

L'ENVIRONNEMENT EN PRINCIPAUTÉ DE MONACO

Recueil de Données

2018



Gouvernement Princier
PRINCIPAUTÉ DE MONACO

L'ENVIRONNEMENT EN PRINCIPAUTÉ DE MONACO
RECUEIL DE DONNÉES 2018

Avant-propos

Depuis sa création en 2008, la Direction de l'Environnement communique régulièrement sur les thèmes liés à son action et sur les mesures de protection et de valorisation des espaces naturels et de leur biodiversité. La plaquette sur « l'Environnement en Principauté » participe à cette volonté d'informer.

En 2009, l'édition du premier recueil de données environnementales de la Principauté a rendu accessible au plus grand nombre une information scientifique rigoureuse des diverses facettes de l'environnement à Monaco en permettant de juger de l'efficacité des actions.

Aujourd'hui, cette quatrième édition de « l'Environnement en Principauté de Monaco - Recueil de données 2013 » réactualise les bilans chiffrés dans les domaines de l'énergie, des déchets, du climat, de la qualité de l'air, de la gestion de l'eau, du milieu marin et de la biodiversité.

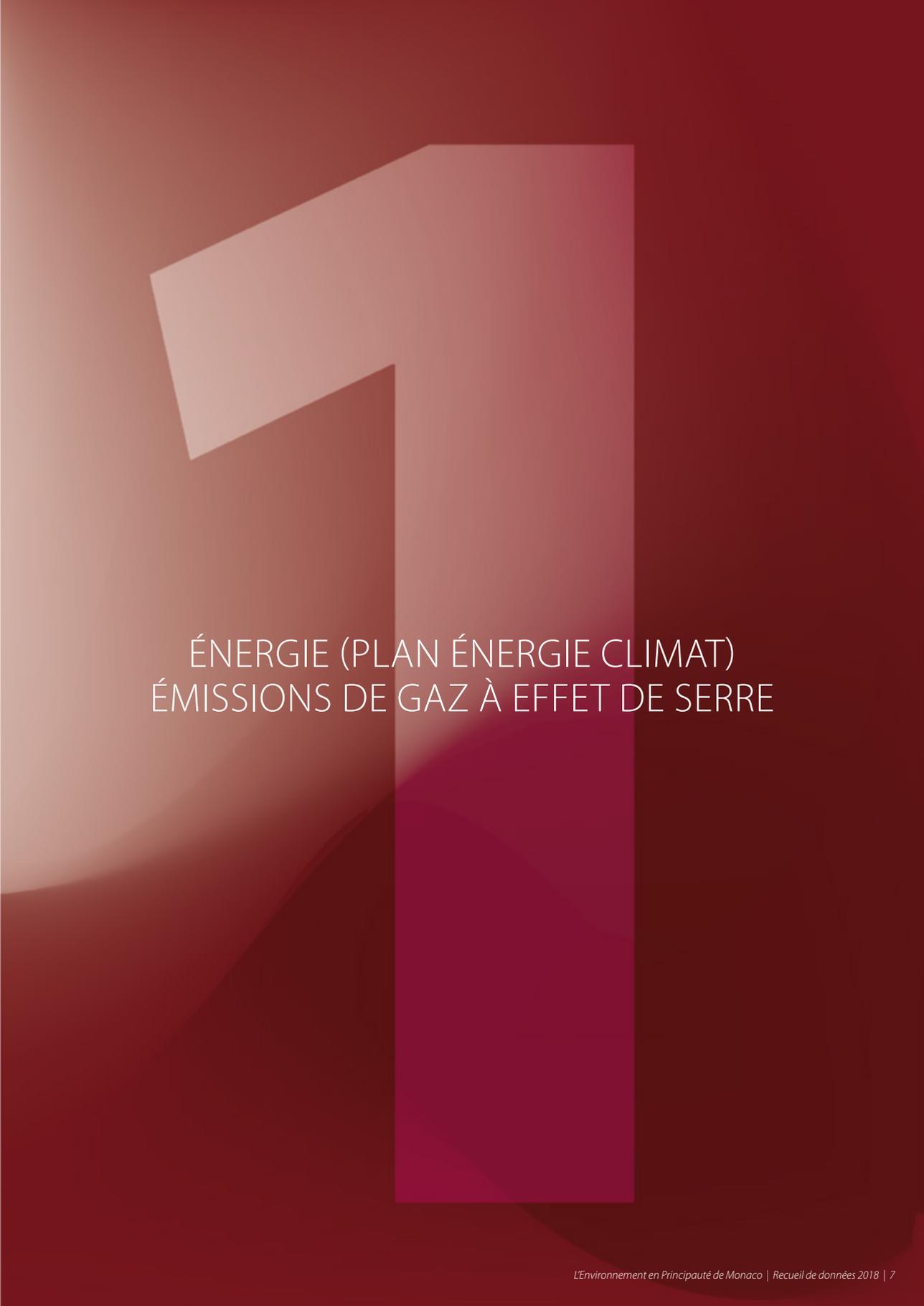
Cette brochure s'est également attachée à expliciter les enjeux environnementaux, à présenter les données offrant une approche évolutive de la situation et son interprétation par rapport aux normes fixées ou aux politiques menées.

Ce recueil a pour vocation d'être un ouvrage de référence pour tous les acteurs de l'environnement soucieux de disposer d'une information claire et objective. Ces informations ont été élaborées à partir des connaissances et des données disponibles.

Au travers des chiffres, le lecteur pourra également distinguer les effets des réponses apportées, tant sur le plan technique que réglementaire, pour minimiser les pressions exercées sur l'environnement.

Chaque donnée présentée a été collectée, stockée, traitée par une ou plusieurs personnes. Cet ouvrage n'aurait donc pu voir le jour sans le travail et la collaboration de ces nombreux contributeurs.

Qu'ils trouvent ici l'expression de nos remerciements chaleureux.



ÉNERGIE (PLAN ÉNERGIE CLIMAT) ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DE LA PRINCIPAUTÉ

Consciente des menaces que les changements climatiques font peser sur les générations futures et soucieuse de contribuer à en limiter les impacts, la Principauté de Monaco est résolue à mettre en œuvre une politique énergétique et climatique ambitieuse. Le Plan Énergie Climat a pour but de limiter l'empreinte énergétique de la Principauté et de lui permettre de respecter les engagements internationaux qu'elle a adoptés dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et de ses Protocoles (Protocole de Kyoto et Accord de Paris).

OBJECTIFS DE LA POLITIQUE ÉNERGIE CLIMAT

La Principauté s'est fixée d'atteindre, en 2020, les objectifs suivants :

- réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 30 %, par rapport à 1990 ;
- améliorer l'efficacité énergétique de 20 % par rapport à 2007 ;
- consommer 20 % d'énergie finale provenant de sources d'énergies renouvelables ;

À l'horizon 2030 et 2050, la Principauté s'est également engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre respectivement de 50 % et 80 % en visant la neutralité carbone.

À cet effet, la Principauté a mis en œuvre un Plan Énergie Climat afin de développer une politique énergétique exemplaire. Les politiques et mesures mises en œuvre dans ce Plan Énergie Climat portent sur cinq axes majeurs :

- l'énergie ;
- le bâtiment ;
- le transport ;
- les déchets ;
- la communication et la sensibilisation.

Pour accompagner cette démarche, S.A.S. le Prince Albert II de Monaco a décidé, en 2016, de créer la Mission pour la Transition Énergétique. Rattaché au Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme, ce service a pour mission de réussir la mobilisation des acteurs monégasques et de soutenir les autres services du Gouvernement dans l'atteinte des objectifs de la Principauté.

S.A.S. le Prince Albert II a souhaité que soit également créé un Fonds Vert National afin de doter cette politique ambitieuse et volontaire des moyens financiers nécessaires à sa réalisation sur le long terme.

1. Émissions de gaz à effet de serre

1.1 CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La Principauté de Monaco a signé le 9 mai 1992 à New York et ratifié (Ordonnance Souveraine n° 11.260 du 9 mai 1994) la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

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 convention¹.

Par la Loi n°1.308 du 28 décembre 2005, la Principauté de Monaco a approuvé la ratification du Protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adopté le 11 décembre 1997. Les instruments de ratification ayant été déposés le 27 février 2006, S.A.S. le Prince Albert II a rendu ce Protocole exécutoire le 19 mai 2006, par l'Ordonnance Souveraine n°518.

En ratifiant le Protocole de Kyoto, la Principauté de Monaco s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre, pendant la période 2008 - 2012, de 8 % par rapport à ses émissions de 1990.

Lors de la conférence de Doha sur les changements climatiques, en décembre 2012, le Gouvernement Princier, s'est engagé à participer à la deuxième période du Protocole de Kyoto couvrant les années 2013 – 2020. Pendant cette période de 8 ans, Monaco devra maintenir ses émissions à 22 % en moyenne en dessous de celles de 1990 avec un objectif de 30 % de réduction en 2020.

Enfin, en ratifiant l'Accord de Paris (Loi n° 1.432 du 12 octobre 2016 portant approbation de ratification de l'Accord de Paris, adopté à Paris le 12 décembre 2015), la Principauté s'est engagée d'une part à réduire ses émissions de 50% en 2030 (par rapport à 1990) et d'autre part, à maintenir ses émissions à 40 % en moyenne en dessous de celles de 1990 sur la période 2021-2030.

La comptabilisation des gaz à effet de serre émis sur le territoire monégasque est réalisée chaque année par la Direction de l'Environnement, selon les lignes directrices du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) à partir des données d'activité recueillies.

Les gaz à effet de serre retenus au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques sont les six gaz à effet de serre directs suivants : dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O), HydroFluoroCarbures (HFC), PerFluoroCarbures (PFC) et HexaFluorure de Soufre (SF₆).

Ces gaz ont un potentiel de réchauffement² de la planète qui leur est propre. Ce potentiel, calculé par rapport au dioxyde de carbone, est représenté dans le tableau ci-après.

Gaz	Equivalent CO ₂
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄)	25
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	298
Perfluorocarbures (PFC)	7 500 à 12 200
Hydrofluorocarbures (HFC)	12 à 14 800
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	22 800

Les émissions comprenant l'ensemble de ces gaz sont exprimées en équivalent CO₂ (éqCO₂).

1- Les pays inscrits à l'Annexe 1 de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques, sont :

- des pays développés : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, C.E.E, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Japon, Luxembourg, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie... (ces pays sont également cités dans l'Annexe II de la Convention) ;
- des pays « en transition vers une économie de marché » : Biélorussie, Bulgarie, Estonie, Fédération de Russie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Pologne, Roumanie, Tchécoslovaquie, Ukraine...

