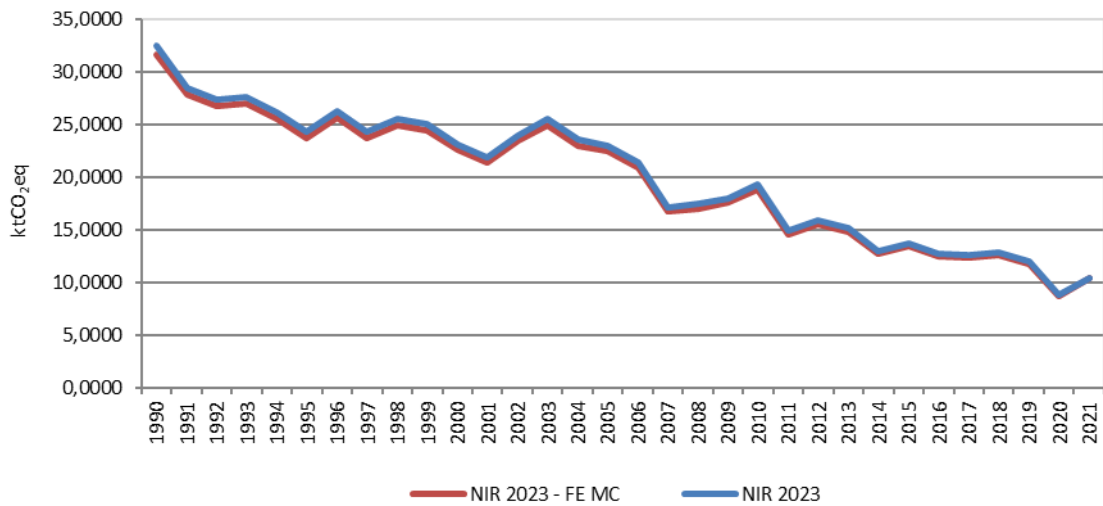
3.3.6.3.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

	FE(CO2) fossile kg/TJ	ρ kg/m3	PCI
<u>Cas du Fioul domestique</u>			
Inventaire actuel	74 523	845	42,6
Campagne de caractérisation MC	74 523	823,4	42,6
<u>Cas du B100</u>			
Inventaire actuel	74 523	883	37,4
Campagne de caractérisation MC	74 523	881,2	37,4
<u>Cas du GTL</u>			
Inventaire actuel	69 200	778	44
Campagne de caractérisation MC	70 710	777,8	43,9

Dans le secteur 1A4b, les valeurs du fioul domestique, du B100 et du GTL ont été évaluées lors de la caractérisation. En appliquant l'ensemble des facteurs de la campagne de caractérisation de Monaco au secteur 1A4b, on recalcule les émissions de GES de la série temporelle.

On peut alors comparer l'impact de ces paramètres sur les émissions avec la courbe ci-dessous :

Figure 97. Effets des paramètres issus de la caractérisation de MC sur les émissions de GES du secteur en comparaison avec les valeurs de l'inventaire actuel

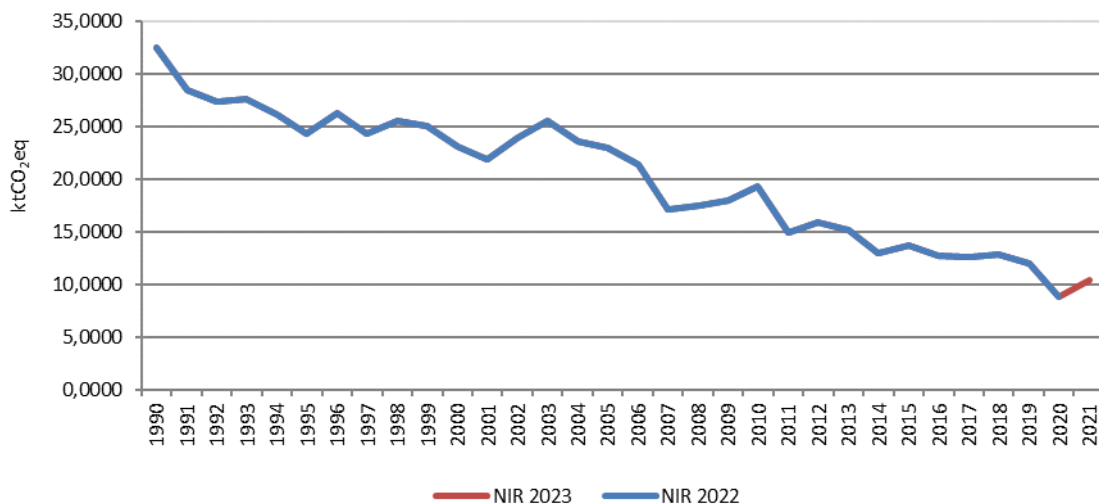


Sur la série temporelle, l'application des paramètres spécifiques à Monaco induit une variation de -2,4% à -1,06% selon les années par rapport aux valeurs d'émissions actuelles (avec une valeur moyenne de -2,2% de variation). En 2021, l'utilisation des paramètres spécifiques à Monaco induit une différence de -1,06% sur les valeurs d'émissions de GES du secteur par rapport à l'inventaire actuel.

3.3.6.3.6. RECALCUL

Impact du recalcul

Figure 101. Recalcul des émissions de GES du 1A4b



L'impact du recalcul est compris entre $9,7 \times 10^{-3}$ ktCO₂eq et $8,5 \times 10^{-3}$ ktCO₂eq sur l'ensemble de la série temporelle, par rapport à la précédente soumission.

Description du recalcul

Le recalcul concerne la valeur du FE(CO₂) du gaz naturel sur l'ensemble de la série temporelle.

Raisons et justifications

La valeur du FE(CO₂) du gaz naturel, fournie par le CITEPA, a été révisée pour l'année 2021 sur la série temporelle.

3.3.6.3.7. AMELIORATIONS

Une campagne de caractérisation des produits pétroliers vendus à Monaco a été initiée en 2022. Les données récoltées permettront de déterminer des facteurs d'émission spécifiques à Monaco pour les combustibles liquides. Ces données seront comparées aux données issues de la méthode actuelle.

3.3.6.4. 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.

3.3.7. 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. 1B. Emissions fugitives à partir des combustibles

A Monaco, les émissions de GES dues aux émissions fugitives à partir des combustibles sont exclusivement dues à la distribution du gaz naturel en réseau et présentées dans la catégorie 1.B.2.b ci-dessous.

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

Les émissions et puits de carbone de la catégorie des émissions fugitives en 2021 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 2021 de

0,5 kt CO₂eq

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

1,8 ktCO₂eq

Soit une variation de :

-70,6 % (-1,3 kt CO₂eq)

Les émissions fugitives à partir des combustibles représentent :

0,7 % des émissions globales (1,7 % en 1990)

0,8 % des émissions du secteur de l'énergie (1,7 % en 1990)

Figure 99. Evolution des émissions fugitives à partir des combustibles entre 1990 et 2021

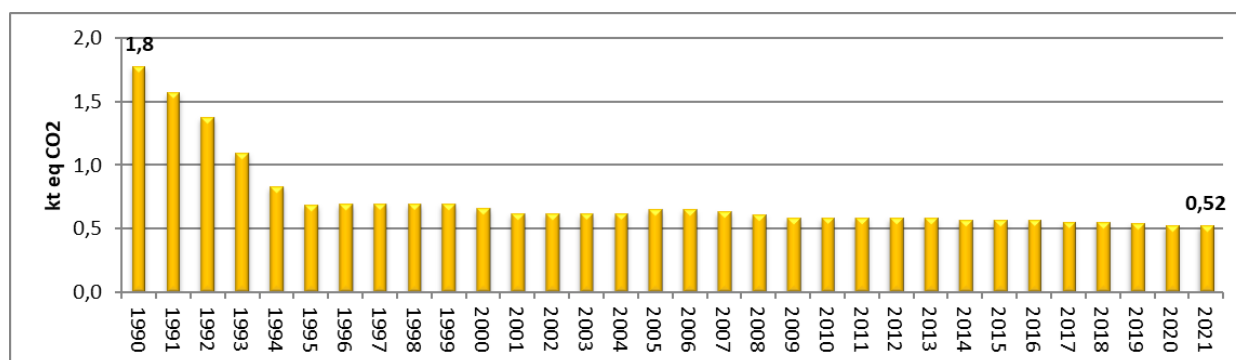
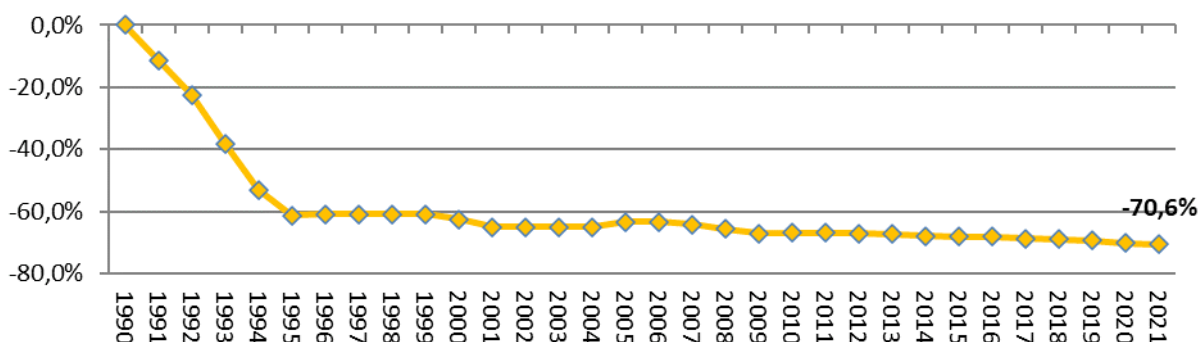


Figure 100. Evolution des émissions fugitives par rapport à 1990



3.4.1. 1B1 Emissions fugitives à partir des combustibles solides

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).

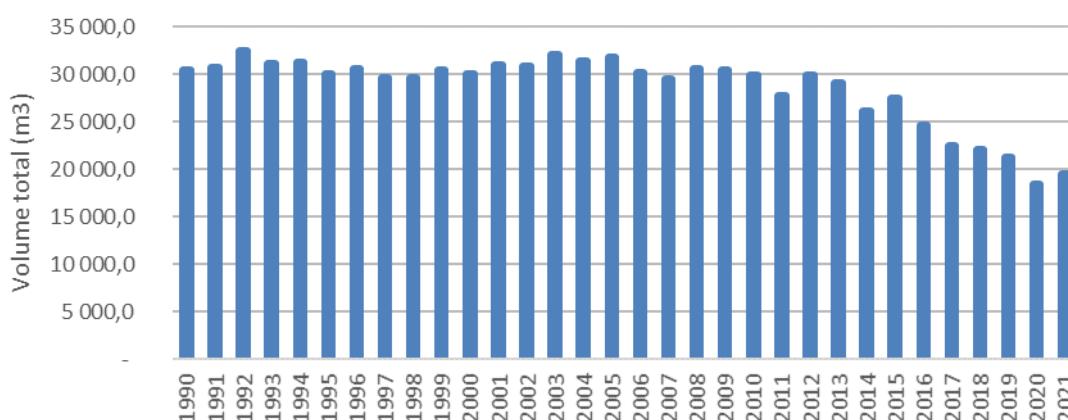
Les émissions fugitives à partir des cuves de stockage des carburants à Monaco ne sont pas estimées dans le cadre de cet inventaire, car aucune méthodologie n'est disponible dans les lignes directrices 2006 du GIEC. Les clés de notation « NE » sont donc utilisées.

Toutefois, les volumes de carburants distribués sur la Principauté et donc stockés sur la Principauté sont reportés dans les données d'activités de la fiche 1.B.2.a.5 du CRF.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution temporelle des ventes totales de carburants sur la Principauté³¹, incluant :

- le diesel, l'essence et le diester du routier
- le diesel et l'essence du secteur maritime
- le kérosène
- le GNR
- le fioul domestique, le fioul Lourd, le B100, le BTL et le GTL.

Figure 101. Evolution des volumes totaux de carburants stockés et distribués sur la Principauté



3.4.2. 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 CH₄ de cette catégorie constituent une catégorie clé.

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 possible³².

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

³¹ Données carburants 2021, Direction de l'Environnement.

³² <http://unfccc.int/resource/docs/2014/arr/mco.pdf>, paragraphe 50-53, 2013

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.

3.4.2.1. Réseaux de distribution de gaz

Les données sur le réseau et les équipements ont 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)³³.

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. En 2021, il n'y a cependant plus que 2 postes source.

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.

³³ Collecte de données 2021, SMEG

Figure 102. Evolution des longueurs de réseau par matériaux et par pression de service

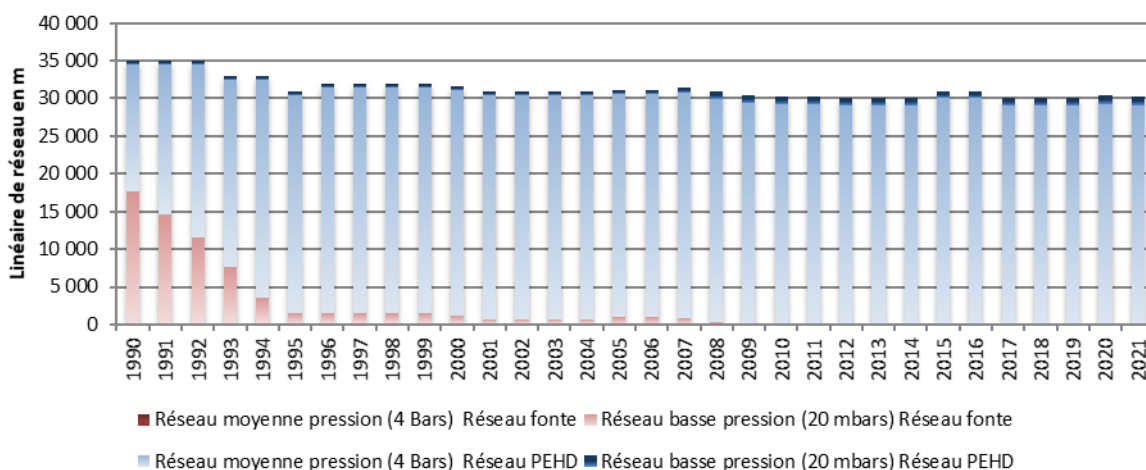
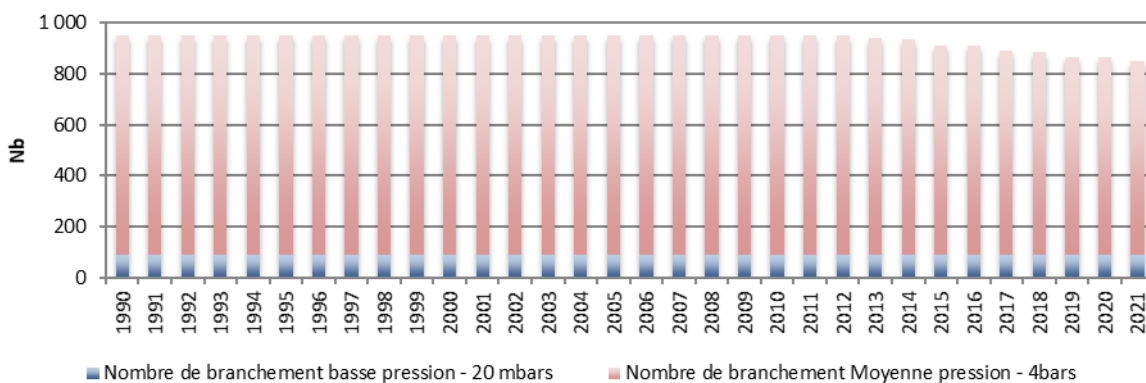


Figure 103. Evolution du nombre d'équipements – branchements de moyenne et basse pression



3.4.2.1.1. 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 2021 ». La méthodologie prend également en compte les recommandations de 2015.

Le compendium API comporte des facteurs d'émission pour le CO₂. Ceux-ci ont aussi été pris en compte et les émissions correspondantes ont été reportées dans le secteur 1.B.2.b.5.

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

Des recherches parallèles ont permis de déterminer que le gaz distribué dans le sud de la France et importé à Monaco est de type H (haut pouvoir calorifique). Selon des sources (Société Chimique de France) ainsi que des origines et quantité de gaz importée (SOES) la composition de gaz à haut pouvoir calorifique importé en France en 2015 des valeurs de l'ordre de 94.4%vol (95mol%) pour le CH₄ et de 0.3%vol (0.06mol%) pour le CO₂. Les émissions sont constituées des linéaires du réseau de distribution, des équipements branchements et des émissions non-routinières.

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

Avec

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

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

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

Emissions liées au linéaire du réseau de distribution

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

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 7-67 du Compendium API, les émissions concernent le CH₄ et le CO₂.

Emissions linéaire réseau Moyenne pression - 4 bars	FE issus du tableau 7-67 du compendium API	Kg/km/an
	FE de CH ₄ pour le PEHD	195.6
	FE de CH ₄ pour la fonte	2845
	FE de CO ₂ pour le PEHD	11.73
	FE de CO ₂ pour la fonte	280
Emissions linéaire réseau basse pression - 20mbars	FE issus du tableau 7-67 du compendium API	Kg/km/an
	FE de CH ₄ pour le PEHD	195.6
	FE de CH ₄ pour la fonte	2845
	FE de CO ₂ pour le PEHD	11.73
	FE de CO ₂ pour la fonte	280

Emissions liées aux équipements :

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

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 7-64 du Compendium API, ces émissions concernent le CH₄.

Emissions liées aux équipements	FE issus du tableau 7-64 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

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

Les facteurs d'émission sont issus du tableau 6-46 du Compendium API, ces émissions concernent le CH₄

	FE issus du tableau 6-46 du compendium API	Kg CH ₄ /km/an
Purges	Pipeline blowdowns (based on main and service length)	20,01
Incidents	Pipeline mishaps (dig ins based on mains and service length)	18,89
Soupapes de surpressions	FE Pressure relief valves (based on mains lengths)	0,5959
Entretien t d'équipements	M&R station maintenance upsets	2,895

3.4.2.1.2. 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 CO₂ et le CH₄ sont respectivement de 261% et 136%.

3.4.2.1.3. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

A la suite des différentes améliorations portées à l'estimation des émissions de cette catégorie sur la base d'une méthodologie de Tier 3 pour les émissions fugitives de CH₄, les facteurs d'émissions rapportés au linéaire du réseau de distribution ont été estimés en 2021 à 691 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 induits 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 basée sur les quantités de gaz distribuées (cf cat 1A1a+1A4) et montre pour 2021 un niveau d'émissions de 0,15 ktCO₂eq pour l'ensemble de la catégorie avec un facteur d'émission de 204,3kg/km pour le CH₄.

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

3.4.2.1.4. RECALCUL

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

3.4.2.1.5. AMELIORATIONS

Il n'est pas prévu d'amélioration.

3.4.3. 1B2c - Emissions due aux torchères et au venting

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

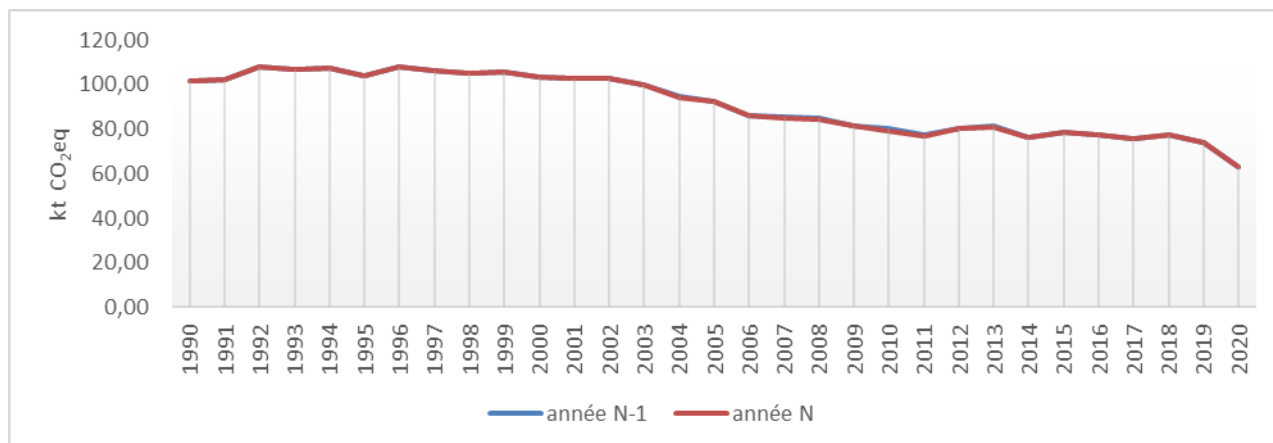
Ces activités n'ayant pas cours à Monaco, les émissions correspondantes à cette catégorie sont considérées comme nulles.

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

3.5. Recalcul du Secteur 1

Le présent graphique présente l'effet des recalculs réalisés dans le cadre du NIR 2022 par rapport au NIR 2021 sur la série temporelle 1990-2020 du secteur 1 – Energie.

Figure 104. Recalcul du Secteur 1



La variation est présentée dans le tableau ci-dessous :

		NIR année N-1	NIR année N	% d'évolution de NIR 2021 à NIR 2022
Secteur 1	1990	101,65	101,60	-0,05%
	2020	63,18	63,12	-0,1%

3.6. 1D - Memo Items

3.6.1. Soutes internationales - 1D1 International Bunkers

Les émissions et puits de carbone de la catégorie des soutes internationales (international bunkers) relatives aux transports pour 2021 sont présentés dans le tableau 1S2 et 1D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions des soutes internationales sont en 2021 de **10,9kt CO₂ eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculées sont de : **6,7 ktCO₂ eq**

Soit une variation de : **+ 63,9 % (4,2 ktCO₂eq)**

Figure 105. Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2021

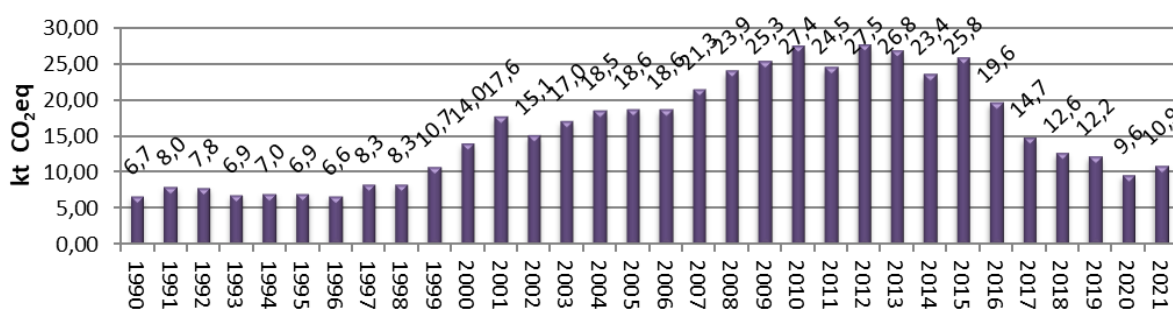
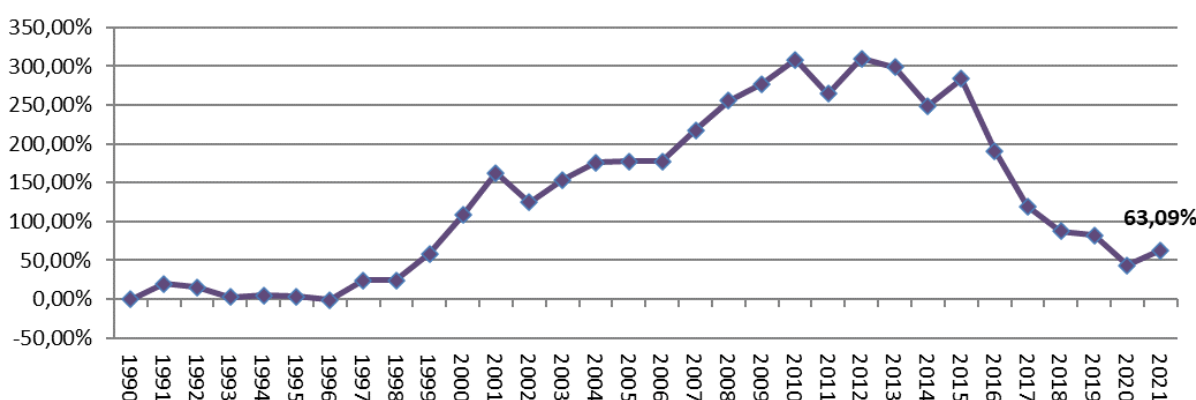


Figure 106. Evolution des émissions de GES des soutes internationales entre 1990 et 2021



Les émissions des soutes internationales sont passées de 6,7 ktCO₂eq en 1990 à 9,6 ktCO₂eq en 2021, soit une augmentation de 2,9 ktCO₂eq. Le maximum d'émission ayant été observé en 2012 avec 27,5 ktCO₂eq. Cette augmentation est principalement due à l'augmentation de la vente de carburant pour la navigation internationale.

3.6.1.1. 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'émission 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.

3.6.1.2. Répartition générale de la consommation énergétique

Figure 107. Evolution de la consommation énergétique des soutes internationales

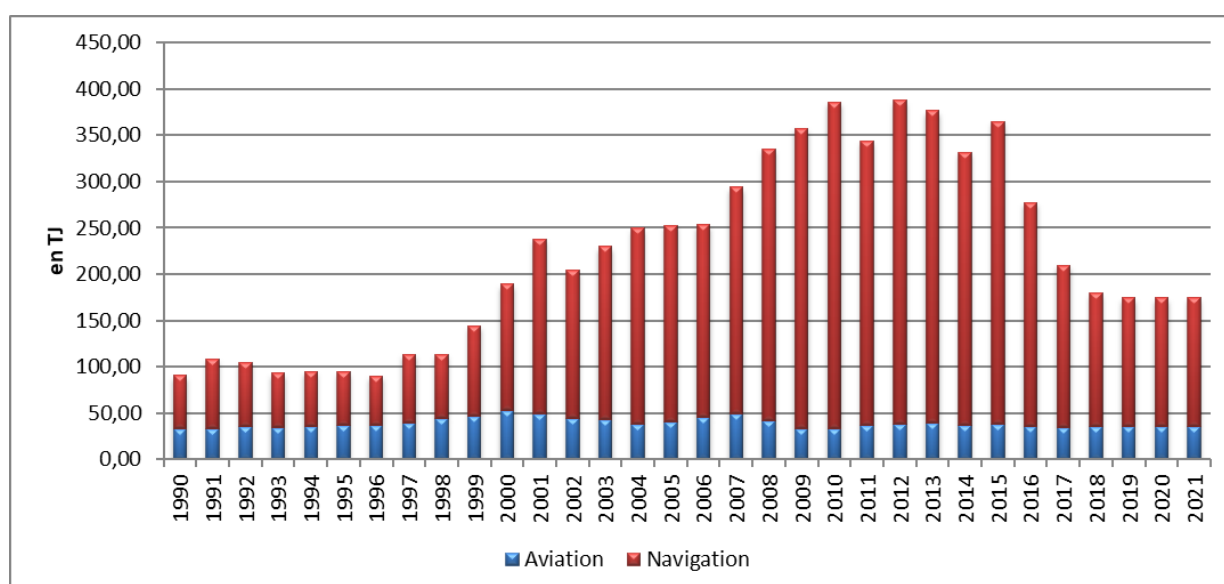
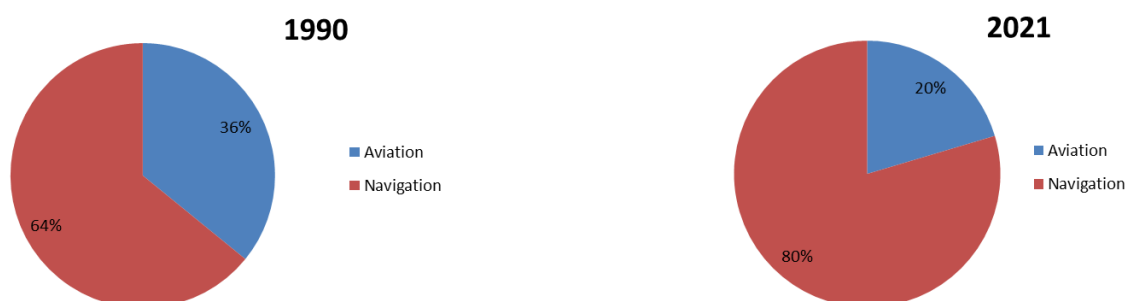


Figure 108. Répartition de la consommation énergétique des soutes internationales



En 1990, la consommation énergétique de la navigation représentait les deux tiers des soutes internationales. En 2021, la navigation représente 80% de la consommation de ce secteur.

3.6.1.3. 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 2021 de **1,6 kt CO₂ eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **2,3 ktCO₂ eq**

Soit une variation de : **- 29,6 % (-0,7 ktCO₂eq)**

Figure 109. Evolution des émissions de GES entre 1990 et 2021 des soutes internationales –Aviation civile

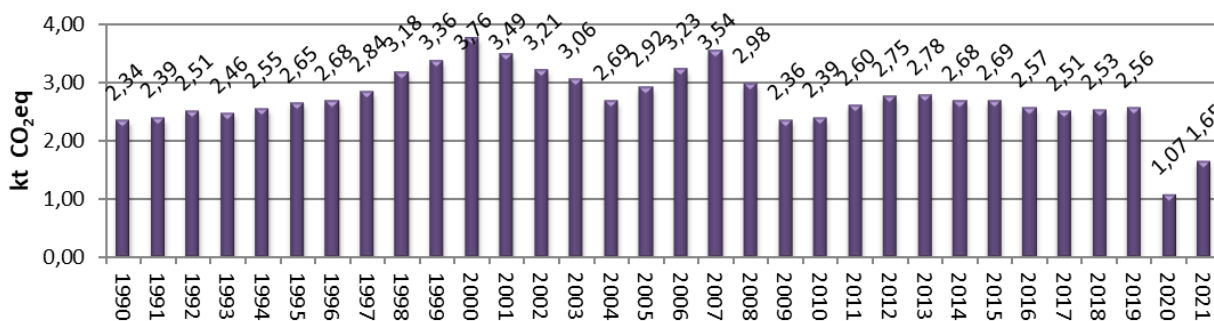
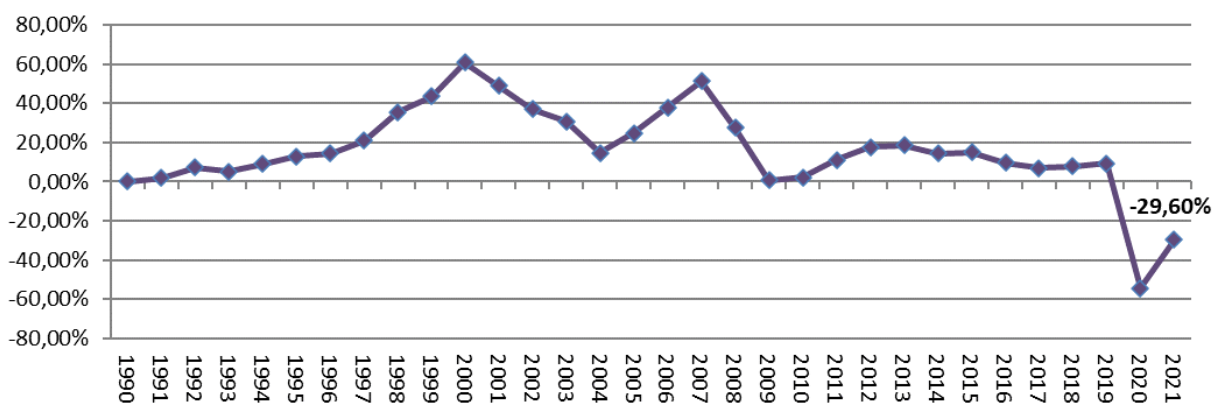


Figure 110. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 des soutes internationales –Aviation civile



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.

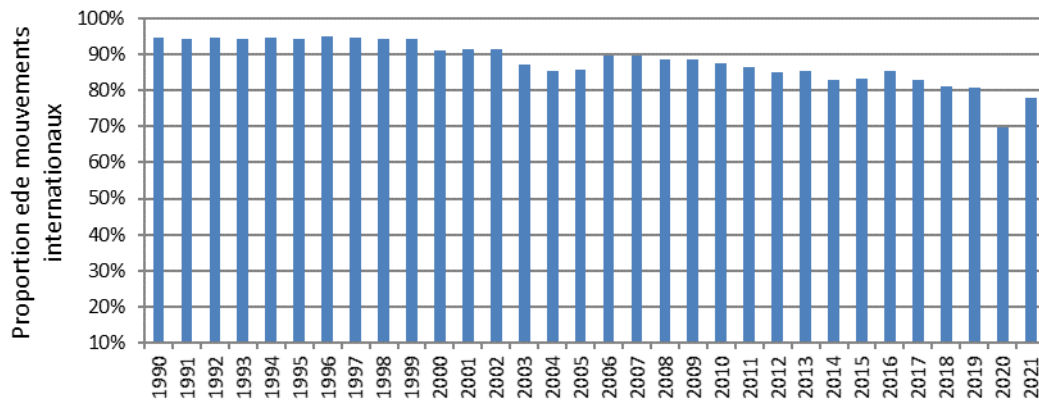
Aussi, de ces variations indépendantes, il n'est pas observé de tendances continues de variation des émissions sur la période.

Le seul carburant vendu par l'héliport de Monaco est le Kérosène pour aviation (Jet Kérosène), dont la consommation totale s'élève à 855 m³ en 2021³⁴.

La proportion de vols internationaux enregistrés par l'héliport de Monaco par rapport au nombre total de vols est de 78 % en 2021.

³⁴ Données carburants 2021

Figure 111. Evolution de la répartition des vols internationaux effectués



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

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

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

Les émissions des soutes internationales sont en 2021 de	9,3 ktCO ₂ eq
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	4,4 ktCO ₂ eq
Soit une variation de :	+ 112,8 % (4,9 ktCO ₂ eq)

Figure 112. Evolution des émissions de GES des soutes internationales –Navigation internationale

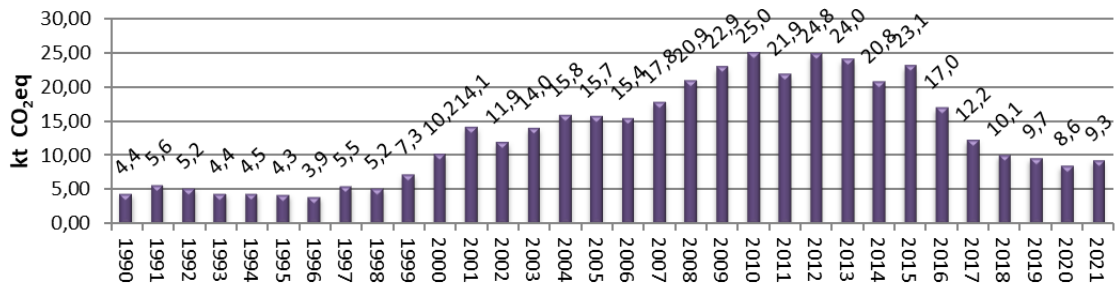
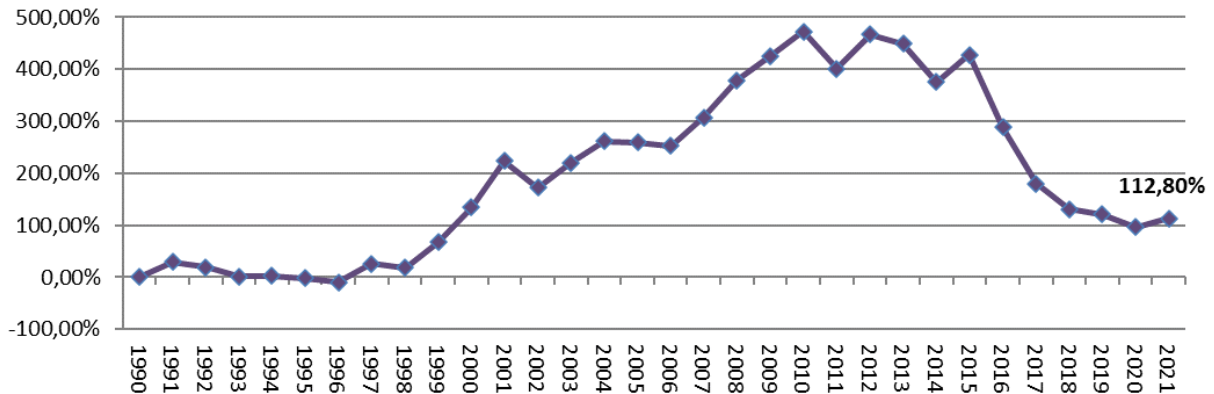


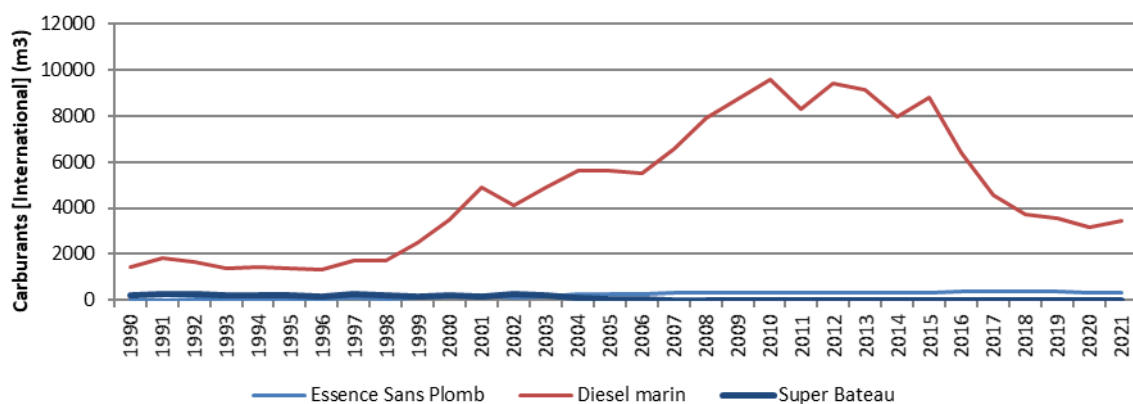
Figure 113. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 des soutes internationales –Navigation internationale



Les émissions de GES pour cette catégorie montrent une forte augmentation jusqu'en 2015, puis une chute jusqu'en 2020 pour la pandémie COVID19. Une légère reprise de l'activité est observée pour 2021. 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.

Figure 114. Ventes de carburants à destination de la navigation internationale



Les méthodologies utilisées pour évaluer les émissions de la navigation internationale sont en tout point identiques 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 2021 sont présentées dans le tableau 2 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur de secteur de l'Industrie sont en 2021 de : **6,0 ktCO₂eq**

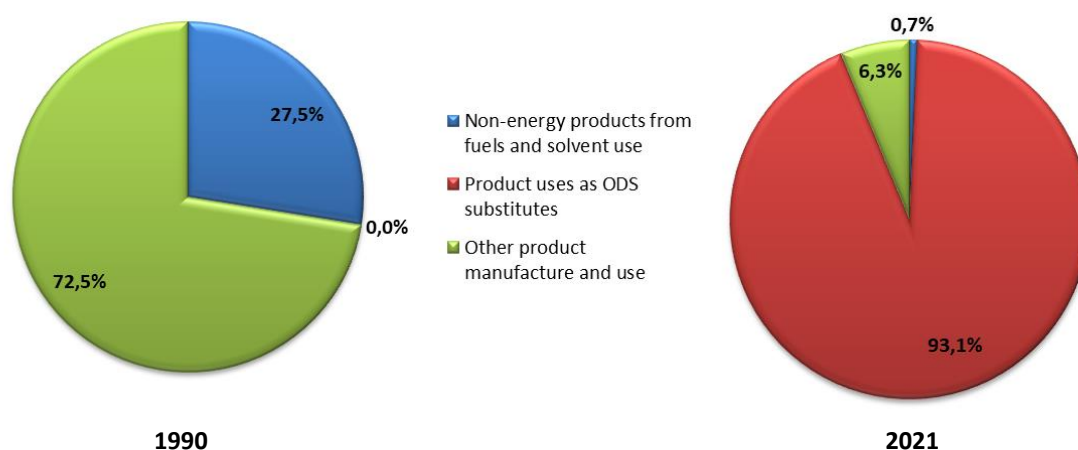
Les émissions de ce secteur, pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,15 ktCO₂eq**

Soit une variation de : **+4062,3 % (+5,85 kt CO₂eq)**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **8 % des émissions globales en 2021**

Les émissions du secteur de l'Industrie représentent : **0,1 % des émissions globales en 1990**

Figure 115. Répartition en 1990 et 2021 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 2019 ».

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 dispose de plusieurs améliorations qui sont détaillées dans les chapitres ci-après.

En outre, les émissions indirectes du secteur 2.D étaient jusqu'alors intégrées dans les émissions totales. Elles sont désormais reportées séparément.

4.2. Catégories sources

4.2.1. 2A – Industrie Minière

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

4.2.2. 2B – Industrie Chimique

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

4.2.3. 2C – Industrie Métallurgique

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

4.2.4. 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 2021 sont présentées dans le tableau 2D du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions la catégorie source 2D sont en 2021 de : **0,04 kt CO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,04 ktCO₂eq

Soit une variation de : **0,3 % (+0 kt CO₂eq)**

Les émissions de la catégorie source 2D représentent : 0,05% des émissions globales en 2021

Les émissions de la catégorie source 2D représentent : 0,04 % des émissions globales en 1990

Figure 116. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie source 2D- Produits non énergétiques issus de combustibles et de l'utilisation des solvants

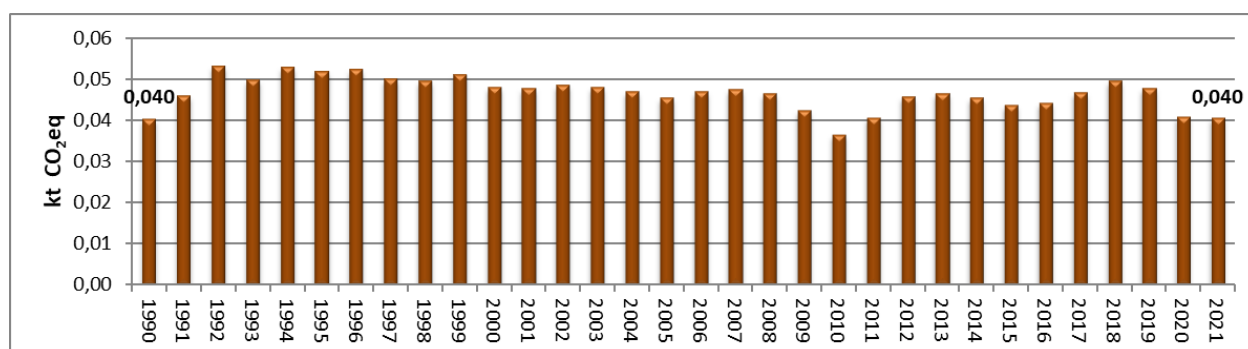
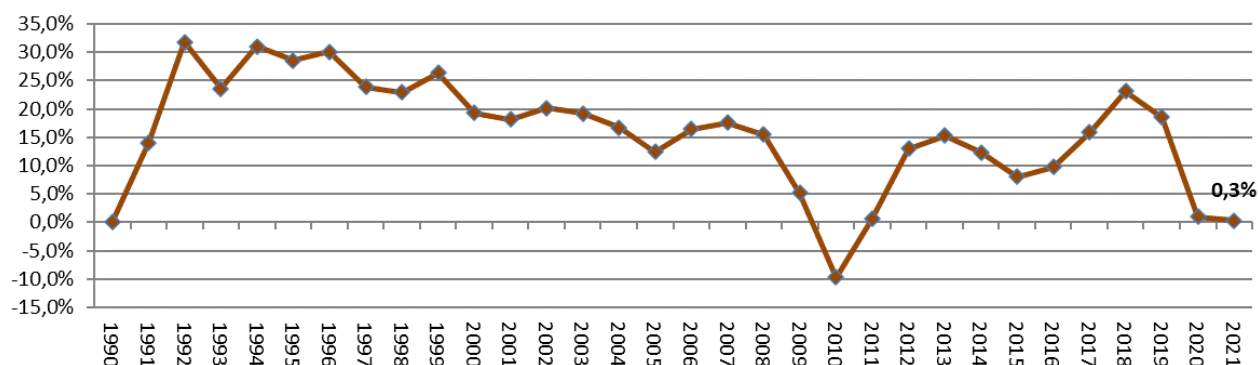


Figure 117. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie source 2D - Produits non énergétiques de combustibles et de l'utilisation des solvants



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. 2.D.1 - Utilisation de lubrifiant

Il s'agit d'estimer les émissions dues à la consommation de lubrifiant dans les moteurs 4 temps (consommation non énergétique). Les émissions liées aux moteurs 2 temps (consommation énergétique) sont considérées dans les chapitres relatifs au transport routier.

4.2.4.2.1. METHODOLOGIE D'ESTIMATION DES EMISSIONS

La méthodologie utilisée pour estimer les émissions dues à la consommation de lubrifiant par les véhicules routiers est de Tier 1, d'après l'équation 5.2 des guidelines du GIEC (IPCC, GL2006, 5.2.2.1, vol. 3, CH5) :

$$CO_2 \text{ Emissions} = LC * CCLubricant * ODULubricant * 44/12$$

Où :

CO₂, Emissions est en tonne de CO₂

LC, la consommation totale de lubrifiants

CC, le contenu en carbone (kg C/GJ)

ODU, le facteur oxydant

44/12, le ratio massique de CO₂/C.

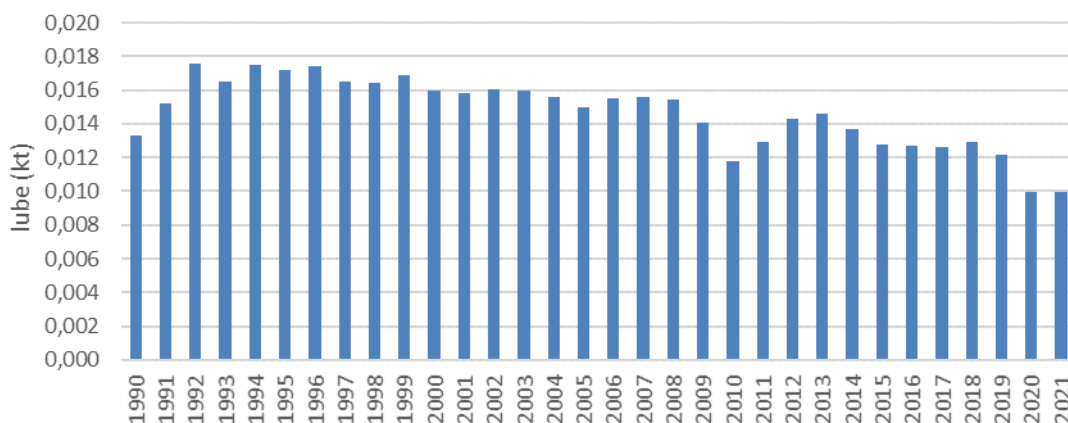
Il n'y a pas de données disponibles sur les huiles vendues et consommées en Principauté. Aussi, les consommations non-énergétiques de lubrifiants sont calculées dans l'outil routier (cf. secteur 1.A.3.b), développé à partir du calcul COPERT : le résultat obtenu dans ce calcul est la quantité d'huile des moteurs 4 temps effectivement brûlée dans la chambre de combustion (LC correspond au contenu en huile du carter moteur et ODU la part qui remonte dans la chambre de combustion).

Ce résultat obtenu par le calcul COPERT donne donc directement la consommation en lubrifiants, sachant que dans COPERT, il n'est pas possible de distinguer LC de ODU :

$$\text{Conso_lube (kt)} = \text{LC} * \text{ODULubricant}$$

Les résultats obtenus pour l'ensemble de la série temporelle sont présentés dans le graphique ci-dessous.

Figure 118. Quantité de lubrifiant des moteurs 4 temps effectivement brûlée (hors moteur 2 temps)



Les émissions sont ensuite calculées avec le FE $\text{CO}_2(\text{Lubrifiant}) = \text{PCI} * \text{CC} * 44 / 12 = 2936 \text{ tCO}_2 / \text{t}_{\text{huile}}$ fourni par le CITEPA et calculé à partir du PCI moyen des lubrifiants.

Comme expliqué dans le paragraphe 7.1, pour leur recyclage et leur traitement, les huiles de vidange utilisées dans le transport en Principauté sont exportées en France, conformément à la Convention de Bâle sur le transfert transfrontalier des déchets dangereux. En 2021, environ 98 tonnes d'huiles usagées ont été exportées.

4.2.4.2.2. 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.

4.2.4.2.3. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Les contrôles de ce secteur ont été réalisés conformément aux dispositions générales décrites dans le paragraphe 1.2.4.

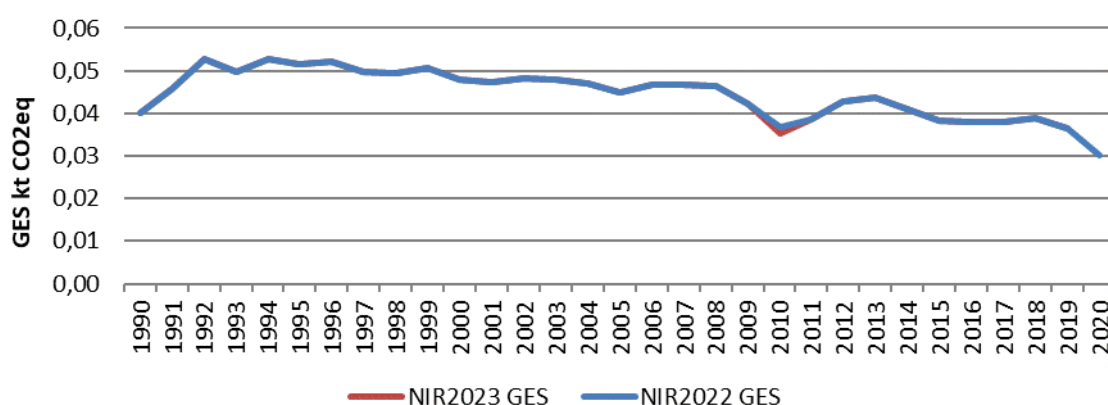
4.2.4.2.4. RECALCUL

Description du recalcul

Le recalcul concerne les quantités de vêtements déclarés pour les années 2019 et 2020.

Impact des recalculs

Figure 119. Recalcul des émissions liées à la consommation de lubrifiant (hors moteur 2 temps)



La variation observée entre le NIR 2022 et le NIR 2023 est présentée dans le graphique ci-après, avec une variation entre -4,1% et +2.E-4% entre 2009 et 2020.

Raisons et justifications

Des modifications d'amélioration dans l'outil ainsi que d'une donnée d'entrée en 2010 ont impliqué ce recalcul.

4.2.4.2.5. AMELIORATION

Il n'y a pas d'amélioration prévue.

4.2.4.3. 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, comme pour toute la période, la quantité de cire de paraffine consommée à Monaco sur l'ensemble de la série temporelle, à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

Le pouvoir calorifique de la paraffine, un lubrifiant, a été corrigé lors de la soumission 2021 conformément aux lignes directrices

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 D³⁵ est appliquée pour calculer les émissions de CO₂ associées à cette activité.

Méthode T1 avec facteur d'émission D³⁶

$$\text{Emissions CO}_2 = \text{PW} * \text{CC}_{\text{cire}} * \text{ODU}_{\text{cire}} * 44/12$$

Avec :

PW	= consommation de cire totale, TJ (pouvoir calorifique de la paraffine : 40,2 kJ/g de paraffine)
CC _{cire}	= contenu carbonique de la cire de paraffine (par défaut, 20,0 kg C/GJ)
ODU _{cire}	= facteur ODU pour la cire de paraffine (par défaut, 0,2)
44/12	= rapport de masse du CO ₂

4.2.4.3.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

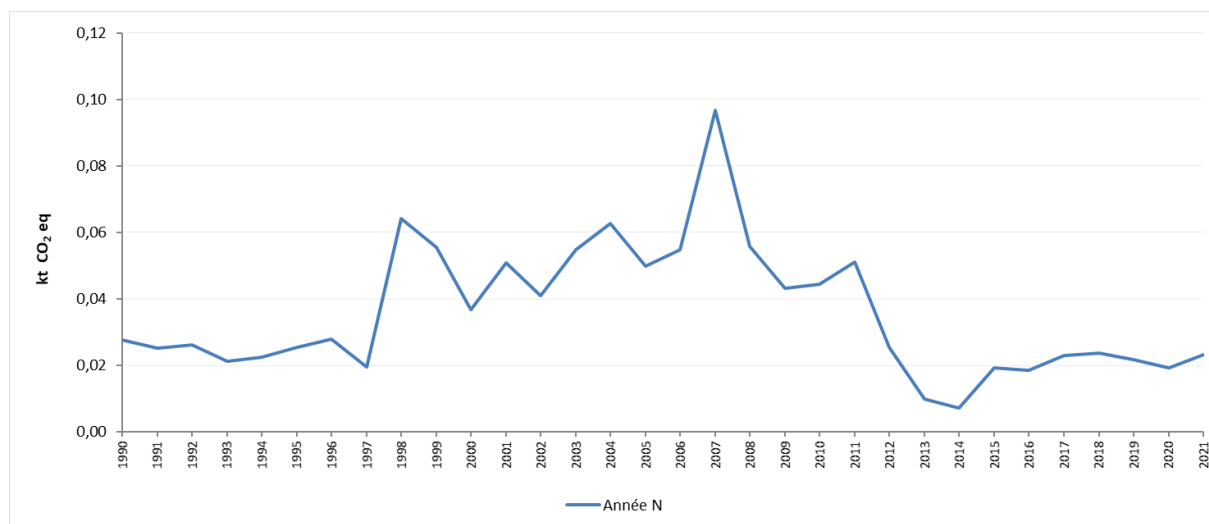
L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 5%.

L'incertitude sur le coefficient CC_{cire} est de 5%³⁷

L'incertitude sur le facteur ODU est de 100%

Une incertitude combinée du facteur d'émission a été calculée.