2- Le potentiel de réchauffement global permet de réaliser une comparaison entre les différents gaz à effet de serre qui influencent le système climatique. Il est utilisé pour prédire les impacts relatifs de différents gaz sur le réchauffement global en se basant sur leurs propriétés de forçage radiatif.

1.2 ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

1.2.1 Évolution des émissions globales de gaz à effet de serre

Les émissions de Monaco sont estimées à 81,78 kilo-tonnes équivalent CO₂ (kt éqCO₂) en 2015, ce qui représente une diminution de 17,54 kilo-tonnes équivalents CO₂ par rapport à la valeur de l'année de référence 1990, soit une réduction de 17,66 %.

Entre 1990 et 2015, les émissions de la Principauté de Monaco ont successivement augmenté puis diminué avec un maximum de 107,80 kilos tonnes en 2000.

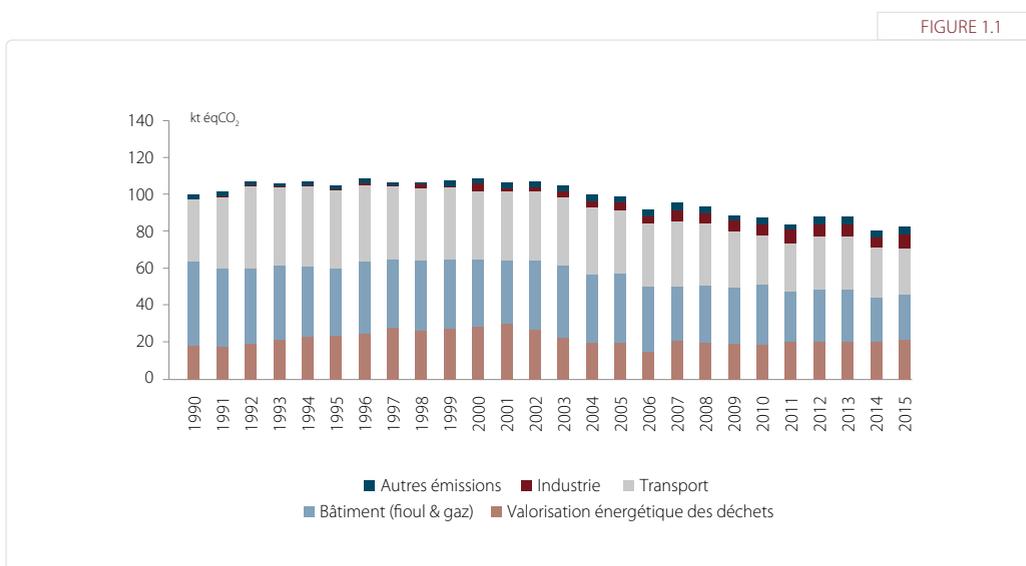
Les trois principales sources d'émission de gaz à effet de serre (GES) de la Principauté de Monaco sont la valorisation énergétique des déchets (incinération), les consommations d'énergie par les bâtiments (chauffage et climatisation), et le transport. Cette dernière source est principalement constituée par les déplacements automobiles ainsi que, dans une moindre mesure, par la navigation et le transport aérien.

Parmi les différentes mesures mises en place pour réduire les émissions de GES, l'interdiction de l'installation et du renouvellement des chauffages au fioul est celle qui a produit les résultats de diminution les plus importants.

L'évolution des émissions des GES entre 1990 et 2015, extrait du dernier Rapport National d'Inventaire de la Principauté de Monaco auprès de la CCNUCC, est présentée dans la figure 1.1. et le tableau 1.1.

Malgré ces résultats, le rythme de réduction des émissions de GES doit être aujourd'hui 4 fois plus rapide que celui qui a été suivi jusqu'à présent pour atteindre l'objectif de - 30 % en 2020.

Ce changement de rythme nécessite à la fois une action forte de la part du Gouvernement mais aussi une mobilisation de l'ensemble de la communauté monégasque.



Émissions globales annuelles de gaz à effet de serre, exprimées en kilo tonnes d'équivalents CO₂ de 1990 à 2015

TABLEAU 1.1

Années	Valorisation énergétique des déchets	Bâtiment (fioul & gaz)	Transport	Industrie	Autres émissions	Emissions Totales
1990	18,01	45,19	33,51	0,27	2,32	99,31
1991	17,60	41,90	38,33	0,27	2,17	100,27
1992	19,37	40,24	43,99	0,32	1,87	105,79
1993	21,46	40,23	41,32	0,33	1,59	104,93
1994	23,26	38,14	42,85	0,37	1,32	105,95
1995	23,26	36,75	41,44	0,30	1,77	103,51
1996	25,03	38,60	41,35	0,88	1,86	107,72
1997	28,28	36,19	39,47	0,46	1,40	105,81
1998	26,70	37,80	38,18	0,81	1,64	105,12
1999	27,19	37,59	38,85	0,80	2,41	106,85
2000	28,07	36,18	37,11	3,76	2,68	107,80
2001	29,76	34,61	37,30	1,64	2,49	105,81
2002	26,71	37,31	37,19	2,50	2,26	105,97
2003	22,23	38,98	36,94	2,97	2,48	103,60
2004	19,84	36,92	36,18	3,58	2,81	99,33
2005	19,80	37,01	34,38	4,02	2,91	98,12
2006	15,69	34,50	34,28	3,41	3,24	91,12
2007	20,77	29,47	35,11	5,98	3,27	94,61
2008	19,75	30,82	33,22	5,84	2,83	92,47
2009	19,06	30,91	30,14	5,96	1,69	87,76
2010	18,72	32,47	26,42	6,15	2,92	86,68
2011	20,38	26,76	26,84	6,89	2,24	83,10
2012	20,41	27,96	29,10	6,08	3,49	87,03
2013	20,74	27,19	29,00	7,01	3,50	87,43
2014	20,83	23,38	26,67	5,80	3,10	79,78
2015	21,58	24,53	24,93	7,09	3,65	81,78

Émissions globales annuelles de gaz à effet de serre, exprimées en kilo tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

1.2.2 Répartition et évolution des émissions par gaz à effet de serre

Dioxyde de carbone, protoxyde d'azote et méthane

Les évolutions des émissions des gaz à effet de serre CO₂, CH₄ et N₂O entre 1990 et 2015 à Monaco sont présentées dans les figures 1.2, 1.3, 1.4 et le tableau 1.2 ci-après.

Les émissions de CO₂ et de CH₄ ont une évolution qui est fortement liée à la consommation de carburant fossile.

Les émissions de N₂O sont, quant à elle, majoritairement dues au traitement des boues d'épuration (environ 54 %), au transport (environ 45 %) et plus faiblement, à l'épandage d'engrais. La tendance observée est principalement due à l'évolution de la contribution du secteur des transports (véhicules diesel).

TABLEAU 1.2

Années	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1990	95,29	2,13	1,66
1991	96,06	2,02	1,95
1992	101,67	1,77	2,07
1993	100,82	1,46	2,36
1994	101,83	1,19	2,59
1995	98,95	1,61	2,70
1996	102,28	1,69	2,93
1997	101,04	1,21	3,16
1998	99,77	1,42	3,18
1999	100,61	2,20	3,30
2000	98,28	2,45	3,50
2001	98,50	2,25	3,73
2002	98,11	2,00	3,68
2003	95,25	2,20	3,53
2004	90,17	2,51	3,40
2005	88,69	2,63	3,24
2006	82,07	2,96	3,50
2007	82,66	3,00	4,43
2008	81,32	2,52	4,35
2009	77,71	1,36	4,43
2010	75,40	2,55	4,34
2011	71,82	1,87	4,23
2012	75,12	3,11	4,44
2013	74,40	3,10	4,51
2014	68,48	2,68	4,11
2015	68,78	3,11	3,77

Évolution des émissions annuelles pour les différents gaz à effet de serre en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

FIGURE 1.2

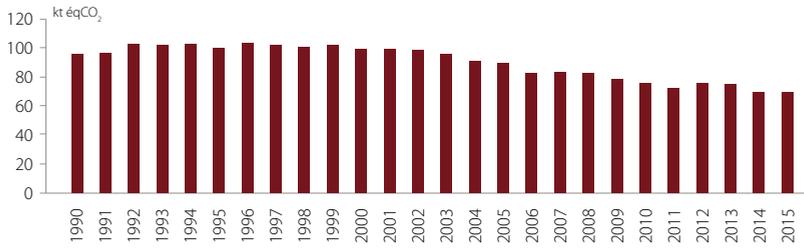
Émissions annuelles de dioxyde de carbone, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

FIGURE 1.3

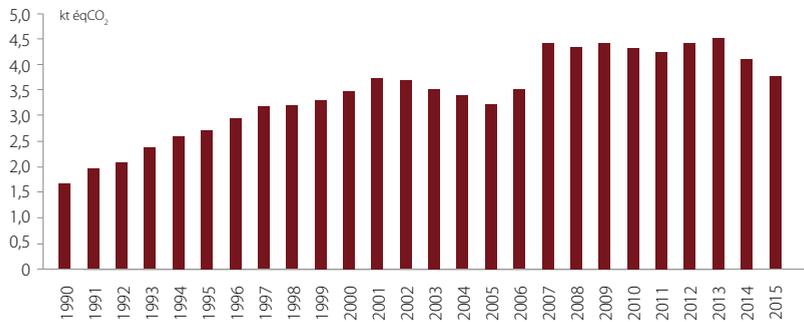
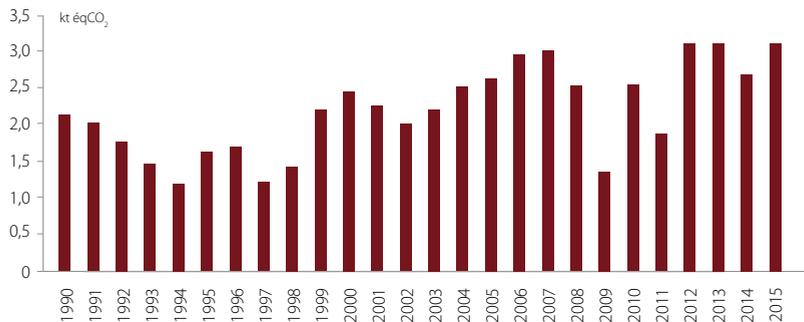
Émissions annuelles de méthane, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

FIGURE 1.4

Émissions annuelles de protoxyde d'azote, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

1- Les émissions de l'année de référence ont été évaluées au début de la période d'engagement et fixées définitivement afin de servir de référence pour l'évaluation de la conformité de la Principauté de Monaco au regard de ses objectifs de réduction d'émission. La valeur retenue pour 1990 est de 107,657 kilos tonnes équivalent CO₂.