Figure 120. Evolution des émissions de GES liées à l'utilisation de cire de paraffine



4.2.4.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.4.3.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.4.3.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

³⁵ GIEC 2006 - Produits non énergétiques provenant de combustibles et de l'utilisation de solvants, 5.3 Utilisation de cire de paraffine

³⁶ GIEC 2006 - Equation 5.4

³⁷ GIEC 2006 - § 5.3.3.1

4.2.4.4. 2.D.3 - Autres

4.2.4.4.1. ENTREPRISES DE PEINTURE « PAINT APPLICATION »

(Méthode T1, CS)

4.2.4.4.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Il existe, en Principauté de Monaco, uniquement des entreprises de peinture en bâtiment. Aussi, les émissions de cette catégorie sont estimées à partir de la consommation de peinture de ces entités (données déclarées annuellement par les entreprises de peinture).

Compte-tenu de la taille restreinte du pays, des variations interannuelles peuvent survenir, notamment en fonction de chantiers majeurs en Principauté (Monte-Carlo Bay Resort en 2005, Immeubles « Victoria » et « Palais de la Scala » et Hôtel Hermitage en 2011-2012, Monte-Carlo View en 2013-2014, Immeuble « Petite Afrique » et Hôtel de Paris en 2016.

Une amélioration de la méthodologie a été mise en œuvre cette année permettant d'intégrer la nature des peintures et les quantités de solvants consommées).

4.2.4.4.1.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité est réalisée à l'aide d'une méthode T1 avec facteur d'émission CS.

La méthode prend en compte une évolution du facteur d'émission.

Faute de données territoriales, de 1990 à 2006, le facteur d'émission moyen des peintures en bâtiment de l'inventaire française est pris en considération.

Une enquête réalisée en 2021 auprès des entreprises sur les principales peintures utilisées en Principauté permet aujourd'hui d'établir un facteur d'émission CS par nature de peintures.

La méthode a également été améliorée par la prise en compte des solvants utilisés par les entreprises de peintures (obtenus lors des déclarations annuelles)

Méthode T1 avec facteur d'émission CS³⁸

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{\text{production}}$ = quantité de peinture consommée par an

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission

Puis, le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6^{39} \times (44/12)$$

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

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 réponses au questionnaire, si nécessaire : 1 litre de peinture = 1,4 kg

4.2.4.4.1.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à partir du taux de réponse annuelle.

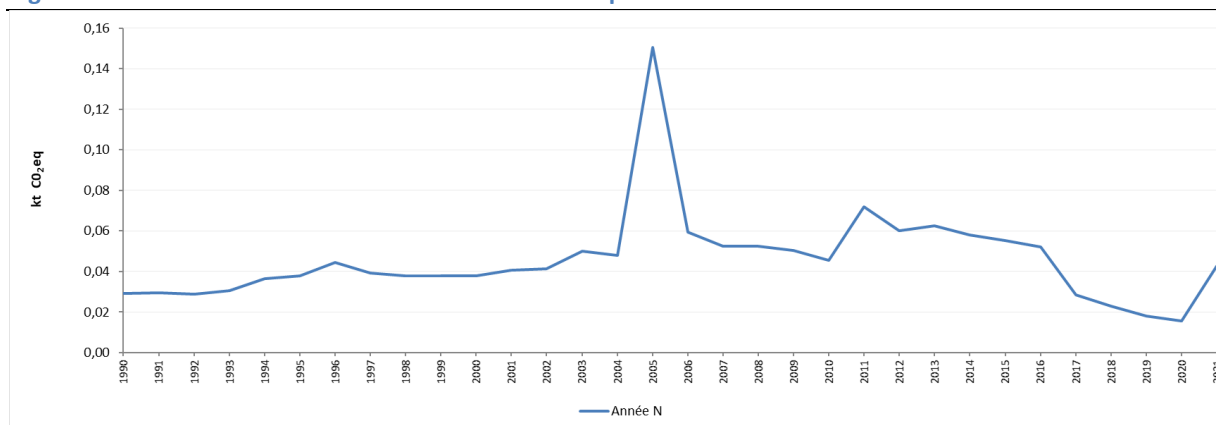
L'incertitude spécifique à chaque facteur d'émission est estimée à 30%.

L'incertitude combinée a été calculée.

³⁸ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019

³⁹ Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

Figure 121. Emissions indirectes liées à l'utilisation de peinture



4.2.4.4.1.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.4.4.1.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.4.4.1.6. AMELIORATIONS

Aucune autre amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

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 différents pressings implantés en Principauté de Monaco, seuls cinq ont une activité réelle de nettoyage sur le territoire. Les autres sont des points de dépôt dont l'activité de nettoyage est localisée hors des frontières.

Les pressings déclarent annuellement 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.

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 est 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 vêtements nettoyés.

Méthode T2 avec facteur d'émission D⁴⁰

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

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

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission soit 177 grammes par kilogramme de vêtements nettoyés

⁴⁰ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.D.3.f - Table 3.2

De plus, afin de traduire l'évolution technologique du parc des machines au fil du temps, un abattement⁴¹ est appliqué selon la formule :

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

De 1990 à 1995, $n_{\text{abatement}} = 89\%$

De 1996 à 2016, $n_{\text{abatement}} = 91\%$.

Le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6^{42} \times (44/12)$$

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

4.2.4.4.2.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

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

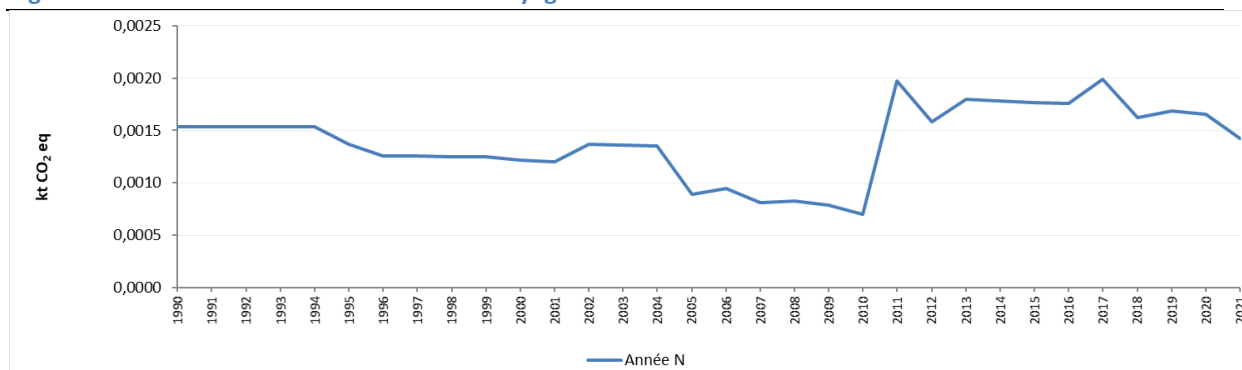
L'incertitude spécifique au facteur d'émission est donnée dans la Table 3-2 susmentionnée.

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

Tableau 32. Facteurs d'émission et incertitudes

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

Figure 122. Emissions indirectes liées au nettoyage à sec de vêtements



4.2.4.4.2.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.4.4.2.5. RECALCUL

Description du recalcul

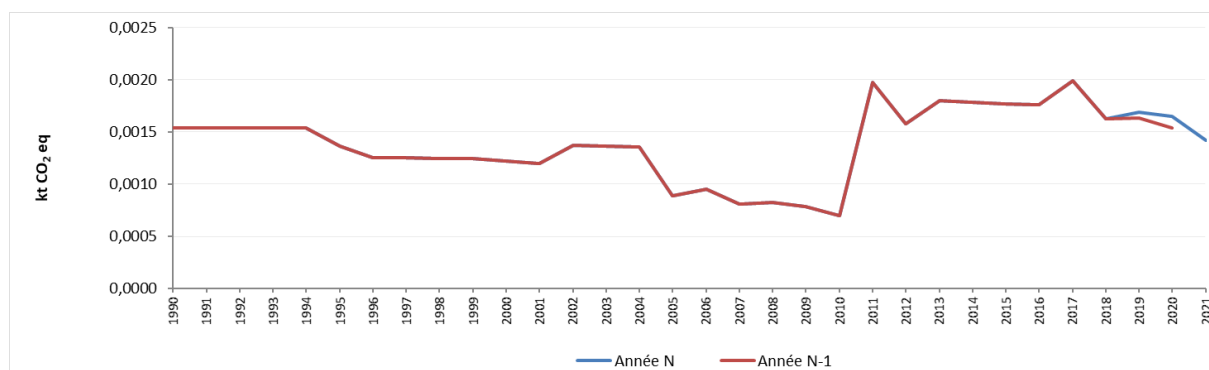
Le recalcul concerne les quantités de vêtements déclarés pour les années 2019 et 2020.

⁴¹ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.D.3.f - Table 3-3

⁴² Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

Impact du recalcul

Figure 123. Recalcul des émissions de GES liées au nettoyage à sec de vêtements



Les variations d'émissions résultantes sont mineures (le maximum de variation suite à ce recalcul est de +7.41% en 2020).

Raisons et justification

Une entreprise (dont l'activité a commencé en 2019) nous a communiqué pour la première fois ses données.

4.2.4.4.2.6. AMÉLIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

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

4.2.4.4.3.1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA CATÉGORIE 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.

Les données de quantités de bitume épandus sont déclarées annuellement.

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.

L'augmentation significative des données d'activité en 2016 provient des opérations réalisées pour le Tunnel Albert II.

4.2.4.4.3.2. METHODOLOGIE D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une méthodologie T2 est utilisée pour le calcul des émissions de CO₂ associées à l'utilisation d'enrobés bitumeux. La seule technologie de production d'enrobés bitumeux utilisée à Monaco est de type « batch mix/hot mix batch ».

Méthode T2 avec facteur d'émission D⁴³

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

avec : $AR_{\text{production}}$ = quantité d'enrobé épandu sur la chaussée pendant l'année

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission soit 16 grammes par tonne d'enrobé utilisée

Puis, le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

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

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

4.2.4.4.3.3. 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 susmentionnée.

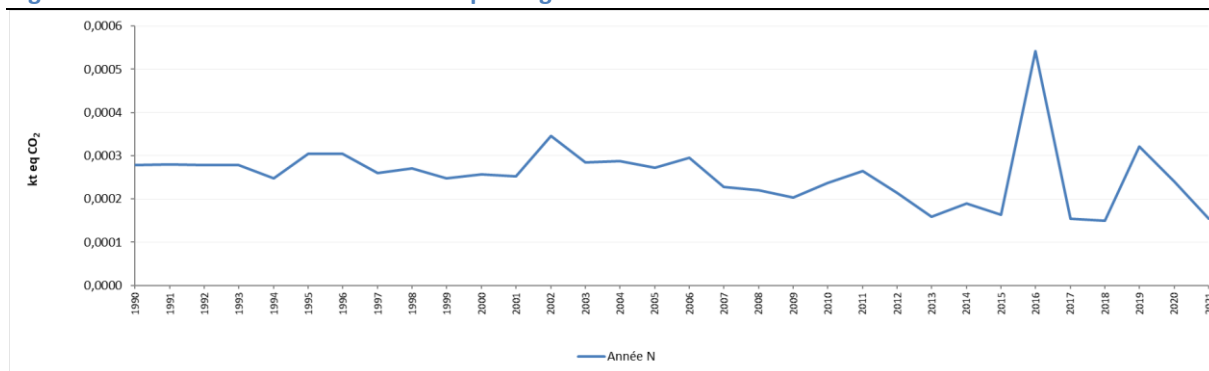
L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a ainsi été calculée.

Tableau 33. Facteurs d'émission et incertitudes

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.

Figure 124. Emissions indirectes liées à l'épandage de bitume



4.2.4.4.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.4.4.3.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

⁴³ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.D.3.d - Table 3.2

⁴⁴ Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

4.2.4.4.3.6.AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

4.2.4.4.4. IMPRIMERIES « PRINTING »

(Méthode T1, D)

4.2.4.4.4.1.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 déclarées annuellement par les imprimeurs.

La consommation d'encre par ce secteur d'activité a fortement diminué depuis 2005.

4.2.4.4.4.2.METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité est 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.

Méthode T1 avec facteur d'émission D⁴⁵

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

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

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

Puis, le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6^{46} \times (44/12)$$

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

4.2.4.4.4.3.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 par les lignes directrices.

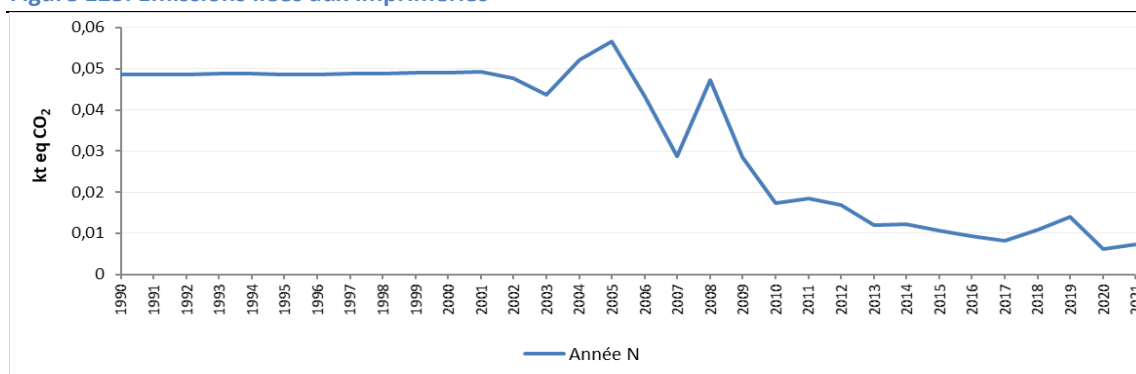
L'incertitude combinée, pour chaque polluant, a été calculée.

Tableau 34. Facteurs d'émission et incertitudes

Polluant	Facteur d'émission	Unité	95% intervalle de confiance	
			-	+
NMVOC	500	g/kg d'encre	30	2 100

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.

Figure 125. Emissions liées aux imprimeries



⁴⁵ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.D.3.h - Table 3.1

⁴⁶ Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

4.2.4.4.4.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.4.4.4.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.4.4.4.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

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 d'un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité.

4.2.4.4.5.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité est 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 préservateur⁴⁷ avec un abattement de 5% lié à la présence d'une gestion efficace des solvants au sein des entreprises assorties de contrôles.

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

Méthode T2 avec facteur d'émission D⁴⁸

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

Avec :

$AR_{\text{production}}$ = quantité de bois qui a subi un traitement de préservation antifongique et/ou anti-insecte et/ou anti-humidité par an en m³

$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission : 1 m³ de bois nécessite 24 kg de conservateur contenant des solvants et 1 kg de conservateur contenant des solvants représente un potentiel d'émissions de 945 g de NMVOC.

De plus, comme indiqué précédemment, un abattement de 5% est appliqué selon la formule :

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

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

Le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6^{49} \times (44/12)$$

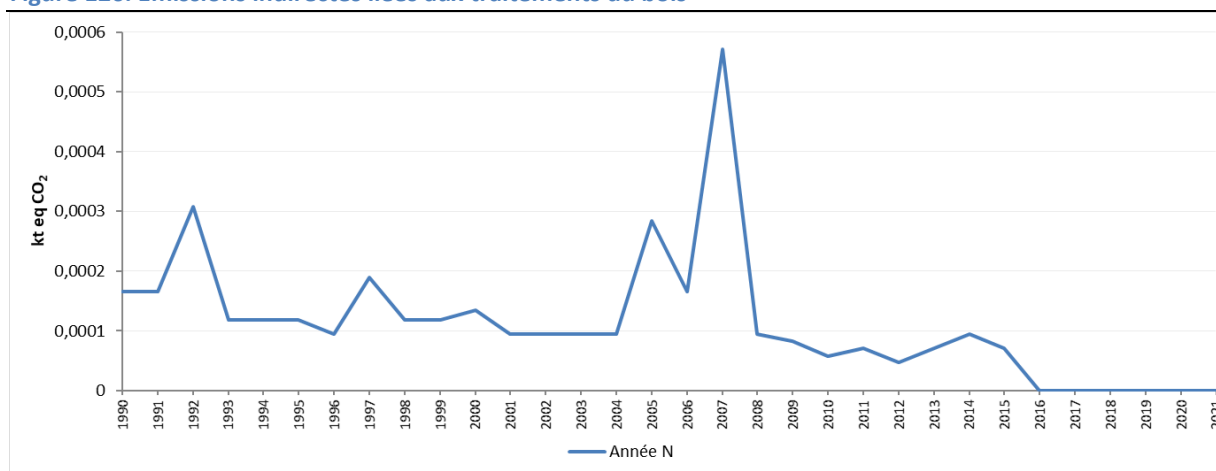
(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

⁴⁷ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.I - Tables 3.6

⁴⁸ EMEP EEA Emissions Inventory Guidebook - Edition 2019 – 2.I - Table 3.19

⁴⁹ Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

Figure 126. Emissions indirectes liées aux traitements du bois



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 par les lignes directrices.

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

Tableau 35. Facteurs d'émission et incertitudes

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

La continuité des données d'activité 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.

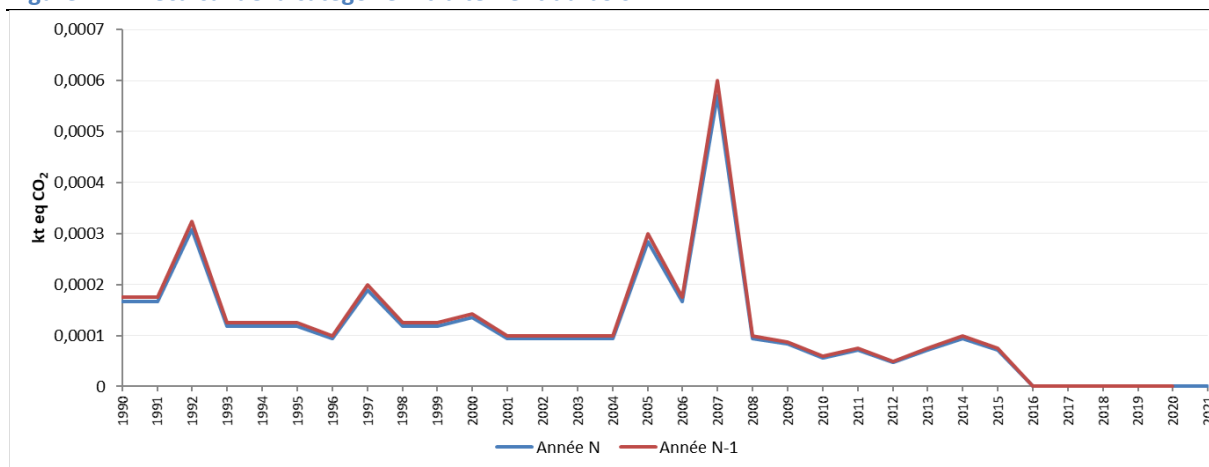
4.2.4.4.5.5. RECALCUL

Description du recalcul

Le recalcul concerne la correction d'une erreur de calcul.

Impact des recalculs

Figure 127. Recalcul de la catégorie « traitement du bois »



L'impact du recalcul est négligeable.

Raisons et justifications

Un recalcul est nécessaire suite à la correction d'une erreur de calcul dans la série temporelle.

4.2.4.4.5.6. AMÉLIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

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

4.2.4.4.6.1. 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 déNO_x SCR (SelectiveCatalystReduction) utilisé pour réduire les émissions de NO_x dans le transport routier utilisent une solution aqueuse d'urée, en tant qu'agent réducteur et se retrouvent :

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

Les émissions sont donc évaluées selon l'équation :

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

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

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

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

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

Le facteur d'émissions de 0.238 kg CO₂/kg urée provient du guidebook 2019, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*.

4.2.4.4.6.2. 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).

4.2.4.4.6.3. COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

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

4.2.4.4.6.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Les contrôles de ce secteur ont été réalisés conformément aux dispositions générales décrites dans le paragraphe 1.2.4.

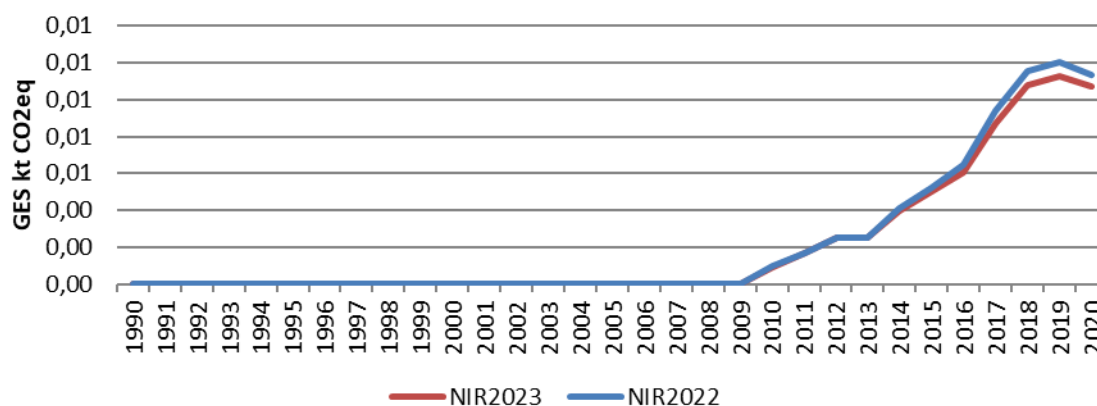
4.2.4.4.6.5. RECALCUL

Descriptions du recalcul

Des modifications dans l'outil ont impliqué ce recalcul.

Impact des recalculs

Figure 128. Recalcul des émissions de CO₂ due à l'urée dans le transport routier



La variation observée entre le NIR 2023 et le NIR 2022 est présentée dans le graphique ci-après, avec une variation entre -9% et + 003% entre 2009 et 2021.

Raisons et justifications

Un contrôle-qualité sur les données d'entrée de carburants a mis en évidence quelques erreurs, induisant le recalcul sur l'ensemble de la série temporelle.

4.2.4.4.6.6. AMELIORATION

Il n'y a pas amélioration prévue.

4.2.4.4.7. UTILISATION DOMESTIQUE DES SOLVANTS « DOMESTIC SOLVENT USE »

(Méthode T1,D)

4.2.4.4.7.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité de solvants domestiques consommés à Monaco est déterminée, sur l'ensemble de la série temporelle, à partir du nombre d'habitants à Monaco.

4.2.4.4.7.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à ce secteur d'activité est 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.

Méthode T1 avec facteur d'émission D^{50}

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

Soit pour des NMVOC (en grammes)

Avec :

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

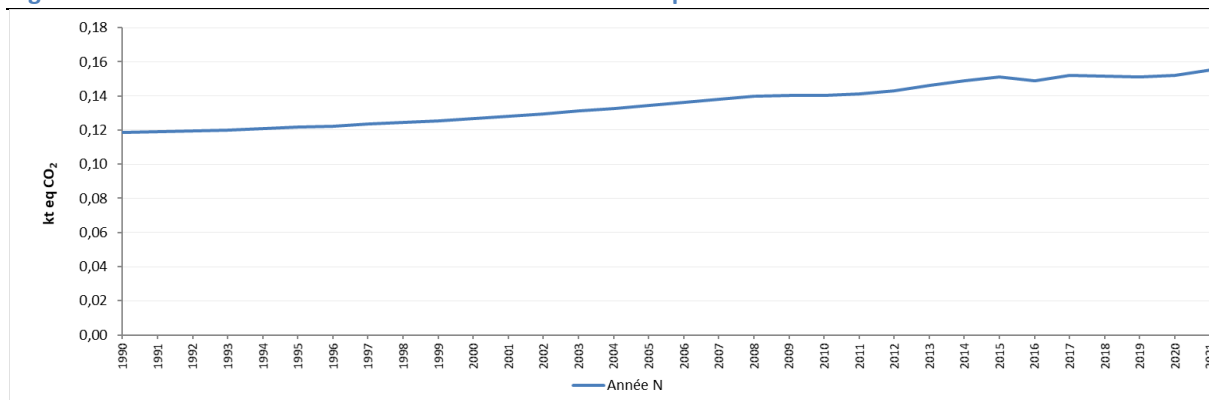
$EF_{\text{pollutant}}$ = facteur d'émission : 1,8 kg NMVOC par personne et par an

Puis, le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{\text{pollutant}} \times 0,6^{51} \times (44/12)$$

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

Figure 129. Emissions indirectes liées à l'utilisation domestique de solvants



4.2.4.4.7.3. 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 par les lignes directrices.

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

Tableau 36. Facteurs d'émission et incertitudes

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.

⁵⁰ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Table 3.1 “western Europe”

⁵¹ Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

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. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.4.4.7.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration prévue.

4.2.4.4.8. APPLICATION DE COLLES ET ADHÉSIFS « APPLICATION OF GLUES AND ADHESIVES »

Méthode CS, CS

4.2.4.4.8.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Compte-tenu de l'absence de données statistiques nationales, la quantité de colles et adhésifs consommée à Monaco sont déterminée sur l'ensemble de la série temporelle, à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine-Population Monaco.

4.2.4.4.8.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une estimation des émissions de NMVOC liées à l'utilisation de colles et d'adhésifs est donc basée sur les données françaises.

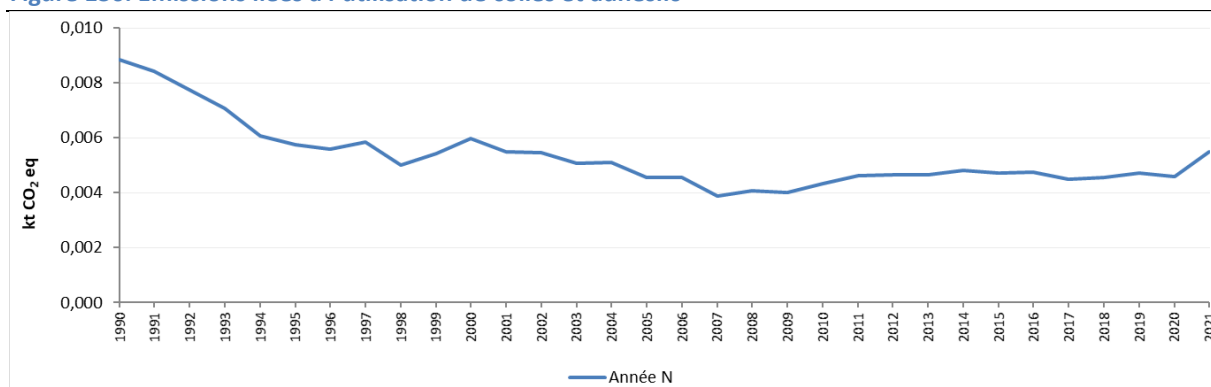
Le calcul des émissions de CO₂ (en grammes) associées correspond à :

$$E_{CO_2} = E_{pollutant} \times 0,6^{52} \times (44/12)$$

(44/12) étant le rapport de masse du CO₂

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

Figure 130. Emissions liées à l'utilisation de colles et adhésifs



4.2.4.4.8.3. 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 30%.

4.2.4.4.8.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

⁵² Lignes directrices GIEC 2006, Vol 1.7 chapitre 7, encadré 7.2

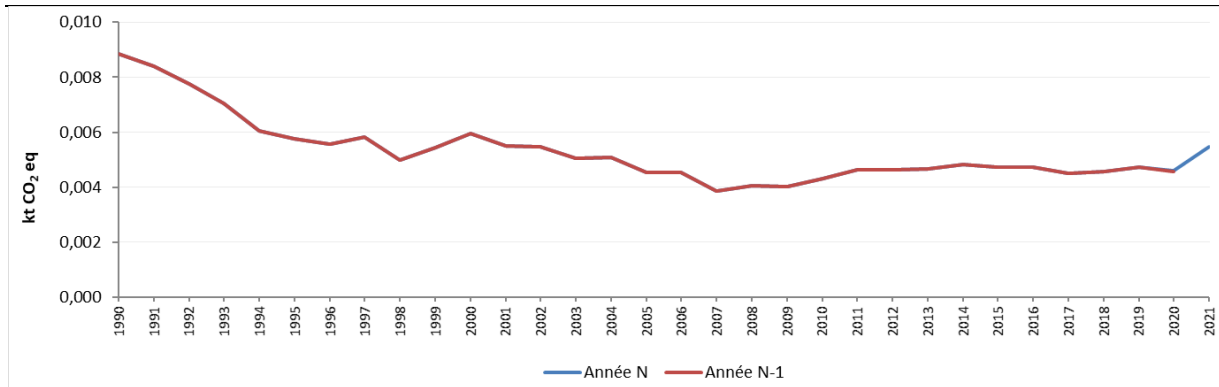
4.2.4.4.8.5.RECALCUL

Description du recalcul

Le recalcul concerne la quantité de colles et adhésifs consommée à Monaco.

Impact du recalcul

Figure 131. Recalcul des émissions liées à l'utilisation de colles et adhésifs



Les variations d'émissions résultantes sont mineures (le maximum de variation suite à ce recalcul est de 0.42% en 2020).

Raisons et justification

Ce recalcul a été réalisé du fait de légères modifications des données d'activité françaises pour les années 2018 et 2020.

4.2.4.4.8.6.AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

4.2.5. 2E – Industrie Electronique

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

4.2.6. 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 2021 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 2021 de : **5,6 kt CO₂eq**

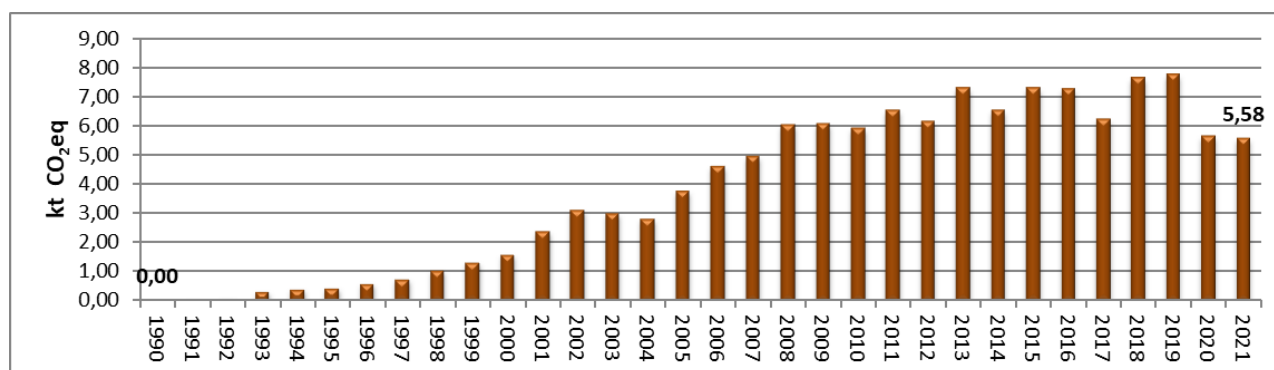
Les émissions pour l’année de référence (1990) recalculée sont de : 0,00 ktCO₂eq

Soit une variation de : **+ 5,6 kt CO₂eq**

Les émissions de la catégorie 2F représentent : 7,6 % des émissions globales en 2021

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.

Figure 132. Emissions de GES entre 1990 et 2021 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. 2.F.1.b - Réfrigération domestique

Méthode T2, avec facteur d'émission D)

La catégorie 2.F.1.b évalue les émissions GES qui ont pour origine la la réfrigération domestique.

Les émissions de la catégorie 2.F.1.b en 2020 sont présentées dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la catégorie 2.F.1.b sont en 2020 de **0,05** **kt CO₂ eq**

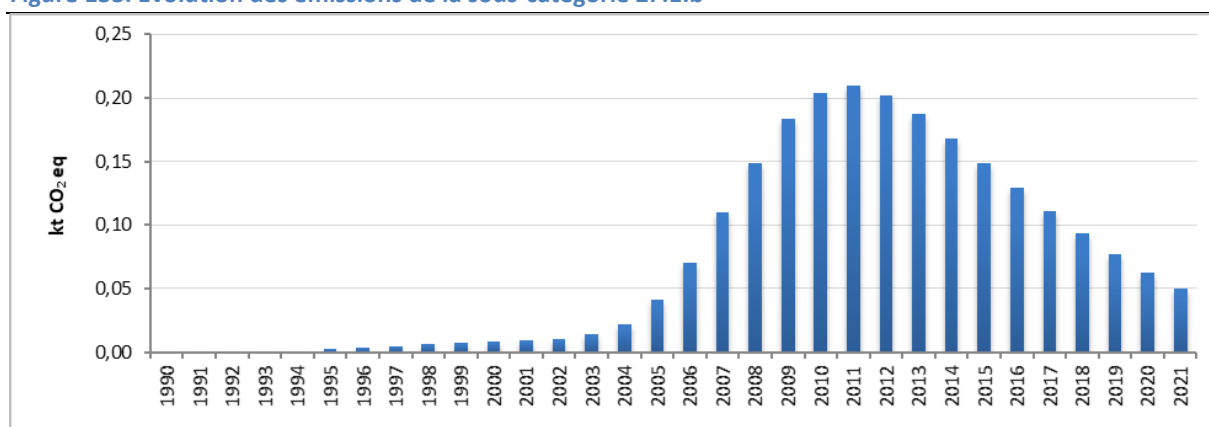
Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : **0,00** **ktCO₂ eq**

Soit une variation de : **0,05** **kt CO₂ eq**

Les émissions de la catégorie 2.F.1.b relative à la réfrigération domestique sont en 2021 de : 0,05 kt CO₂eq 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, d'émissions de la charge initiale et de fin de vie par défaut (D) et spécifique au pays (CS)⁵³.

Figure 133. Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b



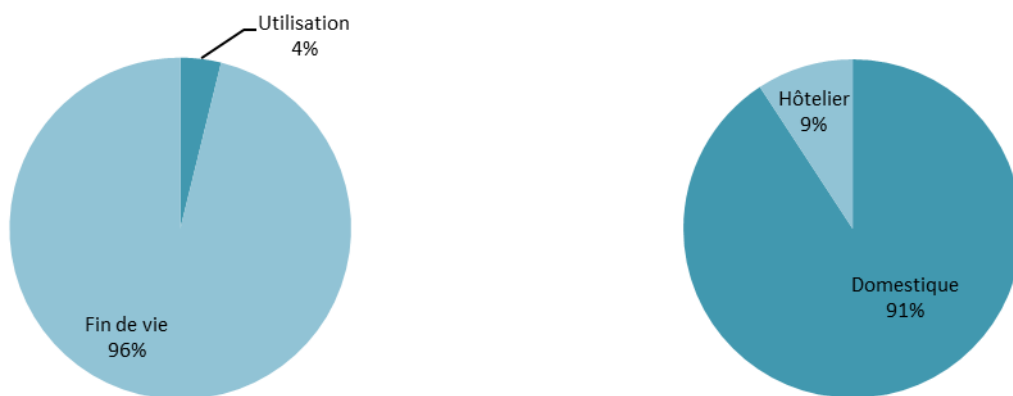
L'évolution des émissions est dépendante de l'augmentation du nombre d'appareillages recensés et du type de gaz réfrigérant utilisé. L'HFC R-134a est apparu en 1994 en remplacement de gaz couverts par le Protocole de Montréal (ex : R12).

Monaco ne fabriquant pas d'appareillage de réfrigération domestique et ne procédant pas au retraitement en fin de vie des appareillages, les émissions de la catégorie sont dues à l'utilisation des appareillages comprenant des émissions :

- Pendant la durée de vie : facteur d'émission pendant l'« utilisation » (% de la charge initiale/an).
- Les émissions résultantes de la charge initiale restante en « fin de vie » (% émis en fin de vie)

Figure 134. Evolution des émissions de la sous-catégorie 2F.1.b en 2021 suivant les postes d'émissions

⁵³ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7



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 des Lignes Directrices⁵⁴ :

$$E_{utilisation} = B_t * \frac{X}{100}$$

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 :

$$E_{fin\ de\ vie} = N_{appareillage\ d\ (t)} \times M_{résultante} \times \frac{100-p}{100}$$

Avec :

$N_{apparei}$: 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'issue de la durée d'utilisation (d) en %.

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

⁵⁴ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Eq 7.13

- 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

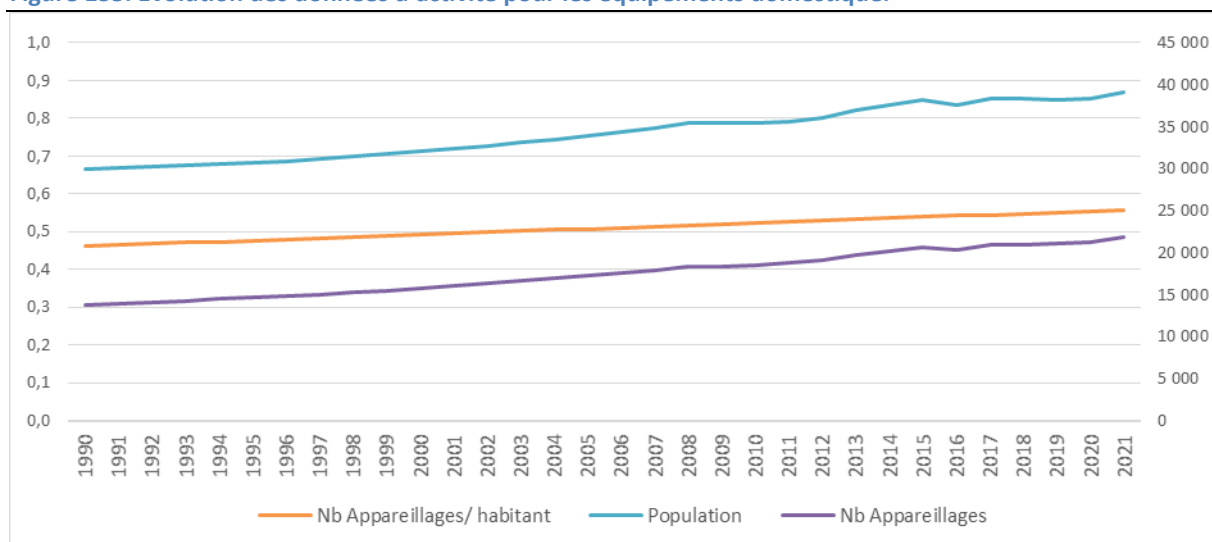
Bt Quantité de HFC en banque pour la réfrigération domestique.

Pour la réfrigération domestique, l'estimation est basée sur la mise en relation de la quantité d'appareillages, 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 et 2016 par l'IMSEE ; respectivement N= 15 650, 18 476, 20 211 appareillages (<http://www.imsee.mc/Population-et-emploi/Recensement-de-la-population>).

La série temporelle est reconstituée en déterminant l'évolution d'un ratio d'appareillage par habitant (pour chacun des recensements 2000, 2008, 2016 respectivement : 0,489, 0,523, 0,538 appareillage/habitant), l'évolution du nombre d'appareillages est corrélée à l'évolution de la population.

Figure 135. Evolution des données d'activité pour les équipements domestique.



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, la durée de vie moyenne (d) est estimée comme suit :

- Une durée de 16 ans est retenue en conformité avec les Lignes Directrices⁵⁵ pour le début de la série temporelle
- A compter de 2010, la durée de vie estimée est de 12 ans conformément à une étude française sur les équipements électroménagers⁵⁶.

Une charge moyenne initiale (Mdomestique) de 0,275 kg de fluide frigorigène par équipement domestique a été retenue conformément aux Lignes Directrices. Le choix de ce facteur ne devrait pas conduire à des sous-estimations de la quantité en banque.

En effet, 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.

⁵⁵ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Table 7.9

⁵⁶ Gifam – Durabilité des appareils électroménagers – Communiqué 18/11/2021

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)⁵⁷ 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 96.9% en 1990 à 99.8% en 2020 de chambres équipées. Les résidences hôtelières sont incluses.

Compte tenu de la modernité des installations hôtelières à Monaco et du rapport d'inventaire des fluides frigorigènes français (indiquant réfrigérateurs 0,2g/l pour le R-600a et 0,55g/l pour le R-134a), une charge moyenne de 0.05 kg par réfrigérateur d'hôtel a été retenue (fourchette inférieure aux Lignes Directrices GIEC 2006)

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, la durée de vie moyenne (d) est estimée comme suit :

- Une durée de 16 ans est retenue en conformité avec les Lignes Directrices⁵⁸ pour le début de la série temporelle
- A compter de 2010, la durée de vie estimée est de 12 ans conformément à une étude française sur les équipements électroménagers⁵⁹.

Compte tenu des catégories et de la qualité des hôtels présents à Monaco, une charge moyenne de 0,05 kg de fluide frigorigène par équipement hôtelier a été retenue⁶⁰.

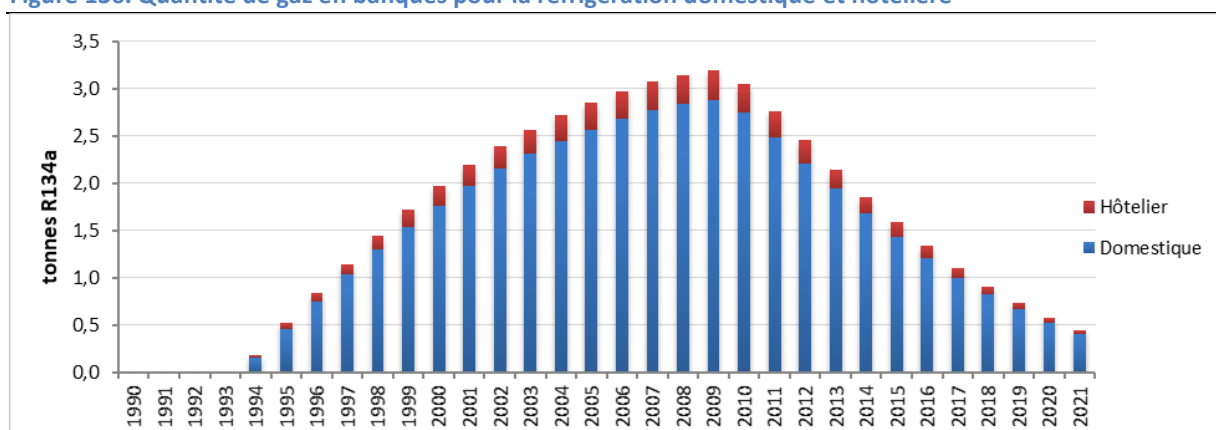
Le facteur a été déterminé à partir d'un coefficient de charges de 0,21 g/l⁶¹ pour les réfrigérateurs et d'un volume de 160 litres par appareillage, ce qui conduit à une charge de 33,6 g de fluide, ramené à 50g /l pour être en conformité à l'intervalle de variation données par les Lignes Directrices.

Br Banque résultante pour la réfrigération domestique et hôtelière.

La banque résultante pour les appareillages domestiques hôteliers est déterminée à partir de la banque de gaz dans les appareillages en fin de vie qui est calculée à partir :

- de la banque calculée sur le nombre d'appareillages en fin de vie de l'année (t),
- déduite des émissions ayant eu lieu pendant l'utilisation de l'appareillage.

Figure 136. Quantité de gaz en banques pour la réfrigération domestique et hôtelière



⁵⁷ IMSEE Monaco en Chiffre – Chapitre 3. Economie

⁵⁸ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Table 7.9

⁵⁹ Gifam – Durabilité des appareils électroménagers – Communiqué 18/11/2021

⁶⁰ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Table 7.9

⁶¹ Inventaires et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions - Année 2004, Rapport final – ADEME -Décembre 2006. Doc2

Facteur d'émission X

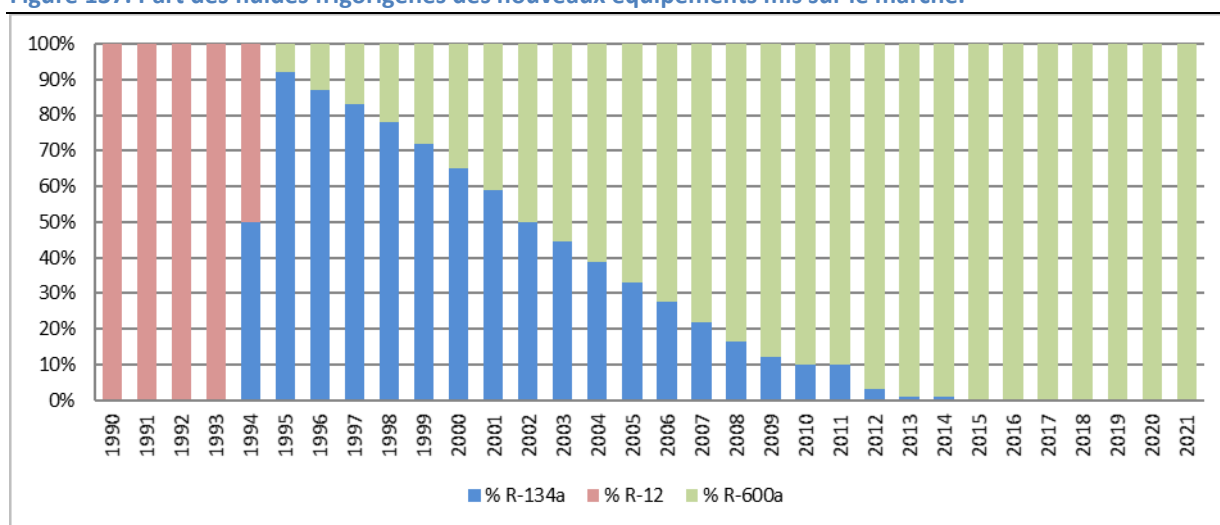
Pour la réfrigération domestique et le secteur hôtelier, un facteur d'émission moyen (x) de 0,3 % a été retenu avec les Lignes Directrices GIEC 2006 pour la réfrigération domestique et les équipements hôteliers.

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 communiquées par le CITEPA dans le cadre du programme de collaboration⁶².

Une mise à jour des données a été fournie cette année.

Figure 137. Part des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché.



Emissions liées à la fin de vie des appareillages

Bien qu'aucun traitement des appareillages en fin de vie n'ait lieu sur le territoire, il est considéré que les raisons d'arrêt de fonctionnement des appareillages 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 les Lignes Directrices.

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 Chiffres »⁶³.

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.

⁶² CITEPA - Charge annuelle en France (%) - répartition des fluides frigorigènes des nouveaux équipements mis sur le marché

⁶³ IMSEE Monaco en Chiffre – Chapitre 3. Economie

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 81.8%.

Le poste d'émission fin de vie est prépondérant par rapport au poste utilisation. L'incertitude sur le facteur d'émission en fin de vie est de 66.67 %, donnée par l'incertitude sur (p)l des Lignes Directrices GIEC 2006.

L'incertitude combinée est de 128,6 %.

4.2.6.1.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

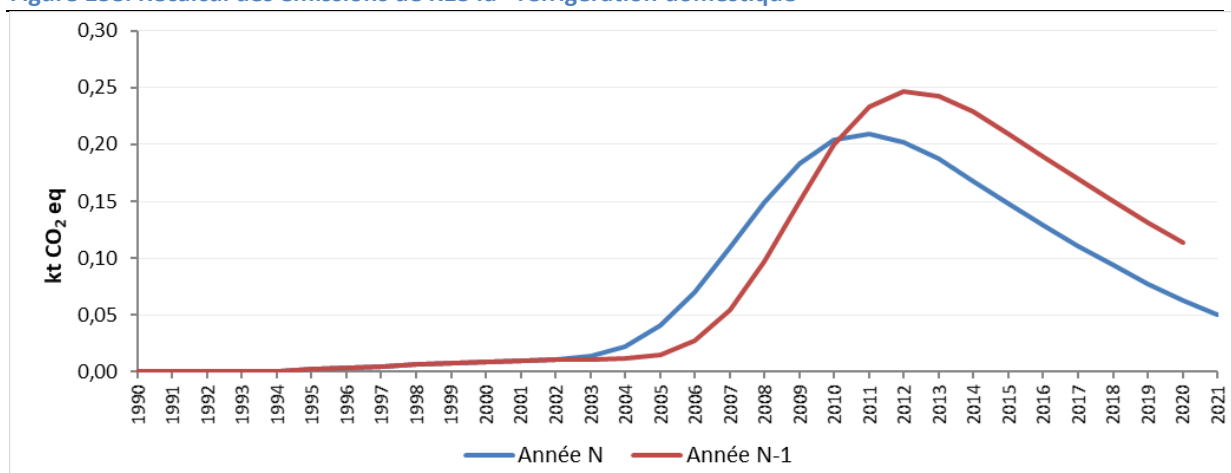
Une enquête a été conduite en 2017 auprès des hôteliers de Monaco avec un taux de réponse de 1665 chambres pour 2580 en total. Peu de renseignements ont été obtenus sur les charges et les fluides utilisés et parfois sur le nombre de réfrigérateurs. Compte-tenu de l'hétérogénéité des informations obtenues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

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 (NH₃).

4.2.6.1.5. RECALCUL

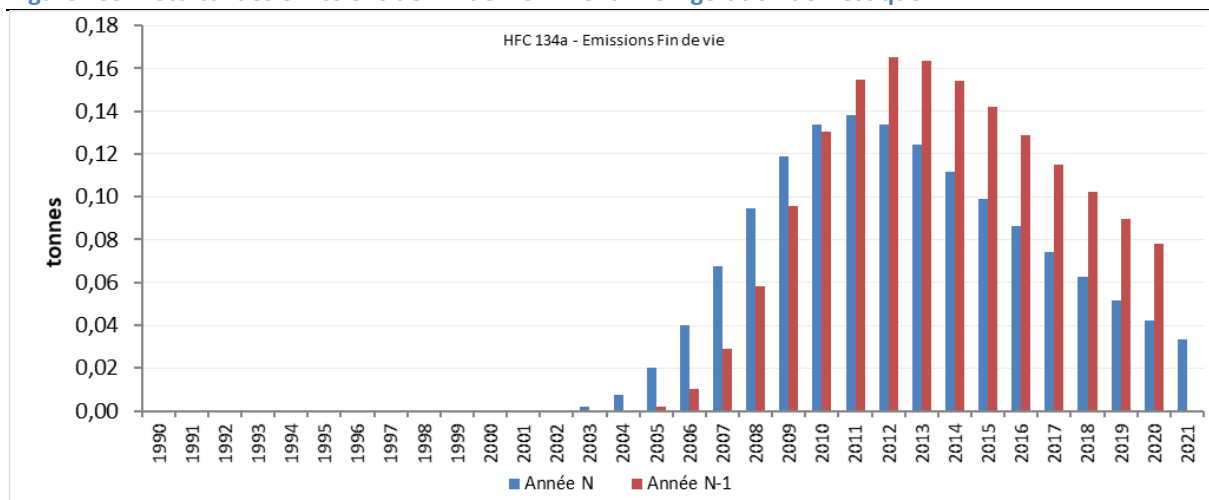
Figure 138. Recalcul des émissions de R134a - réfrigération domestique



4.2.6.1.5.1. DESCRIPTION DU RECALCUL

Le recalcul est lié à la réévaluation de la fin de vie des équipements et ainsi des émissions de R134 de fin de vie.

Figure 139. Recalcul des émissions de Fin de vie - R134a - réfrigération domestique



4.2.6.1.5.2. RAISONS ET JUSTIFICATION

Une réévaluation des émissions de vie a été effectuée lors de la présente soumission du fait du communiqué d'une étude française sur les équipements électroménagers⁶⁴.

Cette étude relève qu'à compter de 2010, la durée maximale de vie des équipements électroménagers est de 12 ans.

Notre recalcul a donc consisté à conserver une durée de vie maximale de 16 ans en conformité avec les Lignes Directrices⁶⁵ entre 1990 et 2009, puis une durée de vie maximale de 12 ans à compter de 2010.

4.2.6.1.6. AMELIORATION

Il n'est pas projeté d'amélioration.

⁶⁴ Gifam – Durabilité des appareils électroménagers – Communiqué 18/11/2021

⁶⁵ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Table 7.9

4.2.6.2. 2.F.1.e - HFC et PFC utilisés pour la climatisation des véhicules

La catégorie 2.F.1.e évalue les émissions GES qui ont pour origine la climatisation mobile « Mobile Air Conditioning :MAC ».

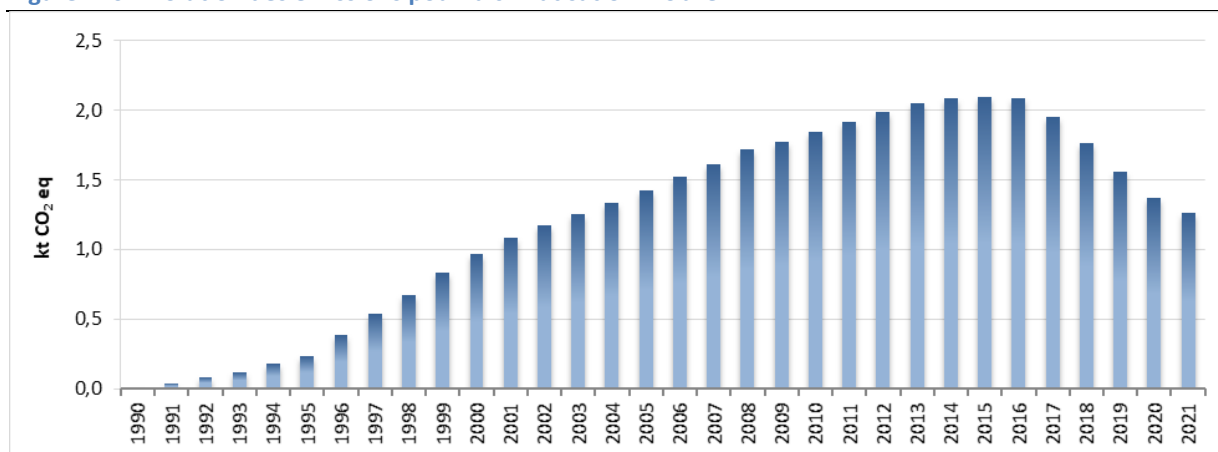
Les émissions de la catégorie 2.F.1.e climatisation mobile en 2021 sont présentées dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la catégorie 2.F.1.e sont en 2020 de **1,26 kt CO₂ eq**

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

Soit une variation de : **1,26 kt CO₂ eq**

Figure 140. Evolution des émissions 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, seules 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 R-134a comptabilisé dans le cadre des inventaires de la CCNUCC.

La diminution des facteurs d'émission unitaires 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^{er} 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, basée sur des données d'activité et des facteurs d'émission spécifiques, selon l'équation⁶⁶.

$$E_{total,t} = E_{containers,t} + E_{charge,t} + E_{lifetime,t} + E_{end\ of\ life,t}$$

Econtaoiner,t	= émissions liées à la gestion des conteneurs de fluides frigorigènes.
Echarge,t	= émissions liées à la charge de fluides frigorigènes : connexion et déconnexion du conteneur fluide frigorigène et du nouvel équipement à charger.
Elifetime, t	= émissions annuelles issues des banques de fluides frigorigènes associées aux six sous applications pendant le fonctionnement (émissions fugitives et ruptures) et la maintenance.
Eend 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'équipements neufs, 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'équation⁶⁷ ci-dessous est prise en compte :

$$E_{lifetime,t} = B_t * \frac{x}{100}$$

Elifetime, t	= quantité totale de HFC émise pendant le fonctionnement du système au cours de l'année t, kg
Bt	= 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, %

Cette équation générale est déclinée pour chaque année en fonction des variables suivantes :

4.2.6.2.2.1. POUR LE STOCK DE GAZ BT

- Les types de véhicules : véhicule personnel (VP), véhicules utilitaires légers (VUL)⁶⁸
- L'année de production des véhicules : de 1970 à 2021
- Les gaz utilisés : R134a, (R12, HFO-1234yf sont estimés mais non comptabilisés)⁶⁹
- Les quantités de véhicules climatisés : pour chaque année de 1990 à 2021⁷⁰
- Les caractéristiques de la flotte : à partir des données des marques automobiles
- Les volumes et type de gaz, en fonction des caractéristiques de la flotte

⁶⁶ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Eq 7.10

⁶⁷ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Eq 7.13

⁶⁸ Prétraitement issu de la Modélisation du parc routier monégasque à l'horizon 2030 : étude prospective Element Energy – Direction de l'Environnement

⁶⁹ Prétraitement issu des études base Behr-Hella 2016 et base NFR 2017

⁷⁰ Prétraitement de modélisation du parc routier monégasque à partir des données du Service de la Circulation

4.2.6.2.2. POUR LE FACTEUR D'ÉMISSIONS X

- Le pourcentage de fuite : selon les caractéristiques du parc et par année de production en fonction d'une étude conduite par Schwartz et Harnish⁷¹.

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 :

Tableau 37. 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	0	0
1991	0,176	0	0,176
1992	0,369	0	0,369
1993	0,570	0	0,570
1994	0,811	0,022	0,832
1995	1,058	0,044	1,101
1996	1,832	0,118	1,950
1997	2,765	0,174	2,939
1998	3,868	0,257	4,124
1999	5,214	0,344	5,558
2000	6,420	0,471	6,891
2001	7,413	0,609	8,022
2002	8,218	0,702	8,919
2003	8,918	0,794	9,711
2004	9,580	0,874	10,455
2005	10,310	0,982	11,292
2006	11,087	1,112	12,199
2007	11,825	1,216	13,040
2008	12,669	1,297	13,966
2009	13,112	1,433	14,545
2010	13,555	1,560	15,116
2011	14,146	1,665	15,811
2012	14,696	1,738	16,434
2013	15,098	1,841	16,939
2014	15,375	1,894	17,269
2015	15,640	1,962	17,602
2016	15,629	1,985	17,614
2017	14,383	1,894	16,277
2018	12,958	1,771	14,730
2019	11,410	1,637	13,047
2020	9,961	1,485	11,445
2021	9,147	1,378	10,525

⁷¹ 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

Tableau 38. Facteur d'émission par type de véhicules et par gaz en % de perte par an

Année	FE induit VP	FE induit VUL
	R134a	R134a
1990		
1991		
1992	15	
1993	15	
1994	15	15
1995	15	15
1996	14,06	13,56
1997	12,86	12,49
1998	11,46	10,99
1999	10,48	10,07
2000	9,88	9,41
2001	9,51	9,02
2002	9,27	8,82
2003	9,09	8,66
2004	8,95	8,55
2005	8,84	8,45
2006	8,75	8,36
2007	8,68	8,30
2008	8,63	8,26
2009	8,58	8,22
2010	8,55	8,19
2011	8,53	8,18
2012	8,51	8,18
2013	8,49	8,17
2014	8,47	8,16
2015	8,45	8,12
2016	8,44	8,12
2017	8,44	8,11
2018	8,44	8,11
2019	8,44	8,11
2020	8,42	8,13
2021	8,42	8,13

4.2.6.2.2.3. DETERMINATION DU STOCK BT ET DU FACTEUR D'EMISSION X

Gaz couvert pour le bilan

Sur la période 1990 – 2021, 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 ₂ H ₂ F ₄ 1,1,1,2-tétrafluoroéthane.	1430 (GIEC AR4)

A partir de 1991, le gaz R-12 est remplacé par le gaz R-134a. Dès 1996 l'ensemble des véhicules neufs sont équipés avec des systèmes fonctionnant au R-134a.

Le gaz R134 de PRG 1430 doit être progressivement substitué par un gaz 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.

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.⁷²

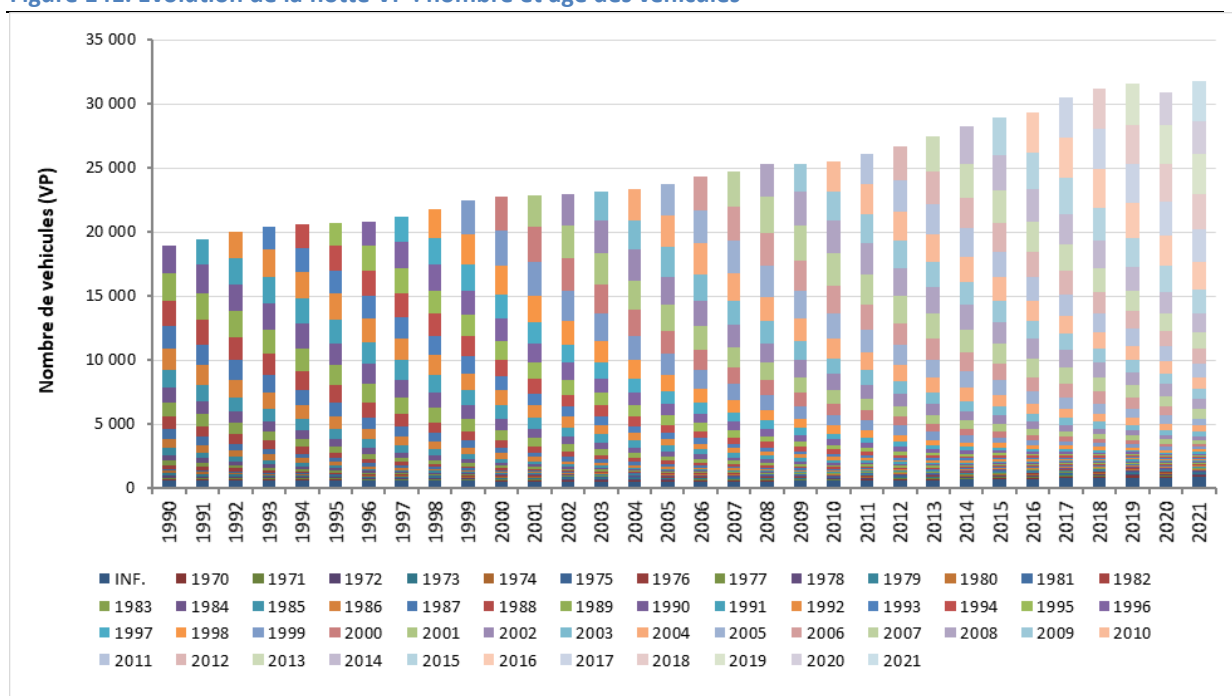
Les émissions de gaz R-12 et HFO-1234yf recensées au sein des systèmes de climatisation mobile ne sont pas comptabilisées dans le bilan d'émissions réalisé pour ce rapport.

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)⁷³.

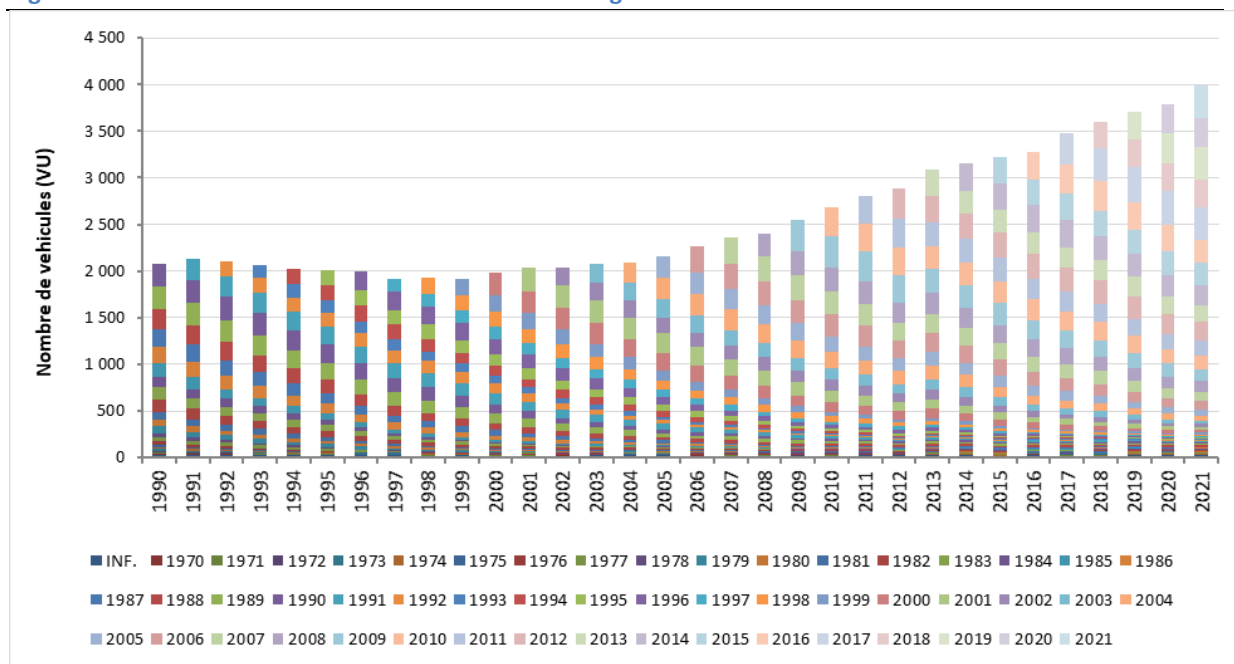
Figure 141. Evolution de la flotte VP : nombre et âge des véhicules



⁷² Alternatives aux HFC à fort GWP dans les applications de réfrigération et de climatisation – 31 mai 2014 - ADEME

⁷³ Prétraitement de modélisation du parc routier monégasque à partir des données du Service de la Circulation

Figure 142. Evolution de la flotte de VUL : nombre et âge des véhicules

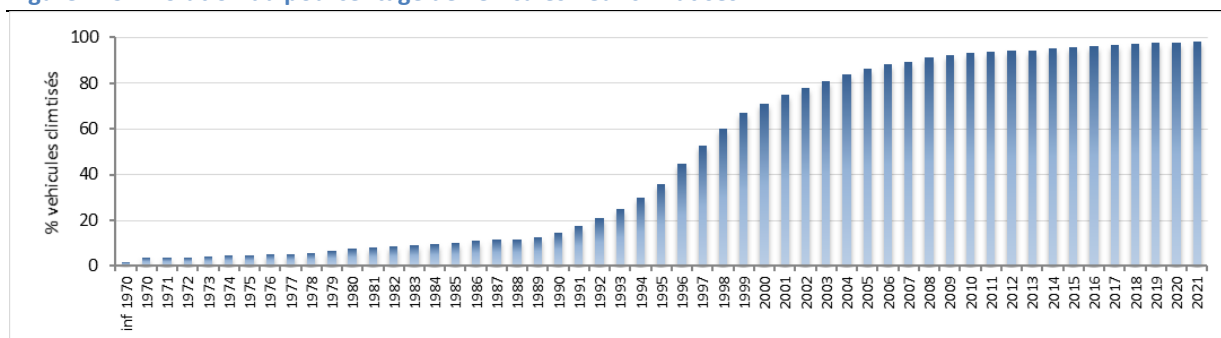


Nombre de véhicules climatisés

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 automobile⁷⁴.

La même proportion de véhicules climatisés a été appliquée au VP et VUL.

Figure 143. Evolution du 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.

⁷⁴ La climatisation automobile - Données et Références - ADEME

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 contenue⁷⁵.

Dans le cadre de cet inventaire, une actualisation de ces données a été réalisée à partir d'une seconde source de données issues de l'équipementier NRF pour les véhicules mis sur le marché jusqu'en 2016 (études ADEME pré mentionnée).

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 pour les années 2016 à 2020 et de la base NRF⁷⁶.

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 neufs

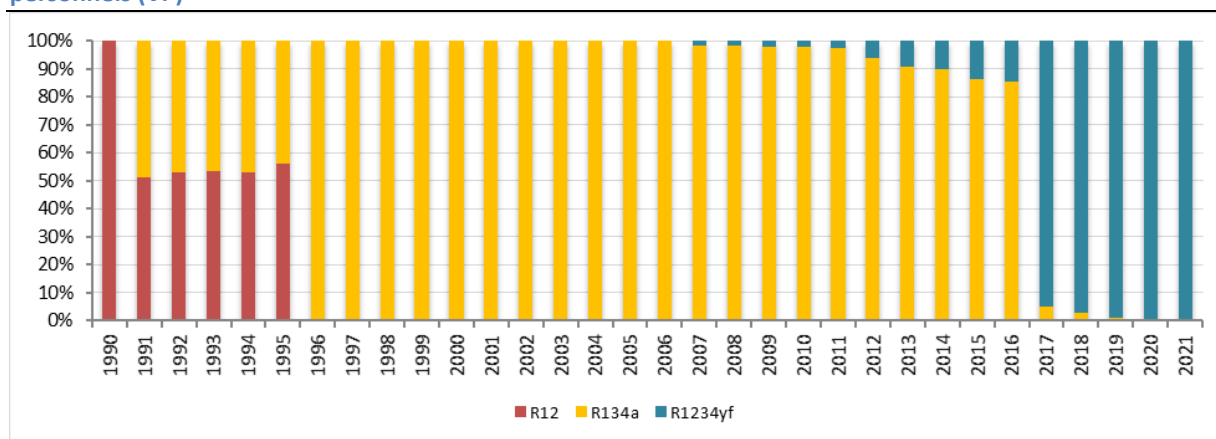
Dès 1991, le gaz R134a se substitue au gaz R12 au sein des modèles vendus pour être le seul gaz présent au sein des modèles neufs à partir de 1996. Les premiers modèles fonctionnant au gaz R-1234yf apparaissent dès 2007, pour constituer en 2017 un peu moins de 14% des véhicules vendus.

En 2021, les véhicules neufs commercialisés fonctionnent uniquement au gaz R-1234f conformément à la réglementation.

⁷⁵ REFRIGERANT AND OIL FILLING QUANTITIES PASSENGER CARS & COMMERCIAL VEHICLES, BEHR HELLA, 2014

⁷⁶ Prétraitement de modélisation du parc routier monégasque à partir des données du Service de la Circulation

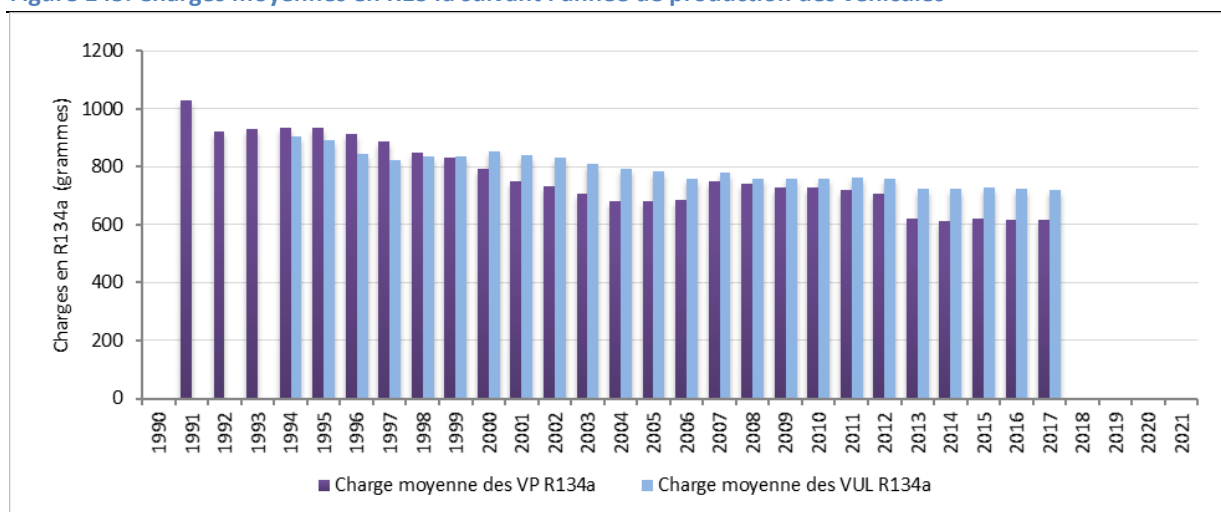
Figure 144. Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules pour les véhicules personnels (VP)



Charge 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.

Figure 145. Charges moyennes en R134a suivant l'année de production des véhicules



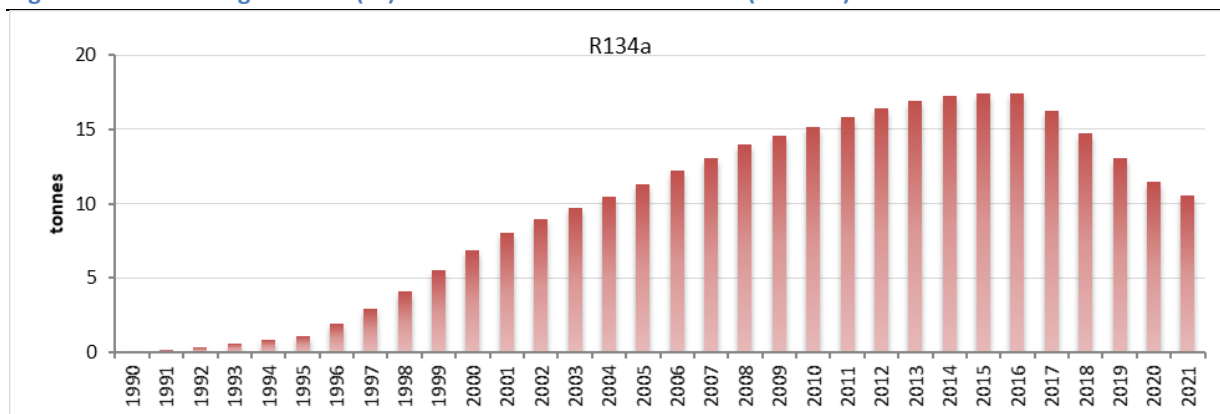
Cette méthodologie donne pour les véhicules particuliers une valeur moyenne de charge en R-134a, de 790 grammes sur la période 1999-2003. A titre de comparaison la valeur donnée par l'étude « Shwarz and Harnish⁷⁷ » donne pour 276 véhicules étudiés sur la même période, une valeur moyenne de charge de 756 grammes. A compter de 2017, cette donnée n'est plus mise à jour, l'ensemble des MACs des véhicules VP mis sur le marché fonctionnant avec un gaz non couvert par la convention, le R1234yf.

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).

⁷⁷ Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1) Schwarz and Harnish Prepared for the European Commission (DG Environment) by Winfried Schwarz (Öko-Recherche) & Jochen Harnisch (Ecofys)- 17. April 2003

Figure 146. Stock de gaz R134a (Bt) au sein de la flotte automobile (VP+VUL)



Facteurs d'émission (x)

Le choix des facteurs d'émission s'est basé sur l'étude « Shwarz and Harnish » dont la référence est également proposée au sein des Lignes directrices du GIEC⁷⁸.

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.

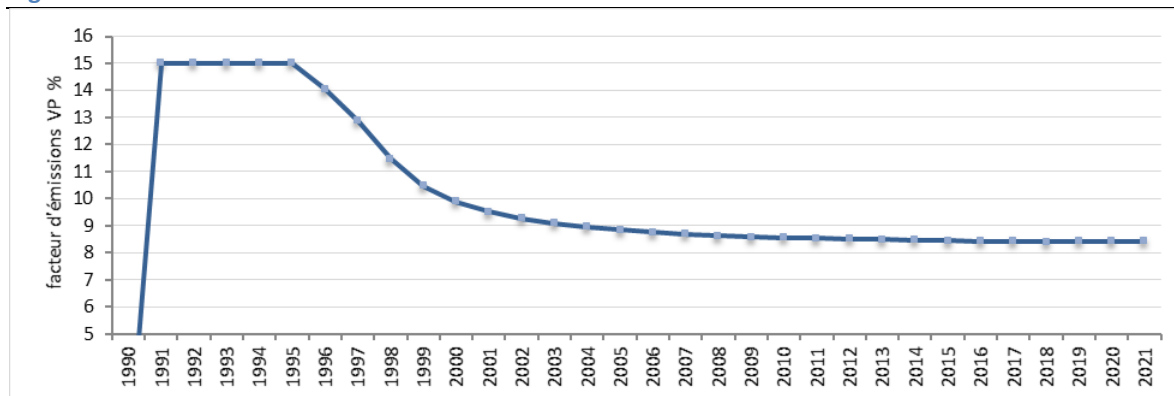
Aussi, il a été choisi d'utiliser la valeur de 7,13 % qui correspond à la valeur haute du facteur d'émission calculée pour cette étude.

Ce facteur est appliqué aux seuls véhicules européens construits après 1996. La quantité de véhicules européens est établie, à partir du fichier des immatriculations disponibles pour les années 2013 à 2020⁷⁹

Dans tous les autres cas, un facteur d'émission par défaut de 15% est utilisé⁸⁰.

Les facteurs d'émission spécifiques à la flotte de véhicules de Monaco sur la période 1990-2020 sont présentés dans la figure ci-après.

Figure 147. Evolution des facteurs d'émission au sein de la flotte automobile VP

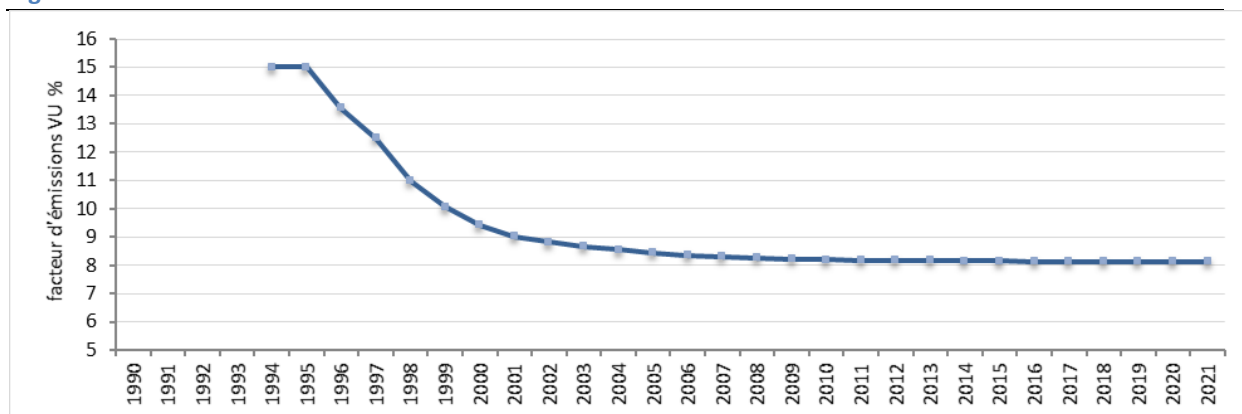


⁷⁸ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 table 7.9

⁷⁹ Prétraitement de modélisation du parc routier monégasque à partir des données du Service des Titres et Circulation - Monaco

⁸⁰ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Table 7.9

Figure 148. Evolution des facteurs d'émission au sein de la flotte automobile VUL



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 au secteur 1A3b Transport routier. Des données plus précises, disponibles à partir de de 2013, 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 1990-2020.

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

Elle prend en compte :

- Une incertitude de 0.5% a été estimée en 2021 sur les données du parc automobile de Monaco (nombres de VP et VUL).
- Une erreur maximale positive pour avoir 100% de véhicules climatisés en 2021
- Une incertitude de 10 % sur la charge moyenne (7.86 % basés sur différences observées entre Behr hella / NRF ramenés à 10% avec les incertitudes liées aux approximations du lien marque-modèle)

L'incertitude combinée sur les données d'activité a ainsi été calculée.

L'incertitude sur le facteur d'émission tient compte de l'incertitude sur le facteur d'émission par défaut et de l'incertitude sur le facteur d'émission des véhicules européen en 2021.

L'incertitude combinée le facteur d'émission a ainsi été calculée. Elle est de +/- 12.2 %.

L'incertitude combinée a été calculée.

La méthodologie est constante sur toute la série temporelle.

4.2.6.2.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.6.2.6. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

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.

4.2.6.3. 2.F.1.f - Climatisation stationnaire

(Méthode T2b, avec facteur d'émission D)

La catégorie 2.F.1.f évalue les émissions de gaz à effet de serre qui ont pour origine la climatisation stationnaire.

Les émissions de la catégorie 2.F.1.f en 2021 sont présentées dans le tableau 2F du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions de la catégorie 2.F.1.f sont en 2021 de	3,99	kt CO ₂ eq
---	------	-----------------------

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de :	0,00	kt CO ₂ eq
---	------	-----------------------

Soit une variation de :	3,99	kt CO ₂ eq
-------------------------	------	-----------------------

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).

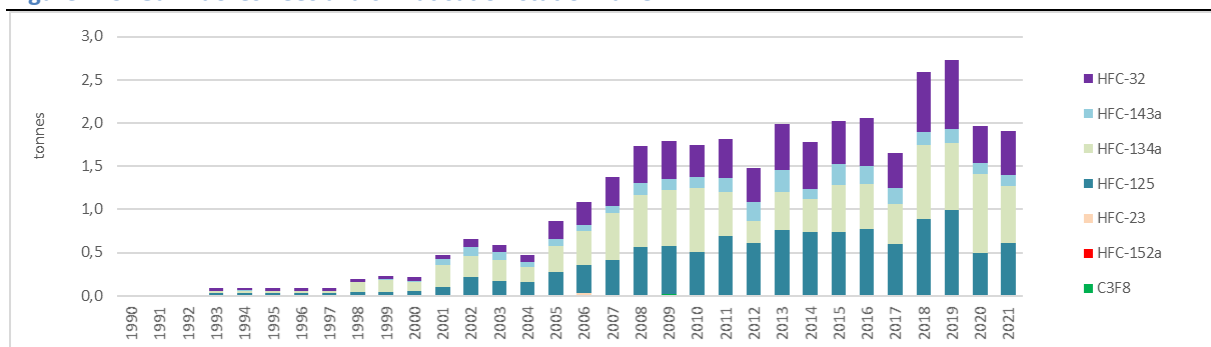
Les principaux gaz commercialisés à Monaco sur la série temporelle sont le R404a, le R407c, le 410a et le R134a. Dans des quantités plus faibles ou de manière ponctuelle, on retrouve le R401a, le R403b, le R407c, le R408a, le R409a, le R413a, le R505a, le R23, le R507, le R422a et le R422d, le R449a et le R448a.

Le seul PFC émis à Monaco est le C₃F₈ que l'on retrouve en mélange dans le R413a et le R403b.

Compte-tenu de la taille restreinte du pays, des variations interannuelles peuvent survenir, notamment en fonction de chantiers majeurs en Principauté.

Le graphique suivant présente les quantités de gaz fluorés en composés de base utilisées pour le calcul des émissions.

Figure 149. Gaz fluorés liées à la climatisation stationnaire



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, les données d'activité sont déclarées annuellement par les frigoristes et entreprises de climatisation de Monaco.

Ces enquêtes permettent de relever

- Les quantités mises sur le marché monégasque (charge des équipements neufs)
- Les quantités utilisées pour la maintenance (entretien des équipements)
- Les quantités de destruction intentionnelles (récupérées pour élimination ou recyclage dans des centres spécialisés en France)

La charge originelle des équipements est quant à elle estimée sur la base d'une expertise réalisée en France métropolitaine.

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, c'est pour cette raison que ces deux activités sont compilées ensemble.

Compte tenu de ces éléments, une méthodologie T2b est appliquée⁸¹ :

EQUATION 7.9
DETERMINATION DES EMISSIONS DE FLUIDE FRIGORIFIQUE PAR BILAN MASSIQUE

$$\text{Émissions} = \text{ventes annuelles de nouveau fluide frigorigène} - \text{charge totale du nouvel équipement} + \text{charge totale originelle de l'équipement retirée} - \text{quantité de la destruction intentionnelle}$$

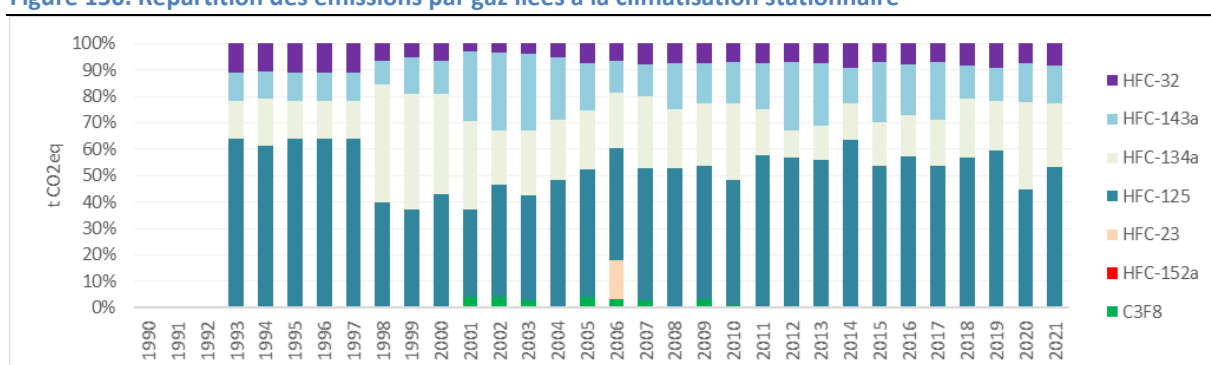
Les émissions liées à l'utilisation de PFC sont liées à l'utilisation de mélanges de gaz réfrigérant de type R403b (56% R22, 39% PFC218, 5% propane), de type R412a (70% R22, 5% PFC218, 25% R142b) et de type R413a (9% PFC218, 88% R134a, 3% R600a).

Les variations inter-annuelles des émissions de gaz à effet de serre de ce secteur sont liées à l'évolution de l'utilisation de HFCs sur le territoire.

La remontée des émissions de GES pour le secteur, après une relative stabilité autour des années 2015, s'explique, notamment, par l'apparition d'une importante consommation de F-Gaz de type R507 (50% R134a, 50% R125) par l'une des entreprises du secteur de la climatisation implantée à Monaco.

En 2018 et 2019, une entreprise monégasque a réalisé d'importants travaux ce qui a impliqué l'utilisation exceptionnelle de R407c et de R410a.

Figure 150. Répartition des émissions par gaz liées à la climatisation stationnaire



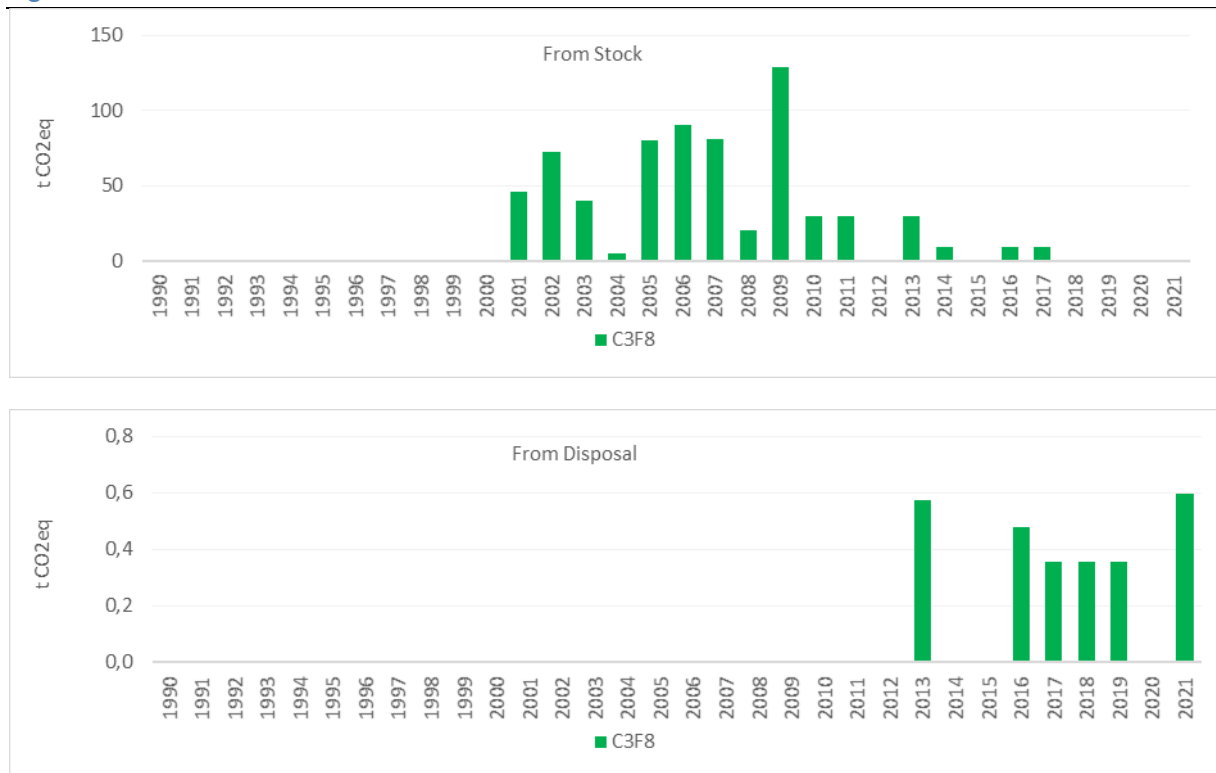
Selon l'équation 7.9 ci-dessus, les émissions liées aux fins de vie des équipements (ou émissions « from disposal » = émissions provenant d'élimination) correspondent à la différence entre la charge d'origine de l'équipement retiré et la quantité de destruction intentionnelle (émission fugitive).

⁸¹ GIEC 2006, Vol 3 Chapitre 7 Eq 7.9 « Commercial refrigeration » et 2.F.1.f « Stationary air conditioning »

Comme abordé précédemment, les variations interannuelles d'émission (« from stock » ou « from disposal ») peuvent survenir en fonction de grands projets de construction en Principauté.

Ainsi, les émissions de C₃F₈ sont aujourd'hui essentiellement liées aux fins de vie des équipements.

Figure 151. Emissions de C₃F₈ liées à la climatisation stationnaire



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. L'ensemble des émissions de ce secteur ont été calculées, sur toute la période 1990-2021.

4.2.6.3.4. INCERTITUDES ET DEGRE D'EXHAUSTIVITE

L'incertitude sur la donnée d'activité est basée directement sur le taux de déclaration.

L'incertitude sur le facteur d'émission est déterminée à partir d'un ratio entre le nombre d'équipement pour l'entretien et celui d'équipement neuf.

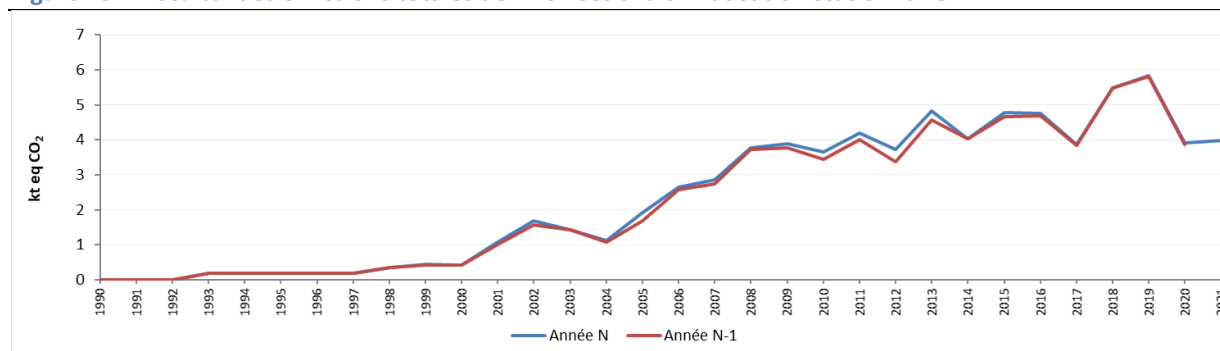
L'incertitude combinée le facteur d'émission a ainsi été calculée. Elle est de +/- 32 %.

4.2.6.3.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.6.3.6. RECALCUL

Figure 152. Recalcul des émissions totales de HFC liées à la climatisation stationnaire



4.2.6.3.6.1. DESCRIPTION DU RECALCUL

Le recalcul concerne l'ensemble des émissions de HFC liées à la climatisation stationnaire.

4.2.6.3.6.2. RAISONS ET JUSTIFICATION

Le recalcul a été nécessaire du fait de la détection d'une erreur de calcul dans la compilation des données des enquêtes sur l'ensemble de la série temporelle : les variations d'émissions résultantes restent raisonnables (le maximum de variation, suite à ce recalcul, est de 10.5% en 2012).

4.2.6.3.7. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue pour cette catégorie.

4.2.6.4. 2.F.2.a - Utilisation de mousse

(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.

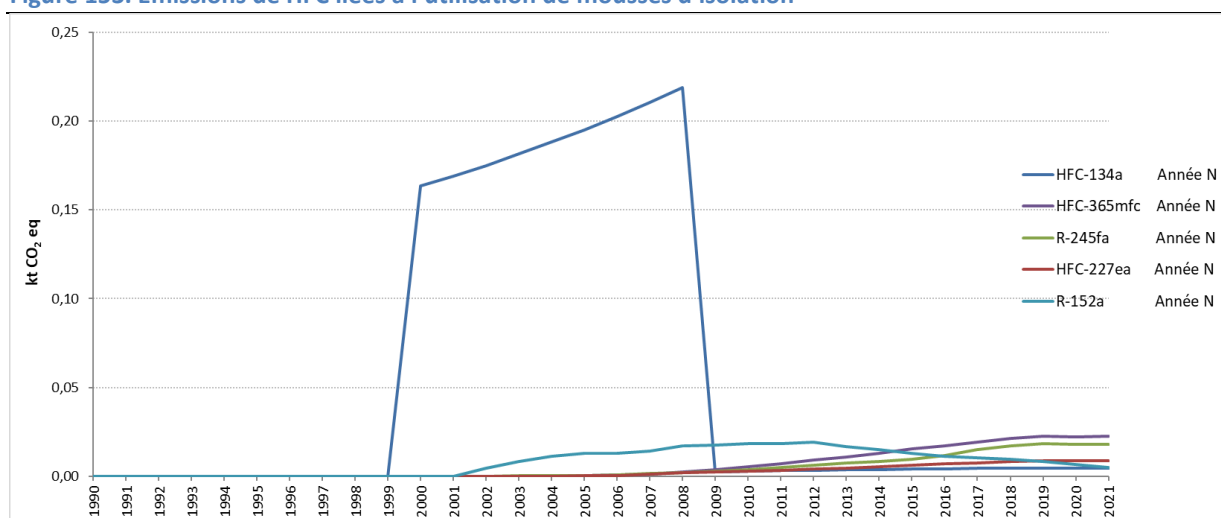
Enfin, les particuliers utilisent également des bombes de mousse d'isolation lors d'activités de bricolage.

Concernant le HFC-134a, il commence à apparaître courant 2002 dans les XPS (polystyrène extrudé) pour l'isolation des bâtiments, engendrant ainsi une augmentation de son utilisation. Mais en juillet 2008, dans l'Union Européennes, les HFC sont interdits de mise sur le marché dans l'application des mousses monocomposants, expliquant alors la baisse des émissions déclarées.

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 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.

Figure 153. Emissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation



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

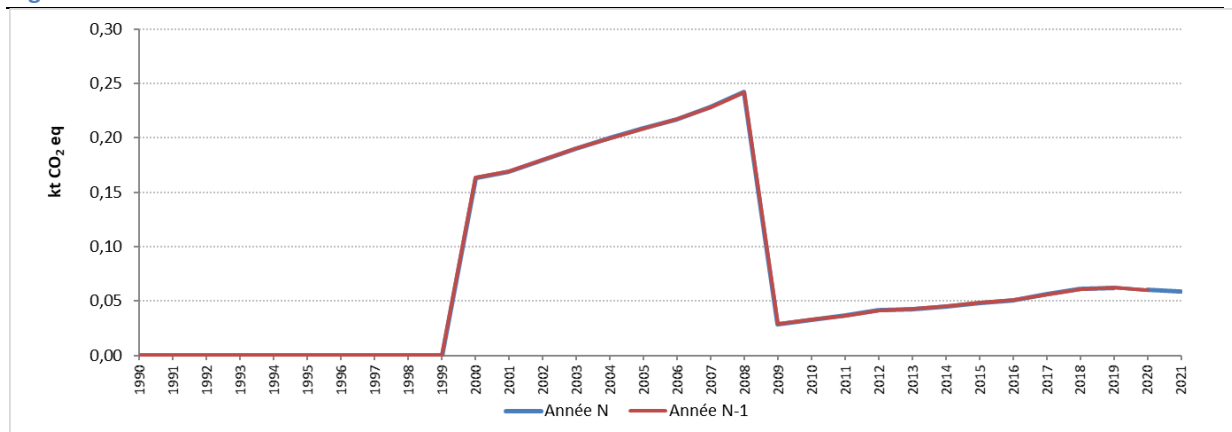
La méthodologie a une incertitude de 20% sur les données d'activité et de 20% sur le Facteur d'Emission.

4.2.6.4.5. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.6.4.6. RECALCUL

Figure 154. Recalcul des émissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation



4.2.6.4.6.1. DESCRIPTION DU RECALCUL

Le recalcul concerne les émissions de HFC liées à l'utilisation de mousses d'isolation.

4.2.6.4.6.2. RAISONS ET JUSTIFICATION

Un recalcul a été réalisé du fait de légères modifications des données d'émissions françaises pour le HFC-227ea de 2018 à 2020 : les variations d'émissions résultantes sont mineures (le maximum de variation, suite à ce recalcul, est de -0.14% en 2018).

4.2.6.4.7. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

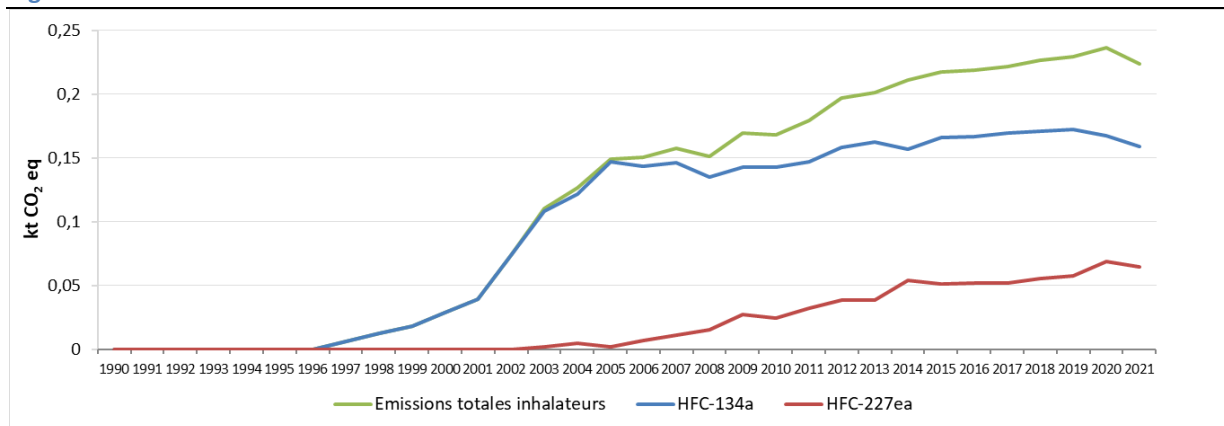
4.2.6.5. 2.F.4.a - Utilisation d'aérosols et d'inhalateurs

(Méthode CS, avec facteur d'émission D)

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.

Figure 155. Emissions de HFC liées à l'utilisation d'aérosols et d'inhalateurs



4.2.6.5.2. METHODOLOGIE

La totalité des aérosols et inhalateurs utilisés à Monaco est importée.

Il n'existe pas de donnée statistique nationale relative à la quantité d'aérosols et d'inhalateurs utilisés à Monaco (il n'est en effet pas possible d'obtenir de statistiques des douanes ni d'utilisation par discrétion)

Aussi, la quantité d'aérosols et d'inhalateurs consommée à Monaco est déterminée sur toute la période à partir des données d'activité françaises et d'un ratio Population France métropolitaine (INSEE)-Population Monaco, en accord avec les lignes directrices⁸²,
Pour suivi et cohérence, les données d'activité française liées aux MDI (Metered Dose Inhalers) sont demandées chaque année auprès du CITEPA.

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 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

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.6.5.6. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.6.5.7. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

⁸² GIEC 2006 - Vol 3 Chap 7.3.2.3

4.2.7. 2G –Autres usages et fabrication de produits

Les émissions du secteur « Autres usages et fabrication de produits » en 2021 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 (N₂O, SF₆, PFC et HFC).

Les émissions du secteur de secteur de l'Industrie 2G sont en 2021 de : **0,37 kt CO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) sont de : 0,11 kt CO₂eq

Soit une variation de : **+ 254,1 % (0,27 kt CO₂eq)**

Les émissions du secteur de l'Industrie 2G représentent : 0,5% des émissions globales en 2021

Les émissions du secteur de l'Industrie 2G représentent : 0,1% des émissions globales en 1990

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

Figure 156. Emissions de GES entre 1990 et 2021 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits

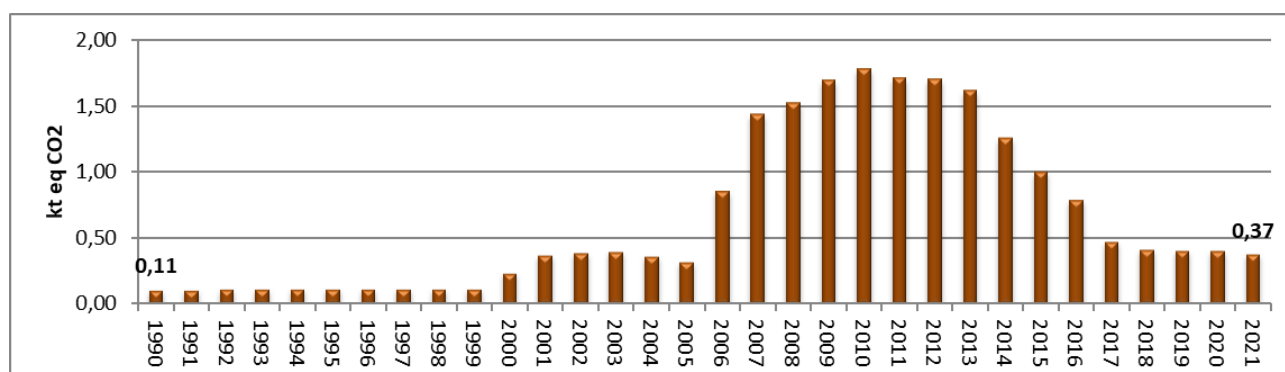
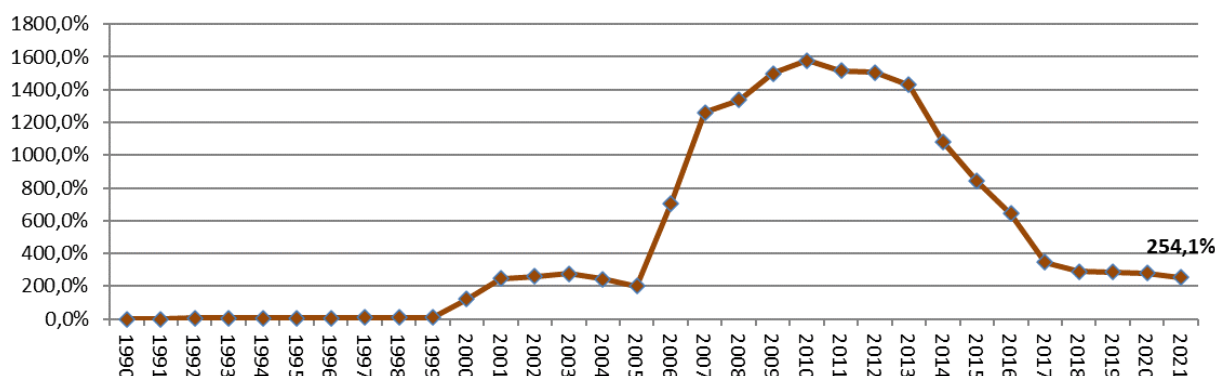


Figure 157. Evolution des émissions de GES par rapport à 1990 de la catégorie 2G – Autres usages et fabrication de produits



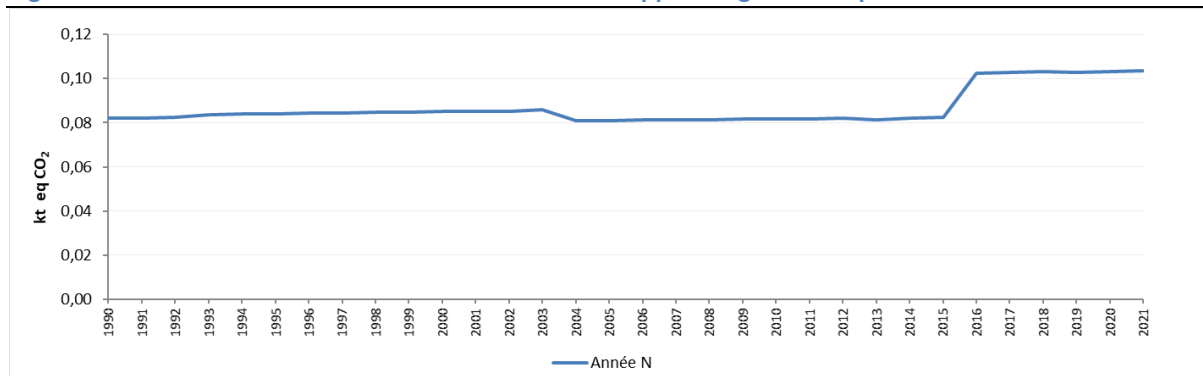
4.2.7.1. 2.G.1 - SF₆ utilisé dans les appareillages électriques

(Méthode T1 avec facteur d'émission D)

4.2.7.1.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Les émissions sont calculées à partir de la quantité de SF₆ utilisée dans les appareillages électriques.

Figure 158. Emissions liées à l'utilisation de SF₆ dans les appareillages électriques



4.2.7.1.2. 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 SF₆.

Dans un souci de transparence, des précisions ont été demandées pour ce qui concerne la dénomination des différentes valeurs fournies lors des déclarations annuelles. 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 avec facteur d'émission D⁸³, à l'aide de l'équation⁸⁴ :

La SMEG est la seule entité de Monaco qui gère des appareillages électriques utilisant du SF₆.

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

Cette équation a pu être utilisée sur toute la période, depuis 1990.

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.

En 1995, un changement massif d'équipements électriques réalisé par la SMEG (moyenne tension-haute tension) a entraîné une baisse des émissions liées à l'utilisation du SF₆ pour la catégorie « SF₆ utilisé dans les appareillages électriques (secteur 2.G.1) ».

De plus, il a été décidé de considérer que le SF₆ utilisé à la mise en service d'un appareillage soit assimilé à de la maintenance.

⁸³ GIEC 2006 - Vol 3 Chap 8 – Eq 8.1

⁸⁴ GIEC 2006 - Vol 3 Chap 8 – Tables 8.2 et 8.4

Enfin, la SMEG a précisé que « Les fluctuations importantes de l'utilisation annuelle de SF₆ 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 SF₆ en Principauté.

En revanche, le remplacement d'un tableau Haute Tension dans un poste source entraîne généralement une baisse de quantité de SF₆ (les nouveaux tableaux ayant des quantités de SF₆ inférieures aux anciens).

4.2.7.1.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à partir des incertitudes combinées des données de postes privés et postes publics.

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 +/- 59 %.

La méthodologie est constante sur toute la série temporelle.

4.2.7.1.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

Cette catégorie n'a pas fait l'objet de contrôles qualité spécifiques.

4.2.7.1.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.7.1.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

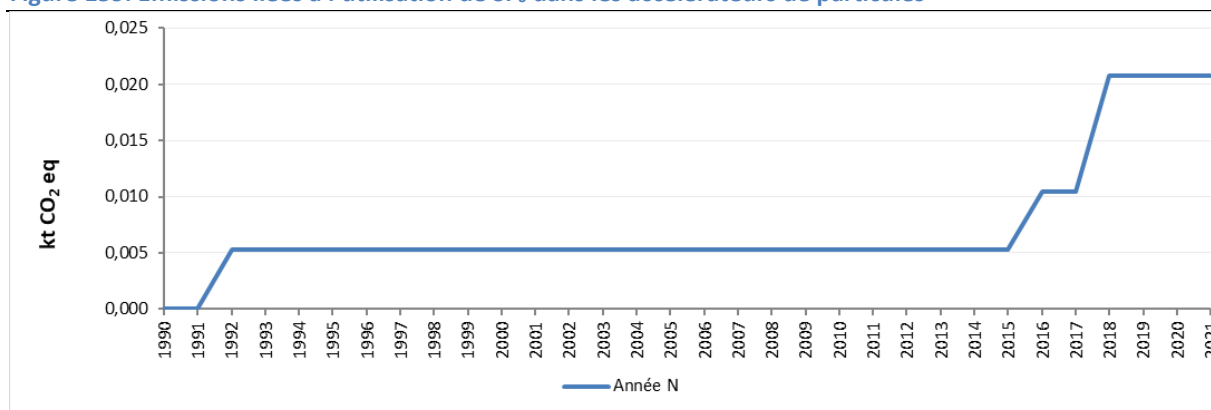
4.2.7.2. 2.G.2.b - SF₆ utilisé dans les accélérateurs de particules

(Méthode T1 avec facteur d'émission CS)

4.2.7.2.1. 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.

Figure 159. Emissions liées à l'utilisation de SF₆ dans les accélérateurs de particules



4.2.7.2.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

La méthodologie de calcul utilisée est de niveau 1 avec facteur d'émission CS, à l'aide de l'équation⁸⁵ :

EQUATION 8.16
EMISSIONS TOTALES DE L'ACCELERATEUR DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

4.2.7.2.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité est estimée à 25 %.