Gaz Fluorés

Les HFC et PFC sont principalement utilisés pour la climatisation (fluides frigorigènes). Les HFC sont aussi utilisés en tant que gaz propulseur et agents d'expansion pour la production de mousses de polystyrène ou de polyuréthane. Ils peuvent aussi être présents dans les extincteurs ou dans certains solvants. Le SF₆ est utilisé à Monaco dans des équipements électriques (transformateurs) pour ses propriétés isolantes.

Les évolutions des émissions des gaz fluorés HFC, PFC et SF₆ entre 1990 (année de base pour ces gaz à effet de serre) et 2015 sont présentées dans la figure 1.5 et le tableau 1.3.

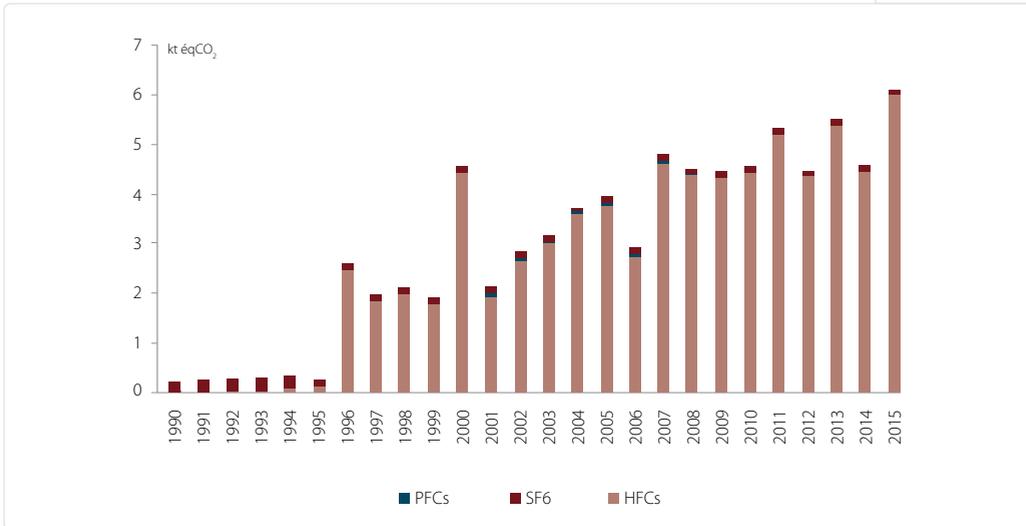
La contribution globale de ces gaz est en augmentation en raison de l'utilisation de plus en plus courante de la climatisation, que ce soit dans les véhicules automobiles ou dans les bâtiments. Les émissions comptabilisées sont dues à des fuites et des pertes estimées à partir du stock présent dans les appareillages ou des consommations par les professionnels. La grande variabilité observée est due principalement aux phénomènes de stockage et de déstockage qui, sur un territoire aussi réduit que celui de la Principauté de Monaco, conditionnent fortement l'activité annuelle.

TABLEAU 1.3

Années	HFCs	PFCs	SF6
1990	0,016	0,000	0,222
1991	0,016	0,000	0,224
1992	0,022	0,000	0,267
1993	0,036	0,000	0,258
1994	0,078	0,000	0,258
1995	0,125	0,000	0,121
1996	2,480	0,000	0,117
1997	1,841	0,000	0,116
1998	2,001	0,000	0,117
1999	1,800	0,000	0,115
2000	4,437	0,000	0,116
2001	1,923	0,090	0,114
2002	2,647	0,072	0,118
2003	3,011	0,040	0,122
2004	3,598	0,048	0,070
2005	3,754	0,080	0,110
2006	2,717	0,090	0,115
2007	4,604	0,081	0,113
2008	4,388	0,020	0,111
2009	4,334	0,020	0,112
2010	4,450	0,000	0,110
2011	5,212	0,000	0,112
2012	4,360	0,000	0,113
2013	5,406	0,000	0,107
2014	4,477	0,000	0,114
2015	6,009	0,000	0,107

Valeurs des émissions de gaz fluorés, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

FIGURE 1.5



Valeurs des émissions de gaz fluorés, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂ de 1990 à 2015

2. Bilan énergétique

L'énergie électrique fournie à la Principauté de Monaco, tout comme à la zone littorale de la région PACA, dépend presque totalement, d'une ligne à très haute tension (400 000 Volts) qui alimente l'extrême Est du littoral méditerranéen français à partir des centrales électriques de la vallée du Rhône.

Plus de la moitié de l'énergie totale consommée à Monaco est imputable à l'électricité utilisée pour des usages privés et publics, principalement les habitations, les installations commerciales et industrielles, les bâtiments et équipements publics (hôpital, écoles...) ainsi que l'éclairage urbain.

Les volumes de fioul domestique et le gaz naturel sont très majoritairement consommés pendant la période de chauffage. Les consommations de carburants sont constituées par la vente d'essence et de gazole sur le territoire.

L'énergie produite à Monaco provient essentiellement des pompes à chaleur (PAC) et de l'Usine d'Incineration des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI). La production d'énergie des pompes à chaleur sur eau de mer a été estimée à 191 642 Méga Watt heures (MWh) d'énergie thermique pour l'année 2015, ce qui correspond approximativement à 16 490 tonnes équivalent pétrole.

2.1 INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES

Afin de suivre l'évolution de l'efficacité énergétique de la Principauté, la Direction de l'Environnement utilise deux indicateurs : l'intensité énergétique et la consommation énergétique par habitant (figure 1.6).

L'intensité énergétique désigne le rapport entre la consommation énergétique finale (rectifiée du climat) et le produit intérieur brut (PIB).

Une baisse de l'intensité énergétique correspond à une amélioration de l'efficacité énergétique et signifie que le pays peut produire plus avec la même quantité d'énergie.

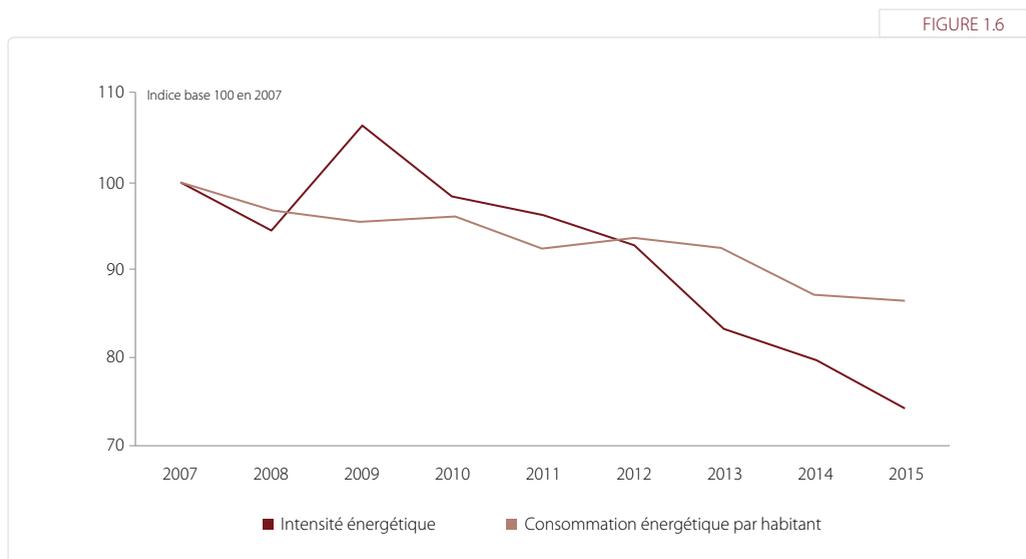
L'intensité énergétique de la Principauté baisse de façon régulière depuis 2011, pour atteindre une diminution de 26 % en 2015 (par rapport à 2007).

La consommation énergétique par habitant désigne le rapport entre la consommation énergétique finale et la population résidente.

La quantité d'énergie consommée par la population résidente diminue de façon constante depuis 2007, pour atteindre une diminution de 14 % en 2015.

L'efficacité énergétique de la richesse créée sur territoire est en constante amélioration depuis 2009 où un pic important a été constaté. Il peut être considéré que l'objectif fixé à horizon 2020 est atteint s'il demeure à ce niveau.

La consommation énergétique par habitant décroît depuis 2007, mais cette diminution doit être poursuivie pour atteindre l'objectif fixé.



Évolution des indicateurs énergétiques (intensité énergétique et consommation énergétique par habitant) de 2007 à 2015

2.2 ÉNERGIE CONSOMMÉE

Le bilan énergétique de la Principauté, présenté ci-après, a été calculé à partir:

- des carburants commercialisés en Principauté ;
- du fioul domestique consommé ;
- du fioul lourd utilisé en complément énergétique par la centrale de production de chaud et de froid de Fontvieille ;
- du gaz naturel consommé ;
- de l'électricité consommée ;
- de la chaleur et du froid à distance distribués par la centrale frigorifique et produits à partir de la vapeur libérée par l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRU) ;
- de la chaleur et du froid produits par les pompes à chaleur sur eau de mer.

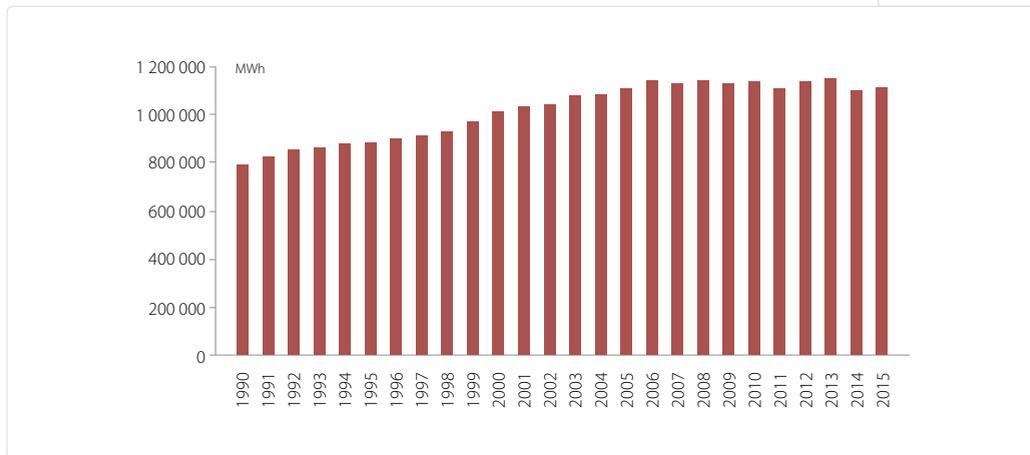
Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2006, la consommation annuelle d'énergie en Principauté de Monaco s'est relativement stabilisée. On observe des diminutions en 2011 et depuis 2014.