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.

⁸⁵ GIEC 2006 - Vol 3 Chap 8 – Eq 8.16

4.2.7.2.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

4.2.7.2.5. RECALCUL

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

4.2.7.2.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est prévue.

4.2.7.3. 2.G.3.a - N₂O utilisé comme anesthésiant et/ou analgésique (Méthode D avec facteur d'émission D)

4.2.7.3.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

La Principauté de Monaco dispose, sur son territoire, de trois entités susceptibles d'utiliser du N₂O comme agent anesthésiant et/ou analgésique : le Centre Hospitalier Princesse Grace (CHPG), le Centre Cardio-Thoracique et l'Institut Monégasque de Médecine du Sport (IM2S).

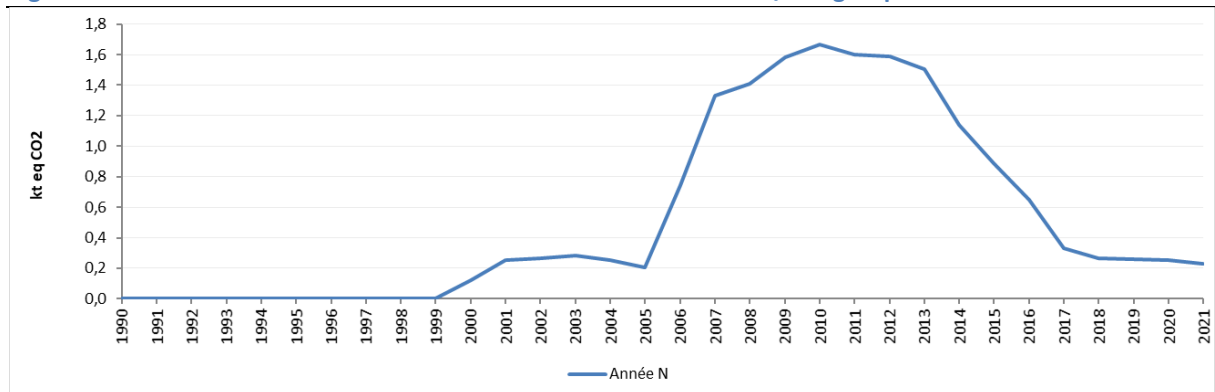
Il est à noter que l'IM2S a ouvert ses portes en 2006, d'où l'apparition d'un accroissement significatif des émissions associées à partir de cette date.

Par ailleurs, le CHPG n'utilise plus le protoxyde d'azote pour les anesthésies depuis 2016. Cet anesthésiant a été remplacé par un mélange d'oxygène, d'air médical et de gaz halogénés (desflurane ou servoflurane).

Cependant, depuis 2017, il subsiste une utilisation spécifique (analgésique) d'un composé (Entonox) qui contient, dans sa composition, du protoxyde d'azote (mélange équimolaire O₂/N₂O).

Les données d'activité sont déclarées annuellement.

Figure 160. Emissions liées à l'utilisation de N₂O comme anesthésiant/analgésique



4.2.7.3.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une méthode D, avec facteur d'émission D a été utilisée pour procéder à cette estimation⁸⁶.

EQUATION 8.24
EMISSIONS DE N₂O ISSUES DES UTILISATIONS D'AUTRES PRODUITS

$$E_{N_2O}(t) = \sum_i \{ [0.5 * A_i(t) + 0.5 * A_i(t-1)] * FE_i \}$$

Avec $FE_i = 1$

⁸⁶ GIEC 2006 - Vol 3 Chap 8 – Eq 8.26

4.2.7.3.3. INCERTITUDE ET COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

L'incertitude sur la donnée d'activité a été estimée à 12.5%
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.

4.2.7.3.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

4.2.7.3.5. RECALCUL

Cette catégorie n'a pas fait l'objet d'un recalcul.

4.2.7.3.6. AMELIORATIONS

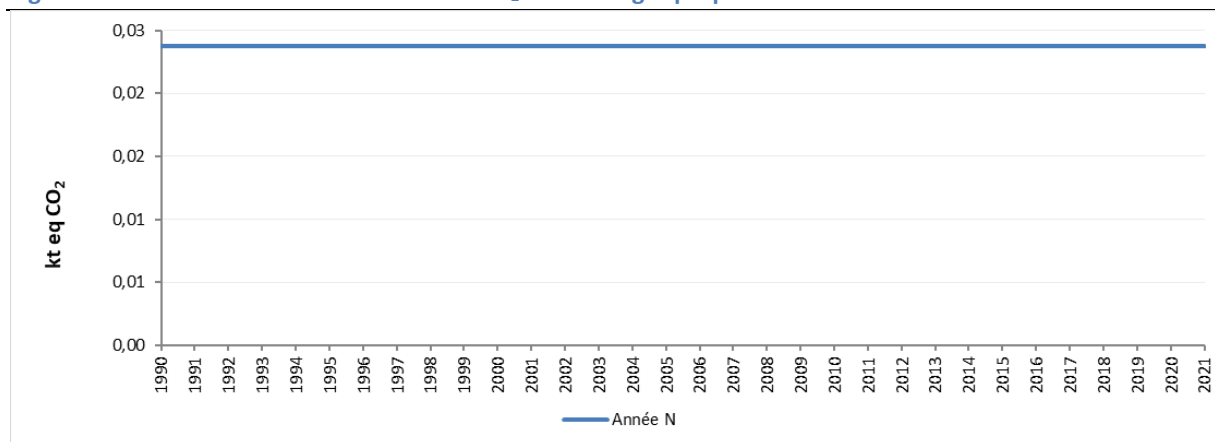
Aucune amélioration n'est prévue.

4.2.7.4. 2.G.3.b - N₂O utilisé comme gaz propulseur d'aérosols (Méthode CS, avec facteur d'émission OTH)

4.2.7.4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA CATEGORIE SOURCE

Dans le cadre de cette catégorie sont estimées les émissions liées à l'utilisation de N₂O comme gaz propulseur d'aérosols.

Figure 161. Emissions liées à l'utilisation de N₂O comme gaz propulseur d'aérosols



4.2.7.4.2. METHODOLOGIES D'ESTIMATION DES EMISSIONS

Une méthodologie suppose que l'intégralité du N₂O contenu dans les boîtiers est émise dans l'atmosphère. La consommation de N₂O totale a été calculée à partir 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 N₂O de 6 g/unité (transmis par l'un des deux plus gros conditionneurs d'aérosols de crème chantilly en France) est ensuite appliqué pour en déduire les émissions.

La vente d'aérosols est constante en France. Elle est donc considérée comme constante 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.

Cette catégorie n'est pas une catégorie clé et les émissions sont inférieurs au seuil de 0,3% des émissions totales (hors LULUCF) sur l'ensemble de la série temporelle.

4.2.7.4.3. 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.

4.2.7.4.4. ASSURANCE QUALITE ET CONTROLE QUALITE SPECIFIQUE

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

4.2.7.4.5. RECALCUL

Il n'y a pas de recalcul nécessaire pour cette catégorie.

4.2.7.4.6. AMELIORATIONS

Aucune amélioration n'est actuellement planifiée pour cette catégorie.

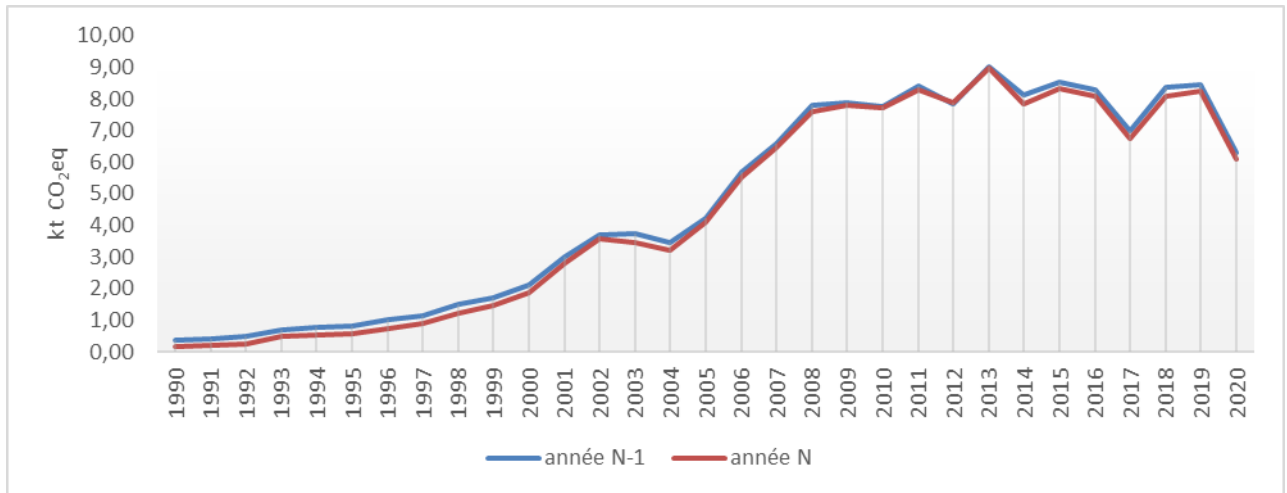
4.2.8. 2H –Autres

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 2023 par rapport au NIR 2022 sur la série temporelle 1990-2020 du secteur 2 - Industrie.

Figure 162. Recalcul du secteur 2 -IPPU



La variation est présentée dans le tableau ci-dessous :

		NIR année N-1	NIR année N	% d'évolution de NIR 2021 à NIR 2022
Secteur 2	1990	0,4	0,15	-61,7%
	2020	6,29	6,08	-3,4%

La différence résulte notamment du fait que dans le cadre du NIR 2023, les émissions indirectes du secteur 2.D sont rapportées séparément conformément aux lignes directrices. Jusqu'alors elles étaient incluse dans les émissions du secteur 2.D.

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 2021 sont présentés dans le tableau 4 du cadre commun de présentation (CRF).

Les absorptions du secteur UTCATF, sont en 2021 de : **0,07 ktCO₂eq**

Les absorptions pour l'année de référence (1990) recalculée sont de : 0,0011 ktCO₂eq

Soit une variation de : **-35,5% (+0,04kt CO₂eq)**

Figure 163. Emissions de GES du secteur UTCATF

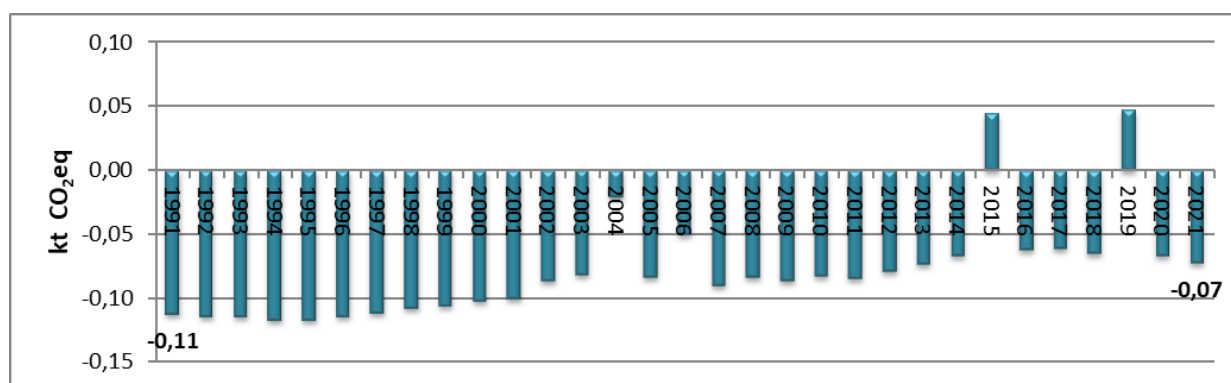
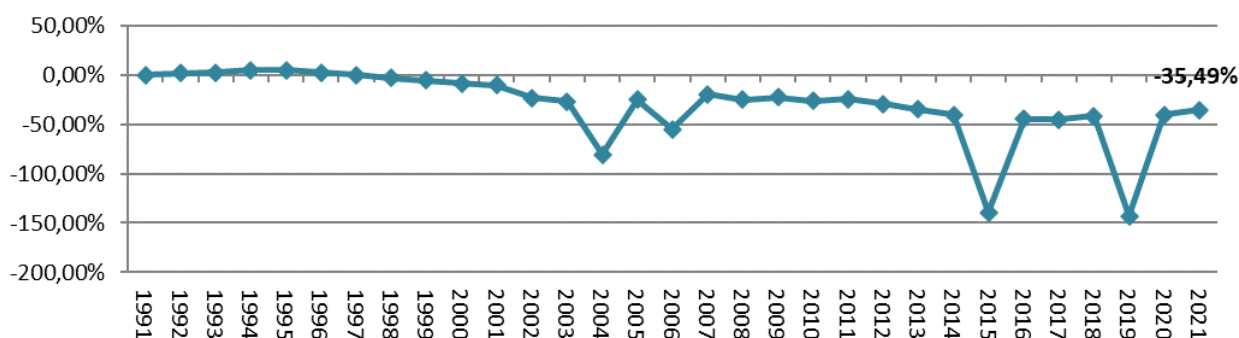


Figure 164. Evolution des absorptions de GES du secteur UTCATF



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 nette de carbone a représenté, en 2021, un stockage de 0,078 ktCO_{2eq}.

- **Les émissions de N₂O par l'utilisation de fertilisants dans les parcs et jardins (4.E.1 Direct N₂O Emissions from N Inputs to Managed Soils - Inorganic N Fertilizers).**

L'utilisation des engrais a représenté une émission de : 0,006 kt CO_{2eq} en 2021.

Figure 165. Evolution des émissions et capture de GES (CO₂) par la variation de la biomasse active (Carbon stock Change)

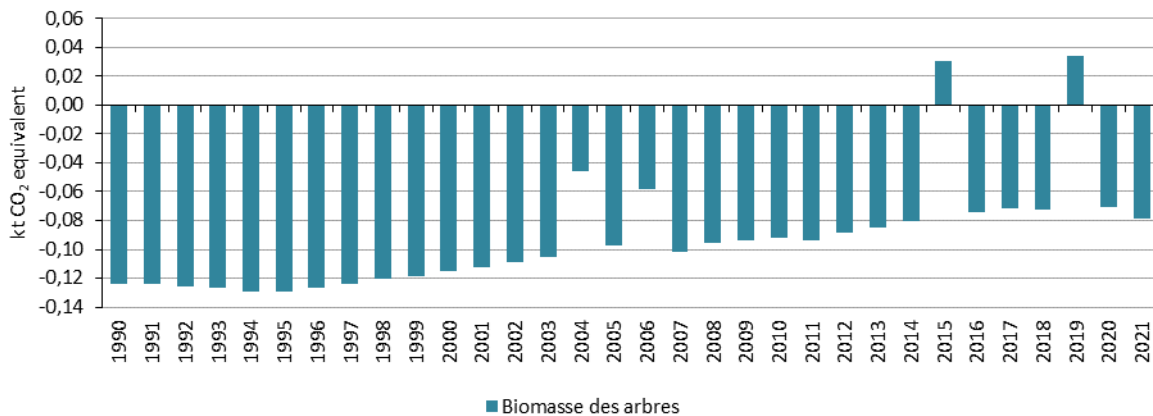
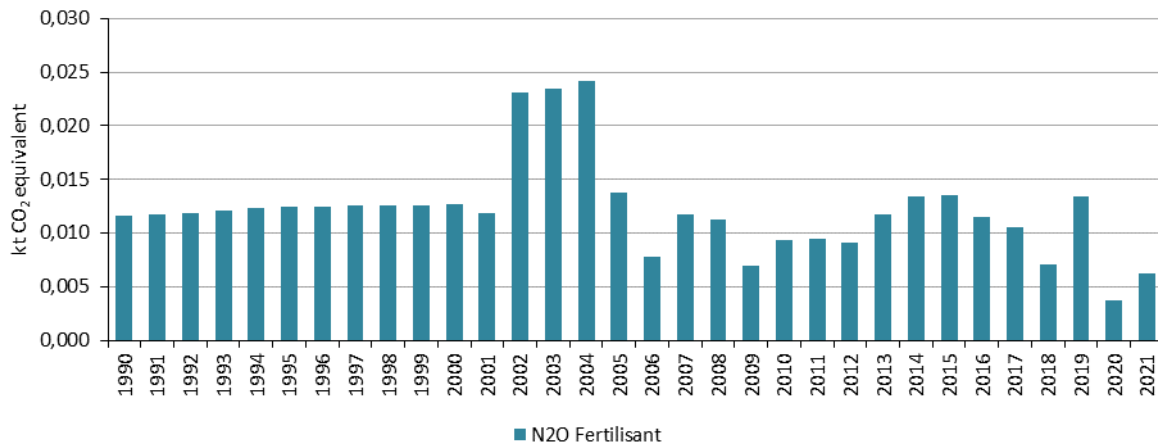


Figure 166. Evolution des émissions de GES (N₂O) du secteur par l'utilisation des engrais – (Inorganic N Fertilizers)



Les méthodes d'estimations de la variation nette de la biomasse active sont directement liées 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 eu des conséquences sur les niveaux de captures de carbone de la catégorie « 4.E.1 carbon stock change ».

Dans le cadre de plusieurs opérations d'urbanisme, la surface publique d'espaces verts est passée de 27,66 ha en 2014 à 27,02 ha en 2015, puis à 26,73 ha en 2018.

En 2015, la perte de surface d'espaces verts a eu pour conséquence des émissions de 0,037 ktCO_{2eq}.

De nouvelles opérations d'urbanisme en 2019 ont eu pour conséquence une réduction temporaire des espaces verts publics pour atteindre 26,16 ha. De manière similaire à 2015, la perte de surface d'espaces verts a eu pour conséquence en 2019, des émissions de 0,060 ktCO₂eq.

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

L'année 2020 est marquée par une baisse significative d'utilisation d'engrais dans le secteur public conséquence de la COVID-19 et de période de confinement.

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 notamment d'utilisation spécifique des terres à des fins d'agriculture ou de foresterie.

Figure 167. Photographie aérienne du territoire de Monaco 2020 (MonaCarto Portail SIG du Gouvernement Princier de Monaco)



La superficie totale de Monaco est de 208,4 hectares (IMSEE 2021). Une extension en mer en cours de construction en 2020, entre les plages du Larvotto et le Port Hercule, vient agrandir le territoire de la Principauté d'environ 5,7 hectares en 2020.

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 et espaces verts.

Les espaces verts comprennent les parcs et les jardins publics et privés (DAU – IMSEE), des jardins d'agrément peuvent également être intégré aux espaces artificialisé tel que des bâtiments ou des infrastructures. Il subsiste également des surfaces non imperméabilisées principalement sous forme de falaise. Les surfaces de jardin et d'espaces verts représentent plus de 43,9 hectares en 2021 auxquels ont été ajoutés la surface arborée située sur les glacis du Rocher, évaluée à l'aide d'outils SIG à 3,2 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 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 2021 à Monaco est réalisée par un suivi topographique annuel de la surface également publiée par le Service national de Statistique (Institut Monégasque des Statistiques et des Etudes Economiques-IMSEE).

En 2020, les surfaces arborées situées sur les glacis du Rocher et non prises en compte dans l'évaluation des surfaces d'espaces verts publiques par la DAU ont été évaluées à l'aide d'outil SIG et ajouté à la surface d'espaces verts recensé par la DAU pour une estimation plus précise de la catégorie Evaluation de la couverture des houppiers des arbres.

La connaissance de ces paramètres a permis d'estimer l'évolution du couvert forestier des espaces verts de Monaco de 1990 à 2021.

Figure 168 : Estimation des surfaces arborées des glacis du Rocher



Autre établissement

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

L'absorption de CO₂ 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 - Monaco en chiffre Listé en référence) 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.

Figure 169. Evolution de la surface d'espace vert de 1990 à 2021.

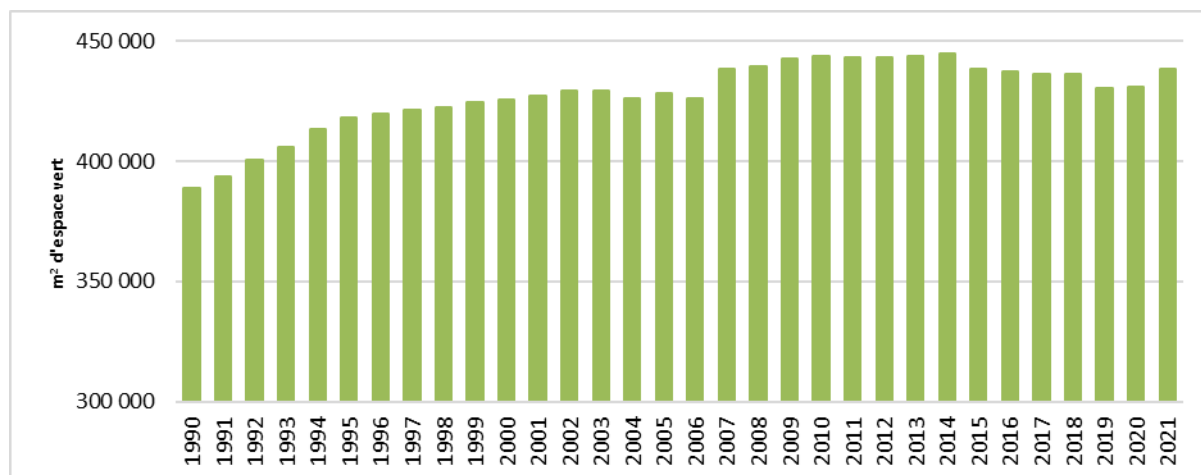


Tableau 39. Evolution de la surface d'espace vert de 1990 à 2021.

	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

2018	267 310	169 278	436 588	215
2019	261 162	169 167	430 329	-6 259
2020	261 805	169 236	431 041	712
2021	269 117	169 525	438 642	7 601

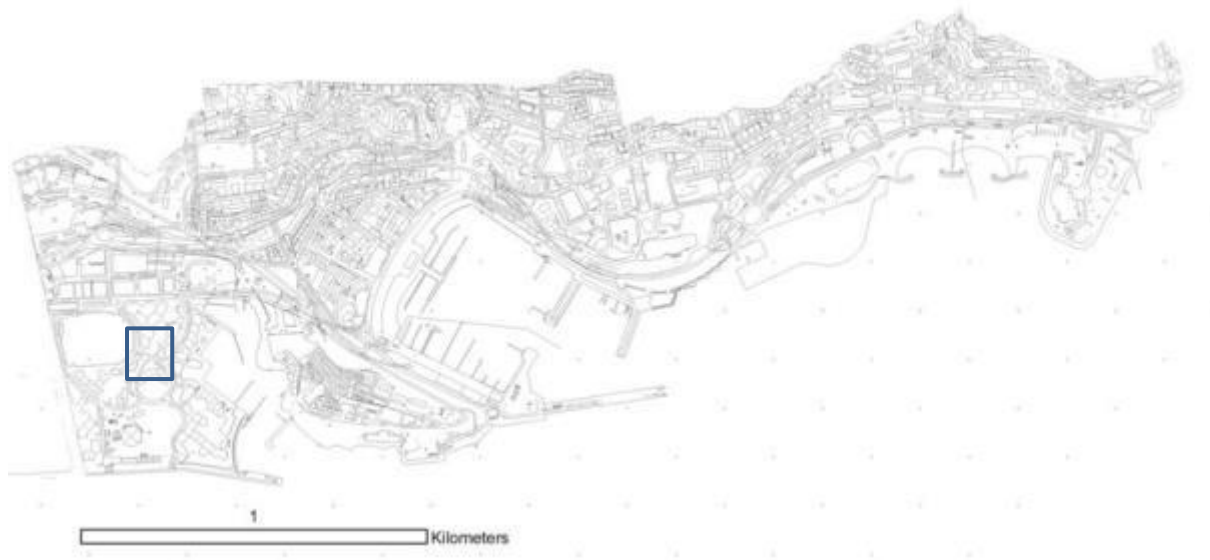
Les variations de surfaces de Jardin sont données par la Direction de l'Aménagement Urbain (DAU) à partir de relevés topographiques réalisés ou compilés par la Direction de la Prospective de l'Urbanisme et de la Mobilité (DPUM).

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.

A partir de ce de plan et des outils SIG les surfaces des glacis du rocher ont pu être calculées et matérialisées pour être intégrée à la surface totale d'espaces verts.

Figure 170. Plan topographique General de Monaco (Geomonaco®)



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

Un détail des données et des informations est présenté dans les extraits suivants sur la zone de Fontvieille. Photographie aérienne et plan topographique avec les espaces verts (en vert) ainsi que le SIG des arbres en cours d'établissement.

Figure 171. 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.

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 par l'usine d'incinération sont de l'ordre de 2 981 tonnes en 2021 correspondant à une émission de 2 142 tCO₂ (carbone total). Les évolutions de de ces volumes sont représentés ci-dessous.

Les tonnages et émissions présentées sont constitués de l'ensemble des déchets verts mis en incinération 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 directement corrélés à la perte de matières ligneuses liées à l'élagage des arbres sur les territoires.

Les développements en cours dans le cadre des démarches SIG arbres en ville sur le secteur 1A4 (2020-2021) et la caractérisation des déchets incinérés 1A1a (2021-2022), pourront permettre d'apporter des précisions sur les volumes de stockage et l'incinération du carbone du secteur LULUCF.

Figure 172. Tonnages de déchets verts incinérés à Monaco et émissions de carbone (Secteur - 1A1a énergie)

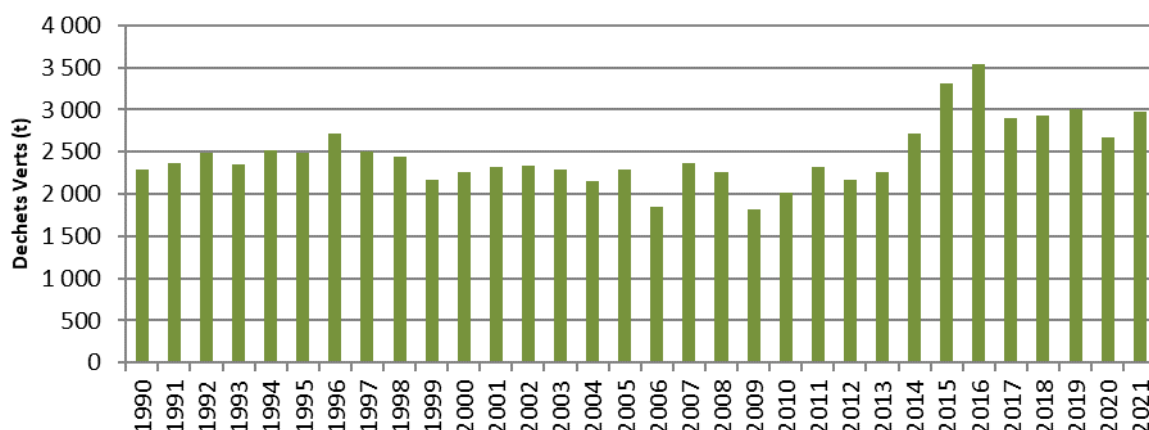
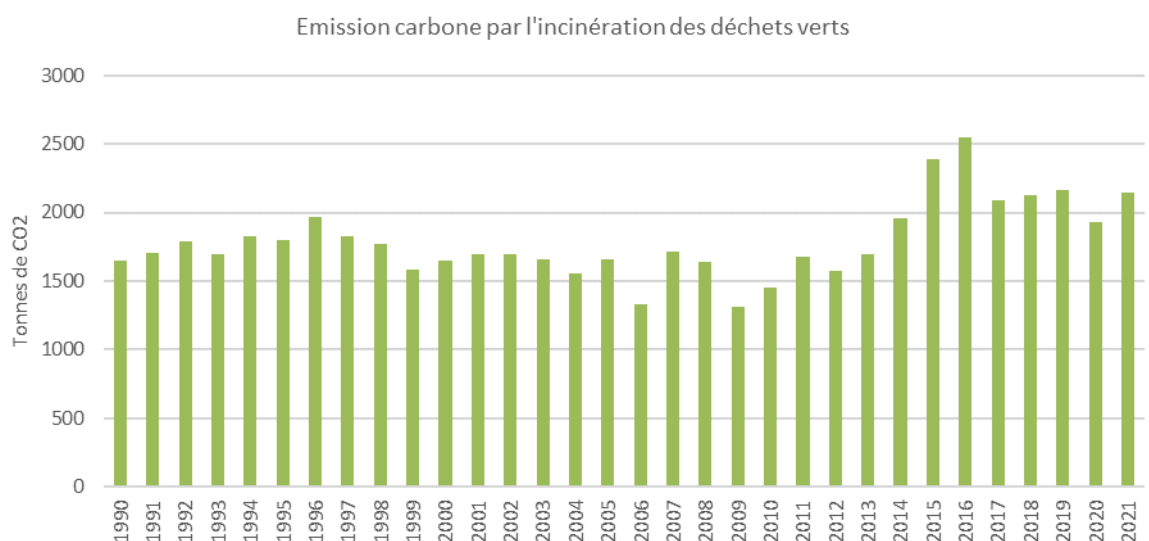


Figure 173. Emissions de carbone des déchets verts (Secteur - 1A1a énergie)



6.1.2.1.2. 4.E.1 - UTILISATION DE FERTILISANT

Les émissions liées à l'utilisation des fertilisants au sein de la catégorie « Etablissements » concernent :

- Les émissions directes de N₂O issues des apports directs en Azote (N) de la gestion des sols (4.E.1).
- Les émissions indirectes de N₂O issues de la gestion des sols – déposition atmosphériques (4.IV)

Ne sont pas considérées pour les émissions de cette catégorie :

- Les émissions liées au lessivage des sols et au écoulements de l'azote.

En effet, le territoire de Monaco est fortement urbanisé. Le lessivage des sols et les écoulements sont majoritairement issus des surfaces imperméabilisées : voirie, bâtiments, infrastructures (voir Figure 167. Photographie aérienne du territoire de Monaco 2020 (MonaCarto Portail SIG du Gouvernement Princier de Monaco)). La majorité des espaces verts font l'objet d'une gestion raisonnée visant notamment à limiter les besoins en eau et faisant l'objet d'une gestion de l'arrosage. En outre il s'agit d'espaces verts aménagés et délimités.

Les espaces verts restants présentent une composante de végétation naturelle et ne font pas l'objet d'apport en engrais azoté. Les surfaces arborées estimées sur les glacis du Rocher n'entrent de ce fait pas en considération dans les surfaces d'espaces verts pour les émissions liées à la catégorie « Utilisation de fertilisant ».

Pour ces raisons, les apports en azote liés aux écoulements sont difficiles à estimer, en outre dans le contexte climatique, territorial et de gestion des espaces verts les apports en azote par ce biais doivent être limités.

Aussi, la clé de notation NE est utilisée pour cette catégorie.

Estimation des émissions

Les émissions de la catégorie ont pour origine l'utilisation d'engrais dans les parcs, les jardins publics et privés de la Principauté de Monaco par les gestionnaires des espaces verts.

Les émissions de N₂O sont estimées à partir des quantités d'engrais utilisées. Cette information est collectée annuellement par la Direction de l'Environnement par une enquête auprès 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
Pour l'année 2021, les données de la Mairie n'ont pas été reçues. Une reconstitution de la donnée par une moyenne sur les 10 dernières années (2011-2020) a été effectuée.

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.

Tableau 40. Données relatives aux engrais en 2021

	Quantités d'engrais (t)	teneur en azote (%N)	Quantités d'azote (tN)
SBM	0,15	16	0,024
SBM	0,975	2	0,0195
SBM	0,25	17	0,0425
SBM	1,175	7	0,08225
DAU	1,44	3	0,0432
DAU	3	7	0,21
DAU	24,8	3	0,744
Mairie⁸⁷	1,20		0,04
Total	32,986		1,2036

⁸⁷ Quantité d'azote (tN) estimée pour l'année 2021 pour le secteur géré par la Mairie.

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 208,4 hectares (soit l'ensemble superficie du pays). Les zones imperméabilisées à l'instar des immeubles, des routes et des constructions couvrent 162,1 hectares (en 2020), qui comprend l'extension en mer en cours de construction en 2021. 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 auxquels ont été intégré les différents espaces verts situés sur les glacis du Rocher estimés à 3,2 hectares.

Les absorptions liées au 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 :

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} ST_{ij} * CVT_{ij}$$

ΔC_G = accumulation annuelle de carbone due aux gains de biomasse des établissements restants établissements, tonnes C an⁻¹

ST_{ij} = couvert forestier total de catégorie i du type de plantes ligneuses vivaces j, ha

CVT_{ij} = taux de croissance basé sur la superficie du couvert de catégorie i du type de plantes ligneuses vivaces j, tonnes C (ha couvert forestier)-1 an-1

Cette équation 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.

6.2.1.1. 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 DAU-IMSEE auxquelles ont été ajoutées les surfaces arborées situées sur les glacis du Rocher (non prises en compte dans l'évaluation des surfaces d'espaces verts publiques par la DAU-IMSEE).

Tableau 41. Données relatives aux surfaces des espaces verts

	Surface publique	Surface privé	Surface arborée glacis du Rocher	Surface totale intégration Glacis
	m ²	m ²	m ²	m ²
1990	243 928	145 200	32 000	421 128
1991	247 831	146 116	32 000	425 947
1992	253 766	147 031	32 000	432 797
1993	258 026	147 947	32 000	437 973
1994	264 682	148 862	32 000	445 544
1995	268 383	149 778	32 000	450 161
1996	269 167	150 694	32 000	451 861
1997	270 042	151 609	32 000	453 651
1998	270 042	152 525	32 000	454 567
1999	271 396	153 441	32 000	456 837
2000	271 486	154 356	32 000	457 842
2001	272 038	155 272	32 000	459 310
2002	272 980	156 187	32 000	461 167
2003	272 474	157 103	32 000	461 577
2004	267 541	158 808	32 000	458 349

2005	267 541	160 986	32 000	460 527
2006	265 363	160 986	32 000	458 349
2007	271 411	166 807	32 000	470 218
2008	272 711	166 807	32 000	471 518
2009	274 421	168 245	32 000	474 666
2010	275 531	168 245	32 000	475 776
2011	275 290	168 245	32 000	475 535
2012	274 923	168 242	32 000	475 165
2013	275 354	168 245	32 000	475 599
2014	276 619	168 445	32 000	477 064
2015	270 176	168 445	32 000	470 621
2016	269 114	168 389	32 000	469 503
2017	267 216	169 157	32 000	468 373
2018	267 310	169 278	32 000	468 588
2019	261 162	169 167	32 000	462 329
2020	261 805	169 236	32 000	463 041
2021	269 117	169 525	32 000	470 642

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)⁸⁸ 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 en 1990 et 2006 et une estimation du volume total des houppiers, basée sur un modèle de représentation des houppiers en forme 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 ($\text{Volume} = 4/3/2 \cdot \text{PI} \cdot \text{R}^3$) 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.

La précédente soumission a apporté une correction au nombre d'arbre mentionné dans l'étude de 2006 qui a semblé être sous-évaluée. En effet de nouvelles données SIG et un inventaire réalisé en 2011 dans le cadre du Code de l'Arbre a permis de rectifier la donnée nombre d'arbre de 1990 et de 2006.

Aussi, une donnée actualisée du nombre d'arbre présents sur le territoire en 2011⁸⁹ a été intégrée. Un ratio avec l'étude de 2006 est ensuite effectué pour actualiser la donnée volume de houppier et la surface de couvert arboré.

		1990	2006	2011
a	Surface d'espaces verts (m ²)	421 128	458 349	475 535
b	Nombre d'arbres total	9 146	10 091	11 306
c	Densité en arbres (arbres /ha espace vert)	a/b*1000	217	220

⁸⁸ Etude DAU – Inventaire des arbres de la Principauté de Monaco, 2006

⁸⁹ Code de l'Arbre - 2011

d	Volume de houppier total (m3)		907 465	1 001 316	1 121 828
e	Volume de houppier total (m3/arbre)	d/b	99	99	99
f	Rayon moyen (m)	$(g/(4/3/2*\pi))^{1/3}$	3,618	3,618	3,618
g	Surface de couvert moyen (m2/arbre)	$h^2*\pi$	41,133	41,133	41,133

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

$$\text{Surface arborées (m}^2\text{)} = a \text{ (m}^2\text{)} * c \text{ (arbres /ha espace vert)} * i \text{ (m}^2\text{/arbre)}$$

La densité en arbre (arbres / ha espaces vert), ainsi que la surface de couvert moyen (m²/arbre), ont été mises à jour avec l'intégration de la donnée du nombre d'arbre de 2011, une reconstitution est ensuite effectuée pour l'évolution de la densité sur le reste de la série temporelle.

En 2021, la densité d'arbre par hectares d'espace vert est estimée à 244,8 a/ha pour une surface de couvert moyen de 41,133 m²/a.

Tableau 42. Données relatives à la surface arborée

	Densité en arbres (arbres /ha espace vert)	Surface de couvert moyen (m ² /arbres)	Surface arborée de Monaco (m ²)
1990	217,2	41,133	376 185
1991	217,4	41,133	380 818
1992	217,5	41,133	387 277
1993	217,7	41,133	392 246
1994	217,9	41,133	399 371
1995	218,1	41,133	403 856
1996	218,3	41,133	405 729
1997	218,5	41,133	407 687
1998	218,7	41,133	408 860
1999	218,9	41,133	411 254
2000	219,0	41,133	412 513
2001	219,2	41,133	414 189
2002	219,4	41,133	416 220
2003	219,6	41,133	416 946
2004	219,8	41,133	414 383
2005	220,0	41,133	416 708
2006	220,2	41,133	415 090
2007	223,7	41,133	432 641
2008	227,2	41,133	440 658
2009	230,7	41,133	450 466
2010	234,2	41,133	458 402
2011	237,8	41,133	465 048
2012	238,5	41,133	466 063
2013	239,2	41,133	467 867
2014	239,9	41,133	470 691
2015	240,6	41,133	465 697
2016	241,3	41,133	465 952
2017	242,0	41,133	466 187
2018	242,7	41,133	467 759
2019	243,4	41,133	462 851
2020	244,1	41,133	464 906
2021	244,8	41,133	473 901

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, il est considéré que cette surface va absorber du carbone durant les vingt années suivantes et sera 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.

Une reconstruction de la donnée des surfaces arborées actives a été effectuée entre 1971 et 1989 pour apporter plus de précision sur l'état des lieux du stock du territoire avant l'année de référence 1990. Pour cela les données

des surfaces d'espaces verts publics⁹⁰ entre 1986 et 1989 ont été utilisées avec une reconstruction des données entre 1971 et 1985.

Tableau 43. Données relatives à la surface arborée active

	Variation annuelle de surface arborée	Surface arborée active (<20ans)		Variation annuelle de surface arborée	Surface arborée active (<20ans)
	m ²	m ²		m ²	m ²
1987	9 169	81 239	2005	2 324	91 909
1988	14 016	95 255	2006	-1 617	87 229
1989	11 477	106 732	2007	17 551	95 611
1990	9 483	116 215	2008	8 017	89 612
1991	4 633	116 498	2009	9 808	87 943
1992	6 459	118 607	2010	7 936	86 396
1993	4 969	119 203	2011	6 647	88 410
1994	7 125	121 931	2012	1 015	82 966
1995	4 485	121 996	2013	1 804	79 801
1996	1 873	119 426	2014	2 824	75 500
1997	1 958	116 916	2015	-4 993	71 014
1998	1 173	113 598	2016	254	69 395
1999	2 394	111 477	2017	236	67 673
2000	1 258	108 198	2018	1 572	68 072
2001	1 677	105 312	2019	-4 908	65 678
2002	2 031	102 757	2020	2 055	66 474
2003	726	98 874	2021	8 995	73 793
2004	-2 562	94 241			

⁹⁰ Monaco en chiffre 1990

6.2.1.2. 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.

Tableau 44. Taux de croissance des arbres

	Gains (tC/an)	Pertes (tC/an)	Absorption (tCO ₂ /an)	Emissions (tCO ₂ /an)		Gains (tC/an)	Pertes (tC/an)	Absorption (tCO ₂ /an)	Emissions (tCO ₂ /an)
1990	33,7	0	-123,6	0	2006	25,3	-9,4	-92,8	34,4
1991	33,8	0	-123,9	0	2007	27,7	0	-101,7	0
1992	34,4	0	-126,1	0	2008	26,0	0	-95,3	0
1993	34,6	0	-126,8	0	2009	25,5	0	-93,5	0
1994	35,4	0	-129,7	0	2010	25,1	0	-91,9	0
1995	35,4	0	-129,7	0	2011	25,6	0	-94,0	0
1996	34,6	0	-127,0	0	2012	24,1	0	-88,2	0
1997	33,9	0	-124,3	0	2013	23,1	0	-84,9	0
1998	32,9	0	-120,8	0	2014	21,9	0	-80,3	0
1999	32,3	0	-118,5	0	2015	20,6	-29,0	-75,5	106,2
2000	31,4	0	-115,1	0	2016	20,1	0	-73,8	0
2001	30,5	0	-112,0	0	2017	19,6	0	-72,0	0
2002	29,8	0	-109,3	0	2018	19,7	0	-72,4	0
2003	28,7	0	-105,1	0	2019	19,0	-28,5	-69,8	104,4
2004	27,3	-14,9	-100,2	54,5	2020	19,3	0	-70,7	0
2005	26,7	0,0	-97,7	0,0	2021	21,4	0	-78,5	0

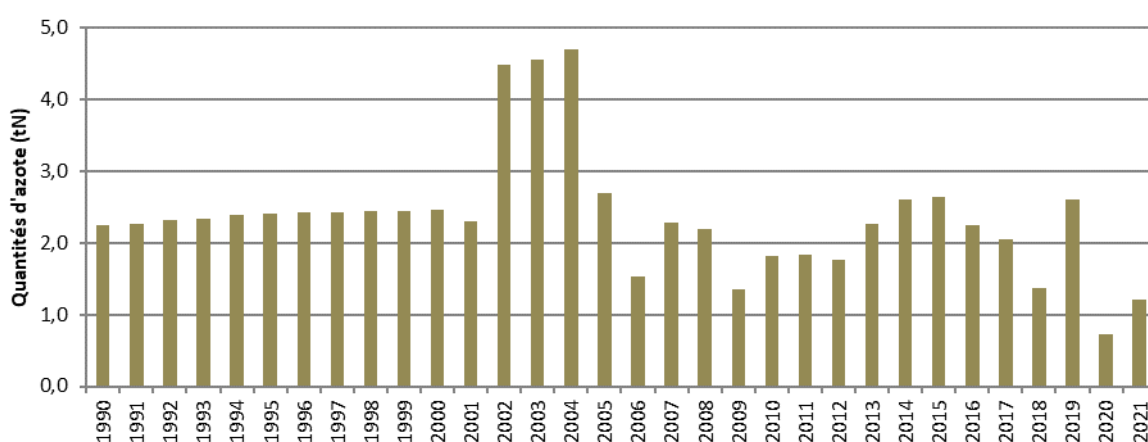
6.2.2. Méthodologies relatives aux émissions dues à l'utilisation d'engrais dans les espaces verts

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 Bain de Mer).

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

Figure 174. Quantité d'azote (tN) utilisée dans les espaces verts



6.2.2.1. Emission directe

Les émissions directes sont calculées grâce à l'équation 11.2 du volume 4 des lignes directrices du GIEC 2006, pour laquelle seule la contribution des fertilisants minéraux est prise en compte.

$$N_2O_{Direct} - N = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i * FE_{li} + (F_{RR} + F_{MOS}) * FE_l + N_2O - N_{SO} + N_2O - N_{ppp}$$

FE_{li} = facteurs d'émissions développés pour les émissions de N₂O dues à l'application d'engrais synthétique et de N organique dans les conditions i (kg N₂O-N (kg 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 suivants sont utilisés pour procéder à l'estimation données par l'équation 11.2 du GIEC

F _{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an ⁻¹	Donnée d'activité annuelle
F _{ON} = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
F _{RR} = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote et dues au renouvellement des fourrages/pâturages, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
F _{MOS} = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux associée aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
F _{E1} = facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues aux entrées de N, kg N ₂ O-N (kg entrées de N) ⁻¹ (tableau 11.1)	0.01 (0.003-0.03)[kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
N ₂ O-NSO = émissions annuelles directes de N ₂ O-N imputables aux sols organiques gérés, kg N ₂ O-N an ⁻¹	Négligeable sur la période
N ₂ O-NPPP = émissions annuelles directes de N ₂ O-N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N ₂ O-N an ⁻¹	Nul sur la période

6.2.2.2. 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.")

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

F _{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an ⁻¹	Donnée d'activité annuelle
FracGAZ E = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH ₃ et de NO _x , kg N volatilisé (kg de N appliqué) ⁻¹ (tableau 11.3)	0.1
F _{ON} = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
F _{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an ⁻¹	Nul sur la période
FracGAZ M [volatilisation de tous les engrais organiques au N appliqués, et des fèces et de l'urine déposées par les animaux paissant], (kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg N appliqué ou déposé) ⁻¹	0.2
F _{E4} = facteur d'émissions des émissions de N ₂ O dues au dépôt atmosphérique de N [volatilisation et redépôt de N], kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilisé)	0.01

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

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

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

Tableau 45. Utilisation d'engrais et niveau d'émissions

	kg N/an	N ₂ O Em directes (t)	N ₂ OEm indirectes (t)	N ₂ O total (t)	N ₂ O total (kt CO ₂ eq)
1990	2 242	0,035	0,004	0,039	0,012
1991	2 270	0,036	0,004	0,039	0,012
1992	2 309	0,036	0,004	0,040	0,012
1993	2 339	0,037	0,004	0,040	0,012
1994	2 383	0,037	0,004	0,041	0,012
1995	2 409	0,038	0,004	0,042	0,012
1996	2 419	0,038	0,004	0,042	0,012
1997	2 429	0,038	0,004	0,042	0,013
1998	2 435	0,038	0,004	0,042	0,013
1999	2 448	0,038	0,004	0,042	0,013
2000	2 453	0,039	0,004	0,042	0,013
2001	2 293	0,036	0,004	0,040	0,012
2002	4 477	0,070	0,007	0,077	0,023
2003	4 557	0,072	0,007	0,079	0,023
2004	4 690	0,074	0,007	0,081	0,024
2005	2 683	0,042	0,004	0,046	0,014
2006	1 522	0,024	0,002	0,026	0,008
2007	2 288	0,036	0,004	0,040	0,012
2008	2 191	0,034	0,003	0,038	0,011
2009	1 355	0,021	0,002	0,023	0,007
2010	1 806	0,028	0,003	0,031	0,009
2011	1 826	0,029	0,003	0,032	0,009
2012	1 764	0,028	0,003	0,030	0,009
2013	2 267	0,036	0,004	0,039	0,012
2014	2 594	0,041	0,004	0,045	0,013
2015	2 633	0,041	0,004	0,046	0,014
2016	2 236	0,035	0,004	0,039	0,012
2017	2 055	0,032	0,003	0,036	0,011
2018	1 361	0,021	0,002	0,023	0,007
2019	2 594	0,041	0,004	0,045	0,013
2020	720	0,011	0,001	0,012	0,004
2021	1204	0,019	0,002	0,021	0,006

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 effet, Monaco n'est pas importateur ou exportateur majeur de bois de par ses conditions nationales, Monaco est une ville-Etat de 2 km² où :

- Il n'y a pas de production de produit ligneux.

Monaco ne dispose pas de forêt et d'exploitation forestière sur son territoire.

- Il n'y a pas de stockage de produit ligneux. Il n'y a pas d'industrie de transformation du bois.

Le secteur de l'industrie à Monaco est constitué d'une industrie manufacturière principalement constitué par : la fabrication de produit plastique et caoutchouc, l'industrie chimique (parfum et produit de toilette) l'habillement, l'industrie alimentaire, pharmaceutique, luxe. D'une industrie extractive constituée de : la production d'électricité et de gaz, la production d'eau, l'assainissement et la gestion des déchets (observatoire de l'industrie).

- Il n'y a pas d'utilisation du bois à des fins énergétiques.

Le bilan énergétique de Monaco conduit par la Direction de l'Environnement auprès des différents opérateurs et utilisateur de l'énergie à Monaco ne montrent pas de chaufferie au bois (voir 20.2 Balance énergétique nationale 2021). En outre, les travaux d'établissement d'un cadastre énergétique conduit en 2020-2021 par la Direction de l'Environnement dans le cadre du Plan Climat Air Energie (PCAIE) n'ont également pas mis en évidence de chaufferie au bois.

Aussi, on ne dispose pas de données sur les importations et exportations de produits ligneux autres que ceux relevés dans le cadre de la gestion des déchets dans le cadre de produit manufacturé ou transformé (papiers, cartons, emballages, mobiliers, matériaux de construction).

Parmi les données relatives aux déchets, on peut relever en 2021 :

6 370 tonnes de papiers et cartons ainsi que 1 279 tonnes de bois (hors déchets verts) au sein des tonnages de déchets résiduels et de déchets des activités économique incinérés.

En absence de production nationale, les produits ligneux récoltés importés, indépendamment de leur origine, et difficilement quantifiable n'ont pas été comptabilisés.

Les clés de notation NO –NA ont été conservées pour cette catégorie.

6.3. Incertitudes et cohérence des séries temporelles

Pour le stock de carbone une incertitude de 16% est appliquée à la donnée d'activité.

Cette incertitude est estimée à partir de :

- L'incertitude liée à la méthode d'estimation de surface d'espace arborées, qui résulte d'une incertitude combinée et pondérée entre la donnée d'activité nombre d'arbre fournie par l'IMSEE 5% (donnée considérée comme consistante), et le nombre d'arbre des glacis du Rocher estimé à dire d'expert 100%.
- 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 directrices⁹¹.

Pour le N₂O, les quantités d'azote inventoriées sont renseignées directement par les utilisateurs, dans ce cadre une erreur de 5% est appliquée pour la donnée d'activité. Un facteur d'incertitude de 490 % est utilisé pour le facteur d'émissions correspondant à la somme des incertitudes des paramètres liés aux facteurs d'émission.

Les séries chronologiques pour l'utilisation des terres 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'a pas été réalisé de contrôle spécifique à la catégorie.

⁹¹ GIEC 2006 - Guidebook 2016 - V4_08_Chap8 -Tab 8.1

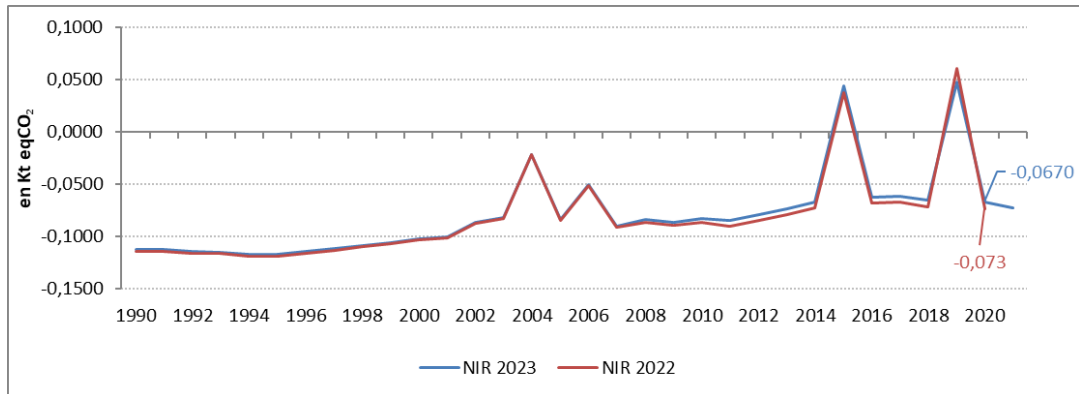
6.5. Recalcul

Description du recalcul

Le recalcul concerne le secteur 4 UTCATF sur la série temporelle 1990-2020.

Impacts du recalcul

Figure 175. Recalcul de la catégorie 4E



La variation est présentée dans le tableau ci-dessous :

		NIR année 2022	NIR année 2023	% d'évolution de NIR 2022 à NIR 2023
Secteur 4	1990	-0,1140	-0,1120	- 1,7%
	2020	-0,073	-0,0670	- 8,6%

Raisons et justifications

Aucune modification méthodologique n'a été réalisée pour cette soumission 2023. L'objet du recalcul est une correction réalisée dans le cadre du contrôle qualité sur une erreur dans la fiche de calcul.

6.6. Amélioration

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

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. La mise en place d'un système d'information géographique partagé est en cours de déploiement avec une actualisation d'un inventaire des arbres en cours en 2022.

Une étude visant à consolider les données d'inventaire des arbres de la Principauté et de stockage du carbone en fonction de l'évolution des espaces arborés et de leur composition est en cours en 2022. Les résultats de cette étude sont en cours d'acquisition et seront exploités et présentés lors d'une prochaine soumission.

L'étude consiste en une analyse précise de la composition arborée de la Principauté afin d'en déterminer le potentiel de stockage carbone actuel et futur.

Les données



L'analyse des résultats de l'étude permettra une mise à jour des données de la composition arborée d'une part et de comparer l'évaluation du stockage carbone avec la méthode utilisée actuellement en assurance qualité spécifique.

Ces améliorations seront entreprises conformément au Plan d'amélioration, fourni au chapitre 10.4.

Le stockage et la séquestration carbone des arbres urbains



Pour les **arbres** et les **palmiers**, le stockage carbone est calculé de 2 manières :



Via les équations allométriques grâce à : (version 2)

- La taille des arbres
- Le diamètre du houppier
- Diamètre du tronc à hauteur d'homme



Via les données relatives au stockage, par essence : (version 3)

- Selon l'âge



7. DECHETS (Secteur 5 du CRF)

Les émissions et puits de carbone du secteur des déchets en 2021 sont présentés dans le tableau 5 du cadre commun de présentation (CRF).

Les émissions du secteur déchets, sont en 2021 de : **0,4 ktCO₂eq**

Les émissions pour l'année de référence (1990) recalculées sont de : **0,7 ktCO₂eq**

Soit une variation de : **-43 % (+0,3ktCO₂eq)**

Les émissions du secteur des déchets représentent : 0,5 % des émissions globales en 2021

Les émissions du secteur des déchets représentent : 0,7 % des émissions globales en 1990

Figure 176. Evolution des émissions de GES du secteur des déchets entre 1990 et 2021

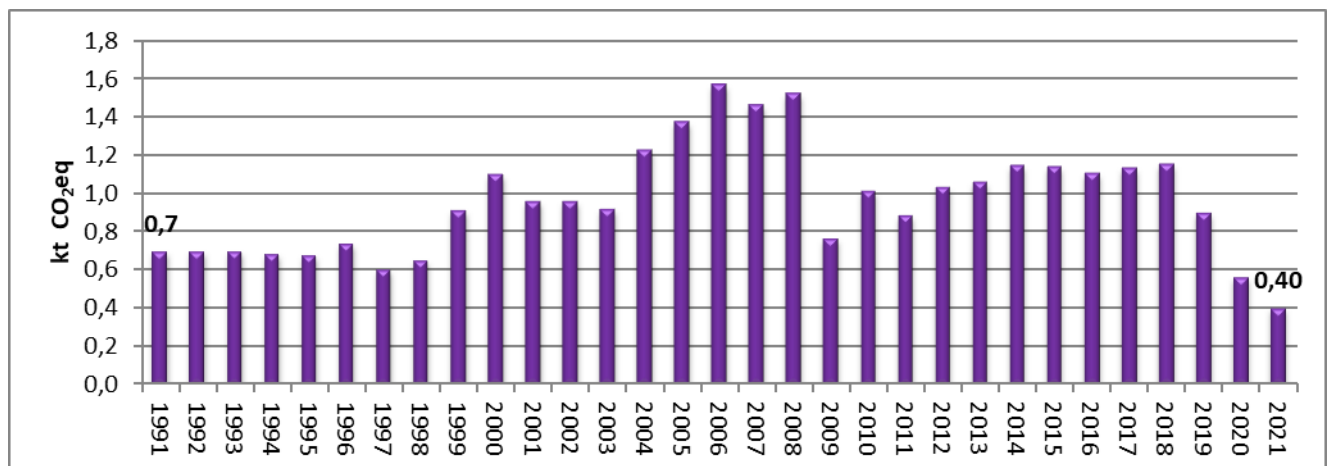
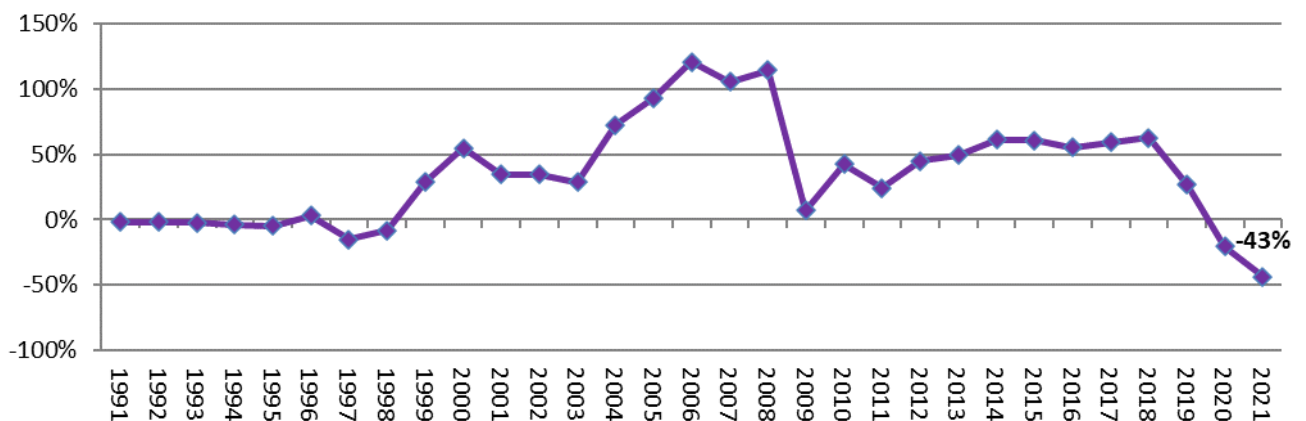


Figure 177. Evolution des émissions de GES du secteur des déchets par rapport 1990



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. Généralités sur la gestion des déchets à Monaco

Le secteur des déchets regroupe les activités relatives au traitement des déchets solides, au traitement et au rejet des eaux usées domestiques et industrielles mais aussi la crémation.

Dans la Principauté, la gestion des déchets est de la compétence du Gouvernement Princier. La collecte des déchets ménagers et assimilés et des déchets des activités économiques non dangereux, recyclables et non recyclables est concédée à la Société Monégasque d'Assainissement (SMA).

La SMA assure également, dans le cadre d'une autre concession, l'incinération des déchets non dangereux et des boues d'épuration, ainsi que le transfert des déchets recyclables vers les filières adaptées en France.

En complément, les déchets dangereux sont collectés et gérés par soit par des sociétés privées, soit par la SMA, et exportés en France pour traitement.

Le bilan des collectes sélectives, communiqué par la Direction de l'Aménagement Urbain (Service du Gouvernement Princier) en charge de la gestion des déchets permet de suivre l'évolution de ces flux sur la série temporelle.

	Journaux, magazines, papiers	Verre	Emballages ménagers recyclables
	t	t	t
1990	8	180	0
1991	12	180	0
1992	15	180	0
1993	20	180	0
1994	28	180	0
1995	33	196	0
1996	49	227	0
1997	112	181	0
1998	124	187	0
1999	102	181	0
2000	94	184	0
2001	94	213	0
2002	105	239	0
2003	123	284	0
2004	140	298	0
2005	119	340	0
2006	139	426	0
2007	200	501	0
2008	920	1000	126
2009	981	1069	235
2010	1142	1204	265
2011	1082	1289	225
2012	927	1297	242
2013	669	1454	254
2014	670	1521	259
2015	578	1515	252

2016	577	1555	257
2017	532	1639	255
2018	527	1696	317
2019	Inclus dans EMR	1922	912
2020	Inclus dans EMR	1378	935
2021	Inclus dans EMR	1587	1022

En 2019, les consignes de tri ont été simplifiées en regroupant notamment les poubelles papier et emballages ménagers recyclables, et étendues à tous les emballages en plastique.

La principauté dispose, en complément des collectes en porte à porte, de points de collecte des emballages ménagers recyclables, des déchets ménagers dangereux, y compris des huiles de vidange.

Concernant les eaux usées, la collecte et le prétraitement des eaux est géré par le Gouvernement. Le traitement est concédé à la Société Monégasque des Eaux.

7.2. 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 ainsi pas rapporté d'émission relative à ce secteur. Les déchets ultimes devant être stockés en décharge (sites d'enfouissement) sont exportés en France.

Les clés de notation NO et NA ont été utilisées dans le cadre du CRF Reporter.

7.3. 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.

7.4. Incinération et combustion à l'air libre des déchets (secteur 5.C)

7.4.1. Activités relatives au traitement des déchets solides

A Monaco, le traitement des déchets solides est opéré selon deux filières distinctes :

- 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 banaux (carton, emballages, etc.), les déchets verts et les boues d'épuration des eaux usées.
- Le transfert vers les filières spécialisées de traitement hors du territoire pour les déchets recyclables (verre, EMR, papier, etc....), 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 3.3.1 de ce rapport. Les émissions relatives à l'incinération des déchets ménagers, des déchets industriels banaux (cartons, emballages, etc.), des déchets verts et des boues d'épuration des eaux usées sont ainsi reportées au sein de la catégorie de la production publique d'énergie [1.AA Fuel Combustion - Sectoral approach][1.A.1 Energy Industries][1.A.1.a Public Electricity and Heat Production][1.A.1.a.ii Combined heat and

power generation] du CRF Reporter. La distinction entre les émissions de la part biomasse et de la part fossile des déchets solides ménagers et des boues d'épuration y est notamment effectuée.

Monaco étant une zone urbaine dense, les feux ouverts y sont interdits sur l'ensemble du territoire.

7.4.2. Activités liées à la crémation

7.4.2.1. Caractéristiques générales

La crémation est la transformation de corps en cendres dans des incinérateurs conçus spécialement à cet effet. Monaco possède un unique four crématoire depuis 1991, l'exploitation ayant été ouverte en 1994.

7.4.2.2. Méthodologie d'estimation

Une méthode T1 est appliquée pour calculer les émissions de CO₂ associées à cette activité.

Lors de la première soumission de ce secteur (2022), en l'absence d'information, une méthode T1 avec facteur d'émission D avait été appliquée.

Après vérification auprès de l'entité en charge du crématorium de Monaco, il est apparu que la hauteur de la cheminée du crématorium et les quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère étaient conformes à l'Arrêté français du 28 janvier 2010.

D'autre part, le crématorium mandate, une fois par an, un laboratoire indépendant agréé pour des mesures de concentrations en polluants sur les rejets atmosphériques du four crématoire.

Les mesures effectuées en 2022 relèvent des concentrations en polluants nettement inférieures au Facteur d'Emission EMEP 2019 et à la réglementation en vigueur en France.

C'est pourquoi, il est cohérent de s'appuyer sur les FE français tout en suivant chaque année les mesures effectuées au crématorium de Monaco afin de constituer au fil du temps des facteurs d'émission spécifiques à Monaco.

Le niveau d'activité correspond au nombre de corps incinérés annuellement (information recueillie directement auprès du four crématoire de Monaco).

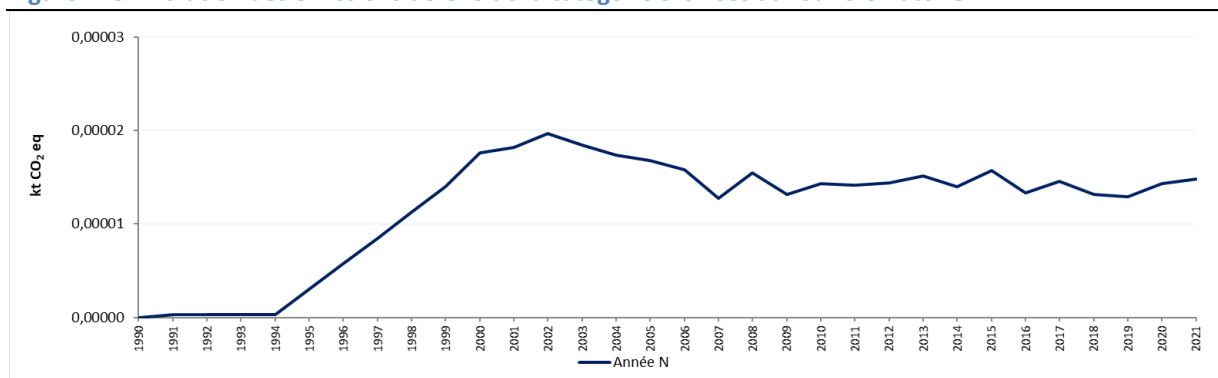
De 1991 à 1994, les incinérations correspondent aux reprises de concessions du cimetière de Monaco, le nombre de crémation a été extrapolé de 1994 à 1999 (augmentation constante), puis les crémations ont été comptabilisées annuellement.

Les émissions de CO₂ sont supposées être 100% organique (les éventuels accessoires ne sont pas considérés ici, très faible part de carbone d'origine organique)

Les émissions de CH₄ et N₂O sont supposées négligeables.

En 2021, les émissions du secteur s'élèvent à 0.000015 ktCO₂eq.

Figure 178. Evolution des émissions de GES de la catégorie 5.C liées au four crématoire



7.4.2.3. Assurance qualité et contrôle spécifique

Les contrôles ont consisté à rapprocher les valeurs de la soumission aux valeurs données par les contrôles du four crématoire lui-même.

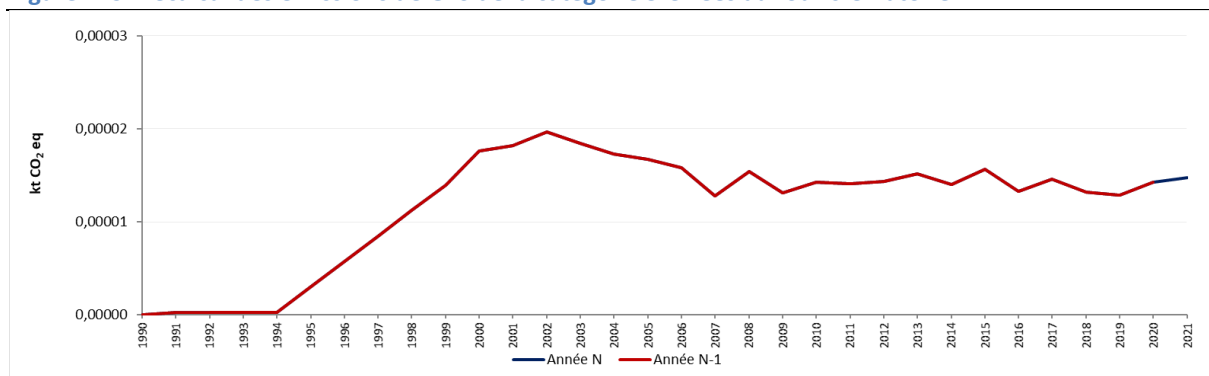
7.4.2.4. Recalcul

7.4.2.4.1. DESCRIPTION DU RECALCUL

Le recalcul concerne les émissions de CO₂ organiques liées à la crémation.

7.4.2.4.2. EFFET DU RECALCUL

Figure 179. Recalcul des émissions de GES de la catégorie 5.C liées au four crématoire



7.4.2.4.3. RAISONS ET JUSTIFICATION

Le recalcul ne relève pas de variation, il permet en ce sens un contrôle qualité et vérification supplémentaire des calculs.

7.4.2.5. Améliorations

L'amélioration, pour cette catégorie, va consister à un affinage progressif des facteurs d'émission en suivant chaque année les mesures effectuées au crématorium et ainsi constituer au fil du temps des facteurs d'émission spécifiques à Monaco

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

Les émissions de cette catégorie sont constituées des émissions de CH₄ et des émissions de N₂O, issues du traitement des eaux résiduaires de Monaco (5.D.1 Eaux usées domestiques) comprenant une composante d'eaux usées industrielles (5.D.2) incluse (IE) avec les eaux usées domestiques.

Sont calculées également les émissions de NMVOC.

Le CH₄ et le N₂O issus du traitement des eaux résiduaires constituent des catégories sources clés d'émission pour l'inventaire 2021 respectivement selon les méthodes Tier 3 et Tier 1 pour le N₂O.

Figure 180. Evolution des émissions de GES de la catégorie 5.D des déchets entre 1990 et 2021

En 2021, les émissions du secteur s'élèvent à 0,401 ktCO₂eq.

Les émissions de CH₄ sont de 0,0005 ktCH₄ soit 0,01 ktCO₂eq.

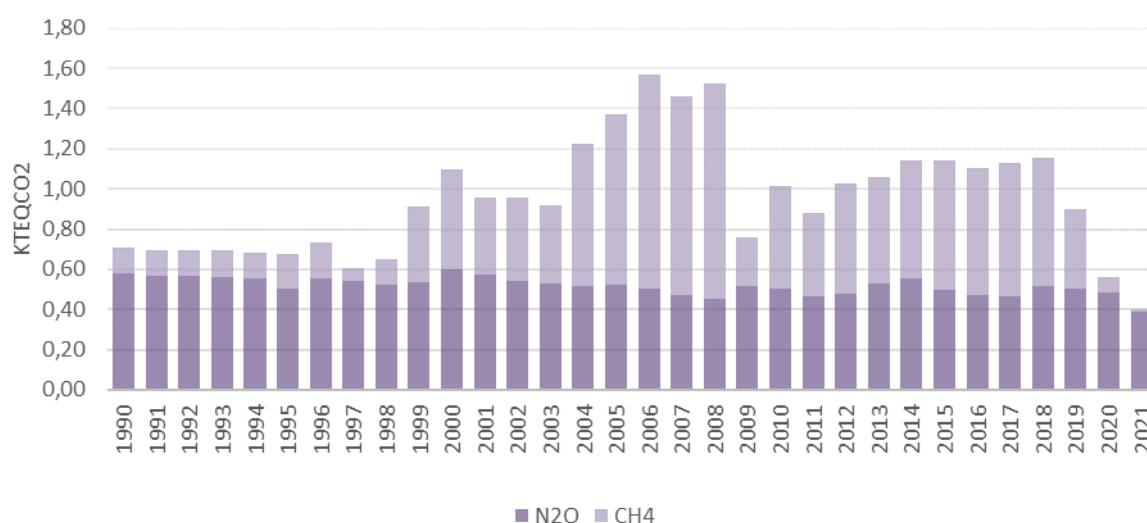
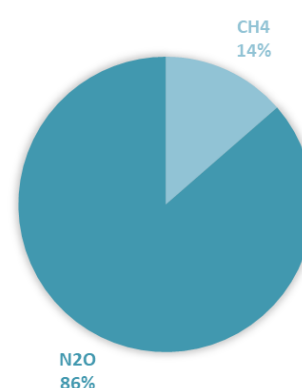
Ces émissions montrent une diminution de 90% des émissions de CH₄ par rapport à 1990.

Ces émissions représentent 3% des émissions de la catégorie.

Les émissions de N₂O sont de 0,0013 ktN₂O soit 0,39 ktCO₂eq.

Ces émissions montrent une diminution de 33% des émissions de N₂O par rapport à 1990.

Ces émissions représentent 97% des émissions de la catégorie.



7.5.1. Description de la catégorie source

7.5.1.1. Principe de gestions des eaux usée.

Monaco, au sein d'un bassin de 11 km², assure la collecte des eaux résiduaires de son 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 des eaux est unitaire. Les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées indistinctement pour intégrer un unique processus de traitement.

Le système de traitement comprend deux installations :

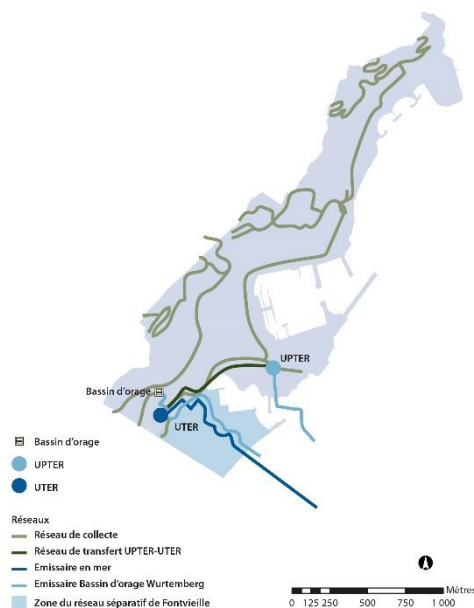
- Un traitement primaire (physique : dégrillage, dessablage) réalisé par l'Usine de Prétraitement des Eaux Résiduaires (UPTER). L'UPTER ne fait pas intervenir de processus modifiant la qualité physicochimique des eaux, l'installation fait office de régulation des débits avant le traitement UTER.
- Un traitement secondaire (physicochimique) et tertiaire (aérobie) par l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER). Cette station d'épuration met en œuvre un traitement secondaire et tertiaire 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 sont rejetées en mer par soit par l'émissaire principal, soit, en cas de surcapacité des installations, des rejets peuvent se faire par des émissaires secondaires à -50 mètres ou en surface pour les plus forts débits.

L'ensemble des rejets sont effectués dans une zone marine ouverte, non soumise à l'eutrophisation.

L'UTER avait une capacité hydraulique maximale de 31 000 m³/jour et de 1800 m³/heure pour une capacité d'épuration maximale de 80 000 à 100 000 Equivalents Habitants (EH). Des travaux d'amélioration finalisés en 2020 ont permis de porter la capacité de traitement à 130 000 (EH) sur un même principe de traitement primaire et secondaire (physicochimique et aérobie).



7.5.1.2. Caractéristiques des eaux collectées.

Eaux domestiques.

Les eaux collectées ont une composante principale caractéristique des eaux domestiques ou le rapport DCO/DBO5 des eaux est inférieur ou égal à 2,5⁹².

Le rapport DCO/ DBO5 moyen relevé par les analyses conduites par la surveillance l'UTER est de 3,06 en 2021 avec 12,1% des observations inférieures à 2,5 (BDUTER2021).

Eaux industrielles

Les eaux résiduaires produites par les activités économiques (principalement des activités de services du secteur tertiaire) sont intégralement recueillies par le réseau de collecte.

Il n'existe pas de système central ou déporté de traitement des eaux industrielles.

Aussi, cette composante non-quantifiable d'eaux industrielles est reportée au sein de la catégorie 5D1 Eaux usées domestiques, conformément aux Lignes Directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 5, paragraphe 6.2.3) et la clé de notation IE est utilisée au sein de la catégorie 5.D.2 Industrial Wastewater.

Eaux de pluies

Des réseaux séparatifs d'eaux pluviales ont été mis en œuvre pour quelques zones et quartiers, cependant le réseau de collecte est unitaire sur la majorité du territoire. Ainsi les eaux usées collectées et intégrant le processus traitement peuvent présenter des variabilités de caractéristiques et de débits lors des événements pluvieux.

7.5.1.3. Boues d'épurations

Le processus de traitement des eaux est générateur de déchets solides. Ces déchets proviennent :

- Du dégrillage et de dessablage des eaux du traitement physique opérées par l'UPTER.
- De la génération de boues d'épuration des traitements primaire et secondaire de l'UTER.

Les déchets de dégrillages et de dessablages sont principalement constitués de textiles sanitaires, de plastiques, de végétaux, de papiers. Ces déchets sont incinérés par l'usine de traitement de Monaco.

Les boues d'épuration produites par les traitements secondaires et tertiaires de l'UTER ont deux filières de traitement :

- Une voie prioritaire qui est l'incinération des boues humides par l'usine de traitement de Monaco.
- Une filière secondaire qui est une exportation vers la France pour une valorisation agricole.

Les émissions liées à l'incinération des déchets produits par les unités de traitement UPTER et UTER sont comptabilisées au sein de la catégorie 1A1a production d'électricité et de chaleur.

⁹² Compte rendu technique UTER 2021

7.5.1.4. Postes d'émissions pour la catégorie source 5.D.1

Les émissions de cette catégorie ont pour unique origine le traitement et les rejets d'eaux résiduaires du système UPTER-UTER.

Les estimations des émissions de GES de la catégorie sont basées sur le chapitre 6 du volume 5 des Lignes Directrices du GIEC de 2006.

Les postes d'émissions de cette catégorie concernent le CH₄, le N₂O ainsi que le NMVOC.

7.5.2. Méthodologie d'estimation des émissions

Le tableau ci-dessous présente le bilan des niveaux méthodologiques d'estimation des émissions ainsi que les facteurs d'émission utilisés.

	Niveau méthodologique	Facteur d'émissions
CH ₄	Tier 3	CS/D
N ₂ O	Tier 1	CS/D
NMVOC	Tier1	D

Les méthodologies utilisées pour estimer les émissions sont résumées dans les paragraphes suivants. Le détail des méthodologies est présenté dans les sections présentant les méthodologies de calcul pour le CH₄, le N₂O et le NMVOC.

7.5.2.1. Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont une catégorie clé d'émissions.

Une méthode de Tier 3 a été développée se basant, conformément à l'arbre de décision 6.2 volume 5 CH6 IPCC2006 Guidelines, sur la disponibilité de données issues de la surveillance de l'usine de traitement UTER, et la mise en œuvre d'une méthode spécifique à partir de ces données.

Aussi, les émissions de CH₄ établies à partir des volumes et des charges polluantes (TOW) des eaux résiduaires rejetées directement (volumes non traités) en mer ou intégrant le système de traitement de l'UTER (volumes traités). Dans ce dernier cas, la qualité du fonctionnement de l'usine intervient également sur les niveaux d'émission de CH₄.

On relève ainsi 3 postes d'émissions :

- Le rejet d'eaux résiduaires sans traitement.

En cas d'arrêt ou de dysfonctionnement du système des unités de traitement des eaux UPTER-UTER.

- Le rejet d'eaux résiduaires avec charge d'entrée conforme (condition aérobie de traitement).

Fonctionnement normal de la station de traitement UTER, dans le cas où les charges polluantes des effluents sont conformes aux spécifications de l'UTER.

- Le rejet d'eaux résiduaires avec charge d'entrée non-conforme (risque de conditions anaérobie lors du traitement).

Fonctionnement en mode dégradé de la station de traitement UTER, dans le cas où les charges polluantes des eaux dépassent les capacités de traitement.

7.5.2.2. Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O ne sont pas une catégorie clé d'émission.

Il est utilisé la méthode par défaut de Tier 1 donnée par les lignes directrices 2006 du volume 5 CH6 de l'IPCC.

En absence de processus de nitrification dénitrification, il n'est pas considéré d'émissions directes de N₂O par l'Usine UTER, seules sont calculées les émissions liées au rejet d'effluents dans le milieu.

Ainsi, dans le système de traitement des eaux de Monaco, les émissions de N₂O ont deux origines :

- Le rejet d'eaux résiduaires sans traitement.

En cas d'arrêt ou de dysfonctionnement du système des unités de traitement des eaux UPTER UTER.

- Le rejet d'eaux traitées.

Lors du fonctionnement normal des unités de traitement des eaux UPTER UTER.

Les données d'activité (volumes et teneur en azote) de l'usine de traitement des eaux sont utilisées pour établir les estimations.

7.5.2.3. Emissions de NMVOC

Les émissions de NMVOC sont calculées selon une méthode de Tier 1 avec un facteur d'émission par défaut.

- Les émissions de NMVOC sont basées sur les volumes d'eaux résiduaires traitées par l'usine UTER.

7.5.3. Données d'activité

7.5.3.1. Origine des données

Les émissions sont calculées à partir des données de surveillance des stations de traitement des eaux.

Les paramètres de surveillance suivant sont relevés :

- Les débits (volumes d'eau journaliers) aux différents niveaux du processus de traitement de l'eau.
- Les paramètres de surveillance (chimiques et physicochimiques) de la station UTER, sur une base journalière (DBO5, DCO, ...).
- Les données de contrôle externe semestriel, pour les paramètres physicochimiques et chimiques particuliers tels que les teneurs en azote notamment.

Ces données peuvent être disponibles sous plusieurs formes.

- Un rapport annuel de fonctionnement de l'UTER, en réponse au cahier des charges d'exploitation,
- Une base de données journalière reprenant l'ensemble des données mesurées.
- Des rapports de contrôle semestriels d'un organisme externe pour les paramètres chimiques.

Les données d'activité des stations d'épuration UPTER et UTER (volumes et charges polluantes) sont disponibles sous la forme de bases de données annuelles de 2004 à 2021 des paramètres journaliers relevés par l'analyse et la surveillance des eaux.

Ces données permettent de calculer les émissions à un niveau méthodologique supérieur, en particulier pour le CH₄, mais elles sont également utilisées pour consolider l'estimation des émissions des autres polluants, N₂O et NMVOC.

Pour les données antérieures (1995-2004), les rapports annuels de fonctionnement de l'UTER ont été utilisés. Ces rapports présentent des bilans annuels des paramètres mesurés (débits, charges polluantes) ainsi que les

informations sur le fonctionnement de station : conformité des paramètres au cahier des charges, arrêts de fonctionnement.

Un contrôle des paramètres physicochimiques et chimiques est effectué semestriellement (sur la période 2005-2021) par un organisme externe au gestionnaire UTER, ce contrôle permet en outre une évaluation de la teneur en azote des eaux résiduaires collectées et rejetées pour l'estimation des émissions de N₂O.

Afin d'assurer la consistance des données d'activités et identifier les tendances d'évolution et les variations interannuelles des données d'activité, des travaux particuliers ont été conduits pour la soumission 2020 concernant :

- La gestion des données manquantes au sein des bases de données.
En assurant notamment une distinction entre, les données manquantes aléatoires au sein de la base de données, ou observées en cas d'arrêt de la station UTER et de fait des systèmes de production de données.
- L'identification des tendances et les interférences dues à la présence d'eaux de pluies sur les volumes des eaux résiduaires.
L'objectif est d'évaluer les tendances générales et l'influence des eaux de pluies sur la donnée d'activité afin de s'assurer de la cohérence de l'évolution des séries temporelles.
- La continuité des séries de données, en particulier sur une base journalière, sur l'ensemble de la période de calcul.
Le schéma et les méthodologies de reconstruction des données sont par ailleurs détaillés dans la section continuité de la série temporelle.

7.5.3.2. Principes directeurs d'évolution des données d'activité

L'évolution et la variation des données d'activité dépendent principalement :

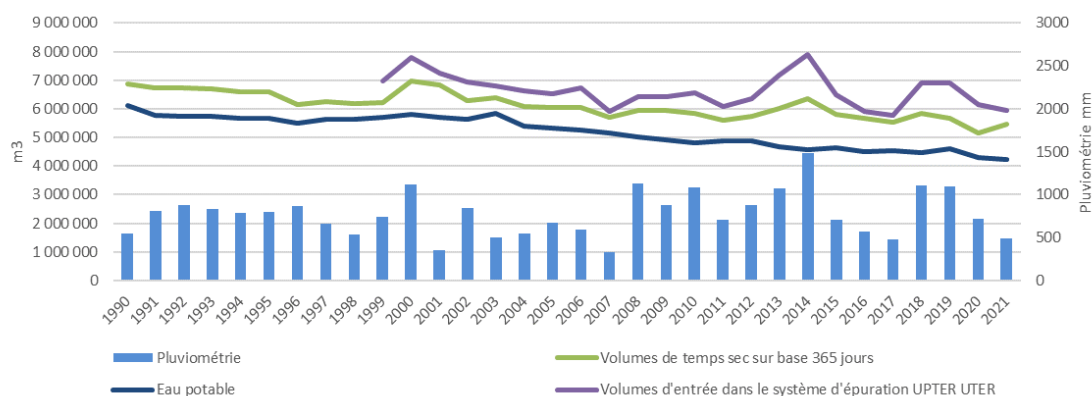
- de l'évolution des volumes et des charges polluantes des eaux résiduaires collectées, rejetées directement ou pris en charge par les systèmes de traitement,
- de l'évolution et les variations des caractéristiques et des capacités de traitement du système UPTER - UTER.
- **Evolution des volumes d'eaux résiduaires et des charges polluantes.**

Les figures suivantes montrent une tendance à la décroissance des volumes d'eaux traitées en corrélation avec les consommations d'eau potable.

L'influence de la consommation d'eau potable sur les volumes d'eaux résiduaires produits, notamment comparés aux volumes annuels d'eaux résiduaires de temps sec (moyenne annuelle rectifiée des jours de pluie et des données manquantes).

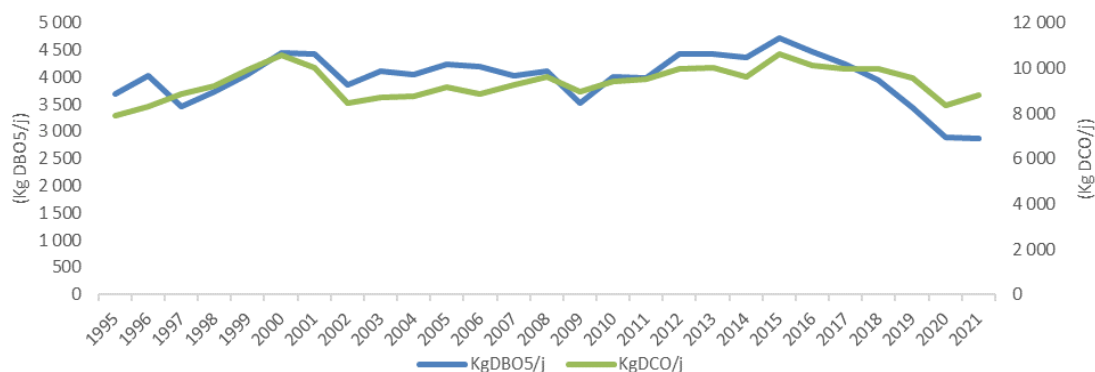
L'influence complémentaire de la pluviométrie est plus nettement visible en comparaison avec les volumes uniquement corrigés des données manquantes.

Figure 181. Variation des volumes d'eaux résiduaires en fonction de la pluie et de la consommation d'eau potable



L'évolution des charges en DBO et DCO est sensiblement corrélée, et montre une faible tendance à la hausse, probablement liée à d'autres paramètres tels que l'augmentation des populations résidentes et des employés ainsi que l'activité économique.

Figure 182. Variation des charges polluantes en DBO5 et DCO



- **Evolution du système de traitement des eaux**

L'usine de traitement des eaux UTER a été mise en service en 1990. Elle comprenait à l'époque plusieurs innovations techniques : l'usine avait une conception verticale dans un immeuble industriel du quartier de Fontvieille, elle utilisait un procédé d'épuration tertiaire aérobie, par culture fixée sur une matrice filtrante (procédé Biocarbone).

Cette usine a été conçue pour traiter des charges polluantes de 70 000 Equivalent Habitant (EH). Les charges de polluants en entrée de station ont cependant progressivement dépassé la capacité de traitement et le cahier des charges de fonctionnement de la station.

Dans le cadre du programme de travaux résultant d'un Schéma Directeur d'Assainissement réalisé en 2005, la Principauté de Monaco a entrepris la réalisation de travaux de renforcement sur son réseau d'assainissement avec la mise en conformité de son unité de traitement des eaux résiduaires avec pour objectif de respecter les termes de la Directive Européenne du 21 mai 1991 en matière de qualité de rejet des eaux épurées.

Les travaux sur le système d'assainissement ont porté sur :

- La réalisation de deux bassins de rétention.
- L'optimisation des infrastructures et de la gestion du réseau.
- La création d'un « by-pass » des eaux prétraitées vers un émissaire profond en mer pour limiter l'impact côtier des rejets en cas d'arrêt technique de l'UTER ;
- Le renforcement des capacités de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaire, réalisé en 2008, en matière de qualité de rejet et le renforcement de l'extraction et de la filière boue.

A la suite de ce renforcement, un cahier des charges de traitement actualisé a été établi pour répondre aux nouvelles capacités de traitement des charges polluantes portées à 120 000 EH.

Malgré ce renforcement, la capacité de traitement de l'usine UTER est restée insuffisante au regard des charges de polluants reçues, qui restent pour une importante part des jours d'observation, au-dessus des capacités de traitement.

En 2018, ont été initiés des travaux de modernisation des traitements secondaires (floculation) et tertiaires (nouveau procédé de traitement aérobie). La capacité de traitement sera portée à 120 000 EH à partir de 2019, et un nouveau cahier des charges de traitement est en cours d'élaboration et en attente de finalisation.

En 2020, la finalisation des travaux d'extension de l'UTER sont entrepris pour finaliser certains ouvrages avec un arrêt technique de l'usine pendant un mois qui porte désormais les capacités de traitement des charges polluantes à 130 000 EH.

Les évolutions des paramètres de fonctionnement de la station UTER sont présentées dans les tableaux et figures ci-dessous.

Figure 183. Evolution de la station de traitement des eaux UTER et des capacités de traitement

1990-2008	2009-2018	2019-2020
UTER version 1 (70 000EH)	UTER version 2 (100 000EH)	UTER version 3 (130 000EH)

Tableau 46. Principales périodes d'arrêt du système de traitement des eaux

Année	Période	Travaux
2005	25/10 - 05/12	Travaux sur l'usine de prétraitement UPTER
2008	01/10 - 15/12	Renforcement de capacité de traitement des eaux et de la filière boue de l'usine UTER
2011	01/02 -19/04	Travaux sur la canalisation de transfert UPTER-UTER
2018	01/10 - 08/11	Modernisation des systèmes de traitement de l'usine UTER
2020	03/02 - 02/03	Finalisation des travaux d'extension de l'usine UTER

Figure 184. Temps d'arrêt annuel de la station UTER

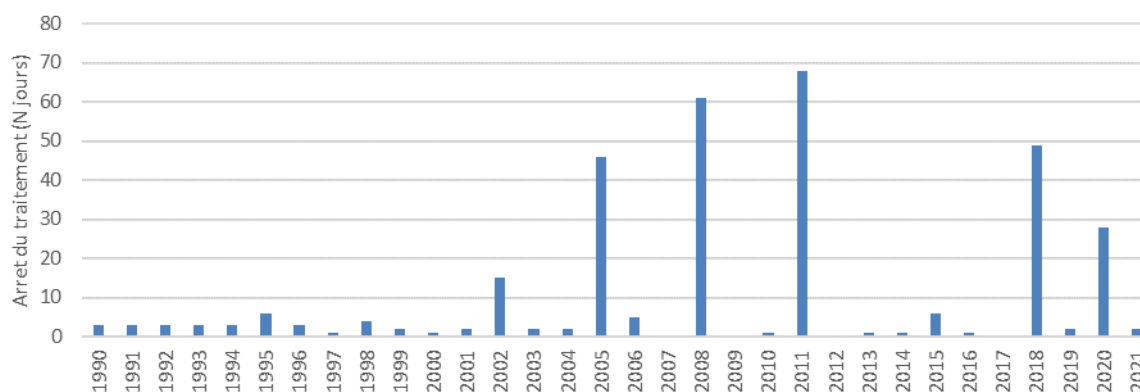
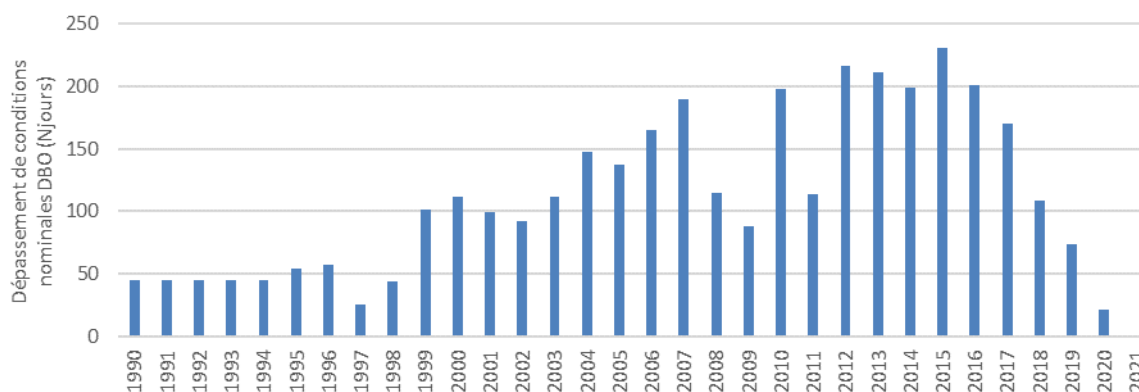


Figure 185. Dépassement des capacités de traitement de la station UTER pour le paramètre DBO5.



7.5.3.3. Estimation des volumes d'eaux non traitées

Les parts d'eau traitée et non traitée sont utilisées pour le calcul des émissions de CH₄ et de N₂O :

Les volumes d'eau traitée sont donnés par la surveillance de l'usine de traitement et disponible de 2004 à 2021 sur une base journalière⁹³, puis sur une base annuelle de 1995 à 2003⁹⁴, enfin reconstruit pour les premières années de la série temporelle⁹⁵.

Des volumes de rejets directs sont également mesurés par la station de prétraitement UPTER. Toutefois, la station UPTER joue un rôle de protection des installations en éliminant notamment les débits de temps de pluies. Aussi, les mesures de rejets directs effectuées par l'UPTER sont principalement constituées de ces débits de pluies et ne sont pas représentatives des charges et des volumes d'eaux usées et peut conduire à une surestimation des rejets des volumes d'eau non traitée.

L'utilisation de ces données reste possible, mais elle nécessite une analyse journalière des fonctionnements et des débits des bases UPTER et UTER ainsi qu'un croisement avec des données de pluies. Cette analyse pourra faire l'objet d'une amélioration.

Le choix d'estimation des volumes d'eau rejetés sans traitement s'est porté sur une estimation établie à partir des temps d'arrêt de la station UTER (Figure 184. Temps d'arrêt annuel de la station UTER) par le volume moyen horaire d'eau traitée durant l'année.

Les différents volumes de rejet sont calculés par l'équation suivante :

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

C'est en 2005, 2008, 2011, 2018 et 2020 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.

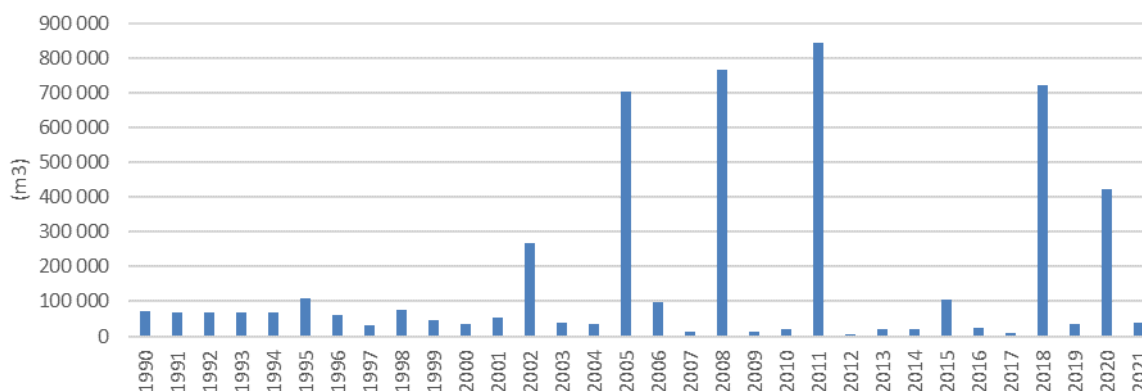
En février 2020, l'usine UTER était à l'arrêt pour finalisation des travaux d'extension.

⁹³ Fichiers de prétraitement [W_WW_P1_20_BD_UTER_AAAA_CH4_IPCC 2006]

⁹⁴ Rapports annuels - Compte rendu technique de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires [W-WW R2 Rapport annuel UTER AAAA]

⁹⁵ Fichier de prétraitement [W_WW_P1'_2023_UTER_DATA]

Figure 186. Volumes d'eau rejetés sans traitement



Dans le cadre de ce rapport les estimations réalisées à partir des bases annuelles, bénéficient d'une distinction entre arrêt de station et absence de données.

7.5.4. Emissions de méthane (CH₄)

Les émissions de méthane CH₄ sont calculées sur la base des équations 6.1 et 6.2 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices du GIEC de 2006.

- Le rejet d'eaux résiduaires sans traitement.

En cas d'arrêt des installations de traitement, les effluents sont prioritairement rejetés en mer par l'émissaire principal. Les rejets s'effectuent en zone marine ouverte, et conformément aux lignes directrices du GIEC de 2006, des émissions de CH₄ sont estimées en considérant qu'un risque d'anaérobiose dans le milieu récepteur existe et peut générer l'émission de CH₄.

Lors de la prise en charge des eaux pour le traitement par la station UTER, deux cas peuvent survenir :

- Le rejet d'eaux résiduaires avec charge d'entrée conforme (condition aérobie de traitement).

Il s'agit du fonctionnement normal de la station de traitement UTER, dans le cas où les charges polluantes des effluents sont conformes aux spécifications de l'UTER.

Le traitement aérobie en mode de fonctionnement optimal ne génère pas d'émissions de CH₄.

- Le rejet d'eaux résiduaires avec charge d'entrée non-conforme (risque de condition anaérobie lors du traitement).

Fonctionnement en mode dégradé de la station de traitement UTER, dans le cas où les charges polluantes des eaux dépassent les capacités de traitement.

Dans le cadre de l'application des lignes directrices du GIEC2006, cette situation est identifiée comme pouvant générer des émissions de CH₄. Cas des stations d'épuration centralisées mal gérées, ou en surcharge.

Pour identifier ces situations la conformité de la charge polluante d'entrée de station du paramètre DBO5 au cahier des charges de fonctionnement est considéré.

7.5.4.1. Calculs du CH₄

- Equations générales**

Les émissions de méthane CH₄ sont calculées sur la base des équations 6.1 et 6.2 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices du GIEC de 2006, considérant les 3 postes d'émissions.

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

On considère l'équation 6.1 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC, pour chacun des postes d'émissions sous la forme suivante :

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

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

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

U_i : fraction de population par groupe de revenus i

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

EF_j : Facteur d'émission de CH₄ du type de traitement/rejet j (kg CH₄/kg DBO₅)

TOW_j : Charge organique du type de traitement/rejet j (kg DBO₅/an)

S_j : charge organique dans les boues extraites du type de traitement/rejet j (kg DBO₅/an)

R_j : CH₄ capté sur le du type de traitement/rejet j

Paramètres	Valeur retenue	Unités	Références	Commentaire
TOW	Donnée d'activité	Kg/DBO ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Calculé selon les données d'activité de la sur une base journalière (2004-2021) annuelle (1990-2004)
S	Donnée d'activité	Kg/DBO ₅ /an	(CS) spécifique au pays	Calculé selon les données d'activité de la sur une base journalière (2004-2021) annuelle (1990-2004)
R _j	0	Kg/CH ₄ /an	(CS) Spécifique au pays	Il n'est pas estimé de captage de CH ₄ pour les rejets directs en mer (a) et le traitement par voie aérobie (b).
U _i	1		(CS) Spécifique au pays	Une seule classe de population est identifiée à Monaco, de type urbain
T _{i,j}	1		(CS) Spécifique au pays	Le degré d'utilisation à Monaco est estimé à 100%

- Facteur d'émission EF**

EF est déterminé selon l'équation 6.2 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC (Facteur d'émissions de CH₄ pour chacun des postes d'émissions de traitement des eaux résiduaires domestiques):

$$EF_j = B_o * MCF_j$$

EF_j = facteur d'émission, kg CH₄/kg BOD

j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination

Bo = capacité maximale de production de CH₄, kg CH₄/kg BOD

MCF_j = coefficient de correction du méthane (fraction), voir Tableau 6.3.

Paramètres	Valeur	Unités	Références
B ₀	0.6	KgCH ₄ /kgBOD	Tableau 6.2 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC (D) Valeur par défaut
MCF (condition aérobie)	0		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC (untreated system- sea, river and lake discharge) (D) Valeur par défaut
MCF (surcapacité)	0.3		Tableau 6.3 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC (untreated system- sea, river and lake discharge) (D) Valeur par défaut
MCF (sans traitement)	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

Le paramètre MCF variant sur une base journalière donne une valeur annuelle spécifique des conditions représentatives des charges et du traitement pour l'année considérée.

7.5.4.2. Méthodologies de calcul du CH₄ :

TOW charge organique

Le TOW est calculé sur une base journalière au sein des fichiers de prétraitement de données annuelles à partir des volumes (m³) et concentration journalière des eaux brutes (mg/l de DBO₅) entrant en station pour traitement.

$$TOW_{DBO_5} (kg/DBO_5/j \text{ eaux brutes}) = DBO_5 (mg/l \text{ eaux brutes}) * V_n (m^3/j \text{ eaux brutes}) / 10^6$$

Facteur S

La charge de DBO₅ retirée des boues est calculée sur une base journalière par différence entre les charges entrantes et les charges des eaux traitées rejetées par la station.

$$S_j = TOW_{DBO_5} (kg/DBO_5/j \text{ eaux brutes}) - TOW_{DBO_5} (kg/DBO_5/j \text{ eaux traitées})$$

Avec :

$$TOW_{DBO_5} (kg/DBO_5/j \text{ eaux brutes}) = DBO_5 (mg/l \text{ eaux brutes}) * V_n (m^3/j \text{ eaux brutes}) / 10^3$$

$$TOW_{DBO_5} (kg/DBO_5/j \text{ eaux traitées}) = DBO_5 (mg/l \text{ eaux traitées}) * V_n (m^3/j \text{ eaux traitées}) / 10^3$$

Calculs des émissions sur une base journalière

Les valeurs de charges journalières des eaux brutes en DBO₅ sont comparées quotidiennement aux conformités de capacité de traitement données par les cahiers de charges de fonctionnement de l'UTER, à l'identification de rejets non traités.

Un facteur EF, est appliqué spécifiquement à chaque situation de traitement et de rejet.

On a alors :

$$CH4_{Rejet\ direct} = [\sum_{Conforme} [(U_i(1) * T_{i,j}(1) * B_0(0.6) * MCF(0.1))] (TOW_{DBO_5} - S_j) - R(0)$$

$$CH4_{Traitement\ aérobie} = [\sum_{Conforme} [(U_i(1) * T_{i,j}(1) * B_0(0.6) * MCF(0))] (TOW_{DBO_5} - S_j) - R(0)$$

$$CH4_{\text{Traitement anaérobie}} = \left[\sum_{\text{Conforme}} [(U_i(1) * T_{i,j}(1) * B_o(0.6) * MCF(0.3))] (TOW_{DBO5} - S_j) - R(0) \right]$$

Sur la période 1990-2003 le calcul est basé sur les bilans annuels, corrigé d'une corrélation des paramètres de TOW et de S calculés la période 2004-2021 de disponibilité commune des données journalières et annuelles.

Les tableaux et figures suivants présentent les données et les résultats journaliers obtenus en 2021, puis les bilans annuels pour l'ensemble de la période 1990-2021.

Figure 187. Evolutions des paramètres journaliers de débits et de charge organique TOW UTER en 2021.



Les travaux d'extension de l'usine de traitement UTER (finalisation début 2020) ont permis de noter une amélioration significative de la capacité de traitement visible dès 2020 et sur les données 2021. Les rendements épuratoires ont significativement augmenté, et les conditions de traitement inscrites au cahier des charges sont respectées 12% du temps.

Figure 188. Evolutions des émissions journalières de CH4 en 2021 suivant les différents postes d'émission

Avec :	CH ₄ t-off :	traitement à l'arrêt, rejets direct
	CH ₄ t-on aer	traitement aérobie des effluents.
	CH ₄ t-on ana	traitement anaérobie des effluents
	Ch ₄ t on ana rec	Estimation dans le cas de l'absence de données.

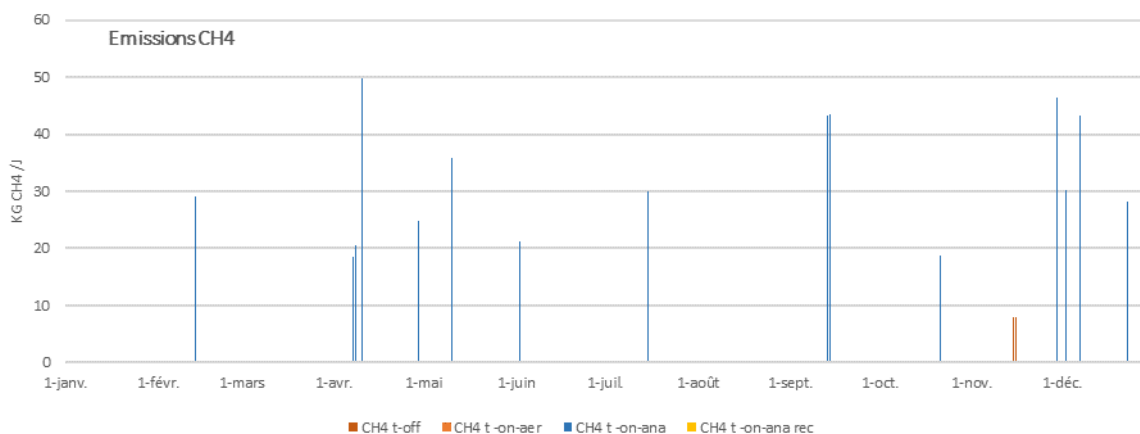
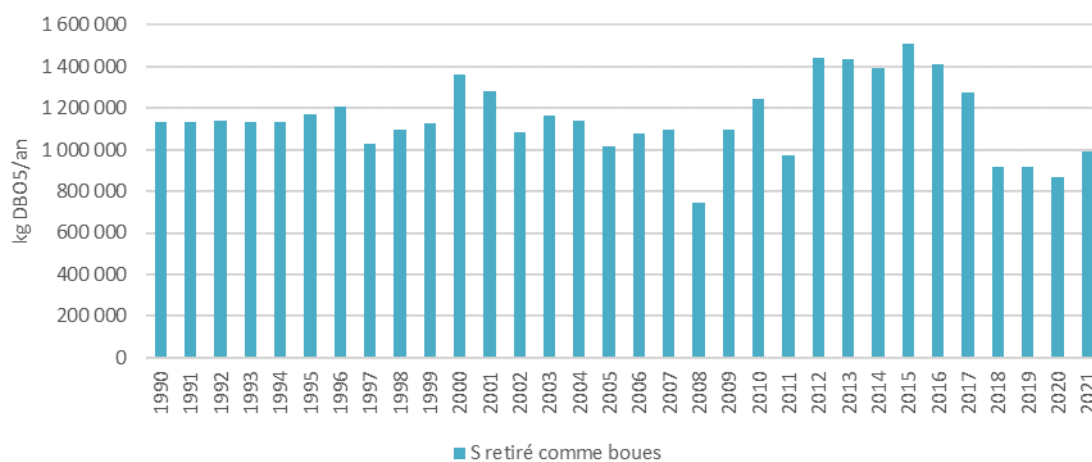
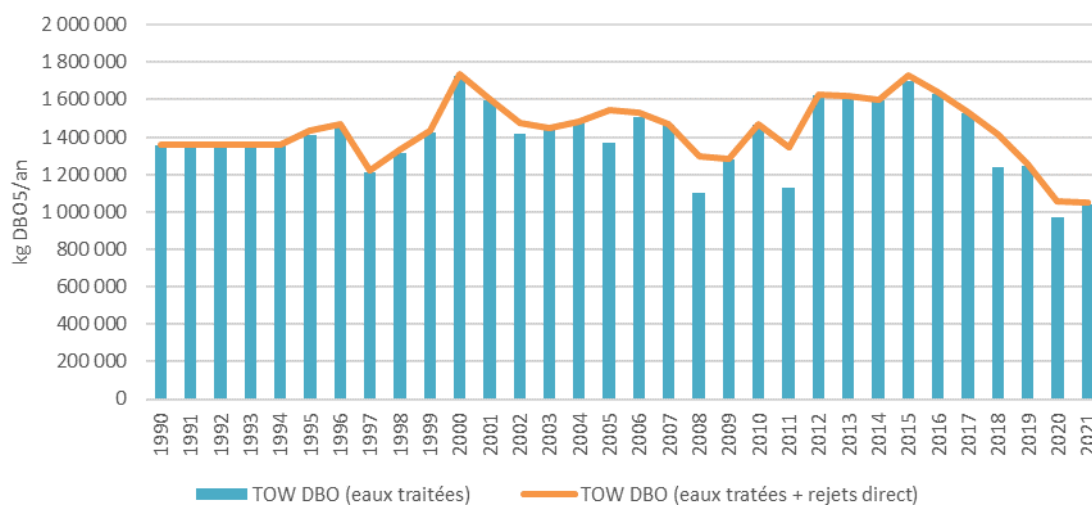


Figure 189. Evolutions des paramètres annuels de débits et de charge organique TOW UTER.