TABLEAU 1.4

Années	Consommation annuelle d'énergie en MWh	Années	Consommation annuelle d'énergie en MWh
1990	791 226	2003	1 079 086
1991	823 965	2004	1 085 601
1992	852 307	2005	1 107 816
1993	858 103	2006	1 138 817
1994	875 981	2007	1 125 282
1995	882 983	2008	1 142 521
1996	897 356	2009	1 130 183
1997	907 643	2010	1 135 767
1998	927 457	2011	1 104 425
1999	969 739	2012	1 135 200
2000	1 010 553	2013	1 145 120
2001	1 030 599	2014	1 101 434
2002	1 039 902	2015	1 109 032

Consommation annuelle d'énergie, exprimée en MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.7



Consommation annuelle d'énergie, exprimée en MWh de 1990 à 2015

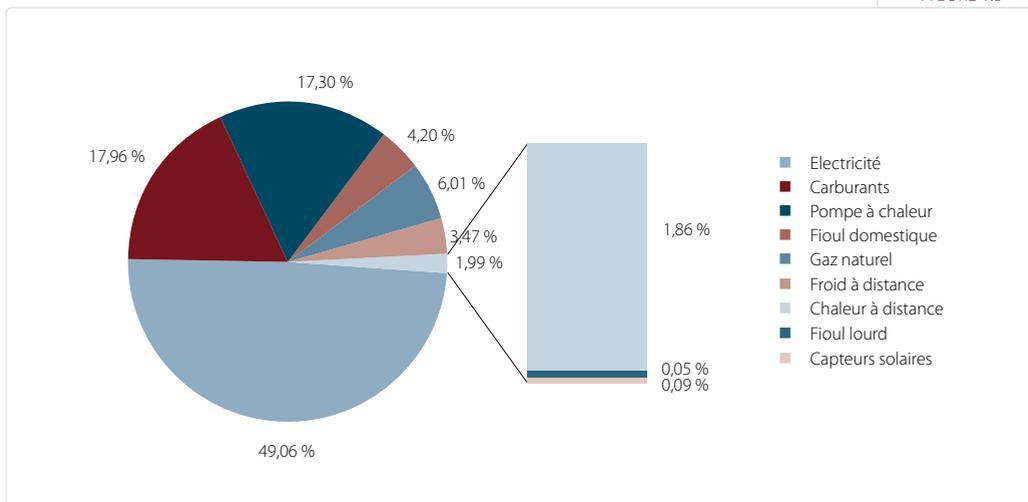
En 2015, l'énergie consommée en Principauté de Monaco par type d'énergie se répartit de la façon suivante :

TABLEAU 1.5

Energie	Consommation en équivalent électrique MWh	Répartition en %
Electricité (SMEG et UIRUI)	543 422	49,06%
Carburants	198 960	17,96%
Pompe à chaleurs	191 642	17,30%
Fioul domestique	46 566	4,20%
Gaz naturel	66 600	6,01%
Froid à distance	38 443	3,47%
Chaleur à distance	20 559	1,86%
Fioul Lourd	540	0,05%
Capteurs solaires (thermiques et PV)	950	0,09%
Total	1 107 682	100,00%

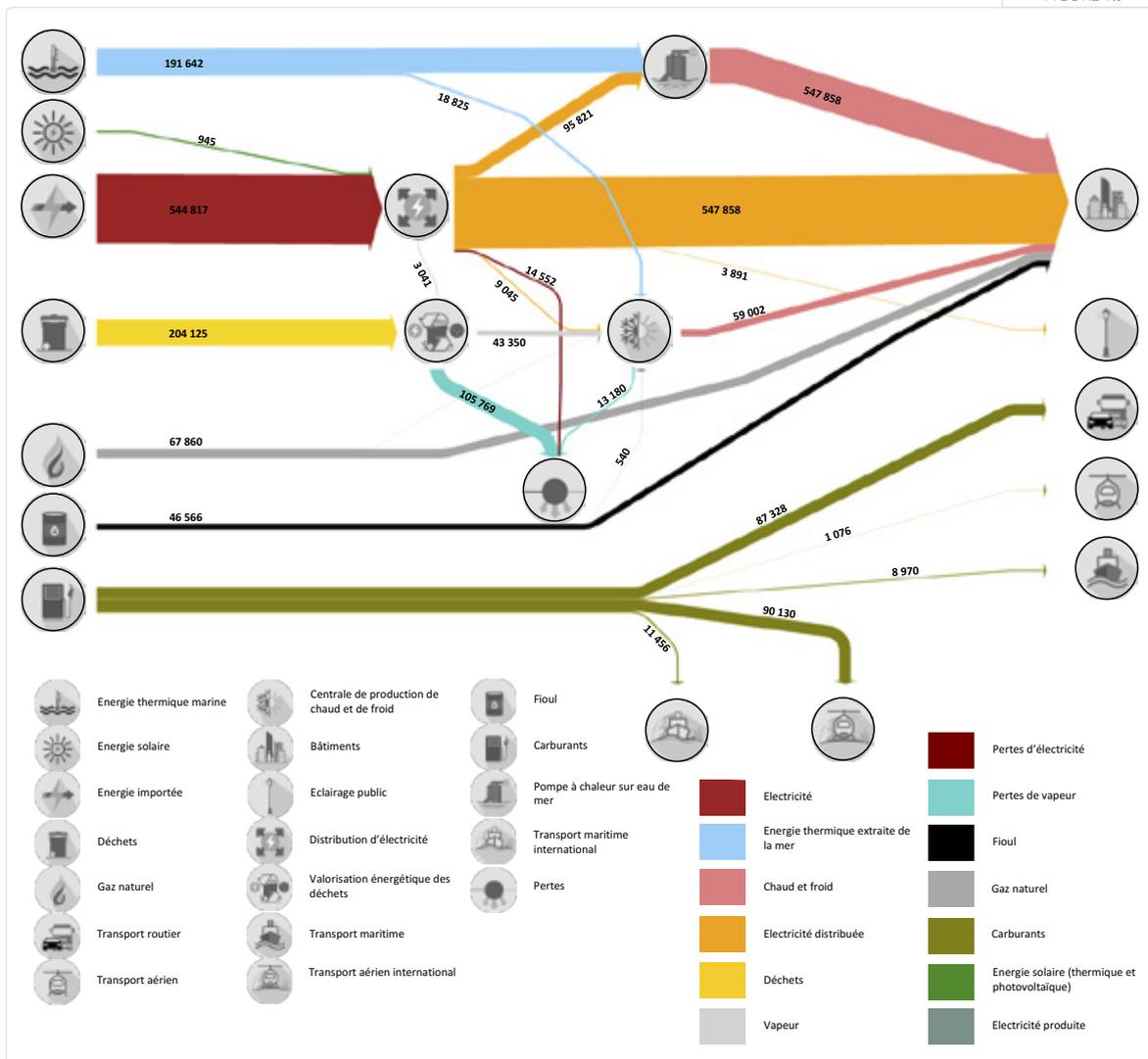
Quantité et répartition de la consommation énergétique par type d'énergie en 2015

FIGURE 1.8



Répartition de la consommation énergétique par type d'énergie en 2015

FIGURE 1.9



Balance énergétique de la Principauté de Monaco, exprimée en MWh en 2015

2.2.1 Consommation d'électricité

La Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) exploite depuis plus d'un siècle le service de distribution publique de l'énergie électrique sur le territoire de la Principauté de Monaco, auquel s'est ajouté la distribution du gaz naturel.

Au 1^{er} janvier 2009, cette concession pour la distribution de l'énergie a été renouvelée pour 20 ans.

L'électricité distribuée par la SMEG est très majoritairement importée de France (99 %). Le complément est constitué par la production d'électricité issue de l'incinération des déchets ainsi que par les capteurs solaires.

La SMEG propose par ailleurs à ses clients un contrat de garantie d'origine renouvelable pour couvrir leurs consommations électriques. En 2016, ces garanties correspondaient à 38,4 % de l'électricité consommée.

En 2016, l'électricité fournie par la France était produite à 72,3 % par le nucléaire, 8,6 % par la filière thermique classique, 12 % par l'hydraulique, 11 % par l'éolien, le photovoltaïque et le bioénergie (source : RTE).

Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2006, la consommation annuelle d'électricité en Principauté de Monaco s'est, depuis, stabilisée.

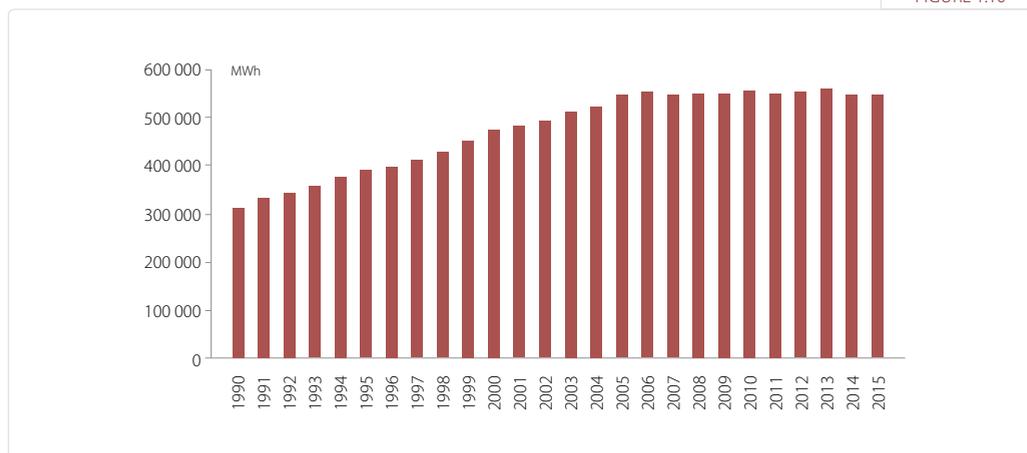
L'électricité produite à Monaco par les panneaux solaires photovoltaïques est très majoritairement autoconsommée.

TABLEAU 1.6

Années	Consommation annuelle d'électricité en MWh	Années	Consommation annuelle d'électricité en MWh
1990	310 755	2003	510 095
1991	331 928	2004	520 250
1992	340 957	2005	543 913
1993	354 645	2006	548 983
1994	374 099	2007	543 514
1995	387 920	2008	546 578
1996	395 707	2009	546 047
1997	409 582	2010	552 993
1998	423 690	2011	547 037
1999	447 849	2012	548 183
2000	470 715	2013	557 647
2001	480 248	2014	543 415
2002	488 340	2015	543 422

Consommation annuelle d'électricité, exprimée en MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.10



Consommation annuelle d'électricité, exprimée en MWh de 1990 à 2015

2.2.2 Consommation de fioul et de gaz naturel en Principauté

Par Ordonnance Souveraine n° 15.954 du 16 septembre 2003, modifiant et complétant les dispositions de l'Ordonnance Souveraine n° 3.647 du 9 septembre 1966 concernant l'Urbanisme, la Construction et la Voirie, le Gouvernement Princier a interdit dans toute construction neuve, quelle que soit son affectation, les systèmes de chauffage au fioul. Ainsi, depuis 2003, la consommation de fioul domestique suit une tendance décroissante marquée, affectée cependant par des variations annuelles liées à la rigueur du climat.