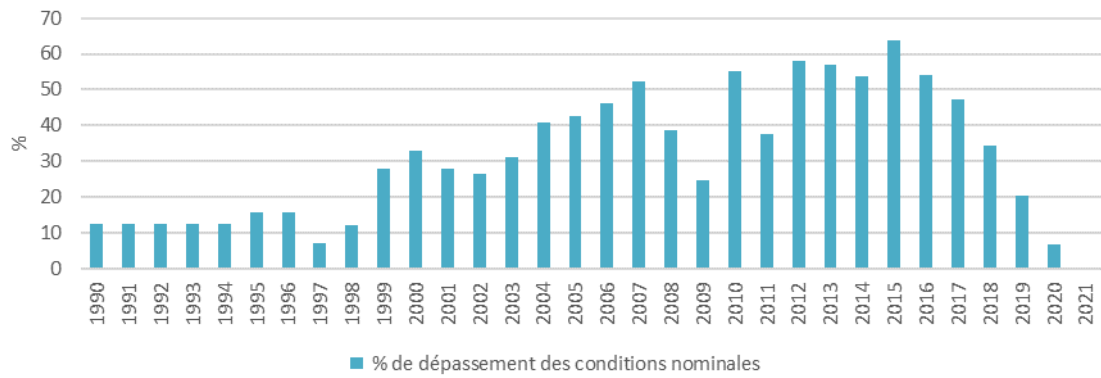
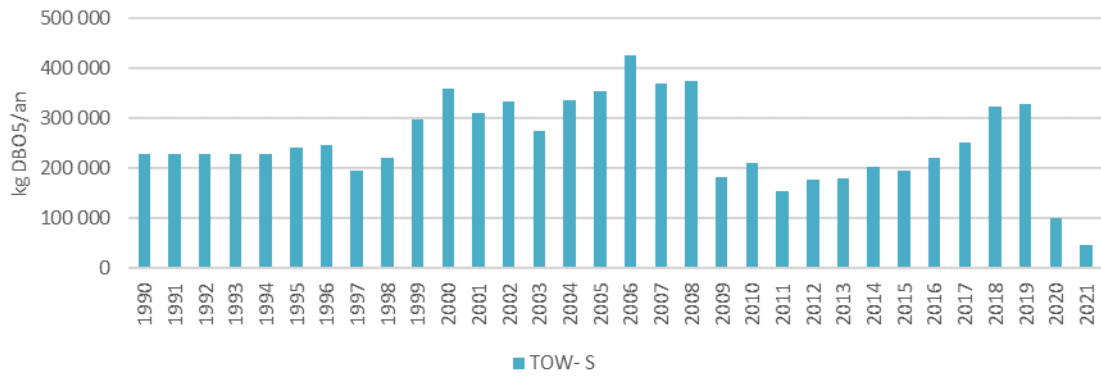
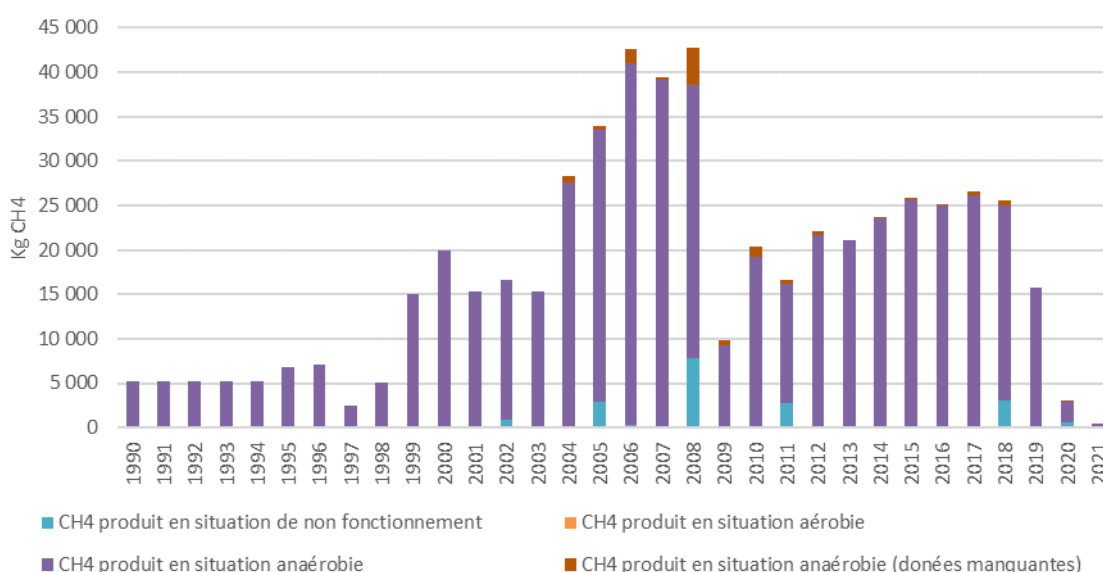


Figure 190. Evolutions des émissions de CH4.



Les évolutions des émissions sont dépendantes des charges d'entrée et en particulier de la conformité de l'effluent aux caractéristiques de traitement de la station.

Aussi, il est observé d'une part la dégradation des conditions de traitement de 1999 à 2008, puis l'effet de la première rénovation à partir de 2009, avec une augmentation de la quantité de matière organique retirée avec les boues (S). Avec la mise en fonction d'une partie des nouvelles installations en juin 2019 suite aux travaux de la station, une amélioration des conditions de traitement est observée à partir de 2019.

L'effet des travaux d'extension de la station UTER avec une mise en fonction des installations début 2020, l'amélioration des conditions de traitement est visible dès 2020. En considérant les nouvelles capacités de traitement de la station, celle-ci est très rarement en surcharge en 2021 (Compte rendu annuel d'exploitation 2021 – UTER).

	TOW DBO (eaux brutes)	S (DBO)	Pourcentage de dépassement des conditions nominales	Arrêt de stations
	KgDBO5/an	KgDBO5/an	%	(jours)
1990	1 422 243	1 146 832	13	3
1991	1 422 243	1 146 832	13	3
1992	1 426 171	1 149 770	13	3
1993	1 422 243	1 146 832	13	3
1994	1 422 243	1 146 832	13	3
1995	1 474 992	1 181 275	16	6
1996	1 516 849	1 214 353	16	3
1997	1 281 777	1 051 049	7	1
1998	1 379 993	1 114 203	12	4
1999	1 490 160	1 141 862	28	2
2000	1 785 430	1 351 292	33	1
2001	1 654 900	1 279 675	28	2
2002	1 479 303	1 099 507	27	15
2003	1 502 058	1 174 451	31	2
2004	1 497 050	1 137 504	41	2
2005	1 409 564	1 013 005	43	46
2006	1 532 644	1 079 164	46	5

2007	1 488 773	1 097 830	52	0
2008	1 280 419	742 000	39	61
2009	1 329 022	1 098 550	25	0
2010	1 701 957	1 243 056	55	1
2011	1 251 940	974 411	38	68
2012	1 696 921	1 441 619	58	0
2013	1 671 366	1 433 094	57	1
2014	1 661 230	1 391 822	54	1
2015	1 723 318	1 505 880	64	6
2016	1 618 043	1 411 176	54	1
2017	1 544 633	1 271 681	47	0
2018	1 258 287	918 517	34	49
2019	1 303 829	916 671	20	2
2020	997 551	870 109	7	28
2021	1 030 651	992 088	0	2

7.5.5. Emissions d'Oxyde Nitreux (N₂O)

Les émissions de N₂O lors des rejets des eaux usées (traitées et non traitées), en kg N₂O/an sont estimées grâce à l'équation 6.7 du chapitre 6 du volume 5 des lignes directrices 2006 du GIEC.

$$N2O_{Emissions} = N2O_{Emissions\ non\ traités} + N2O_{Emissions\ traités}$$

Avec :

$$N2O_{Emissions\ traités} = N_{Effluent\ traités} * EF_{Effluent} * \frac{44}{28}$$

$$N2O_{Emissions\ non\ traités} = N_{Effluent\ non\ traités} * EF_{Effluent} * \frac{44}{28}$$

N₂O_{Emissions} = Emissions de N₂O dans l'année d'inventaire, N₂O kg/an

N_{EFFLUENT} = azote présent dans l'effluent et qui est rejeté dans des milieux aquatiques, N kg/an

EF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de N₂O d'eaux usées rejetées, N₂O - N kg/kg N

44/28 est la conversion de N₂O -N kg en N₂O kg.

N_{effluents}

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 (eaux brutes), et en sortie de station (eaux épurées).

Après traitement statistique, les analyses d'azote (plus de trente prélèvements disponibles depuis 2007) donnent comme concentration moyenne des effluents :

Paramètres	Valeurs retenue	Unités	Références
N Effluent non traitée	47.8	mg N ₂ O-N l	Concentration en Azote N ₂ O dans les eaux résiduaire brutes (eau non traitée) CS
N Effluent traitée	34	mg N ₂ O-N l	Concentration en Azote N ₂ O dans les eaux résiduaire épurées (eau traitée) CS

EF_{effluents}

Le facteur d'émission EF_{effluents} est donné par le tableau 6.11

Paramètres	Valeurs retenue	Unités	Références
EF _{Effluent}	0,005	N ₂ O-N kg/kg N	facteur d'émission pour les émissions de N ₂ O issues d'eaux usées rejetées (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC). D) Valeur par défaut

7.5.5.1. Paramètres complémentaires de rapportage de la catégorie

Les paramètres suivants sont également reportés 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 _{NPR}	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 _{NON-CON}	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 _{IND-CON}	1.25	facteur	fraction d'ajustement de co-décharge d'azote industriel dans les réseaux de collectes (tableau 6.11, page 2.29 du volume 5 chapitre 6 des lignes directrices du GIEC)	(D) Valeur par défaut

7.5.6. Emissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

L'estimation des émissions de COVNM est basée sur le facteur d'émission par défaut proposé dans EMEP/EEA Guidebook 2019 Volume 5D- *Table 3.1- Tier 1 emission factors for source category 5.D Wastewater handling* selon l'équation.

Pour l'estimation des émissions il a été utilisé les volumes d'eaux traitées par l'UTER (Pris en charge), hors rejets directs.

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

COVNM_{Emissions} = Emissions de composé organique volatil non méthanique dans l'année d'inventaire, kg/an

V_{EFFLUENT} = volume d'effluent traité dans l'année (m³)

EF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de COVNM d'eaux usées traitées (mg/m³).

Paramètres	Valeurs retenue	Unités		Références
EF _{NMVOC}	15	mg/m ³ waste water handled	facteur d'émission pour les émissions de NMVOC d'eaux usées traitées selon la méthode de Tier 1	D) Valeur par défaut proposée dans EMEP/EEA Guidebook 2019

7.5.7. Cohérence des séries temporelles.

La cohérence de la série temporelle a été assurée par l'utilisation des données disponibles, issues de la surveillance des stations UTER et UPTER.

En absence de donnée, des reconstructions ont été effectuées en corrélation avec des données tierces (consommation d'eau potable – pluviométrie) ou par utilisation des dernières données homogènes disponibles en particulier pour la période 1990-1994.

Ces travaux ont également permis de s'assurer une cohérence des différentes sources de données utilisées.

Un schéma de reconstruction est disponible ci-dessous.

Mode de reconstruction	1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020
Volumes UTER	
Volumes d'eaux traités par UTER (eaux brutes UTER)	Corrélation UPTER
Volumes d'eaux rejetés par UTER (eaux épurée UTER)	Corrélation Rapport annuel Smeaux
	Corrélation avec les volume d'entrée UTER
	UTER (data base)
	UTER (data base)
Volumes d'eaux rejetés sans traitement	Basée sur les temps d'arrêt du Système UPTER-UTER
Reconstruction du calcul du CH4	Dernière données homogènes
	Corrélation UTER Databas / UTER rap ann Smeaux
	UTER (data base)
Données disponible pour reconstruction	
Base UPTER	Corrélation avec la consommation d'eau et pluviométrie
	UTER (data base)
Rapports annuels Smeaux	Dernière données homogènes
	UTER (rapports annuels)
Eaux potable	UTER (data base)
Pluviométrie	UTER (data base) Données JEX

7.5.8. Contrôle qualité - Assurance Qualité Spécifique

Pour l'inventaire 2020, plusieurs travaux spécifiques ont été entrepris dans le cadre plus général du renforcement de l'organisation des données du contrôle de la qualité des données et des processus d'établissement des inventaires, ainsi qu'en réponse suite à la revue de l'inventaire 2019 qui demandait dans ce cadre une vérification de la variabilité des données d'activité en particulier pour les teneurs en matière organique de l'effluent pour les estimations des émissions de CH₄.

- Consolidation des volumes traités et rejetés.

Consolidation des données de débits par comparaison des débits observés à la Station UTER et à la station UPTER. Ces travaux ont permis de vérifier l'évolution des débits de temps sec et identifier l'influence des pluies sur les volumes traités.

Une évaluation des rejets dans le milieu directement par les volumes traités par la station UPTER nécessite cependant une analyse complémentaire des données. Aussi, il a été conservé dans cet inventaire la méthode basée sur les temps d'arrêt de la station UTER.

- Calculs d'émission du CH₄ sur la base des données d'activité journalières.

De 2004 à 2021, les calculs de volume d'eaux traitées, de charge organique, sont effectués sur une base journalière.

Cette approche permet la mise en relation directe des émissions et du mode de fonctionnement journalier des paramètres TOW, S et mode de fonctionnement journalier. L'utilisation de données journalières permet également un contrôle qualité supplémentaire dans l'affectation des données au mode de fonctionnement et dans le cadre d'un meilleur traitement des données manquantes.

- Comparaison des sources de données.

Les calculs des émissions de CH₄ sont directement dans les bases annuelles, permettant le contrôle de l'évolution des données. Ces données sont ensuite comparées aux résultats des bases annuelles fournies par l'exploitant

pour conduire à la fois une vérification et une mise en corrélation des résultats pour conduire la reconstruction de la série temporelle.

7.5.9. Recalcul

Aucun recalcul n'a été mené dans le cadre de l'inventaire 2023.

7.5.10. Améliorations

Aucune amélioration méthodologique n'est prévue.

7.1. 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.

8. AUTRES SECTEURS

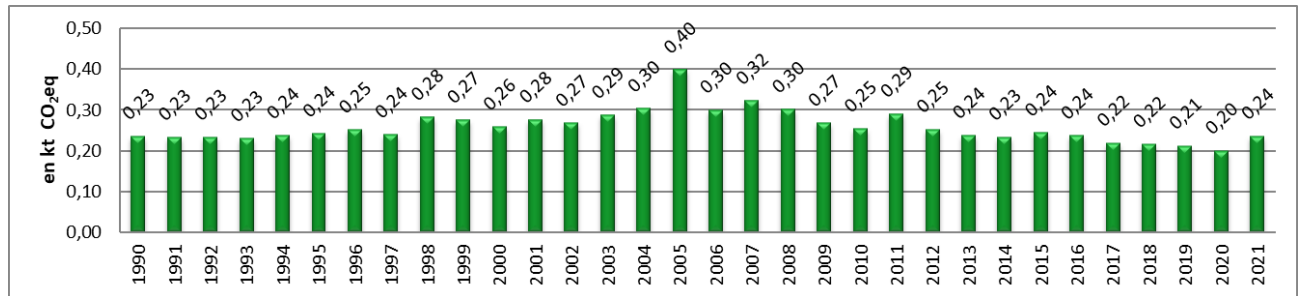
Aucun autre secteur d'émissions n'a été déterminé.

9. EMISSIONS INDIRECTES DE CO₂ ET D'OXYDES NITREUX

Au sein de ce chapitre sont reportées les émissions indirectes de CO₂ dans l'atmosphère issues de la décomposition des NMVOC et des émissions d'oxyde nitreux.

Monaco a estimé dans le cadre de cet inventaire les émissions indirectes de CO₂ du secteur 2.D.

Figure 191. Evolution des émissions indirectes



10. NOUVEAUX CALCULS ET AMELIORATIONS

10.1. Recalcul - comparaison pour l'année de référence et 2019.

Figure 192. Recalcul de l'année de référence

	NIR n-1	NIR n	Evolution des estimations		Justifications
	Total	Total	kt CO2 eq	%	
Année référence	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%	
Total (net emissions)⁽²⁾	102,63	102,35	-0,28	-0,27	
1. Energy	101,65	101,60	-0,05	-0,04	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	99,87	99,83	-0,05	-0,05	
1. Energy industries	17,78	17,78	0,00	0,00	1A1a. modification de facteurs d'émission + correction erreur de calcul en 2019
2. Manufacturing industries and construction	3,88	3,88	0,00	-0,11	1A2. modification de facteurs d'émission
3. Transport	35,21	35,21	0,00	0,00	1A3b. Améliorations méthodologiques 1A3d. Correction des données d'activité
4. Other sectors	43,01	42,96	-0,04	-0,10	1A4b. modification de facteurs d'émission
B. Fugitive emissions from fuels	1,78	1,78	0,00	0,00	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	1,78	1,78	0,00	0,00	
2. Industrial Processes	0,38	0,15	-0,23	-160,80	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,28	0,04	-0,23	-583,90	2D: déduction des émissions indirectes
F. Product uses as ODS substitutes	NO,IE	NO,IE			2F1b: réévaluation de la fin de vie des équipements 2F1f: correction erreur de calcul 2F2a: correction des données de fournies par la France
G. Other product manufacture and use	0,11	0,11	0,00	0,00	
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA			
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	-0,11	-0,11	0,00	-1,78	
E. Settlements	-0,12	-0,11	0,00	-1,76	4E: correction erreur de calcul
5. Waste	0,71	0,71	0,00	0,09	
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE			
D. Waste water treatment and discharge	0,71	0,71	0,00	0,09	
Memo items:					
International bunkers	6,71	6,71	0,00	0,00	
Aviation	2,34	2,34	0,00	0,00	
Navigation	4,37	4,37	0,00	0,00	
CO₂ emissions from biomass	31,64	31,64	0,00	0,00	voir supra
Indirect CO₂⁽³⁾	NE,NO	0,23			calcul des émissions indirectes 2D
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	102,74	102,46	-0,28	-0,27	
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	102,63	102,35	-0,28	-0,27	

Figure 193.Recalcul de l'année 2020

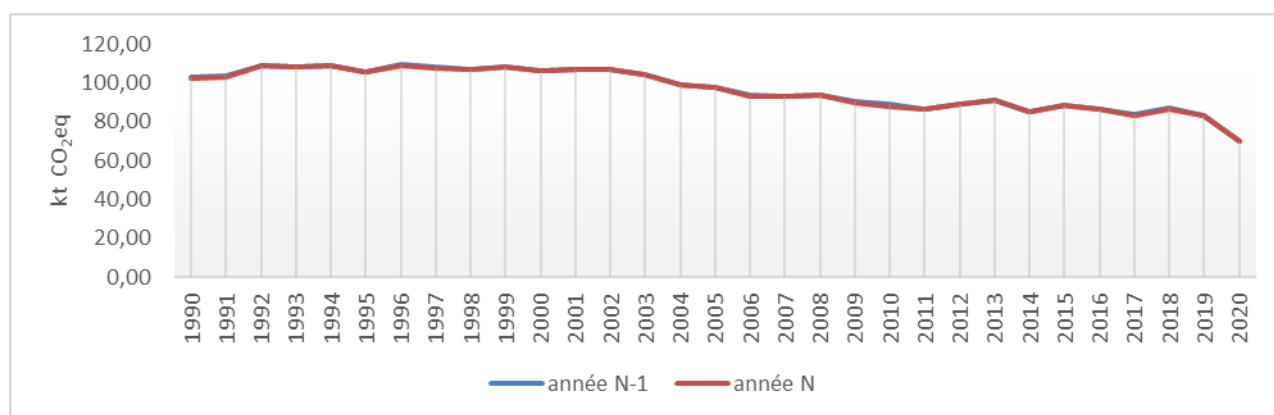
	NIR n-1	NIR n	Evolution des estimations		Justifications
	Total	Total	kt CO2 eq	%	
Année 2020	kt CO2 eq	kt CO2 eq	kt CO2 eq	%	
Total (net emissions)⁽²⁾	69,96	69,69	-0,27	-0,39	
1. Energy	63,18	63,12	-0,06	-0,10	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	62,65	62,59	-0,06	-0,10	
1. Energy industries	18,61	18,60	0,00	-0,02	1A1a. modification de facteurs d'émission + correction erreur de calcul en 2019
2. Manufacturing industries and construction	7,07	7,07	0,00	0,01	1A2. modification de facteurs d'émission
3. Transport	18,90	18,89	-0,01	-0,03	1A3b. Améliorations méthodologiques 1A3d. Correction des données d'activité
4. Other sectors	18,08	18,03	-0,05	-0,30	1A4b. modification de facteurs d'émission
B. Fugitive emissions from fuels	0,53	0,53	0,00	0,00	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	0,53	0,53	0,00	0,00	
2. Industrial Processes	6,29	6,08	-0,21	-3,50	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,24	0,04	-0,20	-492,17	2D: déduction des émissions indirectes
F. Product uses as ODS substitutes	5,65	5,64	-0,01	-0,23	2F1b: réévaluation de la fin de vie des équipements 2F1f: correction erreur de calcul 2F2a: correction des données de fournies par la France
G. Other product manufacture and use	0,40	0,40	0,00	0,00	
3. Agriculture	NO,NA	NO,NA			
4. Land use, land-use change and forestry⁽²⁾	-0,07	-0,07	0,01	-9,37	
E. Settlements	-0,07	-0,07	0,01	-9,32	4E: correction erreur de calcul
5. Waste	0,56	0,56	0,00	0,00	
C. Incineration and open burning of waste	NO,IE	NO,IE			
D. Waste water treatment and discharge	0,56	0,56	0,00	0,00	
Memo items:					
International bunkers	9,63	9,63	0,00	0,04	
Aviation	1,07	1,07	0,00	0,00	
Navigation	8,56	8,56	0,00	0,04	
CO₂ emissions from biomass	34,31	34,27	-0,04	-0,12	voir supra
Indirect CO₂⁽³⁾	NO,NE	0,20			calcul des émissions indirectes 2D
Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry	70,04	69,76	-0,27	-0,39	
Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry	69,96	69,69	-0,27	-0,39	

10.2. Implications sur les niveaux d'émissions

Les émissions de l'année de référence, lors de la soumission réalisée en 2022 étaient de 102,74 ktCO₂eq. Elles sont passées à 102,46 ktCO₂eq dans la présente soumission.

S'agissant de l'année 2020, les émissions totales sont passées de 70,03 ktCO₂eq à 69,76 ktCO₂eq.

Figure 194. Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2022 et l'inventaire 2023



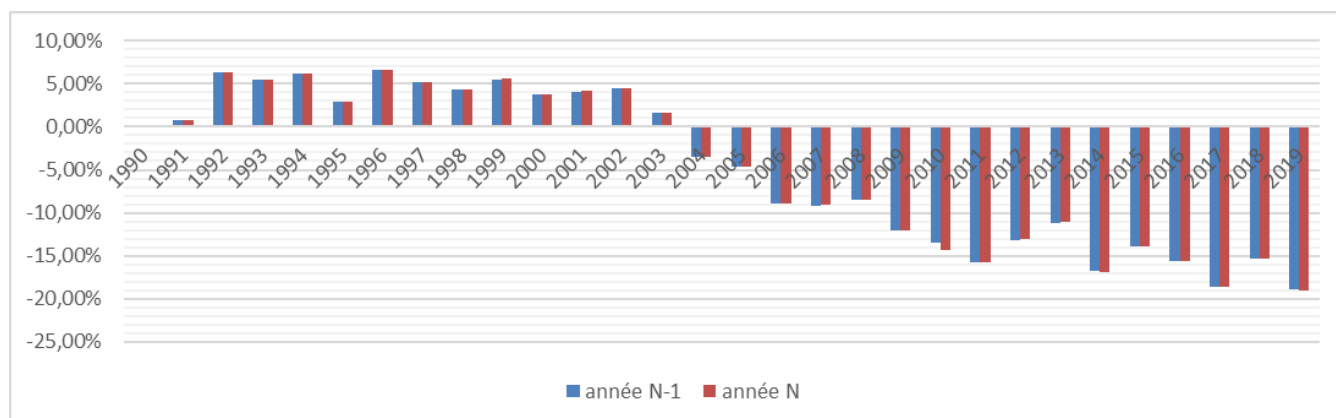
10.3. Implications sur les tendances

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 2020 par rapport à 1990, dans le cadre de l'inventaire 2022, était de -15,41%.

Dans le cadre de l'inventaire 2023, elle est de -15,21%.

Figure 195. Comparaison des évolutions des émissions de gaz à effet de serre entre l'inventaire 2022 et l'inventaire 2023



10.4. Améliorations planifiées

Les améliorations suivantes sont planifiées sur la base de l'analyse des catégories clés et des incertitudes, des besoins politiques et de la charge de l'équipe :

Tableau 47. Plan d'amélioration des inventaires

Plan d'amélioration des inventaires					
Secteur	Catégories GIEC concernée	Modification / amélioration envisagée	avr-24	avr-25	avr-26
Général					
Références		Amélioration du référencement dans le rapport			
Energie					
Industries énergétiques	1A1a	Mise à jour des caractéristiques des déchets incinérés suite à la campagne de caractérisation 2021-2022			
Produits pétroliers	1A	Mise à jour des caractéristiques des combustibles liquides suite à la campagne d'analyse 2022			
Aerien	1A3a	Mise en œuvre de l'évolution méthodologique Tier 3 du secteur aérien			
Routier	1A3b	Modification outil de calcul pour intégration de nouveaux carburants			
Routier	1A3b	Consolidation de la répartition du parc par catégories de véhicules			
Navigation	1A3d	Cadrage et évaluation d'une évolution méthodologique Tier 2 du secteur de la navigation			
Procédés industriels					
UTCATF					
Arbres	4E	Consolidation de la densité du couvert arboré et du facteur d'absorption			
Déchets					
Crémation	5D1	Cadrage et évaluation d'une évolution méthodologique du secteur de la crémation			

10.5. Statut des recommandations

Au moment de la rédaction du NIR 2023, la Principauté n'a pas été destinataire du rapport de l'audit du NIR 2021 (ARR 2021). La table des recommandations suivante a été établie sur la base du rapport PMF 2022 du 24 septembre 2022.

La Principauté a fait des commentaires au rapport provisoire. Il ne peut donc pas être considéré comme validé.

Néanmoins, Monaco a souhaité répondre à l'ensemble des recommandations formulées dans le PMF 2022.

Sector	Review report	ID	CRF Category/ Issue	Review Recommendation	Status of implementation	Response	Reference in the NIR
GENERAL							
	ARR2022 (Draft)	G.1	C (G.1, 2021) (G.2, 2019) (G.18, 2017) K	Improve QA/QC procedures to review the calculation of the inputs for determining the CPR, including the assigned amount and the relevant modalities in accordance with the annex to decision 18/CP.7, the annex to decision 11/CMP.1 and decision 1/CMP.8, paragraph 18.	Fait	La mise à jour du calcul du CPR a été effectuée	Chapitre 12.5
	ARR2022 (Draft)	G.2	I (G.5, 2021) (G.6, 2019) (G.5, 2017) (G.5, 2015) (18, 2014) (12(c), 2013) (16, 2012) C	Provide information concerning the implementation of the QA/QC plan, in particular regarding the prioritization of inventory improvements on the basis of the key category analysis and uncertainty assessment.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	G.3	N (G.8, 2021) (G.15, 2019) T	Provide in the NIR a national system diagram with a narrative of the overall institutional arrangements that support inventory planning, preparation and management.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	G.4	N (G.10, 2021) (G.18, 2019) T	Update CRF table 9 to reflect the explanations for reporting "IE" and "NE" in the inventory.	Fait	Les corrections ont été effectuées	voir CRF_table 9, ainsi que les chapitres 1.7.6 et 1.7.7

	ARR2022 (Draft)	G.5	Q (G.11, 2021) (G.12, 2019) (G.14, 2017) C	Provide in the NIR explanations of changes made in response to recommendations from previous reviews, including UNFCCC technical expert reviews.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	G.6	R (G.12, 2021) (G.8, 2017) (G.11, 2015) (13, 2014) C	Report the recalculations under each category and include a clear explanation of the reasons for the recalculations made in the course of previous reviews, clearly distinguishing them from the recalculations made for the purpose of the current submission.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	G.7	CRF tables	The Party reported national total emission estimates with and without LULUCF in CRF tables 10s1 and 10s6, with indirect CO2 reported as "NA" throughout even though indirect CO2 emissions had been estimated and reported in the GHG inventory together with direct emissions. The ERT noted that this is not in accordance with the mandatory requirement set out in paragraph 29 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, which states that for Parties that decide to report indirect CO2 the national totals are to be presented with and without indirect CO2. The Party reported in CRF table 6 the indirect CO2 emissions as "NE" for IPPU and as "NE/NO" for the other sectors 6. During the review, the Party explained that it reported CO2 emissions resulting from the oxidation of NMVOCs under direct	Fait	Les émissions indirectes du secteur 2.D ne sont plus comptabilisées dans les émissions directes et sont reportées séparément	Chapitre 9

				CO2 emissions. In addition, the Party provided, for the entire time series, national total GHG emissions, with and without LULUCF, including and not including those indirect CO2 emissions that had been reported as direct CO2 emissions, as requested by the ERT. Monaco further stated that it will address this issue for the next annual submission.			
ENERGY							
	ARR2022 (Draft)	E.1	F – biomass – CO2 (E.1, 2021) (E.4, 2019) (E.12, 2017) C	Correct the error in total biomass consumption reported for the reference approach.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	E.2	F – (E.2, 2021) (E.6, 2019) (E.3, 2017) (E.6, 2015) (37, 2014) (35, 2013) (39, 2012) C	Revise the reporting of feedstocks and non-energy use of fuels in CRF table 1.A(d) in a consistent manner under the energy and industrial processes sectors.	Fait	Les données ont été corrigées	Tables CRF 1.A(b) et 1.A(d)
	ARR2022 (Draft)	E.3	F – (E.2, 2021) (E.6, 2019) (E.3, 2017) (E.6, 2015) (37, 2014) (35, 2013) (39, 2012) C Transparency	Explain in the NIR the use and disposal of lubricants in the country.	Fait	Les éléments disponibles ont été indiqués	Chapitres 7.1 et 4.2.4.2
	ARR2022 (Draft)	E.4	A – liquid fuels – CO2 (E.4, 2021) (E.15, 2019) T	Provide in the NIR a description of the biofuel authenticity assurance system to demonstrate the verifiability of biofuels delivered from France to Monaco, and consequently the accuracy of the assumptions made regarding the shares of biogenic and fossil carbon in liquid biofuels.	en cours	voir plan d'amélioration	Chapitre 10.4

	ARR2022 (Draft)	E.5	A – other fossil fuels – CO2 (E.5, 2021) (E.16, 2019) T (E.11, 2019) (E.16, 2017) Comparability	Include in the NIR a description of the methodology, assumptions and AD used to estimate the CO2 emissions from the fossil fraction of biodiesel.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	E.6	A – other fossil fuels – CO2 (E.9, 2021) (E.19, 2019) T	Include in the documentation box of CRF table 1.A(a)s information in accordance with footnote 4 to that table (i.e., “which fuels were included under other fossil fuels with a reference to the section of the NIR where further information is provided”.)	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	E.7	A – liquid fuels – CO2, CH4 and N2O (E.16, 2021) (E.22, 2019) C	Identify how the fuels used in the Grand Prix are marketed (whether they are imported by France, imported in bulk by the race companies to Monaco and/or accounted for in the country that produced and sold them to the race companies) and calculate the emissions to be accounted for in Monaco’s inventory.	Fait	Résolu	
INDUSTRY							
	ARR2022 (Draft)	I.1	F – PFCs (I.4, 2021) (I.4, 2019) (I.4, 2017) (I.4, 2015) (49, 2014) (62, 2013) T	Include information on the trend in the use of PFCs (under categories 2.F.1.a and 2.F.1.f) and ensure that the information collected on PFCs is complete and, even if no emissions from manufacturing are occurring, ensure that all emissions from stock and disposal are included or an explanation for the lack of emissions is provided.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	I.2	D – CO2 and N2O (I.6, 2021) T (I.8, 2019) Transparency	Explain in the NIR the type of correction made as part of the recalculations to the number of buses in the vehicle tool used and whether it was an	Fait	Résolu	

				update of the data on buses operating in Monaco or a correction made to the vehicle tool.			
	ARR2022 (Draft)	I.3	D – CO2 (I.7, 2021) T	Report in the NIR information on the change in the NCV value which led to the recalculation.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	I.4	Fg – HFC 134a (I.8, 2021) T	Include in the NIR the information provided during the review of the 2021 submission on how hotels are considered in the inventory and provide data on F-gases charged in new equipment and include references for such data from CITEPA.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	I.5	F – HFC-132a, HFC-227ea (I.9, 2021) T	Provide information in the NIR on the source of data for estimating HFC emissions from metered dose inhalers as well as on QA/QC procedures to be implemented in the future for reporting on emissions from metered dose inhalers (2.F.4.a).	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	I.6	G (I.10, 2021) C	Expand QA/QC procedures to other categories of the IPPU sector.	Fait	Résolu	
LULUCF							
	ARR2022 (Draft)	L.1	G – (L.1, 2021) (L.1, 2019) (L.1, 2017) (L.1, 2015) (61, 2014) (74, 2013) T Transparency	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.	en cours	Les études sont en cours de réalisation et les résultats seront pris en compte dans l'estimation des émissions conformément au plan d'amélioration.	Chapitre 10.4
	ARR2022 (Draft)	L.2	G – (L.2, 2021) (L.2, 2019) (L.2, 2017) (L.4, 2015) C	Report fully completed CRF tables and resolve the inconsistent use of the notation keys (e.g. in CRF table 4(IV), for indirect N2O emissions from managed soils,	Fait	Résolu	

				"NO" is reported instead of "NE").			
	ARR2022 (Draft)	L.3	E – CO2 (L.3, 2021) (L.4, 2019) (L.6, 2017) (L.7, 2015) T	Include aerial/satellite information to transparently demonstrate that any increase in biomass from growing crown cover is not a land-use change to settlements; to demonstrate that any increase in crown cover does not meet the forest definition; and to improve the accuracy of the measurement of crown cover.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.4	E – CO2 (L.4, 2021) (L.5, 2019) (L.7, 2017) (L.8, 2015) T	Include the right uncertainty values for AD (an incorrect value of 50 per cent uncertainty was applied) and document the methodology by which expert judgment is used to determine uncertainty values for this category.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.5	4.E.1 Settlements remaining settlements – CO2 (L.6, 2019) (L.10, 2017) Transparency	Include in the NIR information on the area of crown cover change, in particular the definition of the "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.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.6	4.E.1 Settlements remaining settlements – CO2 (L.5, 2021) (L.6, 2019) (L.10, 2017) Transparency	Include in the NIR information on the area of crown cover change, in particular the definition of the "tree crown cover" landuse category and the related threshold criteria for conversion from "tree crown cover" to "other settlements", together with a clear explanation of any fluctuations	Fait	Les éléments sont mentionnés depuis le NIR 2022	Chapitre 6.1.2.1.1.

	ARR2022 (Draft)	L.7	I – N2O (L.8, 2021) (L.13, 2019) (L.16, 2017) A	Report the values of AD in the correct cells of CRF tables 4(I) and 4(IV) to ensure comparability and consistency between the estimates of direct and indirect N2O emissions from soils.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.8	I – N2O (L.12, 2021) C	Correct the reporting of the IEF in CRF table 4.(IV) for atmospheric deposition by using the default EF for N volatilisation and re-deposition of 0.01 kg N2O-N/kg N, in accordance with the 2006 IPCC Guidelines (table 11.3, chap. 11, vol. 4).	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.9	V – CO2, CH4, N2O (L.11, 2021) A	Report in CRF table 4(V) the CO2, CH4 and N2O emissions using the notation key “NO” with a clear justification in the NIR that activities of biomass burning on site do not occur in Monaco.	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	L.10	4.G HWP – CO2 (L.9, 2021) (L.14, 2019) (L.13, 2017) Accuracy	Implement a tier 1 method to estimate whether the HWP contribution is significant. In case it is significant, report the HWP contribution and the volumes of imported wood products in CRF tables 4.Gs1 and 4.Gs2 respectively.	Fait	Résolu	
WASTE							
	ARR2022 (Draft)	W.1	D – CH4 (W.3, 2021) (W.7, 2019) T	When applying the higher tier method as recommended in ID# W.3 above, report in the NIR the methods and data used, as well as the recalculation performed in accordance with paragraphs 43–45 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines	Fait	Résolu	

	ARR2022 (Draft)	W.2	D – CH4 (W.4, 2021) (W.8, 2019) T	<p>Explain in the NIR:</p> <p>a) the improvements made in the collection of the AD (volume of treated and untreated wastewater) to the calculation of total organic products (TOW) and how the Party ensures the consistency of the time series for the years (i.e. 2008 and 2011) in which large amounts of data are missing from the daily database.</p> <p>b) why estimated CH4 and N2O emissions decreased as a result of improved AD collection (on volume of wastewater treated).</p> <p>c) should the Party perform recalculations for the next submission, it should include an explanation of those recalculations in the NIR in accordance with paragraphs 43–45 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines.</p>	Fait	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	W.3	D – CH4 (W.5, 2021) (W.5, 2019) (W.6, 2017) C (W.7, 2019) Accuracy	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	Résolu	
	ARR2022 (Draft)	W.4	DW – CH4 (W.6, 2021) T	Provide information in the NIR on the relationship between the BOD removed as sludge (kt DC) reported in CRF table 5.D and the amount of sludge (ton) reported in the NIR.	Fait	Résolu	
KP-LULCF							
	ARR2022 (Draft)	KL.1	G – CO2 (KL.1, 2021) (KL.2, 2019) (KL.2, 2017) A	Include a comprehensive time-series analysis of land areas in the NIR.	Fait	Résolu	

	ARR2022 (Draft)	KL.2	GK – CO2 (KL.2, 2021) (KL.3, 2019) (KL.3, 2017) C	Report the FM cap in the CRF accounting table.	Fait	Les corrections ont été apportées dans le CRF	CRF_KP-LULUCF
	ARR2022 (Draft)	KL.3	G (KL.3, 2021) K	Report the total area of the country as “Other” in CRF table NIR-2 for each year of the second commitment period so the value in the cell of row “Total area at the end of the current inventory year” can correspond to the total land area of the country as required.	Fait	La donnée a été renseignée	CRF_KP-LULUCF_NIR-2

10.6. Synthèse des émissions de 1990 et 2019 estimées dans les NIR 2022 et NIR 2023

Tableau des émissions de l'année 1990 - soumission 2023

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2023 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	97,82	2,20	2,24	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	102,35	
1. Energy	97,91	2,07	1,63						101,60	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	97,90	0,30	1,63						99,83	
1. Energy industries	17,05	0,00	0,73						17,78	
2. Manufacturing industries and construction	3,58	0,00	0,29						3,88	
3. Transport	34,45	0,28	0,48						35,21	
4. Other sectors	42,83	0,01	0,13						42,96	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,01	1,77	NO						1,78	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,01	1,77	NO						1,78	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,04	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	0,15	
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	0,08	NO	NO	0,11	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,12	NO	0,01						-0,11	
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	-0,12	NO	0,01						-0,11	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,13	0,58						0,71	
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		0,13	0,58						0,71	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary I.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	6,65	0,01	0,05						6,71	
Aviation	2,32	0,00	0,02						2,34	
Navigation	4,32	0,01	0,03						4,37	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	31,64								31,64	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NE,NO							
Indirect CO₂⁽³⁾	0,23									
	Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									102,46
	Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									102,35
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, without land use, land-use change and forestry									102,69
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, with land use, land-use change and forestry									102,58

Tableau des émissions de l'année 1990 -soumission 2022

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2022 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	98,10	2,20	2,24	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	102,63	
1. Energy	97,95	2,07	1,63						101,65	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	97,95	0,30	1,63						99,87	
1. Energy industries	17,05	0,00	0,73						17,78	
2. Manufacturing industries and construction	3,58	0,00	0,29						3,88	
3. Transport	34,45	0,28	0,48						35,21	
4. Other sectors	42,87	0,01	0,13						43,01	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,01	1,77	NO						1,78	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,01	1,77	NO						1,78	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,27	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	0,38	
A. Mineral industry	NO								NO	
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
C. Metal industry	NO	NO	NO						NO	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,27	0,00	0,00						0,28	
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	0,08	NO	NO	0,11	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,13	NO	0,01						-0,11	
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	-0,13	NO	0,01						-0,12	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,13	0,58						0,71	
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		0,13	0,58						0,71	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	6,65	0,01	0,05						6,71	
Aviation	2,32	0,00	0,02						2,34	
Navigation	4,32	0,01	0,03						4,37	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	31,64								31,64	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NE,NO							
Indirect CO₂⁽³⁾	NE,NO									
	Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									102,74
	Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									102,63
	Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
	Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

Tableau des émissions de l'année 2020 -soumission 2023

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 2020
Submission 2023 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	60,46	0,72	2,76	5,64	NO,IE	0,12	NO	NO	69,69	
1. Energy	60,49	0,64	1,99						63,12	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	60,49	0,12	1,99						62,59	
1. Energy industries	17,76	0,00	0,84						18,60	
2. Manufacturing industries and construction	6,31	0,01	0,75						7,07	
3. Transport	18,47	0,10	0,32						18,89	
4. Other sectors	17,94	0,01	0,08						18,03	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,53	NO						0,53	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,00	0,53	NO						0,53	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,04	0,00	0,28	5,64	NO,IE	0,12	NO	NO	6,08	
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				5,64	NO,IE	NO	NO	NO	5,64	
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,28	NO	NO	0,12	NO	NO	0,40	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NA,NO	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,07	NO	0,00						-0,07	
A. Forest land	NO	NO	NO						NO	
B. Cropland	NO	NO	NO						NO	
C. Grassland	NO	NO	NO						NO	
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO	
E. Settlements	-0,07	NO	0,00						-0,07	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,08	0,49						0,56	
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	0,49						0,56	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	9,53	0,02	0,08						9,63	
Aviation	1,06	0,00	0,01						1,07	
Navigation	8,47	0,02	0,07						8,56	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	34,27								34,27	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NO,NE							
Indirect CO₂⁽³⁾	0,20									
				Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry						69,76
				Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry						69,69
				Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry						69,96
				Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry						69,89

Tableau des émissions de l'année 2020 -soumission 2023

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 2020
Submission 2022 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
SINK CATEGORIES	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	60,71	0,72	2,76	5,65	NO,IE	0,12	NO	NO	69,96	
1. Energy	60,55	0,64	1,99						63,18	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	60,55	0,12	1,99						62,65	
1. Energy industries	17,77	0,00	0,84						18,61	
2. Manufacturing industries and construction	6,30	0,01	0,75						7,07	
3. Transport	18,48	0,10	0,32						18,90	
4. Other sectors	18,00	0,01	0,08						18,08	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,53	NO						0,53	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,00	0,53	NO						0,53	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,24	0,00	0,28	5,65	NO,IE	0,12	NO	NO	6,29	
A. Mineral industry	NO								NO	
B. Chemical industry	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
C. Metal industry	NO	NO	NO						NO	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,24	0,00	0,00						0,24	
E. Electronic Industry				NO	NO	NO	NO	NO	NO	
F. Product uses as ODS substitutes				5,65	NO,IE	NO	NO	NO	5,65	
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,28	NO	NO	0,12	NO	NO	0,40	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NA,NO	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,08	NO	0,00						-0,07	
A. Forest land	NO	NO	NO						NO	
B. Cropland	NO	NO	NO						NO	
C. Grassland	NO	NO	NO						NO	
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO	
E. Settlements	-0,08	NO	0,00						-0,07	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,08	0,49						0,56	
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	0,49						0,56	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	9,52	0,02	0,08						9,63	
Aviation	1,06	0,00	0,01						1,07	
Navigation	8,47	0,02	0,07						8,56	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	34,31								34,31	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NO,NE							
Indirect CO₂⁽³⁾	NO,NE									
	Total CO ₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									70,04
	Total CO ₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									69,96
	Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , without land use, land-use change and forestry									NA
	Total CO ₂ equivalent emissions, including indirect CO ₂ , with land use, land-use change and forestry									NA

PARTIE 2 : INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

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 déboisées 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, paragraphe 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 soU.T.E.Rrain (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 208 ha du territoire, environ 21% sont constitués d'espaces verts. Une extension en mer en cours de construction en 2020, entre les plages du Larvotto et le Port Hercule, est venue agrandir le territoire de la Principauté (202 ha en 2019) d'environ 5,7 hectares en 2020.

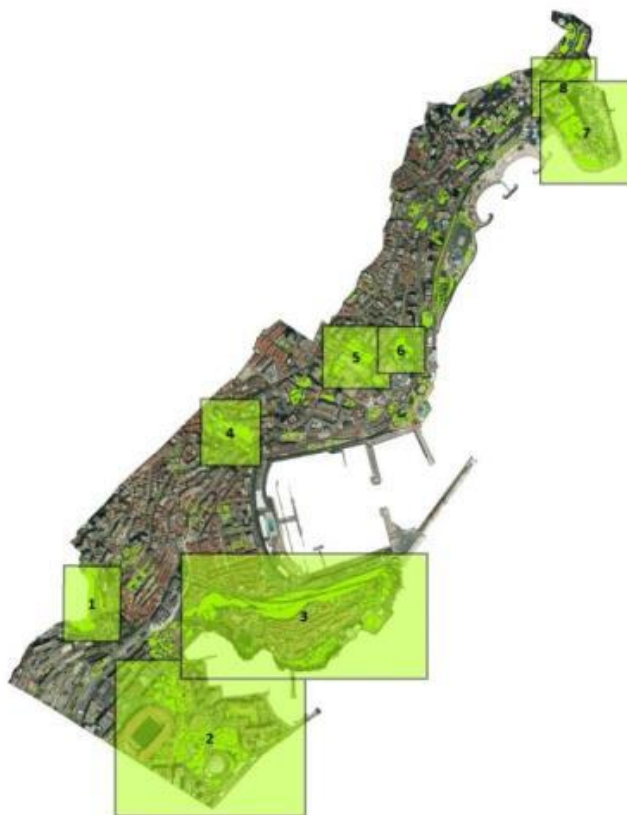
Cette superficie ne reflète pas la présence d'une importante zone arborée, mais cumule l'ensemble des jardins, parcs, terrasses, alignements d'arbres, etc... D'ailleurs, la gestion des arbres est renforcée par un « Code de l'Arbre » (Monaco, DAU 2011) qui définit les actions à mener pour gérer et conserver 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/>) puis 2019 (DPUM-DSN) 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). Une actualisation est effectuée en 2019 avec une orthophotographie du territoire mise à disposition dans le système d'information géographique partagé du Gouvernement Princier.

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. En 2019, le début des travaux d'extension en mer entre le port Hercule et les plages du Larvotto sont visibles.

11.2.3.2. Zone 1 Entrée de ville



Entrée de ville – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (milieu) – 2019 (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



1986

2017

2019

Fontvieille – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (milieu) – 2019 (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. Peu voire pas d'évolution sur ce quartier entre 2017 et 2019.

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 (milieu) – 2019 (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 Devote



Vallon Sainte Devote – comparaison 1986 (gauche) - 2017 (milieu) – 2019 (droite)

Le cas du vallon est typique des espaces verts 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 soU.T.E.Rraine 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 en 2017 à des constructions provisoires abritant les commerces précédemment intégrés aux bâtiments sur lequel une opération immobilière est en cours. En 2019, ces installations provisoires sont démontées et remplacées par des jardins d'ornement en cours d'aménagement.

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



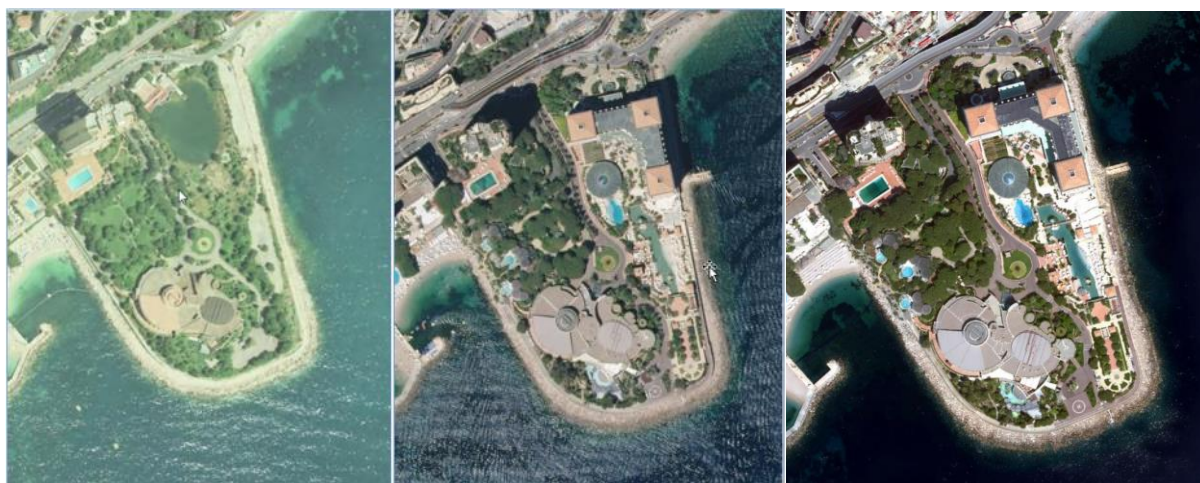
1986

2017

2019

Le jardin des Spélugues correspond à un espace d'environ 0,7 m², donc au-delà du seuil de 0,5 ha. Il s'agit cependant d'un espace urbain, attenant au Casino, sans vocation forestière.

11.2.3.8. Zone 7 Sporting d'été



1986

2017

2019

Sporting d'été – Comparaison 1986 (gauche) – 2017 (milieu) – 2019 (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).

Le plafond annuel est de 3,48 ktCO₂eq, soit 27,809 ktCO₂eq sur la période 2013-2020.

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 comptabilisation des unités Kyoto

12.1. Informations générales

Il n'y a pas de changement apporté cette année, à savoir :

- L'entité administrative chargée d'administrer le registre monégasque des émissions de gaz à effet de serre est la :
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
- Adresse internet du registre national monégasque :
<https://www.registre-monaco.mc/>
- Nom et coordonnées de l'administrateur du registre désigné par la Partie pour gérer le registre national :
Les administrateurs du registre monégasque sont M. J. Carles (JCarles@gouv.mc) et Mme L. Rebaudengo (LRebaudengo@gouv.mc).
- Noms des autres Parties avec lesquelles Monaco coopère pour gérer le registre national et moyens mis en œuvre par le registre national pour se conformer aux normes techniques pour l'échange de données et pour réduire au minimum les anomalies dans les opérations :
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.
Une description du registre a été fournie à ITL (International Transaction Log) pour sa mise en production (9 septembre 2015).
Il n'y a pas de changement à relever.
- Structure de la base de données et de la capacité du registre national :
Une description du registre a été fournie à ITL (International Transaction Log) pour sa mise en production (9 septembre 2015) :
Il n'y a pas eu de changement de structure ou de capacité.

12.2. Informations sur les unités Kyoto contenues dans les tables SEF

Pour l'année 2020, les transferts d'unités Kyoto enregistrés sur le registre national de la Principauté de Monaco sont :

Unités	AAU	RMU	ERU	CER	tCER	ICER
Total des flux créditeurs	0	0	0	10 700	0	0
Total des flux débiteur	0	0	0	0	0	0

Plus de détails sont portés dans les tables SEF CP2 et SEF CP1 consultables sur le registre national.

12.3. Notifications et erreurs

Au cours de l'année, il n'est survenu :

- Aucun écart (rapport R-2 vide, non soumis).
- Aucune notification du registre Mécanisme de Développement Propre (MDP / CDM) (rapport R-3 vide, non soumis).
- Aucune transaction de remplacement (rapport R-4 vide, non soumis).
- Aucune unité invalide n'est présente en fin d'année (rapport R-5 vide, non soumis).

Il n'y a eu aucun écarts ou erreur à reporter cette année : aucune action corrective n'a été nécessaire au registre national monégasque.

12.4. Informations accessibles au public

La mise en page des informations accessibles au public a été modifiée pour une meilleure lisibilité des données.

Les informations publiques sont accessibles sur le site du registre national monégasque, dans la section « Rapports publics » :

<https://www.registre-monaco.mc/crweb/public/information.action>.

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 2022, 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 au titre du déboisement.

Monaco n'ayant de forêt, il n'y a pas eu d'émissions liées à du déboisement.

Aussi, les émissions de l'année de référence utilisées pour le calcul sont exprimées hors UTCATF.

Emissions de l'année de base (t CO _{2eq})	8 x Emissions de l'année de base (t CO _{2eq})	Pourcentage figurant à l'Annexe B	Quantité attribuée calculée (t CO _{2eq})
99 319	794 553	78%	619 751

La quantité attribuée à Monaco est égale à 619 751 t CO_{2eq}

12.6. Calcul de la réserve pour la période d'engagement

La réserve de Monaco pour la période d'engagement a été actualisé conformément au paragraphe 6 de l'annexe à la Décision 11/CMP.1.

Le résultat d'inventaire 2020 (dernier inventaire examiné) de Monaco au périmètre Kyoto (hors UTCATF) est égal à 70 036 tonnes CO₂eq.

Le calcul de la CPR sur cette base est donc égal à $8 \times 70\,036$ soit 560 292 tonnes CO₂eq.

La valeur calculée sur la base de la quantité attribuée fixée dans le cadre de la 2e période Kyoto dans le rapport initial de la Monaco ($90/100 \times 619\,751$) est égale à 557 751 tonnes CO₂eq. Cette valeur étant inférieure à la valeur calculée sur la base de l'inventaire, cette dernière est retenue pour la CPR.

Selon la décision 11/CMP.1, paragraphe 6, appliquée avec 8 années d'engagement pour la 2e période Kyoto, la CPR de la Monaco par rapport aux émissions de 2019 est donc égale à 557 751 tonnes CO₂eq.

Au regard des données publiées dans le cadre du NIR 2023, en considérant les émissions 2021 hors UTCATF, la CPR correspondrait à $(8 \times 73\,633)$ et serait égale à 589 062 CO₂eq.

La valeur de CPR retenue serait inchangée.

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 mentionnés ci-dessous :

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

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

Point de contact pour l'inventaire national :

M. Jérémie CARLES

Chef de Division

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : jcarles@gouv.mc

L'entité administrative chargée d'administrer le registre monégasque des émissions de gaz à effet de serre est :

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 80 00

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : environnement@gouv.mc

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

Les gestionnaires du registre pour la Principauté de Monaco

Madame Laetitia REBAUDENGO

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 : lrebaudengo@gouv.mc

Monsieur Jérémie CARLES
Chef de Division
Direction de l'Environnement
3, avenue de Fontvieille
MC 98000 MONACO
Tél. : +377 98 98 44 18
Fax : +377 92 05 28 91
Email : jcarles@gouv.mc

13.2. Répartition des rôles et des responsabilités au sein du système national 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

Aucune modification n'est intervenue cette année.

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, de ce fait, être considérés comme extrêmement faibles, voire inexistant, 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, depuis 2018, Monaco achète des unités de réduction certifiée des émissions (URCE/ CER). 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.

Par ailleurs, 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 des potentiels effets adverses 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

La Principauté de Monaco 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. C'est pourquoi le Gouvernement Princier est déterminé à endosser sa part de responsabilité pour atteindre l'objectif de 100 milliards de dollars par an en faveur de l'action climatique dans les pays en développement.

Dans cette perspective, le financement climatique international de Monaco continue sa montée en puissance amorcée ces dernières années. En complément des crédits traditionnellement alloués au titre de la politique de coopération internationale, des crédits spécifiques additionnels ont été inscrits au budget de l'Etat, dans le cadre de l'aide publique au développement, afin de soutenir l'action climatique.

Au total, en 2021, plus de 1 500 000 euros ont été versés, intégralement comptabilisés au titre du financement climatique international, dont plus de 80% ont été acheminés par des canaux multilatéraux.

En particulier, on doit souligner la contribution monégasque au Fonds Vert pour le climat dans le cadre de la première reconstitution du Fonds, à hauteur de 750 000 euros annuels pour la période 2020-2023, ce qui fait de la Principauté le premier bailleur du Fonds per capita.

On notera également la volonté du Gouvernement Princier de concrétiser, par l'appui de financements ciblés, son plaidoyer politique visant à renforcer les synergies entre les thématiques du climat, de l'océan et de la biodiversité. Cet engagement s'illustre notamment par l'octroi de plusieurs contributions à des projets incarnant le concept des « solutions fondées sur la nature » (carbone bleu, restauration et conservation d'écosystèmes marins dont les mangroves par exemple).

Enfin, le Gouvernement Princier est particulièrement sensible à la demande des pays en développement d'accorder davantage de financements aux initiatives d'adaptation aux changements climatiques. C'est pourquoi diverses contributions visent à favoriser la résilience et l'adaptation des populations vulnérables, dans le domaine de la santé notamment.

En complément de ces ressources dédiées, on estime à près de 5,6 millions d'euros le montant des subventions allouées en 2022 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 (projets dits à « co-bénéfice climat »). Ces niveaux ont pratiquement doublé depuis 2018. Les programmes financés sont toujours centrés sur le renforcement de la résilience et de 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 des Pays les Moins Avancés (P.M.A.), en particulier ceux de la zone sahélienne, ainsi que les Petits Etats Insulaires en Développement (P.E.I.D.), 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.

Monaco entend maintenir voire augmenter ce niveau de financement dans les années à venir, tel que détaillé dans sa deuxième communication biennale à la C.C.N.U.C.C. sur les niveaux de financement climatique ex-ante (couvrant la période 2023-2024), publiée en décembre 2022.

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 2019, 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 ⁽¹⁾

(Sheet 1 of 1)

Inventory
2021
Submission
2023 v2
MONACO

KEY CATEGORIES OF EMISSIONS AND REMOVALS	Gas	Criteria used for key source identification		Key category excluding LULUCF	Key category including LULUCF
		L	T		
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2		X	X	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	CO2	X	X	X	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	CO2				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Peat	N2O				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Biomass	CH4				
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Biomass	N2O	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - 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	X	X	X	X
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 Fuels	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4				
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	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 Ferroalloys Production	CO2				
2.C.2 Ferroalloys 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	Unspecified 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 organic and mineral soils	CO2				
4(II). Emissions and removals from drainage and rewetting and other management of organic and mineral soils	CH4				
4(II). Emissions and removals from drainage and rewetting and other management of organic and mineral soils	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				
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				

Note: L = Level assessment; T = Trend assessment.

⁽¹⁾ This table is filled automatically based on the IPCC Tier 1 methodology.

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	0,338	0,000	0,338	0,000	33,8%	33,8%	33,8%	33,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,329	0,000	0,330	0,000	32,9%	66,7%	33,0%	66,8%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,155	0,000	0,155	0,000	15,5%	82,2%	15,5%	82,3%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,080	0,000	0,080	0,000	8,0%	90,2%	8,0%	90,3%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,027	0,000	0,027	0,000	2,7%	92,9%	2,7%	93,0%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,017	0,000	0,017	0,000	1,7%	94,6%	1,7%	94,7%
1.A.1	Energy Industries	Liquid Fuels	CO2	kt	0,012	0,000	0,012	0,000	1,2%	95,8%	1,2%	95,9%
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,008	0,000	0,008	0,000	0,8%	96,6%	0,8%	96,7%
5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,006	0,000	0,006	0,000	0,6%	97,2%	0,6%	97,3%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	97,7%	0,5%	97,8%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,2%	0,5%	98,3%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	98,7%	0,5%	98,8%

1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,003	0,000	0,003	0,000	0,3%	99,0%	0,3%	99,1%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,003	0,000	0,003	0,000	0,3%	99,3%	0,3%	99,4%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,000	0,002	0,000	0,2%	99,5%	0,2%	99,6%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	99,6%	0,1%	99,7%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0,1%	99,7%	0,1%	99,8%
4.E	Settlements	Carbon stock change	CO2	kt	0,001	0,000	0,000	0,000	0,1%	99,8%	0,0%	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 2021 – 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	0,272	0,084	0,273	0,085	27,3%	27,2%	27,4%	27,3%
1.A.3.b	Road Transportation	Fossil fuels	CO2	kt	0,222	0,078	0,222	0,078	22,3%	49,5%	22,2%	49,5%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,148	0,049	0,148	0,049	14,9%	64,3%	14,8%	64,4%
1.A.4	Other Sectors	Liquid Fuels	CO2	kt	0,122	0,155	0,122	0,155	12,2%	76,6%	12,2%	76,6%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	CO2	kt	0,080	0,038	0,080	0,038	8,0%	84,6%	8,0%	84,6%
2.F.1	Refrigeration and Air conditioning	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,072	0,052	0,072	0,052	7,2%	91,9%	7,2%	91,8%
1.A.3.d	Domestic Navigation	Liquid Fuels	CO2	kt	0,014	0,006	0,014	0,006	1,4%	93,3%	1,4%	93,2%
1.A.1	Energy Industries	Biomass	N2O	kt	0,011	0,004	0,011	0,004	1,1%	94,4%	1,1%	94,3%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Liquid Fuels	N2O	kt	0,009	0,005	0,009	0,005	0,9%	95,3%	0,9%	95,2%
1.B.2.b	Natural Gas	Operation	CH4	kt	0,007	0,007	0,007	0,007	0,7%	96,0%	0,7%	95,9%
1.A.3.a	Domestic Aviation	Fuels	CO2	kt	0,006	0,004	0,006	0,004	0,6%	96,6%	0,6%	96,5%
1.A.1	Energy Industries	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,005	0,003	0,005	0,003	0,5%	97,1%	0,5%	97,0%

5.D	Wastewater Treatment and Discharge	Wastewater	N2O	kt	0,005	0,000	0,005	0,000	0,5%	97,6%	0,5%	97,5%
1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	N2O	kt	0,004	0,000	0,004	0,000	0,4%	98,0%	0,4%	97,9%
2.F.4	Aerosols	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,003	0,002	0,003	0,002	0,3%	98,3%	0,3%	98,2%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	N2O	kt	0,003	0,002	0,003	0,002	0,3%	98,6%	0,3%	98,5%
1.A.1	Energy Industries	Other Fossil Fuels	N2O	kt	0,002	0,001	0,003	0,001	0,2%	98,8%	0,3%	98,8%
1.A.4	Other Sectors	Other Fossil Fuels	CO2	kt	0,002	0,001	0,002	0,001	0,2%	99,0%	0,2%	99,0%
2.G	Other Product Manufacture and Use	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,002	0,001	0,002	0,001	0,2%	99,2%	0,2%	99,2%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Gaseous Fuels	CO2	kt	0,002	0,004	0,002	0,004	0,2%	99,4%	0,2%	99,4%
1.A.4	Other Sectors	Gaseous Fuels	N2O	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0%	99%	0%	99,5%
1.A.2.g	Manufacturing Industries and Construction	Biomass	N2O	kt	0,001	0,001	0,001	0,001	0%	100%	0%	99,6%
2.F.2	Foam Blowing Agents	no classification	Aggregate F-gases	t CO2 equivalent	0,001	0,001	0,001	0,001	0%	100%	0%	99,7%
2.D	Non-energy Products from Fuels and Solvent Use	no classification	CO2	kt	0,001	0,000	0,001	0,000	0%	100%	0%	99,8%

1.A.3.b	Road Transportation	Fuels	CH4	kt	0,001	0,001	0,001	0,001	0%	100%	0%	99,9%
4.E	Settlements	Carbon stock change	CO2	kt	0,001	0,001	0,000	0,000	0%	100%	0%	99,9%

17.4. Evaluation des catégories principales pour l'année 2021 – Méthode Tier 2 – Contribution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2021 (kt CO2 eq)	Contribution (%) 2020	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 - Other fossil fuels	CO2	15,87	20,07	27	27	40	1098	45,8	46	1
1.A.2.g.vii – liquid fuels	N2O	0,29	0,69	1	28	200	187	7,8	54	2
1.A.3.b - Transport routier	CO2	33,80	16,33	22	50	8	177	7,4	61	3
2.F.1..f - Stationary air-conditionning	F gaz	0,00	3,99	5	56	25	137	5,7	67	4
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,58	0,39	1	56	254	134	5,6	72	5
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,83	1	57	100	113	4,7	77	6
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,52	1	58	133	95	4,0	81	7
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	6,24	8,75	12	70	6	76	3,2	84	8
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CO2	2,53	5,85	8	78	9	68	2,9	87	9
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	30,46	8,15	11	89	6	64	2,7	90	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,03	1	90	24	34	1,4	91	11
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,26	2	92	16	27	1,1	92	12
1.A.1.a - Other fossil fuels	N2O	0,17	0,18	0	92	100	25	1,0	93	13
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,47	0,30	0	93	54	22	0,9	94	14
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	1,92	2,14	3	96	6	19	0,8	95	15
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	0,00	0,22	0	96	51	16	0,6	96	16
2.D.3 - Domestic solvent use	CO2	0,12	0,16	0	96	67	14	0,6	96	17
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,03	0,05	0	96	200	13	0,5	97	18
2.G.1 - Equipement électriques	SF6	0,08	0,10	0	96	66	9	0,4	97	19

1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	4,21	0,85	1	98	6	7	0,3	97	20
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,03	0	98	128	6	0,3	98	21
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,13	0,47	1	98	9	6	0,2	98	22
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,07	0,02	0	98	200	5	0,2	98	23
2.G.3.a - Other Product Manufacture and Use - Medical Applications	N2O	0,00	0,23	0	99	13	4	0,2	98	24
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	0	99	490	4	0,2	99	25
2.D.2 Paraffin wax use	CO2	0,03	0,02	0	99	102	3	0,1	99	26
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,10	0	99	24	3	0,1	99	27
2.D.3 - Printing industry	CO2	0,05	0,01	0	99	321	3	0,1	99	28
1.A.1.a – Gaseous fuels	CO2	0,00	0,36	0	99	6	3	0,1	99	29
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,01	0,01	0	99	200	3	0,1	99	30
1.A.2.g.vii – Biomass	N2O	0,00	0,01	0	99	200	2	0,1	99	31
2.F.2.a - Mousses "closed cells"	F gaz	0,00	0,06	0	99	28	2	0,1	99	32
2.D.3 - Paint application	CO2	0,03	0,04	0	99	30	2	0,1	99	33
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	0	99	142	2	0,1	100	34
1.A.4.b – Biomass	N2O	0,00	0,01	0	99	200	2	0,1	100	35
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CH4	0,00	0,01	0	99	151	2	0,1	100	36
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	0,83	0,18	0	100	6	2	0,1	100	37
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,01	0,01	0	100	100	1	0,1	100	38
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	CO2	0,00	0,13	0	100	6	1	0,0	100	39
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	0	100	150	1	0,0	100	40
2.G.2.b - Other Product Manufacture and Use - Accelerators	SF6	0,00	0,02	0	100	27	1	0,0	100	41

2.G.3.b - Other Product Manufacture and Use - Propellant for pressure and aerosol products	N2O	0,02	0,02	0	100	20	1	0,0	100	42
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,01	0,00	0	100	200	1	0,0	100	43
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,13	0,01	0	100	32	1	0,0	100	44
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	1	0,0	100	45
1.A.1.a – Gaseous fuels	N2O	0,00	0,00	0	100	200	1	0,0	100	46
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	N2O	0,00	0,00	0	100	200	0	0,0	100	47
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	0,22	0,05	0	100	6	0	0,0	100	48
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	CO2	0,04	0,03	0	100	8	0	0,0	100	49
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,00	0,00	0	100	200	0	0,0	100	50
1.A.2.g.vii – Biomass	CH4	0,00	0,00	0	100	151	0	0,0	100	51
2.D.3 - Glue	CO2	0,01	0,01	0	100	30	0	0,0	100	52
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	0	100	56	0	0,0	100	53
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	CO2	0,00	0,02	0	100	9	0	0,0	100	54
1.A.1.a - Biomass	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	55
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	56
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	0	100	262	0	0,0	100	57
2.D.3 - Urea from road transportation	CO2	0,00	0,01	0	100	8	0	0,0	100	58
1.A.4.b – Biomass	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	59
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	N2O	0,00	0,00	0	100	200	0	0,0	100	60
1.A.1.a – Liquid fuels	CO2	1,18	0,01	0	100	5	0	0,0	100	61
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	N2O	0,00	0,00	0	100	54	0	0,0	100	62
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,00	0,00	0	100	200	0	0,0	100	63
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	64
2.D.3 - Dry cleaning	CO2	0,00	0,00	0	100	14	0	0,0	100	65

1.A.1.a – Gaseous fuels	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	66
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	67
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	68
2.D.3 - Road paving with asphalt	CO2	0,00	0,00	0	100	51	0	0,0	100	69
1.A.1.a - Other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	70
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	CH4	0,00	0,00	0	100	24	0	0,0	100	71
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	0	100	151	0	0,0	100	72
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	73
1.A.1.a – Liquid fuels	N2O	0,00	0,00	0	100	200	0	0,0	100	74
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	75
5.C.1 - Cremation	CO2	0,00	0,00	0	100	30	0	0,0	100	76
1.A.1.a – Liquid fuels	CH4	0,00	0,00	0	100	100	0	0,0	100	77
2.D.3 - Wood preservation	CO2	0,00	0,00	0	100	1700	0	0,0	100	78
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,12	-0,08	0	100	30	-3	-0,1	100	79
Total		102,58	73,7	100,00		9151,56	2394,87	100,00		

17.5. Evaluation des catégories principales pour l'année 2021 – Méthode Tier 2 - Evolution

Catégorie	Gaz	1990 (kt CO2 eq)	2021 (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 - Other fossil fuels	CO2	15,87	20,07	0,08	0,08	40	3,41	33,44	33,44	1
2.F.1.f - Stationary air-conditioning	F gaz	0,00	3,99	0,04	0,04	25	0,98	9,65	43,09	2
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,52	0,01	0,01	133	0,98	9,57	52,66	3
1.A.2.g.vii – liquid fuels	N2O	0,29	0,69	0,00	0,00	200	0,93	9,17	61,84	4
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	30,46	8,15	0,13	0,13	6	0,78	7,66	69,49	5
1.A.3.b - Transport routier	CO2	33,80	16,33	0,08	0,08	8	0,62	6,08	75,57	6
1.A.1.a - Biomass	N2O	0,56	0,83	0,00	0,00	100	0,42	4,10	79,68	7
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CO2	2,53	5,85	0,04	0,04	9	0,34	3,32	82,99	8
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	6,24	8,75	0,04	0,04	6	0,27	2,62	85,61	9
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,26	0,01	0,01	16	0,20	1,92	87,53	10
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,03	0,01	0,01	24	0,16	1,54	89,07	11
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	4,21	0,85	0,02	0,02	6	0,12	1,21	90,28	12
2.F.4.a - Inhalateurs médicaux	F gaz	0,00	0,22	0,00	0,00	51	0,11	1,09	91,37	13
2.D.3 - Printing industry	CO2	0,05	0,01	0,00	0,00	321	0,09	0,85	92,22	14
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,58	0,39	0,00	0,00	254	0,07	0,66	92,88	15
1.A.1.a - Other fossil fuels	N2O	0,17	0,18	0,00	0,00	100	0,06	0,61	93,49	16
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,07	0,02	0,00	0,00	200	0,06	0,61	94,10	17
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	1,92	2,14	0,01	0,01	6	0,05	0,47	94,57	18
2.D.3 - Domestic solvent use	CO2	0,12	0,16	0,00	0,00	67	0,05	0,45	95,01	19

1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,03	0,05	0,00	0,00	200	0,04	0,44	95,45	20
2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,03	0,00	0,00	128	0,04	0,43	95,88	21
1.A.1.a – Liquid fuels	CO2	1,18	0,01	0,01	0,01	5	0,04	0,43	96,31	22
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,13	0,47	0,00	0,00	9	0,03	0,31	96,62	23
2.G.3.a - Other Product Manufacture and Use - Medical Applications	N2O	0,00	0,23	0,00	0,00	13	0,03	0,29	96,91	24
2.G.1 - Equipement électriques	SF6	0,08	0,10	0,00	0,00	66	0,03	0,28	97,19	25
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	0,83	0,18	0,00	0,00	6	0,03	0,25	97,44	26
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,13	0,01	0,001	0,00	32	0,03	0,25	97,69	27
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,10	0,00	0,00	24	0,02	0,23	97,93	28
1.A.1.a – Gaseous fuels	CO2	0,00	0,36	0,00	0,00	6	0,02	0,22	98,15	29
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,47	0,30	0,00	0,00	54	0,02	0,21	98,36	30
1.A.2.g.vii – Biomass	N2O	0,00	0,01	0,00	0,00	200	0,02	0,16	98,53	31
2.F.2.a - Mousses "closed cells"	F gaz	0,00	0,06	0,00	0,00	28	0,02	0,16	98,68	32
1.A.4.b – Biomass	N2O	0,00	0,01	0,00	0,00	200	0,01	0,12	98,81	33
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,01	0,00	0,00	0,00	200	0,01	0,10	98,91	34
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,01	0,01	0,00	0,00	490	0,01	0,10	99,00	35
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CH4	0,00	0,01	0,00	0,00	151	0,01	0,08	99,09	36
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	0,00	0,00	262	0,01	0,08	99,17	37
1.A.3.d - Navigation domestique	N2O	0,00	0,01	0,00	0,00	142	0,01	0,08	99,25	38
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	CO2	0,00	0,13	0,00	0,00	6	0,01	0,08	99,33	39
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,01	0,01	0,00	0,00	200	0,01	0,08	99,41	40
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	0,22	0,05	0,00	0,00	6	0,01	0,06	99,47	41
2.D.3 - Paint application	CO2	0,03	0,04	0,00	0,00	30	0,01	0,06	99,54	42

2.G.2.b - Other Product Manufacture and Use - Accelerators	SF6	0,00	0,02	0,00	0,00	27	0,01	0,05	99,59	43
1.A.3.a - Aviation domestique	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	150	0,00	0,04	99,64	44
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,04	99,68	45
1.A.1.a – Gaseous fuels	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,04	99,71	46
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,03	99,75	47
2.D.2 Paraffin wax use	CO2	0,03	0,02	0,00	0,00	102	0,00	0,03	99,78	48
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,12	-0,08	0,00	0,00	30	0,00	0,03	99,81	49
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,01	0,01	0,00	0,00	100	0,00	0,03	99,84	50
2.D.3 - Wood preservation	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	1700	0,00	0,02	99,86	51
1.A.1.a – Liquid fuels	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,02	99,87	52
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,02	99,89	53
1.A.2.g.vii – Biomass	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	151	0,00	0,02	99,91	54
2.G.3.b - Other Product Manufacture and Use - Propellant for pressure and aerosol products	N2O	0,02	0,02	0,00	0,00	20	0,00	0,01	99,92	55
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	CO2	0,00	0,02	0,00	0,00	9	0,00	0,01	99,94	56
1.A.3.d - Navigation domestique	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	56	0,00	0,01	99,95	57
1.A.1.a - Biomass	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,01	99,95	58
2.D.3 - Urea from road transportation	CO2	0,00	0,01	0,00	0,00	8	0,00	0,01	99,96	59
1.A.4.b – Biomass	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,01	99,97	60
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,01	99,98	61
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	200	0,00	0,01	99,98	62
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	99,99	63
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	99,99	64
2.D.3 - Glue	CO2	0,01	0,01	0,00	0,00	30	0,00	0,00	99,99	65
1.A.1.a – Liquid fuels	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	99,99	66

1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	99,99	67
1.A.1.a – Gaseous fuels	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	68
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	CO2	0,04	0,03	0,00	0,000	8	0,0	0,00	100,00	69
1.A.3.a - Aviation domestique	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	70
2.D.3 - Dry cleaning	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,00	0,00	100,00	71
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	151	0,00	0,00	100,00	72
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	73
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	N2O	0,00	0,00	0,00	0,00	54	0,00	0,00	100,00	74
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	75
2.D.3 - Road paving with asphalt	CO2	0,00	0,00	0,00	0,00	51	0,00	0,00	100,00	76
1.A.1.a - Other fossil fuels	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	100,00	77
2.D.1 Non energy product use of fuel - Lubricant use	CH4	0,00	0,00	0,00	0,00	24	0,00	0,00	100,00	78
5.C.1 - Cremation	CO2	0,00	0,00	0,000	0,00	30	0,00	0,00	100,00	79
Total		102,58	73,7	0,51	0,51	9151,56	10,19	100,00	7458,92	

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 2021.

Catégorie de source du GIEC	Gaz	Émissions / absorptions pour l'année de référence 1990	Émissions / absorptions pour l'année 2021	Incertitude sur les données d'activité	Incertitude sur les facteurs d'estimation	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
		ktCO ₂ eq	ktCO ₂ eq	(+) %	(+) %	(+) %		%	%	%	%	%
1 - ENERGIE												
1.A.1 - Production publique d'électricité et de chaleur												
1.A.1.a - Biomass	CH ₄	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Biomass	N ₂ O	0,56	0,83	5	100	100	1,3	0,0	0,0	0,4	0,1	0,2
1.A.1.a – Gaseous fuels	CO ₂	0,00	0,36	5	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Gaseous fuels	CH ₄	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	N ₂ O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Liquid fuels	CO ₂	1,18	0,01	5	2	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a – Liquid fuels	CH ₄	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	N ₂ O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.1.a - Other fossil fuels	CO ₂	15,87	20,07	5	40	40	120,5	0,1	0,2	3,4	1,4	13,3
1.A.1.a - Other fossil fuels	CH ₄	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	N ₂ O	0,17	0,18	5	100	100	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.2 - Industrie manufacturière et construction												
1.A.2.g.vii – Biomass	CH ₄	0,00	0,00	5	151	151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1.A.2.g.vii – Biomass	N2O	0,00	0,01	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CO2	2,53	5,85	5	7	9	0,5	0,0	0,1	0,3	0,4	0,2
1.A.2.g.vii – liquid fuels	CH4	0,00	0,01	5	151	151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.vii – liquid fuels	N2O	0,29	0,69	5	200	200	3,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9
1.A.2.g.vii – other fossil fuels	CO2	0,00	0,02	5	7	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.vii – other fossil 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.vii – other fossil fuels	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	0,83	0,18	5	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	0,22	0,05	5	3	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.2.g.viii – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3 - Transport												
1.A.3.a - Aviation domestique	CO2	0,13	0,47	5	7	9	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	33,80	16,33			8	3,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	CH4	0,28	0,10			24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.b - Transport routier	N2O	0,47	0,30			54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.3.d - Navigation domestique	CO2	0,52	1,03	24	1,0	24	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
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
1.A.4 – Combustion stationnaire												
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	6,24	8,75	5	4	6	0,6	0,0	0,1	0,2	0,6	0,4
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.a – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,03	0,05	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	4,21	0,85	5	3	6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1.A.4.a – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,01	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Biomass	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Biomass	N2O	0,00	0,01	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CO2	1,92	2,14	5	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	CH4	0,00	0,00	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (gaseous fuels)	N2O	0,01	0,01	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CO2	30,46	8,15	5	3	6	0,4	0,1	0,1	0,4	0,6	0,5
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	CH4	0,01	0,01	5	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (liquid fuels)	N2O	0,07	0,02	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	CO2	0,00	0,13	5	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.A.4.b – Combustion stationnaire (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.4.b – Combustion stationnaire (Other fossil fuels)	N2O	0,00	0,00	5	200	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.B - Emissions fugitives												
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CO2	0,01	0,00	25	261	262	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.B.2.b.5 - Emissions fugitives	CH4	1,77	0,52	25	134	133	0,9	0,0	0,0	1,0	0,2	1,0
2 - INDUSTRIE												
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	CO2	0,04	0,03			8	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			24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.1 Non energy product use of fuel -Lubricant use	N2O	0,00054	0,00			54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.2 Paraffin wax use	CO2	0,03	0,02	5	102	102	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Domestic solvent use	CO2	0,12	0,16	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 - Glue	CO2	0,01	0,01	5	30	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Paint application	CO2	0,03	0,04	5	30	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Printing industry	CO2	0,05	0,01	20	320	321	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
2.D.3 - Road paving with asphalt	CO2	0,00	0,00	5	51	51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.D.3 - Urea from road transportation	CO2	0,00	0,01			8	0,0	0,0	0,0	0,0	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.F.1..f - Stationary air-conditionning	F gaz	0,00	3,99	10	23	25	1,9	0,0	0,0	0,9	0,6	1,1

2.F.1.b - Réfrigération domestique	F gaz	0,00	0,03	82	99	128	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.F.1.e - Climatisation mobile	F gaz	0,00	1,26	10	12	16	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1
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	50	10	51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
2.G.1 - Equipement électriques	SF6	0,08	0,10	59	30	66	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
2.G.2.b - Other Product Manufacture and Use - Accelerators	SF6	0,00	0,02	25	10	27	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	0,23	13	5	13	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 aerosol products	N2O	0,02	0,02	20	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 - AGRICULTURE												
4 - UTCATF												
4.E.1 - Autres établissements	N2O	0,012	0,006	5	490	490	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.E.1 - Biomasse active des arbres	CO2	-0,12	-0,08	15,8	25	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 - DECHETS												
5.C.1 - Cremation	CO2	0,00	0,00	5	30	30						
5.D.1 - Eaux usées domestiques	CH4	0,13	0,01	5	31,6	32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.D.1 - Eaux usées domestiques	N2O	0,58	0,39	44,3	250	254	1,8	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1

		ΣC	ΣD				ΣH					ΣM		
TOTAL		102,6	73,7				134,90					17,920		
		Pourcentage d'incertitude du total de l'inventaire					$\sqrt{\Sigma H}$	11,61	Incertitude sur la tendance				$\sqrt{\Sigma M}$	4,23

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_x, CO, NMVOC et de SO₂

Les émissions annuelles des GES indirects des déchets solides et des boues d'épuration (NO_x, CO, NMVOC et SO₂) 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_x, CO, SO₂ 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 : α = NO_x, CO, NMVOC ou SO₂ ;

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	10 650	12 452	5 188	1 239	1 636	5 315	5 584	1 860	48	1 440	2 294
1991	10 790	12 678	5 278	1 260	1 668	5 408	5 682	1 892	49	1 487	2 370
1992	12 064	13 964	5 823	1 395	1 829	5 973	6 243	2 088	52	1 569	2 496
1993	13 720	15 209	6 356	1 550	1 960	6 572	6 683	2 283	49	1 497	2 361
1994	15 190	16 267	6 799	1 657	2 411	7 149	7 181	2 437	52	1 611	2 539
1995	15 417	15 954	6 671	1 623	2 685	7 132	7 086	2 386	52	1 591	2 507
1996	16 643	16 799	7 015	1 700	3 175	7 623	7 530	2 503	57	1 733	2 735
1997	20 111	18 475	7 834	1 927	3 924	8 690	8 124	2 781	52	1 631	2 539
1998	19 039	17 069	7 239	1 771	4 017	8 155	7 586	2 562	51	1 582	2 469
1999	20 161	16 797	7 239	1 779	4 409	8 286	7 401	2 545	45	1 422	2 198
2000	21 134	17 013	7 363	1 802	4 908	8 562	7 548	2 577	47	1 482	2 291
2001	22 920	17 608	7 693	1 879	5 583	9 085	7 829	2 677	49	1 529	2 358
2002	20 248	15 595	6 728	1 628	5 300	8 100	7 089	2 341	49	1 518	2 363
2003	16 141	12 902	5 395	1 291	4 602	6 660	6 055	1 889	48	1 467	2 312
2004	14 318	11 390	4 693	1 117	4 315	5 929	5 442	1 646	45	1 367	2 163
2005	14 226	11 306	4 583	1 087	4 538	5 934	5 481	1 609	48	1 451	2 302
2006	9 911	8 285	3 194	753	3 402	4 287	4 159	1 138	136	1 156	1 848
2007	14 219	10 980	4 335	1 024	4 940	5 903	5 471	1 526	222	1 498	2 383
2008	14 466	10 078	4 383	1 048	5 123	5 876	4 557	1 489	225	1 433	2 278
2009	14 212	8 819	4 231	1 025	5 090	5 638	3 559	1 394	225	1 311	1 832
2010	14 050	8 201	4 250	1 038	5 168	5 526	2 836	1 356	202	1 258	2 024
2011	14 749	9 125	4 701	1 126	5 704	6 226	2 896	1 428	221	1 337	2 336
2012	14 965	9 386	4 688	1 121	5 847	6 371	2 725	1 383	232	1 373	2 187
2013	14 891	9 874	4 738	1 128	6 000	6 590	2 577	1 351	261	1 465	2 362
2014	14 345	10 364	4 961	1 141	6 099	6 837	2 411	1 320	264	1 813	2 722
2015	13 375	10 739	5 601	1 175	6 101	7 105	2 182	1 288	283	1 805	3 319
2016	12 926	10 709	5 421	1 139	6 074	7 081	1 953	1 207	343	1 784	3 546
2017	12 697	10 136	4 865	1 079	5 919	6 789	1 886	1 147	175	1 639	2 907
2018	13 497	10 530	4 861	1 111	6 189	7 086	2 003	1 197	76	1 637	2 953
2019	13 151	10 518	4 730	1 123	6 297	7 112	2 145	1 239	48	1 308	3 007
2020	10 915	8 676	3 833	906	5 119	5 767	1 722	999	44	1 175	2 680
2021	13 135	9 985	4 053	1 049	6 163	6 748	2 124	1 186	54	1 281	2 981

19.1.2. Incinération des boues d'épuration

19.1.2.1. Calcul des émissions annuelles de CH₄ et de N₂O

Pour le CH₄, les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.4 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5], avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, §5.4.2. Pour le N₂O, les calculs ont été effectués d'après l'équation 5.5 [LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5], avec un FE issu des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6.

$$\text{Emissions CH}_4(kt) = msw \times FE(CH_4) \times 10^{-9}$$

$$\text{Emissions N}_2\text{O}(kt) = (msw \times dm) \times FE(N_2O) \times 10^{-9}$$

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	2018	2019	2020	2021
dm	0,2546	0,2761	0,2612	0,2764	0,2795	0,2546	0,2472	0,2526

- Les valeurs des FE pour le CH₄ et le N₂O sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	FE	Références	Justification du choix
FE (CH ₄)	9,7 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, §5.4.2,	Cas du Japon
FE (N ₂ O)	990 g/t	LD 2006, GIEC-Vol.5, Ch.5, Tab.5.6	A Monaco, les boues incinérées contiennent plus de 70% d'eau, le choix d'utiliser un FE sur base sèche a paru plus approprié

19.1.2.2. Calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et de SO₂

Le calcul des émissions annuelles de NO_x, CO, NMVOC et de SO₂ 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 :

$$\text{Emissions GES} = \sum \text{Emissions GES combustible}$$

19.1.4. Fioul lourd

19.1.4.1. Données d'activité

Les données d'activité fournies par la SMEG de fioul lourd (FL) sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 39,56 TJ/kt a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 1061 kg/m³.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$\text{Consommation FL(TJ)} = \text{Consommation FL(m}^3\text{)} \times 39,56 \times 1061 \times 10^{-6}$$

19.1.4.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ FL(kt)} = \text{Consommation FL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO₂ 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 CH₄

Les émissions de CH₄ 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 CH₄ 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 N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions } N_2O \text{ FL (kt)} = \text{Consommation FL(TJ)} \times FE \text{ } N_2O \text{ FL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

$FE \text{ } N_2O \text{ FL}$: 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 effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T2.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ FL (kt)} = \text{Consommation FL(TJ)} \times FE \alpha \text{ FL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- $FE_{NO_x} = 142 \text{ kg/TJ}$; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{CO} = 15,1 \text{ kg/TJ}$; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{NMVOC} = 2,3 \text{ kg/TJ}$; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- $FE_{SO_x} = 495 \text{ kg/TJ}$; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-11 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]

19.1.4.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.1.5. Gaz naturel

19.1.5.1. Données d'activité

Les données d'activité 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.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1
Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

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 CO₂

Les émissions de CO₂ 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 CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il s'agit du facteur utilisé par la France. Le gaz naturel consommé à Monaco est importé de France.

Ce facteur est évolutif en fonction des années, FE CO₂ GN vaut respectivement :

Années	1990 à 1998	1999 à 2011	2012	2013	2014
FE (kg/TJ)	56 249	56 287	56 259	56 250	56 321

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FE (kg/TJ)	56 329	56 292	56 273	56 212	56 212	56 215	56 100

La valeur de ce facteur d'émission est cohérente avec celle du facteur par défaut proposé par le GIEC qui est de 56,1 t de CO₂/TJ. Les valeurs du facteur d'émission utilisé dans le cadre de ces calculs sont comprises dans l'intervalle de confiance à 95% qui est de [54,3 – 58,3] t de CO₂/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

19.1.5.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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 N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions N}_2\text{O GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O 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 effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne le NO_x, le CO, le NMVOC et le SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 89 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE_{CO} = 39 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE_{NMVOC} = 2,6 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]
- FE_{SO_x} = 0,281 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, Tab.3-4 [1.A.1 Combustion in energy and transformation industries]

19.1.5.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ 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.

Données Biocarburants* en France au 31/12/2021														
Année	BIO-ESSENCE							BIO-GAZOLE						
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
	%V _{bio} =V _{bio} /V _{mélange}	%M _{bio} =M _{bio} /M _{mélange}	%PCI _{bio}	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI bio (GJ/t)	P _{bio} t/m ³	%nonbio	%V _{bio} =V _{bio} /V _{mélange}	%M _{bio} =M _{bio} /M _{mélange}	%PCI _{bio}	FE CO ₂ bio kg CO ₂ / kg bio	PCI bio (GJ/t)	P _{bio} t/m ³	%nonbio
1990	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,00%
1991	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,00%
1992	0,02%	0,02%	0,01%	1,9127	26,800	0,794	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,000	0,915	0,00%
1993	0,20%	0,21%	0,13%	1,9127	26,800	0,794	0,24%	0,03%	0,04%	0,03%	2,554	37,450	0,915	0,00%
1994	0,28%	0,30%	0,18%	1,9127	26,800	0,794	0,34%	0,26%	0,28%	0,24%	2,554	37,450	0,915	0,01%
1995	0,29%	0,31%	0,19%	1,9127	26,800	0,794	0,35%	0,58%	0,63%	0,55%	2,554	37,450	0,915	0,03%
1996	0,49%	0,51%	0,31%	1,9127	26,800	0,794	0,59%	0,80%	0,86%	0,76%	2,554	37,450	0,915	0,04%
1997	0,74%	0,78%	0,48%	1,9127	26,800	0,794	0,90%	0,88%	0,95%	0,84%	2,554	37,450	0,915	0,04%
1998	0,81%	0,85%	0,52%	1,9127	26,800	0,794	0,98%	0,76%	0,82%	0,72%	2,554	37,450	0,915	0,04%
1999	0,76%	0,80%	0,49%	1,9127	26,800	0,794	0,91%	0,80%	0,86%	0,76%	2,554	37,450	0,915	0,04%
2000	0,81%	0,85%	0,52%	1,9127	26,800	0,794	0,98%	0,97%	1,05%	0,93%	2,554	37,450	0,915	0,05%
2001	0,80%	0,85%	0,52%	1,9127	26,800	0,794	0,97%	0,93%	1,01%	0,89%	2,554	37,450	0,915	0,05%
2002	0,83%	0,88%	0,53%	1,9127	26,800	0,794	1,00%	0,90%	0,97%	0,86%	2,554	37,450	0,915	0,04%
2003	0,76%	0,80%	0,49%	1,9127	26,800	0,794	0,91%	0,93%	1,00%	0,88%	2,554	37,450	0,915	0,04%
2004	0,83%	0,87%	0,53%	1,9127	26,800	0,794	0,99%	0,92%	0,99%	0,87%	2,554	37,450	0,915	0,04%
2005	1,40%	1,47%	0,90%	1,9127	26,800	0,794	1,50%	1,60%	1,73%	1,52%	2,554	37,450	0,915	0,09%
2006	2,13%	2,24%	1,38%	1,9127	26,800	0,794	2,31%	1,80%	1,94%	1,71%	2,554	37,450	0,915	0,10%
2007	4,12%	4,32%	2,68%	1,9127	26,800	0,794	4,34%	3,59%	3,87%	3,42%	2,554	37,450	0,915	0,20%
2008	7,18%	7,52%	4,72%	1,9127	26,800	0,794	5,94%	5,82%	6,27%	5,55%	2,554	37,450	0,915	0,34%
2009	6,91%	7,24%	4,54%	1,9127	26,800	0,794	4,88%	6,38%	6,87%	6,09%	2,554	37,455	0,915	0,37%
2010	7,17%	7,51%	4,71%	1,9127	26,800	0,794	4,60%	6,14%	6,60%	5,86%	2,560	37,516	0,913	0,35%
2011	7,60%	7,96%	5,01%	1,9127	26,800	0,794	4,17%	5,92%	6,35%	5,65%	2,568	37,610	0,911	0,33%
2012	8,24%	8,63%	5,44%	1,9127	26,800	0,794	3,93%	6,09%	6,55%	5,82%	2,564	37,564	0,912	0,35%
2013	8,31%	8,70%	5,48%	1,9127	26,800	0,794	4,02%	6,09%	6,56%	5,81%	2,555	37,456	0,915	0,35%
2014	8,65%	9,04%	5,76%	1,9127	27,050	0,792	4,06%	6,68%	7,15%	6,37%	2,575	37,683	0,909	0,37%
2015	8,87%	9,24%	5,94%	1,9127	27,286	0,790	4,25%	6,70%	7,15%	6,39%	2,583	37,780	0,907	0,37%
2016	9,19%	9,50%	6,33%	1,9125	28,321	0,783	4,01%	6,94%	7,39%	6,63%	2,595	37,908	0,903	0,37%
2017	9,97%	10,27%	6,93%	1,9125	28,635	0,780	4,12%	7,33%	7,76%	7,00%	2,611	38,087	0,899	0,38%
2018	10,50%	10,83%	7,28%	1,9125	28,438	0,782	3,49%	7,62%	8,04%	7,27%	2,619	38,180	0,897	0,39%
2019	10,33%	10,66%	7,15%	1,9125	28,379	0,782	3,44%	7,66%	8,00%	7,31%	2,661	38,646	0,885	0,36%
2020	11,08%	11,55%	7,47%	1,9127	27,190	0,791	3,65%	7,30%	7,75%	6,97%	2,602	37,993	0,901	0,39%
2021	11,65%	12,09%	7,96%	1,9126	27,658	0,788	3,85%	7,70%	8,14%	7,35%	2,614	38,127	0,898	0,40%

* 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 mélange exprimé en énergie
- [4] Facteur d'émission du CO₂ dû à l'utilisation de biocarburant par unité de masse de biocarburant
- [5] PCI du biocarburant
- [6] Masse volumique du biocarburant
- [7] Pourcentage de résidu fossile des biocarburants inclus dans les produits pétroliers à affecter à [Other Fossil Fuel] dans les tables CRF

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. Le recalcul de la série temporelle amène les modifications notifiées en rouge pour 2021.

Calculs de la part Other Fossil Fuels :

Suite à une demande de la CCNUCC, le pourcentage d'adjuvants intégrés dans lors de la distribution du biocarburant a été extrait des produits pétroliers afin d'en faire le rapportage dans les tables CRF.

Energie mélange	$\times (1 - \%PC_{I_{bio}})$	=	Energie produits pétrolier	$\times FE_{pp}$	=	CO2pp	-> $\times (1 - \%nonbio)$	-> Gasoline ou Diesel Oil dans table CRF
	$\times \%PC_{I_{bio}}$	=	Energie biocarburant	$\times FE_{bio}$	=	CO2 bio	-> $\times \%nonbio$	-> other fossil fuel dans table CRF -> biomass dans tables CRF

19.2.2. Transport routier (1.A.3.b)

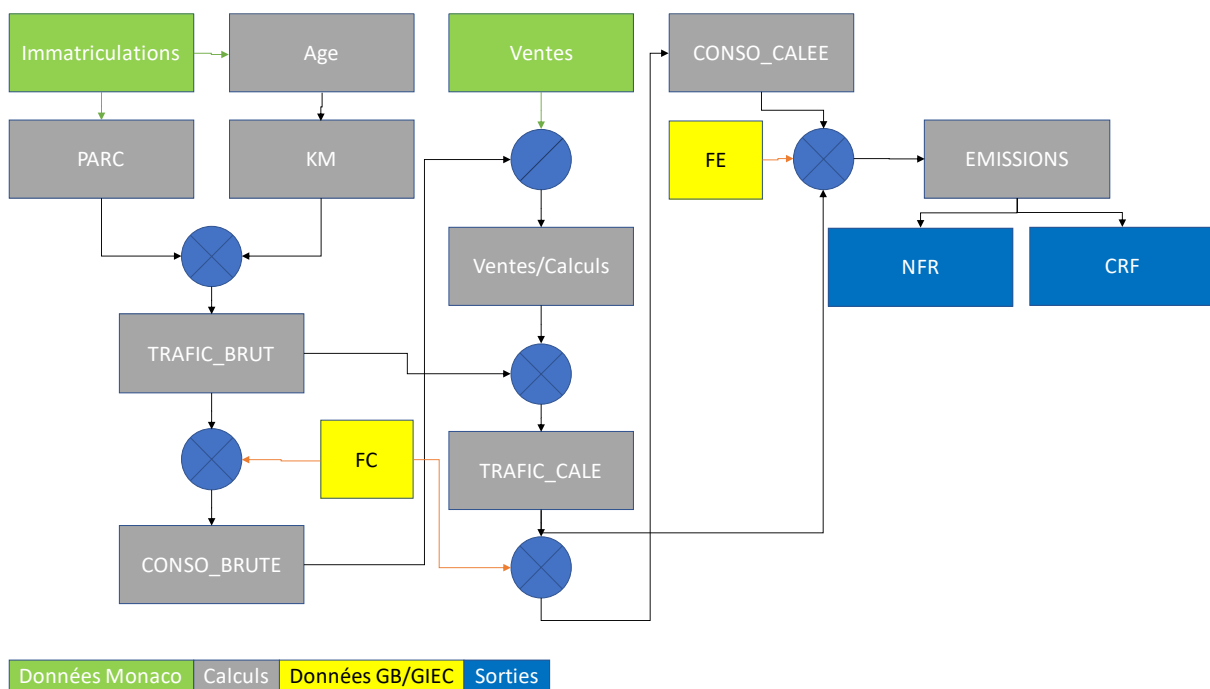
Les émissions du secteur du transport routier sont calculées à un niveau fin (type de véhicule/motorisation du véhicule/taille du véhicule/norme d'émission) à partir des données de parc par âge et des ventes de carburants de la Principauté de Monaco.

La méthodologie est de niveau Tier 2.

L'outil est modifié pour introduire les nouveaux carburants tels HVO, GTL, B100.

Les facteurs d'émissions utilisés sont soit :

- ceux par défaut du GIEC (CH₄, N₂O) ou country specific (CO₂)
- ceux de niveau Tier 2 (CO, COVNM, NO_x, PM, etc.)



19.2.2.1. Calcul du FE CO2 Country Specific

En application de l'Union Douanière Franco-Monégasque, carburant vendu à Monaco a les mêmes caractéristiques que celui vendu en France. Aussi, le FE CS du CO₂ 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 CO₂.

Cas particulier des facteurs d'émission de CO₂ 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 _{H:C}	R _{O:C}	R _{H:C}	R _{O:C}
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 CO₂ 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 CO₂ des produits pétroliers FE_{pp} sont recalculés en supposant que les facteurs d'émission de CO₂ 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, corrigés en 2018 :

	Essence ss pb	Gazole
FE_{pp} (g CO ₂ /g carburant)	3,189	3,175
FE_{pp} (g CO ₂ /GJ)	72,48	74,52

Pour obtenir le facteur d'émission de l'essence plombée, une évolution du ratio R_{H:C} entre l'essence plombée et l'essence non plombée proportionnelle à l'évolution de ce ratio dans COPERT a été utilisé.

	g CO ₂ /g carburant	kg CO ₂ /GJ
Essence pb	3,243	73,71

Les PCI utilisés, fournis par le CITEPA, sont les suivants :

	PCI (MJ/kg)
Essence	43,999
Gazole	42,6

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			an début	an fin
VP	PRE ECE	1920	1971	VUL	Conventional	1920	1994
	ECE 15/00-01	1972	1976		Euro 1 - 93/59/EEC	1995	1996/1997
	ECE 15/02	1977	1981		Euro 2 - 96/69/EEC	1997/1998	2000/2001
	ECE 15/03	1982	1986		Euro 3 - 98/69/EC I	2001/2002	2004/2006
	ECE 15/04	1987	1992		Euro 4 - 98/69/EC II	2005/2007	2010/2011
	Open Loop				Euro 5 - EC 715/2007	2011/2012	2015/2016
	Euro 1 - 91/441/EEC	1993	1996		Euro 6 up to 2017	2016/2017	2018/2019
	Euro 2 - 94/12/EEC	1997	2000		Euro 6 2018-2020	2019/2020	2019/2020
	Euro 3 - 98/69/EC I	2001	2004		Euro 6 2021+	2020/2021	2100
	Euro 4 - 98/69/EC II	2005	2010				
	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				
		an début	an fin			an début	an fin
PL/ bus/ car	Conventional	1920	1993	2R	Conventional	1920	1999
	Euro I - 91/542/EEC I	1994	1996		Mop - Euro 1	2000	2004
	Euro II - 91/542/EEC II	1997	2001		Mop - Euro 2	2005	2006
	Euro III - 2000	2002	2006		Mop - Euro 3 andon	2007	2100
	Euro IV - 2005	2007	2009				
	Euro V - 2008	2010	2013				
Euro VI	2014	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.

$$An_Immat_Moyen(v,m,t,n,a) = \sum_i [Immatriculation(v,m,t,a,i) * i] / Parc_Moyen(v,m,t,n,a)$$

(Équation 2)

Ensuite, l'âge du parc par norme peut être calculé.

$$\text{Age_Moyen}(v,m,t,n,a) = a + 1 - \text{An_Immat_Moyen}(v,m,t,n,a)$$

(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 antérieure et la dernière est anfin,

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 [TR27]:

- **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 :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \left\{ 1 - \frac{\phi[(a-\mu(m))/\sigma(m)]}{\phi[(A(m)-\mu(m))/\sigma(m)]} \right\}$$

avec ϕ loi log-normale

avec

km(m) : kilométrage de référence des véhicules de motorisation *m*,

A(m) : longévité maximum des véhicules,

$\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,

$\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les PL**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge *a* (exprimé en nombre d'années) soit une loi exponentielle (camion rigide) soit une loi log-normale (tracteur routier) de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \exp(-\alpha a) \text{ pour les camions rigides}$$
$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \left\{ 1 - \frac{\phi[(a-\mu(m))/\sigma(m)]}{\phi[(A(m)-\mu(m))/\sigma(m)]} \right\} \text{ pour les tracteurs routiers}$$

avec

km(m) : kilométrage de référence des véhicules de motorisation *m*,

m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),

a : année d'étude,

α : coefficient,
 $A(m)$: longévité maximum des véhicules,
 $\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,
 $\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les bus et cars**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) et de motorisation m suit une loi log-normale de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(m) \times \{1 - \phi[(a - \mu(m))/\sigma(m)] / \phi[(A(m) - \mu(m))/\sigma(m)]\}$$

avec ϕ loi log-normale

avec

$km(m)$: kilométrage de référence des véhicules de motorisation m ,
 m : la motorisation (Essence, Diesel, Electrique, etc.),
 a : année d'étude,
 $A(m)$: longévité maximum des véhicules,
 $\mu(m)$: espérance du logarithme de l'année,
 $\sigma(m)$: écart type du logarithme de l'année.

- **Pour les 2 roues**, le kilométrage annuel parcouru par un véhicule d'âge a (exprimé en nombre d'années) et de taille t une loi linéaire de la forme :

$$km(v,m,t,n,a) = km(t) \times \{A(t) \times a + B(t)\}$$

avec :

$km(t)$: kilométrage de référence des véhicules de taille t ,
 $A(t)$ et $B(t)$: coefficients de la régression linéaire

En utilisant l'âge moyen par norme calculé au chapitre précédent, les kilométrages annuels moyens par norme sont enfin obtenus.

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).

$$\text{Trafic brut}(v,m,t,n,a) = \text{Parc_Moyen}(v,m,t,n,a) \times km(v,m,t,n,a)$$

(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 anfin,
 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.

$$\text{Conso brute}(v,m,t,n,a) = \text{Trafic brut}(v,m,t,n,a) \times FC(v,m,t,n) \{x \% \text{Réduc}\}$$

(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.

$$\text{Conso calc}(c,a) = \sum_v \sum_t \sum_n [\text{Conso brute}(v,m,t,n,a)]$$

(Équation 6)

Le ratio Rkm(c) des ventes de carburant sur le calcul des consommations brutes est alors calculé.

$$\text{Rkm}(c,a) = \text{Stat Vente}(c,a) / \text{Conso calc}(c,a)$$

(Équation 7)

19.2.2.8. Trafic calé par norme

La multiplication du trafic brut par norme par le ratio de la balance énergétique Rkm(c) fournit le trafic calé (sur les ventes de carburants) par norme.

$$\text{Trafic calé}(v,m,t,n,a) = \text{Trafic brut}(v,m,t,n,a) \times \text{Rkm}(c,a)$$

(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.

$$\text{Conso calée}(v,m,t,n,a) = \text{Trafic calé}(v,m,t,n,a) \times \text{FC}(v,m,t,n) \{x \% \text{Réduc}\}$$

(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.

$$\text{Conso lub}(v,m,t,n,a) = \text{Trafic calé}(v,m,t,n,a) \times \text{FC}(v,m,t,n)$$

(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.

$$\text{Conso pp}(v,m,t,n,a) = \text{Conso calée}(v,m,t,n,a) \times \%pp(c,a)$$

(Équation 11)

$$\text{Conso bio}(v,m,t,n,a) = \text{Conso calée}(v,m,t,n,a) \times \%bio(c,a)$$

(Équation 12)

Les consommations d'urée sont calculées à partir des trafics calés et des facteurs de consommations d'urée.

$$\text{Conso urée}(v,m,t,n,a) = \text{Conso calée}(v,m,t,n,a) \times \%conso \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow \text{VP et VUL}$$

Ou

$$\text{Conso urée}(v,m,t,n,a) = \text{Trafic calé}(v,m,t,n,a) \times UC(v,m,t,n,a) \rightarrow \text{PL}$$

(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 $T(m,m,a)$:

$$FE_{\text{évap}}(v,m,t,n,a) = COVNM_Evap_hot_Soak(v,m,t,n,T,a) + COVNM_Diurnal(v,m,t,n,T,a) + COVNM_Running_losses(v,m,t,n,T,a)$$

(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.

$$Emission(pol,v,m,t,n,a) = Conso\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n)$$

Ou

$$Emission(pol,v,m,t,n,a) = Trafic\ calée(v,m,t,n,a) \times FE(pol,v,m,t,n)$$

(Équation 15)

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

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.

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
Diesel	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	9,60	9,86
Essence	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
Diesel	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	10,64	10,93
Essence	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	32,54	29,32

Les résultats obtenus par l'approche globale montrent des différences selon 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.

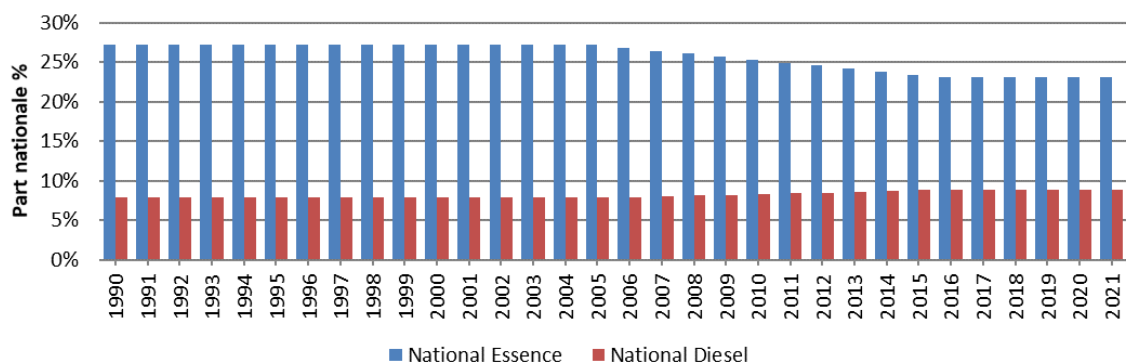
Estimation de la part nationale calculée en 2016 en fonction de la taille des navires

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 résidents ayant répondu à l'enquête.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

			2016
Diesel	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	8.90
Essence	Pourcentage de carburants utilisés sur les trajets nationaux	%	23.03

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.