La consommation de fioul comprend essentiellement le fioul domestique et, pour une très faible quantité, le fioul lourd qui est utilisé comme complément énergétique par la centrale de production de chaud et de froid de Fontvieille.

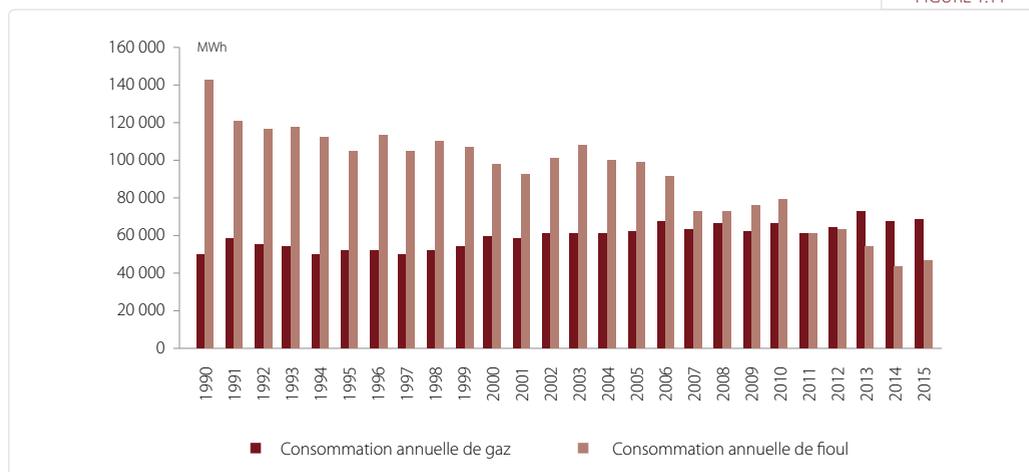
La consommation de gaz naturel, qui était en légère augmentation jusqu'à 2008, s'est stabilisée.

TABLEAU 1.7

Années	Consommation annuelle de gaz naturel en équivalent de MWh	Consommation annuelle de fioul en équivalent de MWh	Consommation annuelle de gaz et de fioul en équivalent de MWh
1990	49 300	140 914	190 214
1991	57 600	119 229	176 829
1992	54 700	114 920	169 620
1993	53 300	116 251	169 551
1994	49 400	110 770	160 170
1995	51 700	103 898	155 598
1996	50 900	111 926	162 826
1997	48 900	103 392	152 292
1998	50 900	108 263	159 163
1999	53 600	105 726	159 326
2000	58 700	96 421	155 121
2001	57 500	91 112	148 612
2002	60 367	99 632	159 999
2003	60 000	106 611	166 611
2004	60 526	98 172	158 698
2005	61 878	97 374	159 252
2006	66 144	89 750	155 894
2007	62 896	71 419	134 315
2008	65 511	71 901	137 412
2009	61 794	75 204	136 999
2010	65 718	78 430	144 148
2011	60 000	60 893	120 893
2012	64 000	62 726	126 726
2013	72 200	53 622	125 822
2014	66 300	43 176	109 476
2015	68 000	46 566	114 566

Consommation annuelle de fioul et de gaz en Principauté, exprimée en équivalent de MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.11



Consommation annuelle de fioul et de gaz, exprimée en MWh de 1990 à 2015

2.3 ÉNERGIE PRODUITE

La production énergétique de Monaco sur son territoire résulte :

- des pompes à chaleur sur eau de mer ;
- de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (Trigénération : Chaud-Froid-Electricité) ;
- de l'énergie solaire thermique et photovoltaïque.

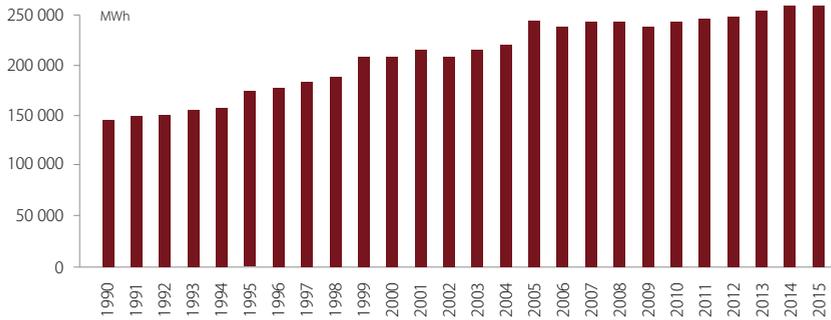
Après avoir été relativement stable au début des années 2000, la production d'énergie a augmenté en 2006, principalement du fait de l'installation de nouvelles pompes à chaleur.

TABLEAU 1.8

Années	Productions énergétiques annuelles en MWh	Années	Productions énergétiques annuelles en MWh
1990	147 608	2003	216 646
1991	150 184	2004	220 326
1992	151 184	2005	244 880
1993	156 184	2006	239 815
1994	158 184	2007	244 187
1995	175 062	2008	244 374
1996	178 889	2009	238 443
1997	184 498	2010	244 650
1998	189 231	2011	247 674
1999	208 838	2012	248 837
2000	209 432	2013	255 251
2001	215 581	2014	260 833
2002	209 163	2015	260 852

Production annuelle d'énergie, exprimée en MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.12



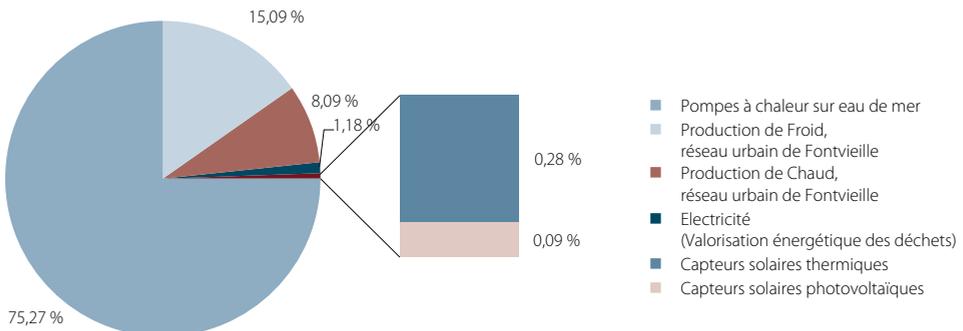
Production annuelle d'énergie, exprimée en MWh de 1990 à 2015

TABLEAU 1.9

Energie	Productions énergétiques en 2015 en MWh	Répartition en %
Pompes à chaleur sur eau de mer	191 600	75,27%
Production de Froid, réseau urbain de Fontvieille	38 400	15,09%
Production de Chaud, réseau urbain de Fontvieille	20 600	8,09%
Electricité (Valorisation énergétique des déchets)	3 000	1,18%
Capteurs solaires thermiques	720	0,28%
Capteurs solaires photovoltaïques	230	0,09%
Total	254 550	100,00%

Quantité et répartition de la consommation énergétique par type d'énergie en 2015

FIGURE 1.13



Répartition des différents modes de production d'énergie, exprimée en MWh en 2015

2.3.1 Pompes à chaleur (PAC) sur eau de mer

En utilisant l'énergie puisée dans l'environnement, les pompes à chaleur se substituent aux sources traditionnelles d'énergie et permettent ainsi de limiter les émissions de certains gaz à effet de serre.

Depuis les années 1960, la Principauté de Monaco est précurseur de la technologie des pompes à chaleur sur eau de mer.

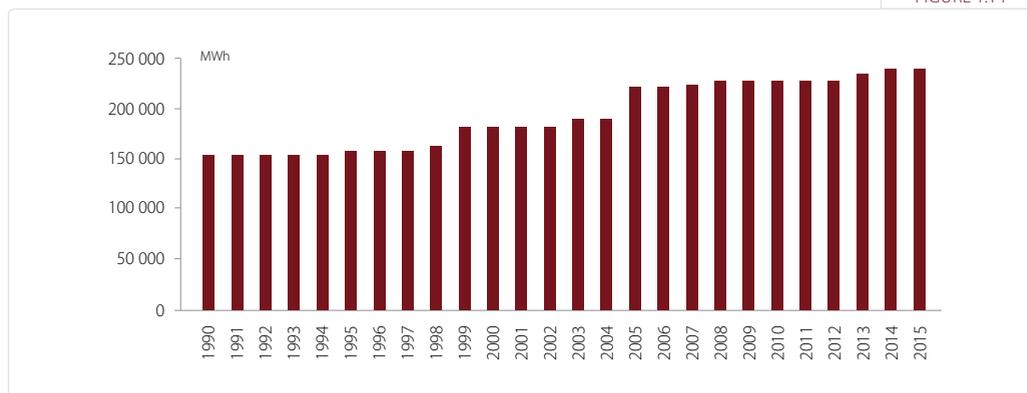
La technologie des pompes à chaleur sur eau de mer permet d'accroître significativement l'efficacité énergétique d'un système de production d'énergie thermique. Une pompe à chaleur restitue 3 à 4 kWh de chaleur pour 1 kWh d'énergie consommée par le dispositif, alors qu'un chauffage électrique ou à gaz ne restituera au maximum qu'un seul kilowattheure de chaleur par kilowattheure consommé pour la production de la chaleur.

TABLEAU 1.10

Années	Production énergétique annuelle des pompes à chaleur en MWh	Années	Production énergétique annuelle des pompes à chaleur en MWh
1990	122 522	2003	152 336
1991	123 098	2004	152 336
1992	123 098	2005	177 230
1993	123 098	2006	177 230
1994	123 098	2007	178 837
1995	125 794	2008	182 086
1996	125 794	2009	182 086
1997	125 794	2010	182 518
1998	130 332	2011	182 518
1999	145 239	2012	182 518
2000	145 239	2013	187 610
2001	145 239	2014	191 642
2002	145 239	2015	191 642

Production annuelle d'énergie par les pompes à chaleur, exprimée en MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.14



Production annuelle d'énergie par les pompes à chaleur, exprimée en MWh par année de 1990 à 2015

2.3.2 Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI). Valorisation énergétique des déchets.

Electricité

L'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels de la Principauté produit de l'électricité à partir d'un turbo alternateur alimenté par de la vapeur haute pression générée par l'incinération des déchets.

Cette production est en priorité utilisée par l'usine pour sa propre consommation, puis l'excédent est cédé à la SMEG (Société Monégasque d'Électricité et du Gaz) pour être distribué au travers du réseau de distribution de l'électricité. La quantité réinjectée sur le réseau correspond approximativement à la consommation de l'éclairage public de Monaco.

En 2006, la production d'électricité est plus faible que les autres années du fait d'un arrêt de l'usine d'incinération pour le renforcement du système de traitement des fumées. Depuis 2006, les nouveaux dispositifs de filtration installés sont plus fortement consommateurs en électricité. Ainsi, la part d'électricité réinjectée s'en trouve diminuée.

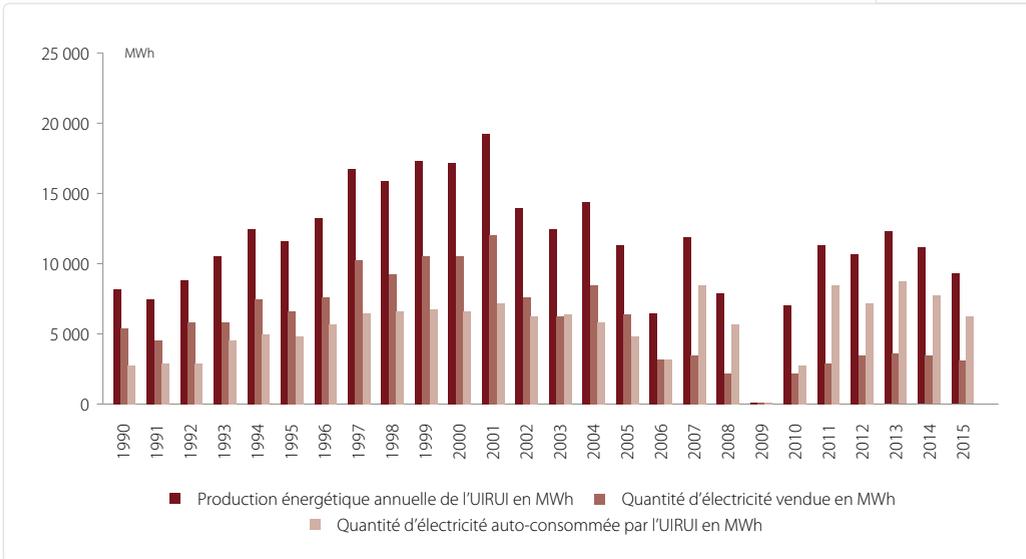
L'année 2009 a été marquée par une panne du groupe turboalternateur générateur de l'électricité.

TABLEAU 1.11

Années	Production énergétique annuelle de l'UIRUI en MWh	Quantité d'électricité vendue en MWh	Quantité d'électricité auto-consommée par l'UIRUI en MWh
1990	8 209	5 454	2 755
1991	7 495	4 567	2 928
1992	8 896	5 939	2 957
1993	10 591	5 946	4 645
1994	12 626	7 527	5 099
1995	11 696	6 776	4 920
1996	13 427	7 720	5 707
1997	16 963	10 381	6 582
1998	16 133	9 443	6 690
1999	17 454	10 605	6 849
2000	17 325	10 610	6 715
2001	19 395	12 147	7 248
2002	14 079	7 739	6 340
2003	12 649	6 254	6 395
2004	14 497	8 558	5 939
2005	11 413	6 503	4 910
2006	6 523	3 270	3 253
2007	12 064	3 550	8 514
2008	7 967	2 261	5 706
2009	53	6	47
2010	7 198	2 205	2 879
2011	11 507	2 970	8 537
2012	10 813	2 430	8 383
2013	12 191	3 544	8 647
2014	11 057	3 442	7 615
2015	9 263	3 041	6 222

Production d'énergie électrique de l'UIRUI, exprimée en MWh de 1990 à 2015

FIGURE 1.15



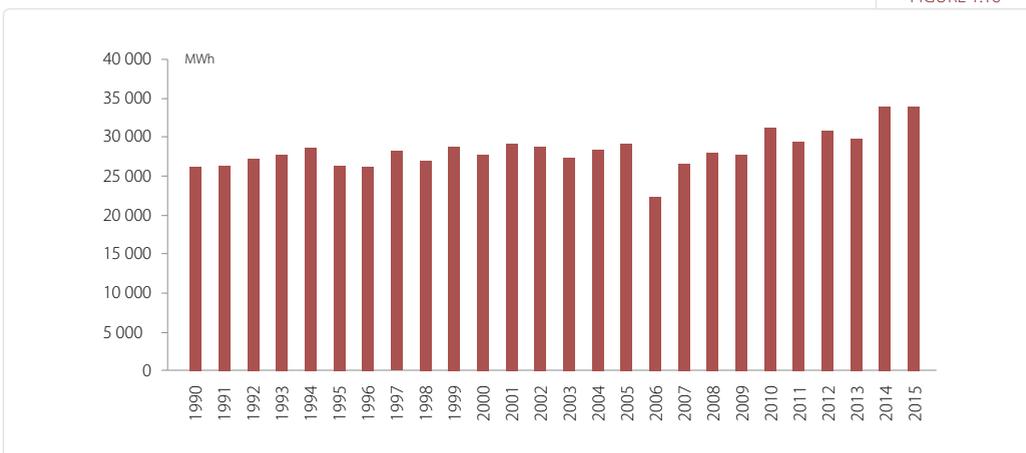
Production d'énergie électrique de l'UIRUI, exprimée en MWh de 1990 à 2015

Production de chaud et de froid

La Centrale de Production de Chaud et de Froid de Fontvieille (CCF) permet, à partir de la vapeur fournie par l'UIRUI, d'alimenter les réseaux de chaleur et de froid du quartier de Fontvieille. La chaleur est produite par un échange direct avec la vapeur. Le froid est produit par des machines à absorption. Dans le cadre d'une extension du réseau de distribution, cette centrale doit, à l'avenir, alimenter les futurs immeubles situés sur les terrains délaissés par la SNCF. Pour ce faire, une extension de sa capacité de production est réalisée grâce à un apport complémentaire d'énergie thermique marine (pompe à chaleur sur eau de mer).

Comme pour la production électrique, la production de vapeur en 2006 a été plus faible que pour les autres années du fait de l'arrêt technique de l'usine.

FIGURE 1.16



Vapeur produite et vendue par l'UIRUI, exprimée en MWh de 1990 à 2015

TABLEAU 1.12

Années	Production de vapeur annuelle produite et vendue par l'UIRUI en MWh	Années	Production de vapeur annuelle produite et vendue par l'UIRUI en MWh
1990	26 171	2003	27 238
1991	26 319	2004	28 394
1992	27 116	2005	29 136
1993	27 817	2006	22 309
1994	28 504	2007	26 503
1995	26 325	2008	27 947
1996	26 202	2009	27 786
1997	28 179	2010	31 120
1998	26 859	2011	29 410
1999	28 710	2012	30 804
2000	27 794	2013	29 670
2001	29 184	2014	33 716
2002	28 683	2015	33 731

Vapeur produite et vendue par l'UIRUI, exprimée en MWh de 1990 à 2015

CARTOGRAPHIE 1.1



Production d'énergie sur le territoire de Monaco : pompes à chaleur et réseau urbain

A large, stylized, light-colored number '2' is centered on a dark brown background. The number is composed of several overlapping, semi-transparent shapes that create a sense of depth and movement. The top part of the '2' is a wide, curved shape, while the bottom part is a more solid, rectangular shape. The overall effect is modern and graphic.

TRAITEMENT ET VALORISATION DES DÉCHETS MÉNAGERS

En Principauté, la gestion des déchets est de la compétence du Gouvernement Princier.

Une partie de cette compétence est concédée à la SMA (Société Monégasque d'Assainissement) à travers deux contrats de concession : la concession pour l'exploitation du service public de collecte des résidus urbains et assimilés et la concession pour l'exploitation de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels de Monaco (U.I.R.U.I.). Elles ont été respectivement renouvelées et amendées en 2011.

Ainsi, dans le cadre de ses concessions, la SMA assure trois activités :

- la collecte des déchets ménagers et assimilés (dont les Emballages Ménagers Recyclables (EMR), le verre, les papiers/journaux/magazines et les encombrants) et la collecte des déchets non dangereux d'activités économiques ;
- la valorisation énergétique des déchets par une usine de traitement, l'U.I.R.U.I., qui produit 3 types d'énergie (trigénération) : de l'électricité, du chaud et du froid distribués par un réseau urbain. Cette usine a également la particularité de traiter directement les boues d'épuration sous leur forme humide ;
- la SMA assure également la gestion des déchets recyclables qu'elle collecte. La société sous-traite le tri et le recyclage du verre, des papiers/journaux/magazines et des Emballages Ménagers Recyclables (EMR). Les encombrants sont également triés et envoyés dans les filières de traitement adéquates.

En 2016, la Direction de l'Environnement a actualisé le Plan d'Élimination et de Gestion des Déchets de la Principauté à horizon 2030.

Dans le cadre de ce plan, les objectifs suivants ont été adoptés :

- limiter l'augmentation de la quantité de déchets produits à Monaco ;
- passer d'environ 35.000 tonnes de déchets valorisés énergétiquement à Monaco (soit 66 % des déchets produits par Monaco traités localement, valeur 2014) à 30.000 tonnes (soit 50 % des déchets produits par Monaco traités localement) ;
- limiter au maximum la part de plastiques dans les déchets valorisés énergétiquement (ils ne représentent que 11,6 % des déchets, mais sont responsables de 83 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur « Déchets » (source : Rapport National d'Inventaire 2016 - Direction de l'Environnement)) ;
- augmenter la valorisation matière.

Un plan d'action a été élaboré et est mis en œuvre pour parvenir à atteindre ces objectifs.

Ce plan d'action concerne la réduction des déchets à la source, l'augmentation de la valorisation matière des déchets, l'amélioration des équipements publics, la poursuite de l'évolution réglementaire, la communication et l'amélioration du suivi des flux de déchets.

1. Collectes

1.1 LA COLLECTE EN PORTE À PORTE

Le service public de collecte en porte à porte assure le ramassage des déchets ménagers et assimilés en bordure de voie publique dans le cadre de tournées régulières.

1.2 LA COLLECTE PNEUMATIQUE DES DÉCHETS MÉNAGERS

L'installation d'une collecte pneumatique des déchets ménagers couvre la majeure partie du quartier de Fontvieille. Ce réseau de canalisations souterraines permet de collecter les déchets ménagers depuis les immeubles vers la fosse de stockage de l'usine de valorisation énergétique des déchets.

Le réseau installé est de 7.000 m, dont 5.000 m sont en fonctionnement. Il a permis le transfert de 2.140 tonnes d'ordures ménagères en 2015.

Ce système permet de réduire les nuisances et la pollution associées à la collecte classique par benne. Il n'est pas adapté, à ce jour, aux collectes sélectives pour lesquelles ont été installés plusieurs points d'apport volontaire.