Incertitudes

<i>Incertitude relative aux données d'enquêtes (Z score répondant enquête)</i>	6 %
<i>https://fr.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/</i>	
<i>Incertitudes liées aux modes de reconstruction des données nationale</i>	23%
<i>Incertitudes liées aux modes de reconstruction des données internationale</i>	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 -ENERGIE

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’ENERGIE 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 :	42,6	TJ/kt	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle } E_{Dpp}(TJ) = (1 - \%V_{biodiesel}) * V_D * 0.845 * 42.6 * 10^{-3}$$

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'ENERGIE 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)

$$\text{Consommation annuelle } E_{Dbio}(TJ) = \%V_{biodiesel} * V_D * PCI_{Bio} * R_{bio} * 10^{-3}$$

avec : V_D = consommations annuelles de diesel par les bateaux (en m3).

19.2.3.2.1.3. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ENERGIE 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 :	43,99	TJ/kt	(CITEPA)

$$\text{Consommation annuelle } E_{Epp}(TJ) = (1 - \%V_{bioessence}) * V_E * 0.755 * 43.99 * 10^{-3}$$

avec : V_E = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3).

19.2.3.2.1.4. CALCUL DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ENERGIE 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)

$$\text{Consommation annuelle } E_{Ebio}(TJ) = \%V_{bioessence} * V_E * PCI_{Bio} * R_{bio} * 10^{-3}$$

avec : V_E = consommations annuelles d'essence par les bateaux (en m3).

19.2.3.2.2. CALCUL DES EMISSIONS DE GES PAR LES BATEAUX A MOTEUR DIESEL

19.2.3.2.2.1. CALCUL DES EMISSIONS ANNUELLES DE CO₂ PAR LE DIESEL

Facteur d'émission (Diesel) : 74523 Kg / TJ [TR15]

$$Emissions\ CO2\ (kt) = E_{Dpp} * 74523 * 10^{-6}$$

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 CO₂ PAR LA PARTIE BIOMASSE DU DIESEL

Facteur d'émission (biodiesel) : Voir tableau biodiesel FE_{CO2bio} (kg/kg) [PT-PP2]

$$Emissions\ CO2\ biomasse\ (kt) = E_{Dbio} * FE_{CO2bio} * 10^{-3}$$

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_D est la consommation annuelle de Diesel. La ventilation nationale/internationale se fait selon les résultats de l'enquête ménage.

	FE
CH4	7 kg/TJ
N2O	2 kg/TJ
NOx	78.5 kg/t fuel
CO	7.4 kg/t fuel
NMVOC	2.8 kg/t fuel
SO ₂ ¹	20 kg/t fuel * %S

¹Le pourcentage de soufre est celui appliqué pour le carburant routier, fourni par le CITEPA

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 CO₂ DE L'ESSENCE

A partir de ce NIR, la distinction entre essence sans plomb et essence avec plomb est considérée, en distinguant 2 facteurs d'émissions différents :

Facteur d'émission (Essence Sans Plomb) : 72477 Kg / TJ

Facteur d'émission (Essence Avec Plomb) : 73714 Kg / TJ

$$Emissions\ CO2\ (kt) = E_{Epp} * FE * 10^{-6}$$

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 CO₂ PAR LA PARTIE BIOMASSE DE L'ESSENCE

Facteur d'émission (bioessence) : Voir tableau bioessence FE_{CO₂bio} (kg/kg) (CITEPA)

$$Emissions\ CO2\ biomasse\ (kt) = E_{Ebio} * FE_{CO2bio} * 10^{-3}$$

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
CH ₄	7 kg/TJ
N ₂ O	2 kg/TJ
NO _x	9.4 kg/t fuel
CO	573.9 kg/t fuel
NM _{VO} C	181.5 kg/t fuel
SO ₂ ¹	20 kg/t fuel * %S

¹Le pourcentage de soufre est celui appliqué pour le carburant routier, fourni par le CITEPA

19.3. Annexe 3.C. – Industrie manufacturière - 1A2g Autres secteurs – Sources mobiles

19.3.1. Données d'activité

Les données d'activités fournies par les distributeurs de fioul domestique et de GNR français et monégasque opérant à Monaco sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur (PCI_FOD, PCI_GNR et PCI_GNRbio respectivement) de 42,6 TJ/kt⁹⁶ a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m³⁹⁷.

On retranche la part de GNR biomasse avant la conversion en se basant sur la même méthode que pour le gasoil du secteur routier.

Pour le GTL, afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur (PCI_GTL) de 44 TJ/kt⁹⁸ a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 778 kg/m³ provenant de la même source.

Pour le BTL, afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur (PCI_BTL) de 44 TJ/kt⁹⁹ a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 781 kg/m³ provenant de la même source.

A l'issue des calculs détaillés ci-dessous, la valeur du % non bio résultat de la fabrication de biocarburant a été extraite des produits pétroliers (part GNR fossile) afin d'en faire le rapportage dans les tables CRF au sein de la catégorie « Other Fossil Fuels ». Les données ci-dessous sont fournies et mises à jour chaque année par le Citepa :

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
%non bio	0,33%	0,35%	0,35%	0,37%	0,37%	0,37%	0,38%	0,39%	0,36%	0,39%

2021	
%non bio	0,40%

A également été rajoutée la valeur du % non bio résultant de la fabrication du biocarburant BTL (part BTL fossile) afin d'en faire le rapportage dans les tables du CRF au sein de la catégorie « Other Fossil Fuels ». Cette valeur s'élève à 0,0005%¹⁰⁰.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$\begin{aligned}
 \text{Consommation FOD (TJ)} &= \text{Consommation FOD (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{FOD}} \times 845 \times 10^{-6} \\
 \text{Consommation GNR (TJ)} &= \text{Consommation GNR (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{GNR}} \times 845 \times 10^{-6} \\
 \text{Consommation GNRbio (TJ)} &= \text{Consommation GNRbio (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{GNRbio}} \times 845 \times 10^{-6} \\
 \text{Consommation GTL (TJ)} &= \text{Consommation GTL (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{GTL}} \times 778 \times 10^{-6} \\
 \text{Consommation BTL (TJ)} &= \text{Consommation BTL (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{BTL}} \times 781 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

⁹⁶ Citepa, Bilan énergétique - PCI retenu par l'OE/SOeS/SDES - Annexe 3 : Equivalences énergétiques.

⁹⁷ Dossier du comité professionnel du pétrole.

⁹⁸ TNO Report, « Assessment of pollutant emissions with GTL fuel as a drop in fuel for medium and heavy duty vehicles, inland shipping and non-road machines ».

⁹⁹ Donnée du fournisseur de carburant Altens sur les caractéristiques du BTL.

¹⁰⁰ Idem.

19.3.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de Niveau T2.

$$\begin{aligned} \text{Emissions CO}_2 \text{ FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ GTL(kt)} &= \text{Consommation GTL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CO}_2 \text{ BTL(kt)} &= \text{Consommation BTL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ BTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE CO₂ FOD : 74 523 kg/TJ

FE CO₂ GNR : 74 523 kg/TJ

FE CO₂ GTL : 69 200 kg/TJ

FE CO₂ GNRbio évolue au cours du temps. Ces valeurs sont fournies et mises à jour chaque année avec les dernières données disponibles du Citepa, les valeurs sont les suivantes :

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FE (kg/TJ)	68 285	68 260	68 200	68 326	68 379	68 449	68 546	68 596	68 844	68 959	68 568

En l'absence d'information spécifique concernant le BTL, le FE CO₂ BTL a été modélisé de la même façon que celui du GNRbio.

Les facteurs d'émission du CO₂ utilisés ont été fournis par le Citepa dans le cadre d'un partenariat. Ceux du FOD et du GNR proviennent plus précisément de l'équation (17) EMEP/ EEA 2019 (update octobre 2020) 1A3b p.43 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

Le facteur d'émission du CO₂ pour le GTL provient d'une estimation de la réduction attendue de ces émissions entre le GTL et le diesel¹⁰¹.

19.3.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3. La méthode utilisée pour le CH₄ est une approche de Niveau T1.

$$\begin{aligned} \text{Emissions CH}_4 \text{ FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ GTL (kt)} &= \text{Consommation GTL (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions CH}_4 \text{ BTL (kt)} &= \text{Consommation BTL (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ BTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE CH₄ FOD : 4,15 kg/TJ

FE CH₄ GNR : 4,15 kg/TJ

FE CH₄ GNRbio : 4,15 kg/TJ

FE CH₄ GTL : 4,15 kg/TJ

FE CH₄ BTL : 4,15 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

¹⁰¹ ADEME,2019 « Mesures de performances environnementales sur huit autobus EURO III/EURO IV/EURO V/EURO VI alimentés successivement en gazole et GTL.

19.3.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de Niveau T1.

$$\begin{aligned} \text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O GNR (kt)} &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O GNRbio (kt)} &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O GTL (kt)} &= \text{Consommation GTL (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions N}_2\text{O BTL (kt)} &= \text{Consommation BTL (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O BTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE N₂O FOD : 28,6 kg/TJ

FE N₂O GNR : 28,6 kg/TJ

FE N₂O GNRbio : 28,6 kg/TJ

FE N₂O GTL : 28,6 kg/TJ

FE N₂O BTL : 28,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.3, Tableau 3.3.1

19.3.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

19.3.5.1. Fioul domestique et Gazole non routier

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, COVNM et SO_x.

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 références¹⁰² 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 _x (g/GJ)	FE COVNM (g/GJ)	FE CO (g/GJ)
Industrie pre-control	1 145,5	166,2	370,9
Industrie stage I	731,9	129,4	370,9
Industrie stage II	477,3	99,5	370,9
Industrie stage IIIA	291,7	33,2	370,9
Industrie stage IIIB	262,5	18,9	370,9
Industrie stage IV	31,8	18,9	370,9
Industrie stage V	31,8	18,9	370,9

Les émissions de NO_x, CO, COVNM et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de Niveau T2.

$$\begin{aligned} \text{Emissions } \alpha \text{ FOD}(kt) &= \text{Consommation FOD}(TJ) \times \text{FE } \alpha \text{ FOD} (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ \text{Emissions } \alpha \text{ GNR}(kt) &= \text{Consommation GNR}(TJ) \times \text{FE } \alpha \text{ GNR} (kg/TJ) \times 10^{-6} \\ \text{Emissions } \alpha \text{ GNRbio}(kt) &= \text{Consommation GNRbio}(TJ) \times \text{FE } \alpha \text{ GNRbio} (kg/TJ) \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Avec : - α = NO_x, CO, COVNM ou SO_x ;

- Le facteur d'émission du SO_x pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'Assurance qualité (valeurs du dernier inventaire français). Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE_{SO_x} 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)	140,8	129,1	93,9	46,9

Pour le GNR, le facteur d'émission est le facteur d'émission français national, issu de l'arrêté du 10 décembre 2010, Article 3.

Le GNR est entré en distribution en 2011 afin de remplacer le FOD dans les EMNR. La seule différence notable est le taux de S qui est très bas dans le GNR (10 ppm vs. 0,1% pour le FOD) et fixe depuis cette date car une teneur trop élevée en S ne permet pas aux systèmes de traitement des EMNR de fonctionner correctement et

¹⁰² 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 III et IV

les encrasse. L'obligation d'utiliser du GNR n'était donc pas de réduire le S mais de permettre la réduction des autres polluants.

$$- FE_{SO_x}(\text{GNR}) = 0,47 \text{ kg/TJ}$$

19.3.5.2. Biomass To Liquid (BTL)

En l'absence d'information spécifique concernant le BTL, les facteurs d'émission des NO_x, CO et COVNM pour le BTL sont modélisés de la même façon que ceux utilisés pour le FOD ou le GNR. Le facteur d'émission du SO₂ est modélisé de la même façon que le GNR.

19.3.5.3. GTL (Gas To Liquid)

Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation.

Les facteurs d'émission des NO_x, CO et COVNM pour le GTL sont les mêmes que ceux utilisés pour le FOD ou le GNR mais des réductions spécifiques aux caractéristiques moins émissives du GTL, selon les différents stages ont été appliquées¹⁰³.

Pour information les réductions d'émissions attendues liée à l'utilisation du GTL dans les EMNR par rapport au fioul domestique ou au GNR et correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins diesels sont présentés ci-après :

Engin - Etape	Réduction NO _x liée au GTL (%)	Réduction COVNM liée au GTL (%)	Réduction CO liée au GTL (%)
Industrie pre-control	0%	0%	0%
Industrie stage I	0%	0%	0%
Industrie stage II	0%	0%	0%
Industrie stage IIIA	12%	23%	14%
Industrie stage IIIB	19%	15%	25%
Industrie stage IV	0%	15%	25%
Industrie stage V	0%	15%	25%

Le stage IIIA peut être assimilé au stage Euro III des véhicules lourds, le stage IIIB au stage Euro V (P>130 kW) et le stage IV au stage Euro VI. Les pourcentages de réduction sont issus des projections en conditions de conduites du tableau 5 du rapport TNO¹⁰⁴. Le document indique qu'il n'y a plus de gain en réduction de NO_x pour le stage Euro VI (soit stage IV en EMNR).

Les réductions proviennent du Tableau 2 de ce rapport en assimilant HC aux COVNM. On maintient la réduction du CO du stage IIIB aux stages IV et V.

Pour les réductions de COVNM, l'information du stage correspondant au stage Euro V n'est pas disponible, on l'assimile donc au stage Euro IV par défaut. On considère par manque d'information que la réduction des COVNM est similaire aux stages IV et V par rapport au stage IIIB.

Les émissions de NO_x, CO et COVNM 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.

$$Emissions \alpha \text{ GTL}(kt) = Consommation \text{ GTL}(TJ) \times FE \alpha \text{ GTL} (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, COVNM.

Aucune émission de SO₂ n'est attendue lors de la combustion de GTL¹⁰⁵.

¹⁰³ Rapport TNO, *Assessment of pollutant emissions with GTL fuel as a drop in fuel for medium and heavy duty vehicles, inland shipping and non road machines*, 2014.

¹⁰⁴ idem

¹⁰⁵ Etude de Kitano et al, *Effects of GTL Fuel Properties on DI Diesel Combustion*, 2005.

19.3.6. Calcul des émissions de NH₃

Les émissions de NH₃ des sources mobiles sont estimées à partir des facteurs d'émission proposés dans le Guidebook EMEP / EEA¹⁰⁶.

Les émissions de NH₃ 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.

$$\begin{aligned} \text{Emissions NH}_3 \text{ FOD}(kt) &= \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE NH}_3 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions NH}_3 \text{ GNR}(kt) &= \text{Consommation GNR (TJ)} \times \text{FE NH}_3 \text{ GNR (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions NH}_3 \text{ GNRbio}(kt) &= \text{Consommation GNRbio (TJ)} \times \text{FE NH}_3 \text{ GNRbio (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions NH}_3 \text{ GTL}(kt) &= \text{Consommation GTL (TJ)} \times \text{FE NH}_3 \text{ GTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \\ \text{Emissions NH}_3 \text{ BTL}(kt) &= \text{Consommation BTL (TJ)} \times \text{FE NH}_3 \text{ BTL (kg/TJ)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

FE NH₃ FOD : 0,188 kg/TJ

FE NH₃ GNR : 0,188 kg/TJ

FE NH₃ GTL : 0,182 kg/TJ

FE NH₃ BTL : 0,182 kg/TJ

Guidebook EMEP/EEA 2019, 1A4 non-road mobile machinery – Table 3.1

Guidebook EMEP/EEA 2019, 1A4 non-road mobile machinery – Table 3.1

Guidebook EMEP/EEA 2019, 1A4 non-road mobile machinery – Table 3.1

Guidebook EMEP/EEA 2019, 1A4 non-road mobile machinery – Table 3.1

¹⁰⁶ Guidebook EMEP/EEA 2019 - 1A4 Non road mobile machinery – Table 3.1.

19.4. Annexe 3.D. – Combustion stationnaire - 1A2gviii Secteur Industriel

Pour rappel, les émissions du secteur 1A2gviii ont été dissociées de celles du secteur 1A4b où elles étaient initialement reportées de façon globale. En utilisant les répartitions de consommations décrites dans le corps du rapport qui pour rappel sont pour le fioul domestique selon le tableau suivant selon les trois secteurs suivants sur l'ensemble de la série temporelle :

Tableau 48. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Secteur	Répartition
Industrie (1A2gviii)	0,65 %
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	12,30 %
Secteur Résidentiel (1A4bi)	87,05 %

Les répartitions de données d'activité pour le gaz naturel se font ainsi selon le tableau suivant pour les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi :

Tableau 49. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Années	≤ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Secteur	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition
Industrie (1A2gviii)	9,19 %	9,49 %	9,12 %	10,31 %	2,59 %	1,79 %	1,62%
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	69,46 %	70,02 %	71,35 %	69,24 %	77,63 %	79,39 %	79,06%
Secteur Résidentiel (1A4bi)	21,35 %	20,49 %	19,53 %	20,45 %	19,77 %	18,82 %	19,33%

Enfin, la combustion qui se produit pour ce secteur est la même que celle du secteur résidentiel dans le cas spécifique de la Principauté. La méthodologie de calcul des émissions adoptée est donc la même pour ce secteur que celle du secteur 1A4b. Nous la rappelons ci-après.

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 m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur (PCI) de 42,6 TJ/kt a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m³.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$\text{Consommation FOD(TJ)} = \text{Consommation FOD(m}^3\text{)} \times \text{PCI} \times 845 \times 10^{-6}$$

19.4.1.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO₂ FOD : 74 523 kg/TJ

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il provient plus précisément de l'équation (17) EMEP/EEA 2019 (update octobre 2019) 1A3b p.43 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

19.4.1.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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 N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O 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 effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$Emissions \alpha FOD (kt) = Consommation FOD(TJ) \times FE \alpha FOD (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)

- Le facteur d'émission du SO_x pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE_{SO_x} 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)	140,8	129,1	93,9	46,9

19.4.1.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.4.2. Gaz naturel

19.4.2.1. Données d'activité

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.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1
Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

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 CO₂

Les émissions de CO₂ 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 CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il s'agit du facteur utilisé par la France. Le gaz naturel consommé à Monaco est importé de France.

Ce facteur est évolutif en fonction des années, FE CO₂ GN vaut respectivement :

Années	1990 à 1998	1999 à 2011	2012	2013	2014
FE (kg/TJ)	56 249	56 287	56 259	56 250	56 321

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FE (kg/TJ)	56 329	56 292	56 273	56 212	56 212	56 215	56 100

La valeur de ce facteur d'émission est cohérente avec celle du facteur par défaut proposé par le GIEC qui est de 56,1 t de CO₂/TJ. Les valeurs du facteur d'émission utilisé dans le cadre de ces calculs sont comprises dans l'intervalle de confiance à 95% qui est de [54,3 – 58,3] t de CO₂/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

19.4.2.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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 N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions N}_2\text{O GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O 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 effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne le NO_x, le CO, le NMVOC et le SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{CO} = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{NMVOC} = 1,9 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{SO_x} = 0,3 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion)

19.4.2.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.5. Annexe 3.E. - Autres secteurs du domaine de l'énergie 1A4a Etablissements commerciaux et publics

Pour rappel, les émissions du secteur 1A4a ont été dissociées de celles du secteur 1A4b où elles étaient initialement reportées de façon globale. En utilisant les répartitions de consommations décrites dans le corps du rapport qui pour mémoire sont pour le fioul domestique selon le tableau suivant selon les trois secteurs suivants sur l'ensemble de la série temporelle :

Tableau 50. Répartition en % de la quantité de fioul domestique consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Secteur	Répartition
Industrie (1A2gviii)	0,49 %
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	11,41 %
Secteur Résidentiel (1A4bi)	88,10 %

Les répartitions de données d'activité pour le gaz naturel se font ainsi selon le tableau suivant pour les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi :

Tableau 51. Répartition en % de la quantité de gaz naturel consommé sur les trois secteurs 1A2gviii, 1A4ai et 1A4bi

Années	≤ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Secteur	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition	Répartition
Industrie (1A2gviii)	9,19 %	9,49 %	9,12 %	10,31 %	2,59 %	1,79 %	1,62%
Commercial/Institutionnel (1A4ai)	69,46 %	70,02 %	71,35 %	69,24 %	77,63 %	79,39 %	79,06%
Secteur Résidentiel (1A4bi)	21,35 %	20,49 %	19,53 %	20,45 %	19,77 %	18,82 %	19,33%

Enfin, la combustion qui se produit pour ce secteur est la même que celle du secteur résidentiel dans le cas spécifique de la Principauté. La méthodologie de calcul des émissions adoptée est donc la même pour ce secteur que celle du secteur 1A4b. Nous la rappelons ci-après.

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

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$

19.5.1. Fioul domestique (FOD)

19.5.1.1. Données d'activité

Les données d'activité fournies par les distributeurs de fioul domestique français et monégasques opérant à Monaco sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 42,6 TJ/kt a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$\text{Consommation FOD(TJ)} = \text{Consommation FOD(m}^3\text{)} \times 42 \times 845 \times 10^{-6}$$

19.5.1.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO₂ FOD : 74 523 kg/TJ

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il provient plus précisément de l'équation (17) EMEP/EEA 2019 (update octobre 2019) 1A3b p.43 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

19.5.1.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisés pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.5.1.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O FOD : 0,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.4 et 2.5.

19.5.1.5. Formules des émissions pour les gaz à effet indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$Emissions \alpha FOD (kt) = Consommation FOD(TJ) \times FE \alpha FOD (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
 - FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
 - FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- Le facteur d'émission du SO_x pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE_{SO_x} 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)	140,8	129,1	93,9	46,9

19.5.1.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.5.2. Gaz naturel

19.5.2.1. Données d'activité

Les données d'activité 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.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1
Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

Conversion d'unité GWh en TJ : 1GWh = 3,6 TJ

$$Consommation GN (TJ) = Consommation GN (GWh) \times 0,9 \times 3,6$$

19.5.2.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1 :

$$Emissions CO_2 GN (kt) = Consommation GN (TJ) \times FE CO_2 GN (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il s'agit du facteur utilisé par la France. Le gaz naturel consommé à Monaco est importé de France.

Ce facteur est évolutif en fonction des années, FE CO₂ GN vaut respectivement :

Années	1990 à 1998	1999 à 2011	2012	2013	2014
FE (kg/TJ)	56 249	56 287	56 259	56 250	56 321

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FE (kg/TJ)	56 329	56 292	56 273	56 212	56 212	56 215	56 100

La valeur de ce facteur d'émission est cohérente avec celle du facteur par défaut proposé par le GIEC qui est de 56,1 t de CO₂/TJ. Les valeurs du facteur d'émission utilisé dans le cadre de ces calculs sont comprises dans l'intervalle de confiance à 95% qui est de [54,3 – 58,3] t de CO₂/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

19.5.2.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ CH_4\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH₄ GN: 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.9 et 2.10.

La technologie de combustion de carburant étant connue, l'utilisation des facteurs d'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.5.2.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ N_2O\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ N_2O\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE N₂O GN: 1 kg / TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.9 et 2.10.

La technologie de combustion de carburant étant connue, l'utilisation des facteurs d'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.5.2.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne le NO_x, le CO, le NMVOC et le SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$Emissions\ \alpha\ GN\ (kt) = Consommation\ GN\ (TJ) \times FE\ \alpha\ GN\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{CO} = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{NMVOC} = 1,9 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)

- $FE_{SO_x}=0,3$ kg/TJ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)

19.5.2.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.6. Annexe 3.E. - Autres secteurs du domaine de l'énergie - 1A4b 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 :

$$Emissions\ GES = \sum Emissions\ GES\ combustible$$

19.6.1. Fioul domestique (FOD)

19.6.1.1. Données d'activité

Les données d'activité fournies par les distributeurs de fioul domestique français et monégasques opérant à Monaco sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur de 42,6 TJ/kt a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 845 kg/m³.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1

Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$Consommation\ FOD(TJ) = Consommation\ FOD(m^3) \times 42 \times 845 \times 10^{-6}$$

19.6.1.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

$$Emissions\ CO_2\ FOD\ (kt) = Consommation\ FOD\ (TJ) \times FE\ CO_2\ FOD\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CO₂ FOD : 74 523 kg/TJ

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il provient plus précisément de l'équation (17) EMEP/EEA 2019 (update octobre 2019) 1A3b p.43 et de COPERT IV v11 pour ratios HC et OC.

19.6.1.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$Emissions\ CH_4\ FOD\ (kt) = Consommation\ FOD\ (TJ) \times FE\ CH_4\ FOD\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisés pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.6.1.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions N}_2\text{O FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O FOD : 0,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableaux 2.4 et 2.5.

19.6.1.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ FOD (kt)} = \text{Consommation FOD(TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ FOD (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion GB2016)

- Le facteur d'émission du SO_x pour le fioul domestique utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il est déterminé à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles FE_{SO_x} 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)	140,8	129,1	93,9	46,9

19.6.1.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.6.2. Gaz naturel

19.6.2.1. Données d'activité

Les données d'activité 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.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1
Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

Conversion d'unité GWh en TJ : 1GWh = 3,6 TJ

$$\text{Consommation GN (TJ)} = \text{Consommation GN (GWh)} \times 0,9 \times 3,6$$

19.6.2.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1 :

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Le facteur d'émission du CO₂ utilisé a été fourni par le CITEPA dans le cadre du programme d'assistance. Il s'agit du facteur utilisé par la France qui est le pays d'importation pour le gaz naturel distribué à Monaco.

Ce facteur est évolutif en fonction des années, FE CO₂ GN vaut respectivement :

Années	1990 à 1998	1999 à 2011	2012	2013	2014
FE (kg/TJ)	56 249	56 287	56 259	56 250	56 321

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FE (kg/TJ)	56 329	56 292	56 273	56 212	56 212	56 215	56 100

La valeur de ce facteur d'émission est cohérente avec celle du facteur par défaut proposé par le GIEC qui est de 56,1 t de CO₂/TJ. Les valeurs du facteur d'émission utilisé dans le cadre de ces calculs sont comprises dans l'intervalle de confiance à 95% qui est de [54,3 – 58,3] t de CO₂/TJ. Comme le facteur d'émission considéré ici est un facteur spécifique, la méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T2.

19.6.2.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ 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'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.6.2.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3.

$$\text{Emissions N}_2\text{O GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O 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'émission spécifiques des tableaux 2.9 et 2.10 peuvent être utilisées pour la mise en œuvre d'une approche de niveau T3.

19.6.2.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne le NO_x, le CO, le NMVOC et le SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ GN (kt)} = \text{Consommation GN (TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ GN (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{CO} = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{NMVOC} = 1,9 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{SO_x} = 0,3 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)

19.6.2.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.6.3. Gaz de pétrole liquéfié/ Gaz de pétrole liquéfié bio

Les caractéristiques du GPL « bio » sont comparables à du GPL fossile. Il s'agit d'un GPL fabriqué 100% à partir de biomasse. Il a été fait le choix d'utiliser la même valeur de PCI que celle décrite ci-après pour le GPL « fossile » ainsi que les mêmes méthodologies de calculs des émissions de GES, avec les mêmes valeurs de facteurs d'émission.

19.6.3.1. Données d'activité

Les données d'activité 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 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 CO₂.

$$\text{Consommation GPL (TJ)} = \text{Consommation GPL(kg)} \times \text{PCI(TJ/kg)}$$

19.6.3.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de niveau T1 :

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GPL(kt)} = \text{Consommation GPL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO₂ GPL : 63 100 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,
Tableau 2.5.

19.6.3.3. Calcul des émissions de CH₄

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

$$\text{Emissions CH}_4 \text{ GPL (kt)} = \text{Consommation GPL (TJ)} \times \text{FE CH}_4 \text{ GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CH₄ GPL : 5,0 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,
Tableau 2.5.

19.6.3.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de niveau T1 :

$$\text{Emissions N}_2\text{O GPL (kt)} = \text{Consommation GPL(TJ)} \times \text{FE N}_2\text{O GPL(kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE N₂O GPL : 0,1 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2,
Tableau 2.5.

19.6.3.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO, NMVOC et SO_x.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$\text{Emissions } \alpha \text{ GPL (kt)} = \text{Consommation GPL(TJ)} \times \text{FE } \alpha \text{ GPL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{CO} = 26 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{NMVOC} = 1,90 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016 Tab.3-4 (1.A.4. Small Combustion GB2016)
- FE_{SO_x} = 2,2 kg/TJ ; CPDP 2013 p.161

19.6.3.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

19.6.4. GTL (Gas To Liquid)

19.6.4.1. Données d'activité

Les données d'activités fournies par les distributeurs de GTL français et monégasques opérant à Monaco sont exprimées en m³. Afin d'obtenir ces données exprimées en TJ, un pouvoir calorifique inférieur (PCI_GTL) de 44 TJ/kt¹⁰⁷ a été appliqué ainsi qu'une masse volumique de 778 kg/m³ provenant de la même source.

Avec pour facteur utilisé :

Fraction oxydée : 1 Selon les lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1
Le FE tient compte du facteur d'oxydation dans le cas du CO₂.

$$\text{Consommation GTL (TJ)} = \text{Consommation GTL (m}^3\text{)} \times \text{PCI}_{\text{GTL}} \times 778 \times 10^{-6}$$

19.6.4.2. Calcul des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le CO₂ est une approche de Niveau T2.

$$\text{Emissions CO}_2 \text{ GTL(kt)} = \text{Consommation GTL (TJ)} \times \text{FE CO}_2 \text{ GTL (kg/TJ)} \times 10^{-6}$$

FE CO₂ GTL : 69 200 kg/TJ

¹⁰⁷ TNO Report, « Assessment of pollutant emissions with GTL fuel as a drop in fuel for medium and heavy duty vehicles, inland shipping and non-road machines ».

Le facteur d'émission du CO₂ pour le GTL provient d'une estimation de la réduction attendue de ces émissions entre le GTL et le diesel¹⁰⁸.

19.6.4.3. Calcul des émissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.3. La méthode utilisée pour le CH₄ est une approche de Niveau T1.

$$Emissions\ CH_4\ GTL\ (kt) = Consommation\ GTL\ (TJ) \times FE\ CH_4\ GTL\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE CH₄ GTL : 10 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableau 2.5

19.6.4.4. Calcul des émissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour le N₂O est une approche de Niveau T1.

$$Emissions\ N_2O\ GTL\ (kt) = Consommation\ GTL\ (TJ) \times FE\ N_2O\ GTL\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

FE N₂O GTL : 0,6 kg/TJ

Lignes directrices 2006 du GIEC, Vol.2, Ch.2, Tableau 2.5

19.6.4.5. Formules des émissions pour les gaz à effet de serre indirects

Dans le cas de la combustion stationnaire, aucune étude ne préconise de réduction des émissions des gaz à effet de serre indirects, les facteurs d'émission des NO_x, CO et NMVOC pour le GTL sont les mêmes que ceux utilisés pour le FOD qui est le combustible le plus proche en termes d'usage dans le secteur. La méthode de calcul des gaz à effet de serre indirects qui sont des gaz précurseurs est présentée ci-dessous. Celle-ci concerne NO_x, CO et NMVOC.

Les émissions de NO_x, CO, NMVOC et SO_x sont calculées selon la formule des lignes directrices 2006 du GIEC-Vol.2, Ch.2, équation 2.1. La méthode utilisée pour ces gaz est une approche de niveau T1.

$$Emissions\ \alpha\ FOD\ (kt) = Consommation\ FOD(TJ) \times FE\ \alpha\ FOD\ (kg/TJ) \times 10^{-6}$$

Avec : - α = NO_x, CO, NMVOC ou SO_x ;

- FE_{NO_x} = 51 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{CO} = 57 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)
- FE_{NMVOC} = 0,69 kg/TJ ; EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 Tab.3-5 (1.A.4. Small Combustion)

Aucune émission de SO₂ n'est attendue lors de la combustion de GTL¹⁰⁹.

19.6.4.6. Calcul des émissions de NH₃

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de NH₃ n'est attendue.

¹⁰⁸ ADEME,2019 « Mesures de performances environnementales sur huit autobus EURO III/EURO IV/EURO V/EURO VI alimentés successivement en gazole et GTL.

¹⁰⁹ Etude de Kitano et al, *Effects of GTL Fuel Properties on DI Diesel Combustion*, 2005.

20. ANNEXE 4 – Bilan Energétique

20.1. Approche de référence 2021

Monaco 2021 (TJ PCI)	Liquefied petroleum gases (LPG)	Motor gasoline excl. biofuels	Kerosene type jet fuel excl. biofuels	Other kerosene	Gas(diesel) oil excluding biofuels	Fuel oil	Lubricants	Bitumen	Paraffin waxes	Petroleum coke	Non-specified oil products	Natural gas	Industrial waste	Municipal waste (renewable)	Municipal waste (non-renewable)	Other liquid biofuels
Production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imports	1,99	136,47	29,40	-	430,66	0,07	0,41	8,31	1,58	-	275,39	203,78	-	358,54	165,41	80,52
Exports	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217,20	109,98	-
International marine bunkers	-	-8,93	-	-	-113,89	-	-	-	-	-	-0,36	-	-	-	-	-9,88
International aviation bunkers	-	-	-22,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stock changes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Domestic supply	1,99	127,54	6,52	-	316,77	0,07	0,41	8,31	1,58	-	275,03	203,78	-	575,73	275,39	70,64
Transfers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Statistical differences	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transformation processes	-	-	-	-	-	-0,07	-	-	-	-	-	-6,38	-	-575,73	-275,39	-
Main activity electricity plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer electricity plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Main activity producer CHP plants	-	-	-	-	-	-0,07	-	-	-	-	-	-6,38	-	-575,73	-275,39	-
Autoproducer CHP plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Main activity producer heat plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energy industry own use	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Final consumption	1,99	127,54	6,52	-	316,77	-	0,41	-	-	-	8,90	197,40	-	0,00	0,00	70,64
Industry	-	-	-	-	110,06	-	-	-	-	-	4,01	3,19	-	-	-	12,01
Wood and wood products	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construction	-	-	-	-	109,45	-	-	-	-	-	4,01	-	-	-	-	12,01
Textiles and leather	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-specified (Industry)	-	-	-	-	0,60	-	-	-	-	-	-	3,19	-	-	-	-
Transport	-	127,54	6,52	0,00	114,39	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	4,89	-	-	-	-	26,39
Road	-	124,40	-	-	102,76	-	0,01	-	-	-	4,79	-	-	-	-	25,26
Domestic aviation	-	-	6,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rail	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pipeline transport	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Domestic navigation	-	3,14	-	-	11,63	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	1,13
Non-specified (transport)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other	1,99	-	-	-	92,32	-	-	-	-	-	-	194,21	-	-	-	32,24
Residential	-	-	-	-	80,89	-	-	-	-	-	-	38,15	-	-	-	0,42
Commercial and public services	1,99	-	-	-	11,43	-	-	-	-	-	-	156,06	-	-	-	-
Agriculture/forestry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fishing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-specified (other)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,82
Non-energy use	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-energy use industry/transformation/energy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-energy use in transport	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-energy use in other	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Memo: Non-energy use chemical/petrochemical</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

20.2. Balance énergétique nationale 2021

Cette annexe présente une balance énergétique pour Monaco.

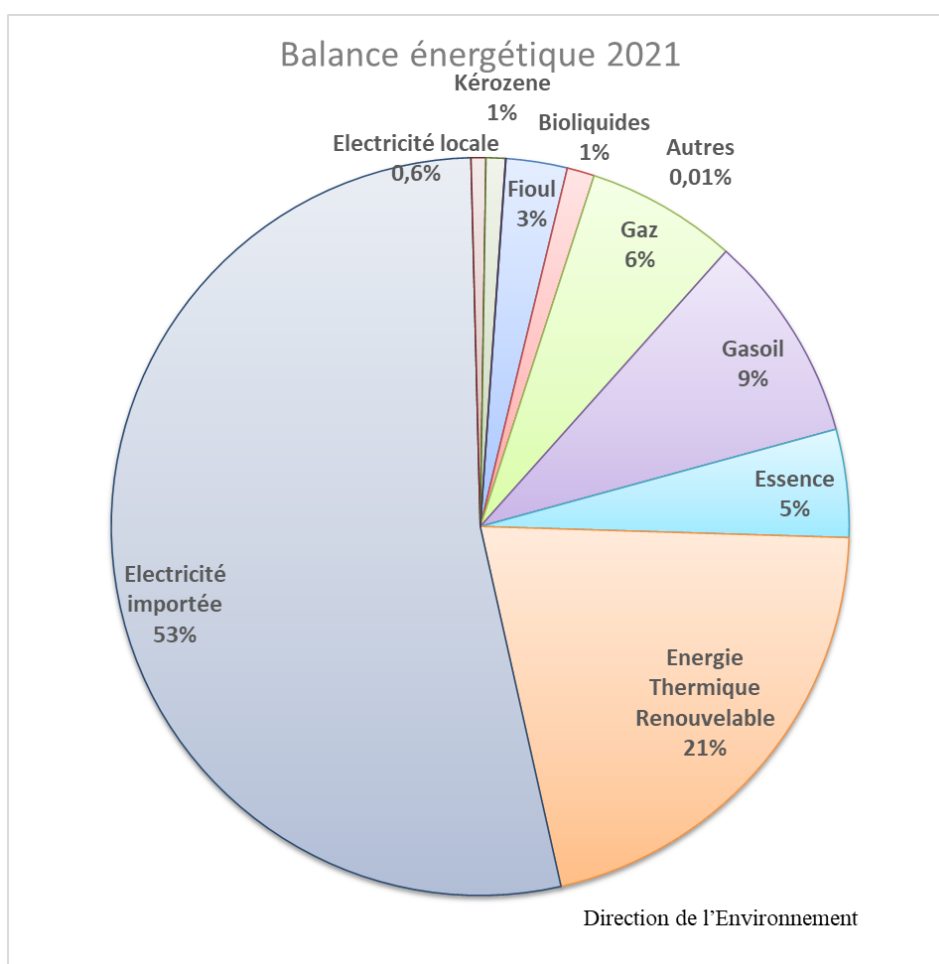
L'électricité consommée à Monaco est pour la majeure partie importée de France (elle n'intervient donc pas dans le cadre du périmètre du Protocole de Kyoto). La seule production d'électricité de Monaco est celle de l'alternateur de l'usine d'incinération, complétée par une production photovoltaïque de 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.

Monaco dispose également d'un réseau de chaleur alimenté dont la production de chaleur et de froid a pour origine l'usine d'incinération (vapeur) et l'eau de mer.

Des réseaux de chaleur alimenté par eau de mer sont en cours de construction.

Les combustibles liquides (fiouls), les carburants (essence et diesel) et le gaz sont importés dans leur totalité de France.



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

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

21.1.2. Inventaire national

21.1.2.1. Point de contact

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

3, avenue de Fontvieille

MC 98000 MONACO

Tél. : (+377) 98 98 81 79

Fax : (+377) 92 05 28 91

e-mail : jcarles@gouv.mc

21.1.2.2. Auteurs

Mme Jessica ASTIER

Direction de l'Environnement

Mme Karine BATTISTI

Direction de l'Environnement

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement

Mme ChrystelCHANTELOUBE

Département des Relations Extérieures et de la Coopération

Mme Laure CHEVALLIER

Direction de l'Environnement

Mme Laetitia REBAUDENGO

Direction de l'Environnement

M. Patrick ROLLAND

Direction de l'Environnement

21.1.3.Registre national d'inventaire

Mme Laetitia REBAUDENGO

Direction de l'Environnement
3, avenue de Fontvieille
MC 98000 MONACO
Tél. : (+377) 98 98 94 43
Fax : (+377) 92 05 28 91
e-mail : lrebaudengo@gouv.mc

M. Jérémie CARLES

Direction de l'Environnement
3, avenue de Fontvieille
MC 98000 MONACO
Tél. : (+377) 98 98 81 79
Fax : (+377) 92 05 28 91
e-mail : jcarles@gouv.mc

21.1.4.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 et leurs prétraitements 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.

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, dont un modèle est présenté Figure 196. Fiche Contrôle Qualité, sont archivées.

Figure 196. Fiche Contrôle Qualité

Soumission	Secteur	Catégorie										
NIR 2021												
N°	Objet	Objet 2	Procédure	Responsable	Initiale	Contrôle réalisé			Action corrective		commentaire	
						Date	Contrôle (O/NC)	Erreur (O/N)	Descriptif / Commentaires	Date		Descriptif / Commentaires
1	Vérifier les références, suivis et format de la fiche de calcul	La description des suivis est-elle renseignée et suffisamment détaillée?	Contrôle catégorie	Vérificateur								
		Les unités figurent-elles dans les onglets de calculs et "générique"?	Contrôle catégorie	Vérificateur								
		Les codes couleurs sont-ils respectés	Contrôle catégorie	Vérificateur								
		Les références sont-elles claires et correctement renseignées	Contrôle catégorie	Vérificateur								
2	Valider les modifications méthodologiques		Contrôle catégorie	Responsable QA								
3	Vérifier que les hypothèses et critères pour la sélection des données sur les activités, les facteurs d'émission et autres paramètres d'estimation sont documentés.	Vérifier dans la feuille "générique" que les éléments sont mentionnés, clairs et à jour	Contrôle catégorie	Coordonateur								
		Vérifier que les éléments sont cohérents avec les méthodes choisies	Contrôle catégorie	Vérificateur								
		Vérifier que les non conformités enregistrées dans RISQ ont été prises en compte	Contrôle catégorie	Vérificateur								
4	Vérifier que l'ensemble des données d'activité ont été collectées et correctement renseignées		Contrôle catégorie	Expert								
5	Vérifier l'absence d'erreur de transcription dans les entrées de données et les références (Fichier Prétraitement et Fichier de calcul)		Contrôle catégorie	Expert								
			Vérification par échantillonnage	Vérificateur								
6	Vérifier que les paramètres et les unités d'émission sont consignés correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés.	Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs.	Contrôle catégorie	Expert								
			Vérification par échantillonnage	Vérificateur								
		Vérifier que les facteurs d'émission et de conversion sont corrects.	Contrôle catégorie	Expert								
			Vérification par échantillonnage	Vérificateur								

7	Vérifier que les prétraitements et les émissions sont calculées correctement.	Vérifier que les éléments sont cohérents avec les méthodes choisies	Contrôle catégorie	Vérificateur									
		Vérifier l'absence d'erreur de calcul	Vérification par échantillonnage	Vérificateur									
		Vérifier les contrôles interne de la fiche (entre les calculs et les exports)	Contrôle catégorie	Vérificateur									
8	Vérifier la cohérence des données	Vérifier la cohérence des données du secteur et de chaque fournisseur de données sur la série temporelle	Contrôle catégorie	Expert									
			Vérification par échantillonnage	Coordonateur									
9	Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement.	Vérifier que le calcul des incertitudes est complet	Coordonateur									
			Vérifier que les incertitudes sont calculées correctement	Vérificateur									
10	Vérifier la cohérence de la série temporelle.	Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée de la série temporelle pour chaque catégorie de source et de la méthode utilisée pour les calculs .	Contrôle catégorie	Coordonateur									
		Vérifier les changements méthodologiques et de données qui mènent à des recalculs	Vérifier que les calculs sont cohérents avec la nouvelle méthode	Vérificateur									
			Vérifier les recalculs	Vérificateur									
11	Vérifier l'exhaustivité.	Confirmer que les estimations sont présentées pour tous les gaz et polluants et pour toutes les années, depuis l'année de référence appropriée jusqu'à la période de l'inventaire courant	Contrôle catégorie	Vérificateur									
		Vérifier que les lacunes connues en matière de données, à l'origine d'estimations incomplètes sont documentées, y compris une évaluation qualitative de l'importance de l'estimation par rapport aux émissions totales (par exemple, sous-catégories classées comme « non estimées », voir Chapitre 8, Directives sur l'établissement des rapports et tableaux)	Contrôle catégorie	Coordonateur									

12	Vérification des tendances	Pour chaque catégorie de source, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs, si elles sont disponibles. En cas de variations importantes ou de 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.	Tous secteurs	Coordonateur								
13	Effectuer un examen de la documentation interne et de l'archivage.	Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivés et stockés pour faciliter un examen détaillé	Contrôle catégorie	Coordonateur								

21.2.2. Plan QA/QC

Suite au NIR 2018, le Plan QA/QC a été établi. Il précise le système national, les rôles et responsabilités de chaque agent, la structure des fiches de calculs, les étapes d'élaboration des inventaires et les procédures d'Assurance Qualité et de Contrôle Qualité qui doivent être mises en œuvre à chacune des étapes et pour chaque catégorie pour répondre aux caractéristiques formulées dans les « Lignes directrices du GIEC-2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre », et dans la décision 24/CP 19, à savoir : cohérence des séries temporelles, exactitude des estimations, transparence des méthodes et données, comparabilité de l'inventaire.

Chaque fiche de calcul répond désormais de la même structure afin de faciliter la lecture, les contrôles et éventuellement la transmission de la responsabilité de la catégorie à un autre agent. Elle comporte en dehors des calculs les feuilles suivantes :

- Générique, qui mentionne le secteur couvert, les activités traitées, les substances couvertes et la méthodologie utilisée.
- Suivi, qui trace l'ensemble des modifications apportées à la feuille de calcul et les validations de ces modifications depuis son élaboration (si postérieure à 2018)
- Substances, identifie l'ensemble des substances devant être estimées.
- Références, comporte l'ensemble des références utilisées pour l'estimation des émissions
- Exports, comporte les exports vers le CRF et RISQ

Pour chaque fiche de calcul, une fiche de contrôle qualité est associée, présentée en Figure 196. Fiche Contrôle Qualité. Cette fiche a été enrichie dans le cadre du NIR 2021. Le contrôle qualité et la fiche de contrôle qualité sont renseignées par 4 agents différents :

- L'expert en charge des calculs de la catégorie,
- Le vérificateur qui effectue le contrôle qualité de la catégorie,
- Le coordonnateur qui réalise un contrôle final,
- Le cas échéant, le responsable Assurance Qualité lors de changement méthodologiques.

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 2021.

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 CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS
(Sheet 1 of 1)

Inventory 1990
Submission 2023 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	97,82	2,20	2,24	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	102,35	
1. Energy	97,91	2,07	1,63						101,60	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	97,90	0,30	1,63						99,83	
1. Energy industries	17,05	0,00	0,73						17,78	
2. Manufacturing industries and construction	3,58	0,00	0,29						3,88	
3. Transport	34,45	0,28	0,48						35,21	
4. Other sectors	42,83	0,01	0,13						42,96	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,01	1,77	NO						1,78	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,01	1,77	NO						1,78	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,04	0,00	0,02	NO,IE	NO,IE	0,08	NO	NO	0,15	
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	0,08	NO	NO	0,11	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NO,NA	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,12	NO	0,01						-0,11	
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	-0,12	NO	0,01						-0,11	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,13	0,58						0,71	
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		0,13	0,58						0,71	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	6,65	0,01	0,05						6,71	
Aviation	2,32	0,00	0,02						2,34	
Navigation	4,32	0,01	0,03						4,37	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	31,64								31,64	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NE,NO							
Indirect CO₂⁽³⁾	0,23									
	Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									102,46
	Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									102,35
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, without land use, land-use change and forestry									102,69
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, with land use, land-use change and forestry									102,58

21.3.2. Résultats pour la Principauté de Monaco selon le périmètre et le format au titre de la CCNUCC pour l'année 2021

SUMMARY 2 SUMMARY REPORT FOR CO₂ EQUIVALENT EMISSIONS (Sheet 1 of 1)

Inventory 2021
Submission 2023 v2
MONACO

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Unspecified mix of HFCs and PFCs	NF ₃	Total	
	CO ₂ equivalent (kt)									
Total (net emissions)⁽¹⁾	64,34	0,66	2,85	5,58	0,00	0,12	NO	NO	73,56	
1. Energy	64,38	0,65	2,21						67,24	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	64,38	0,13	2,21						66,71	
1. Energy industries	20,43	0,00	1,02						21,45	
2. Manufacturing industries and construction	6,09	0,01	0,79						6,89	
3. Transport	17,83	0,10	0,31						18,25	
4. Other sectors	20,02	0,01	0,09						20,13	
5. Other	NO	NO	NO						NO	
B. Fugitive emissions from fuels	0,00	0,52	NO						0,52	
1. Solid fuels	NO	NO	NO						NO	
2. Oil and natural gas	0,00	0,52	NO						0,52	
C. CO ₂ transport and storage	NO								NO	
2. Industrial processes and product use	0,04	0,00	0,25	5,58	0,00	0,12	NO	NO	6,00	
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				5,58	0,00	NO	NO	NO	5,58	
G. Other product manufacture and use	NO	NO	0,25	NO	NO	0,12	NO	NO	0,37	
H. Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3. Agriculture	NO	NO,NA	NO						NO,NA	
A. Enteric fermentation		NO							NO	
B. Manure management		NO	NO						NO	
C. Rice cultivation		NO							NO	
D. Agricultural soils		NA,NO	NO						NO,NA	
E. Prescribed burning of savannas		NO	NO						NO	
F. Field burning of agricultural residues		NO	NO						NO	
G. Liming	NO								NO	
H. Urea application	NO								NO	
I. Other carbon-containing fertilizers	NO								NO	
J. Other	NO	NO	NO						NO	
4. Land use, land-use change and forestry⁽¹⁾	-0,08	NO	0,01						-0,07	
A. Forest land	NO	NO	NO						NO	
B. Cropland	NO	NO	NO						NO	
C. Grassland	NO	NO	NO						NO	
D. Wetlands	NO	NO	NO						NO	
E. Settlements	-0,08	NO	0,01						-0,07	
F. Other land	NO	NO	NO						NO	
G. Harvested wood products	NO								NO	
H. Other	NO	NO	NO						NO	
5. Waste	NO,IE	0,01	0,39						0,40	
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		0,01	0,39						0,40	
E. Other	NO	NO	NO						NO	
6. Other (as specified in summary 1.A)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Memo items:⁽²⁾										
International bunkers	10,83	0,02	0,09						10,95	
Aviation	1,64	0,00	0,01						1,65	
Navigation	9,19	0,02	0,08						9,30	
Multilateral operations	NO	NO	NO						NO	
CO₂ emissions from biomass	39,94								39,94	
CO₂ captured	NO,NE								NO,NE	
Long-term storage of C in waste disposal sites	NO								NO	
Indirect N₂O			NO,NE							
Indirect CO₂⁽³⁾	0,24									
	Total CO₂ equivalent emissions without land use, land-use change and forestry									73,63
	Total CO₂ equivalent emissions with land use, land-use change and forestry									73,56
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, without land use, land-use change and forestry									73,87
	Total CO₂ equivalent emissions, including indirect CO₂, with land use, land-use change and forestry									73,80

22. Références

22.1. Données transversales

Lignes directrices 2006, GIEC.

Air pollutant emission inventory guidebook, EMEP/EEA, version 2019.

Données sectorielles collectées conformément à l'Arrêté Ministériel n°2020-916 du 24 décembre 2020 relatif à l'établissement des inventaires nationaux de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, Direction de l'Environnement, 2020.

Monaco en chiffres, IMSEE, édition 2022.

Données de population métropolitaine, INSEE.

22.2. Secteur 1 – Energie

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 de Monaco, SODAE, 2017, Direction de l'Environnement

Caractérisation des refus de dégrillage de la station d'épuration de Givors (Région Rhône-Alpes) : mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage et présentation des résultats, INSA de Lyon, SUEZ, CEMAGREF.

Données relatives aux combustibles liquides et aux biocarburants en France, CITEPA, 2022.

Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants, ADEME/DIREM, 2002.

OMINEA 18ème édition, CITEPA.

Rapport annuel SMEG, 2021.

Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles, Pulles T. Denier H. and Al., 2012.

Assessment of pollutant emissions with GTL fuel as a drop in fuel for medium and heavy duty vehicles, inland shipping and non-road machines, TNO, 2014.

Effects of GTL Fuel Properties on DI Diesel Combustion, Kitano et al, 2005.

Units of volume and pressure in gas industry, calorific value, heat value, gas and liquefied oil, useful output, etc.",www.thermexcel.com.

Dernières valeurs d'équivalences énergétiques (PCI) recommandées par les organisations internationales (Agence internationale de l'énergie, Eurostat). Bilan énergétique - PCI retenu par l'OE/SOeS/SDES - Annexe 3 : Equivalences énergétiques.

Hypothèses de calculs du km moyen annuel parcouru, par catégorie de véhicule, CITEPA à partir de Rapport IFFSTAR-LTE, 2014.

Rapport d'Inventaire de la Qualité de l'Air à Monaco AtmoSud pour la Direction de l'Environnement, 2021.

Mesures de performances environnementales sur huit autobus EURO III/EURO IV/EURO V/EURO VI alimentés successivement en gazole et GTL, ADEME, 2019.

Compendium of GHG Emissions Methodologies for the Natural Gas and Oil Industry, American Petroleum Institute (API), novembre 2021.

Directive 2004/26/CE du Parlement européen et du Conseil, du 21 avril 2004, modifiant la directive 97/68/CE sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers.

22.3. Secteur 2 – Industrie

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.

Establishing the leakage Rates of Mobile air Conditioner (B4-3040/2002/337136/MAR/C1), Shwarz and Harnish, 17. April 2003.

REFRIGERANT AND OIL FILLING QUANTITIES PASSENGER CARS & COMMERCIAL VEHICLES, BEHR HELLA, 2014.

R134a-R1234yf_Airconditioning_Filling_Chart, NRF, 2020.

La climatisation automobile, Données et références, ADEME, 2001.

Modélisation du parc routier monégasque à l'horizon 2030 : étude prospective Element Energy, Direction de l'Environnement.

Directive 2006/40/CE sur les émissions provenant des systèmes de climatisation des véhicules à moteur.

Alternatives aux HFC à fort GWP dans les applications de la réfrigération et de la climatisation, ADEME, 2014.

22.4. Secteur 4 – UTCATF

Enquête sur tous les arbres et les volumes du houppier. Direction de l'Aménagement Urbain, 2006.

Surface totale des espaces verts, variation de 1990 à 2021 à Monaco. Direction de l'Aménagement Urbain, 2021

Photographie aérienne du territoire de Monaco 2020. MonaCarto Portail SIG du Gouvernement Princier, 2020

Code de l'arbre, Direction de l'Aménagement Urbain, 2011.

22.5. Secteur 5 – Déchets

Rapport annuel d'exploitation U.T.E.R, compte-rendu technique, SMEaux, 2021

Rapports d'analyse des eaux résiduaires de l'U.T.E.R, 2021