Réseaux de collecte pneumatique des ordures ménagères du quartier Fontvieille

1.3 COLLECTES SÉLECTIVES TRI FLUX : PAPIER, VERRE ET EMBALLAGES MÉNAGERS RECYCLABLES (EMR) :

La démarche de collecte sélective a été initiée dans les années 1985 par la collecte du verre, suivie en 1993 par la collecte du papier.

En mars 2008, la Principauté a renforcé le dispositif de collecte sélective par la mise en place de bacs d'apport volontaire spécifiques sur la voirie pour les trois flux suivants :

- les papiers/journaux/magazines (bacs bleus) ;
- le verre (bacs verts) ;
- les Emballages Ménagers Recyclables (EMR – bacs jaunes).

À ce jour, 53 points d'apport volontaire (dont 7 dans le cadre de l'opération « Ports propres ») ont été mis en place dans les différents quartiers de Monaco afin de collecter séparément ces trois flux de déchets ménagers (120 immeubles sont équipés en bacs de collecte sélective).

Le tri et les collectes sélectives des déchets permettent de les diriger vers des filières spécifiques de traitement ou de neutralisation.

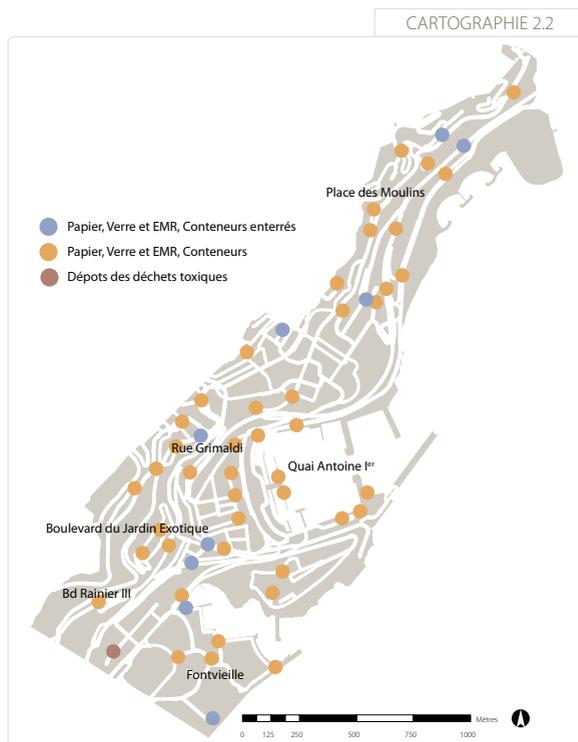
Le papier est envoyé au centre de tri Véolia, situé à Carros. Les Emballages Ménagers Recyclables sont envoyés au centre de tri PAPREC à Cannes, tandis que le verre transite par une plateforme de regroupement à Contes (Blanchi), avant d'être refondu en Italie.

La figure 2.1, illustrant l'évolution des collectes annuelles, fait apparaître une forte augmentation de la collecte en 2008, suite à la mise en place des points d'apport volontaire en ville.

La tendance sur les dernières années montre l'augmentation régulière de la collecte du verre que l'on peut attribuer aux efforts de sensibilisation réalisés dans les établissements de restauration par l'ambassadrice du tri. À ce jour, une soixantaine de commerces, hôtels et restaurants ont mis en place une démarche de tri.

En 2015, la décroissance de la collecte de papier se poursuit (-14 % en 2015 par rapport à 2014). Cette décroissance peut probablement être attribuée en partie à une légère baisse de la mise en circulation de papier, tel qu'observable sur d'autres territoires¹.

La collecte d'emballages ménagers recyclables présente des tonnages relevés assez constants d'une année sur l'autre depuis 2012, après une année 2011 marquée par un recul de la collecte.



Localisation des points publics d'apport en collecte sélective

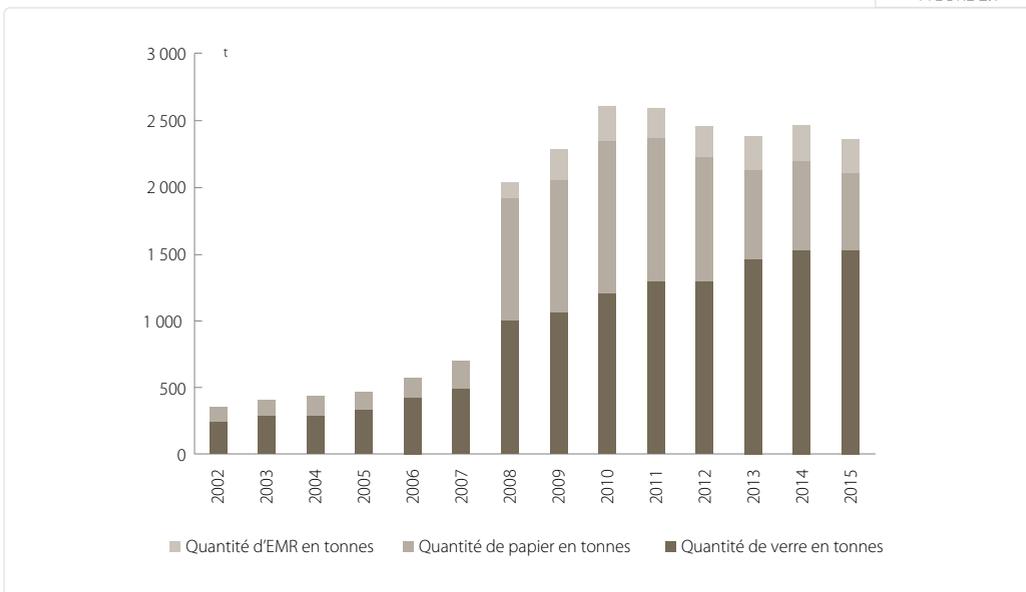
¹ - Rapport ADEME – « Papiers graphiques en France – Données 2011 de mise sur le marché et de déchets générés. » — Alain Tripiet de Sereho et Jean-Paul Dupuy.

TABLEAU 2.1

Année	Quantité de verre en tonnes	Quantité de papier en tonnes	Quantité d'EMR en tonnes
2002	239	105	*
2003	284	123	*
2004	298	140	*
2005	340	119	*
2006	426	139	*
2007	501	200	*
2008	1000	920	126
2009	1069	981	235
2010	1204	1142	265
2011	1289	1082	225
2012	1297	927	242
2013	1454	669	254
2014	1521	670	259
2015	1515	578	252

Tonnages annuels collectés pour le papier, le verre et les EMR de 2002 à 2015 (source : DAU)

FIGURE 2.1



Évolution des tonnages annuels collectés pour le papier le verre et les EMR de 2002 à 2015

1.4 AUTRES COLLECTES SÉLECTIVES

Les collectes sélectives spéciales concernent tous les déchets retraités, dépollués et/ou partiellement valorisés qui ne font pas partie des trois flux principaux de la collecte sélective.

Il est interdit à Monaco de mettre des déchets dangereux et/ou toxiques dans les bacs à déchets ménagers.

a) Déchets métalliques non incinérés

Lors des apports volontaires, des collectes d'encombrants ou des récupérations de dépôts sauvages, des déchets métalliques sont concentrés dans le hall de l'usine d'incinération puis expédiés vers des filières de retraitement.

b) Déchets d'Équipement Électrique et Électrotechnique (DEEE ou D3E)

La collecte des DEEE est organisée sous deux formes :

- les apports volontaires : les particuliers peuvent déposer les DEEE directement à l'U.I.R.U.I. ;
- la reprise des matériels par les vendeurs, notamment Monaco-Telecom qui réalise une collecte importante de D3E.

L'évolution des tonnages fait apparaître un pic important en 2008, année où la collecte sélective triflux a été renforcée. Il est donc probable que cette filière ait, elle aussi, bénéficié de la campagne d'information réalisée à cette occasion.

c) Huiles de moteur diesel

Les huiles de moteur et les filtres à huile sont collectés dans les deux ports de Monaco grâce à des conteneurs spécifiques rénovés en 2012 dans le cadre du label « Ports propres ». L'utilisation de ces conteneurs n'est cependant pas réservée aux seuls usagers du port. Ce type de déchet est aussi repris directement par la SMA.

d) Batteries

La baisse des tonnages de batteries déposées à la SMA est la conséquence de l'augmentation de la valeur de rachat des batteries par les entreprises de retraitement. Une partie importante des batteries retraitées ne sont donc plus comptabilisées dans le cadre de la collecte opérée par la SMA.

e) Déchets toxiques des ménages

Ces déchets font l'objet d'une récupération spécifique. Ils sont constitués par les acides, alcools, diluants, engrais, produits phytosanitaires, aérosols, huiles de vidange, néons, vernis, colles... Ces produits sont alors traités dans les filières appropriées.

f) Piles

La collecte des piles usagées est organisée auprès des commerçants de la Principauté, dans les services publics et dans les établissements scolaires. Les dépôts peuvent également être réalisés directement à la SMA.

g) Ampoules

Les ampoules sont reprises au sein des points de vente ou directement par la SMA.

h) Toners et cartouches d'imprimantes

Les toners ou cartouches d'imprimantes sont, pour la plupart, déposés à la SMA. Cependant, des collectes privées sont également réalisées pour une prise en charge par leur producteur. Ces collectes directes ne sont aujourd'hui pas comptabilisées.

i) Cartons

Une tournée de collecte spécifique des cartons bruns ondulés a été mise en place en janvier 2011 par la SMA à destination des entreprises industrielles du quartier de Fontvieille. En 2015, 789 tonnes de carton ondulé ont été collectées. Cette quantité, qui est en légère augmentation depuis 2012, est due à une bonne diffusion de l'information auprès des entreprises et à leur bonne collaboration.

TABLEAU 2.2

Nature des déchets collectés (en t)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Déchets métalliques non incinérés en tonnes	1186	1326	1195	1399	964	977	919	978	971	936,9	868,1	1001,44	972,96
D3E (Déchets d'Equipement Electronique et Electrique) en tonnes	*	*	*	1,3	20,3	77,1	14,0	23,0	33	31	20	21	22
Batteries en tonnes	41,5	25,5	46,5	22,7	39,3	32,3	10	3	7	11,6	9,34	6,42	5,4
Huiles moteurs diesel en tonnes	30,1	54,6	43,9	47,4	54,8	64,9	51	75	68	49	47	51	52
Dechets toxiques ménager en tonnes	12,2	7,6	6,1	5,9	5,8	16,4	14	12	10	13	11	20	19
Piles en tonnes	5,8	5,6	5,0	7,8	7,3	8,8	9	10	9	8	7	4	4
Cartouches d'encre / toner en tonnes	*	*	*	7,9	5,7	*	9	10	8	6	6	4	2
Lampes, fluos et néons en tonnes	*	*	*	1,5	2,6	*	17	18	3	3	2	2	1
Cartons en tonnes	*	*	*	*	*	*	*	*	390,98	735,62	732,58	733,44	789,48

* Non mesurés

Tonnages annuels collectés pour les apports volontaires et collectes spéciales de 2003 à 2015

FIGURE 2.2

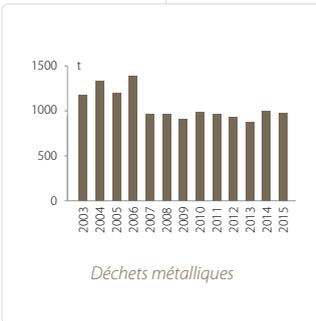


FIGURE 2.3

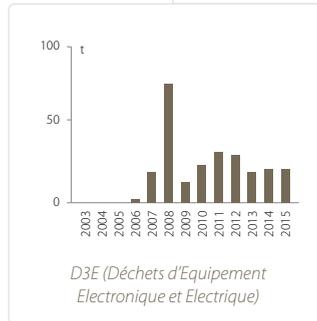


FIGURE 2.4

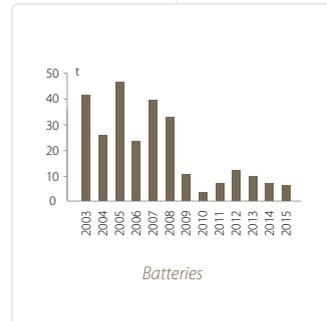


FIGURE 2.5

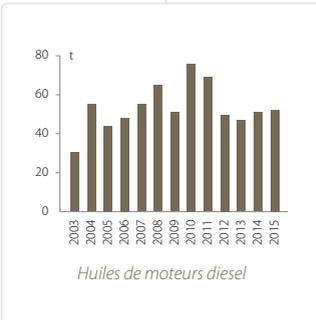


FIGURE 2.6



FIGURE 2.7

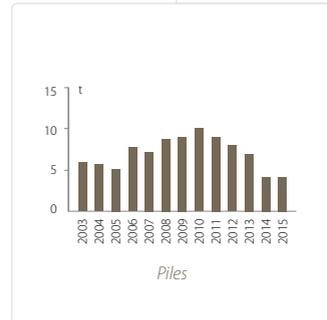
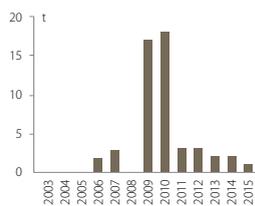
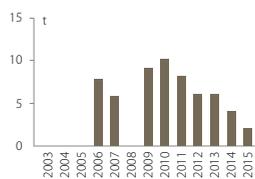


FIGURE 2.8



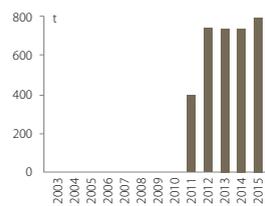
Lampes, ampoules fluo et néons

FIGURE 2.9



Cartouches d'encre/toner

FIGURE 2.10

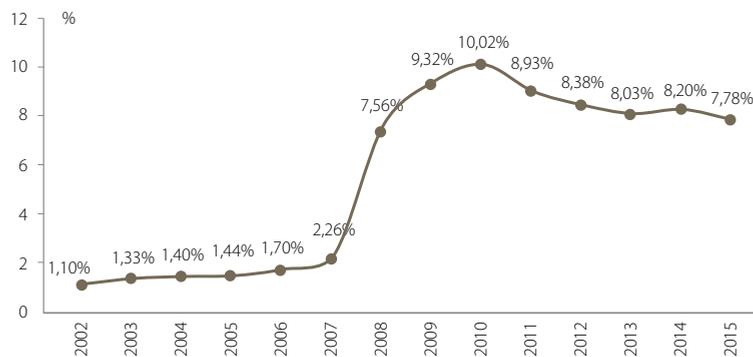


Cartons

1.5 ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE DES COLLECTES GÉNÉRALES SÉLECTIVE

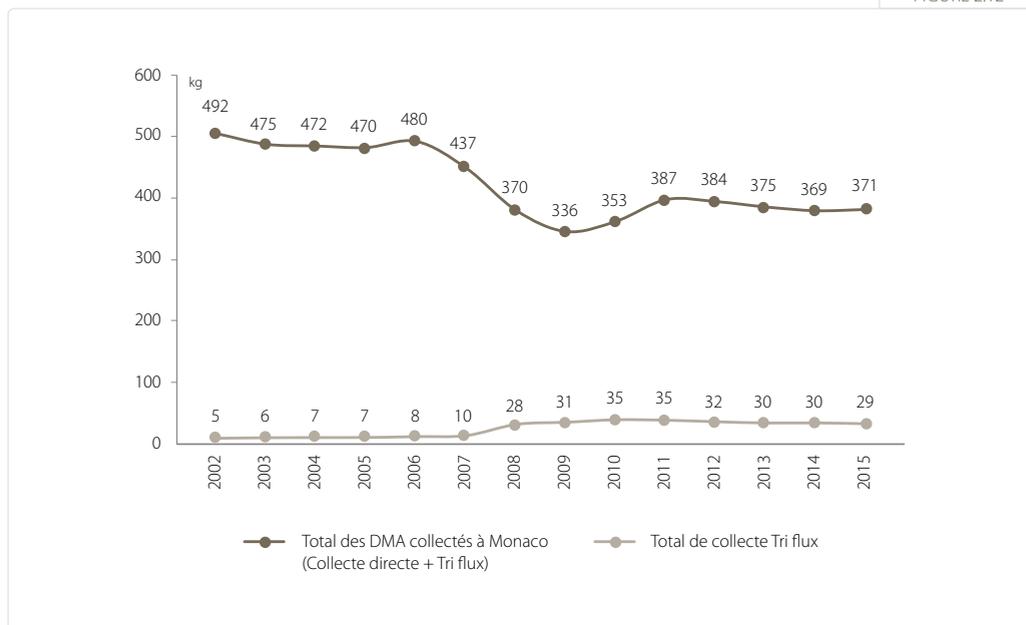
Ces indicateurs permettent de suivre l'évolution de la part de déchets triés (en collecte triflux), par rapport à la collecte totale de déchets ménagers et assimilés.

FIGURE 2.11



Part de la collecte triflux sur la quantité de déchets ménagers et assimilés de 2002 à 2015

FIGURE 2.12



Évolution comparative des tonnages annuels de déchets ménagers et assimilés (DMA) et des déchets triés par habitant (résidents + pendulaires) en kg/an de 2002 à 2015

La baisse observée lors des deux dernières années doit être interprétée en tenant compte du fait que la baisse significative des quantités de papier collectées est également due à une réduction de la production de ce type de déchets.*

La quantité de déchets ménagers et assimilés totale produite à Monaco, rapportée à la somme du nombre d'habitants et de pendulaires, est de 371 kg en 2015, alors que la quantité de collecte en tri sélectif est de 29 kg.

En France, l'ordre de grandeur annuel de la quantité de déchets ménagers et assimilés totale produite est de 455 kg/an et les déchets triés s'élèvent à 76 kg/habitant².

Ces chiffres ne sont cependant pas directement comparables. D'une part, parce que la collecte publique en Principauté inclut à la fois des déchets ménagers et assimilés et des déchets non dangereux d'activités économiques, et d'autre part parce que la population à considérer est très difficile à établir en raison de variations journalières (actifs pendulaires) et saisonnières (tourisme) très importantes.

En 10 ans la quantité de déchets ménagers et assimilés collectée, rapportée à la somme du nombre d'habitants et de pendulaires est passée de 470 kg à 371 kg soit une réduction notable de 21 %. La baisse significative commence à compter de l'année 2008, date de renforcement de la collecte sélective et de la campagne de promotion du recyclage et de réduction des déchets. Cette performance bénéficie également des démarches de réduction de poids des emballages réalisés par les producteurs de biens de consommation.

* La collecte sélective de papier a baissé de 38 % entre 2012 et 2015.

² Source : ADEME – Sinoe.org ; ordures ménagères résiduelles et assimilées d'une part ; verre et emballages journaux-magazines d'autre part, donnée 2014.

1.6 COLLECTES ÉVÉNEMENTIELLES, ENTREPRISES ET INDUSTRIES

La collecte des déchets dans le cadre de manifestations événementielles, foires ou salons, ainsi que les collectes de déchets dangereux des entreprises, produits dans le cadre de leur activité industrielle, ne sont pas prises en charge dans le cadre du service public de collecte. Les entreprises font appel à des sociétés privées pour ce type de prestation.

Les produits collectés sont ensuite transférés vers des centres de retraitement en France.

Il en est de même des déchets de chantier qui sont généralement évacués directement par les entreprises de construction vers les filières appropriées.

2. Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.)

L'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (U.I.R.U.I.), unité de traitement et de valorisation des déchets, est équipée de trois fours-chaudières, dont deux peuvent fonctionner simultanément, complétés par deux lignes de traitement des fumées qui assurent un traitement conforme à la réglementation en vigueur et à la Directive Européenne n° 2010/75/UE du 24/11/2010*.

La capacité nominale de traitement de l'usine est de l'ordre de 78.000 tonnes par an.

L'énergie produite par la combustion des déchets au sein de cette unité est valorisée par la production d'énergie en trigénération (chaud, froid et électricité).

En 2005, la Principauté a engagé les travaux de mise aux normes du traitement des fumées de l'U.I.R.U.I., conformément à la nouvelle réglementation européenne sur l'incinération des déchets.

Les travaux, d'un montant total de 19 millions d'euros, ont consisté essentiellement à :

- améliorer la combustion des trois fours-chaudières d'incinération ;
- modifier les deux lignes d'épuration des fumées ;
- construire un bâtiment enveloppe, pour accueillir les installations.

2.1 APPORTS DES RÉSIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS POUR L'INCINÉRATION

En 2015, l'U.I.R.U.I. a incinéré environ 53.000 tonnes de déchets, dont 36.000 tonnes de déchets en provenance de la Principauté (boues d'épuration incluses) et environ 17.000 tonnes de déchets en provenance des communes françaises limitrophes faisant partie de la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française.

Il faut noter que l'U.I.R.U.I. traite les boues issues de l'épuration des eaux usées. Ces boues sont injectées directement dans le four de l'usine à partir de l'unité de traitement des eaux, les deux bâtiments étant voisins.

* Ordonnance Souveraine n°10.571 du 09/06/1992 fixant les conditions d'application de la loi n°954 du 19 avril 1974 en ce qui concerne la lutte contre la pollution de l'air par les installations stationnaires et la Directive Européenne n° 2010/75/UE du 24/11/2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrée de la pollution) (refonte).

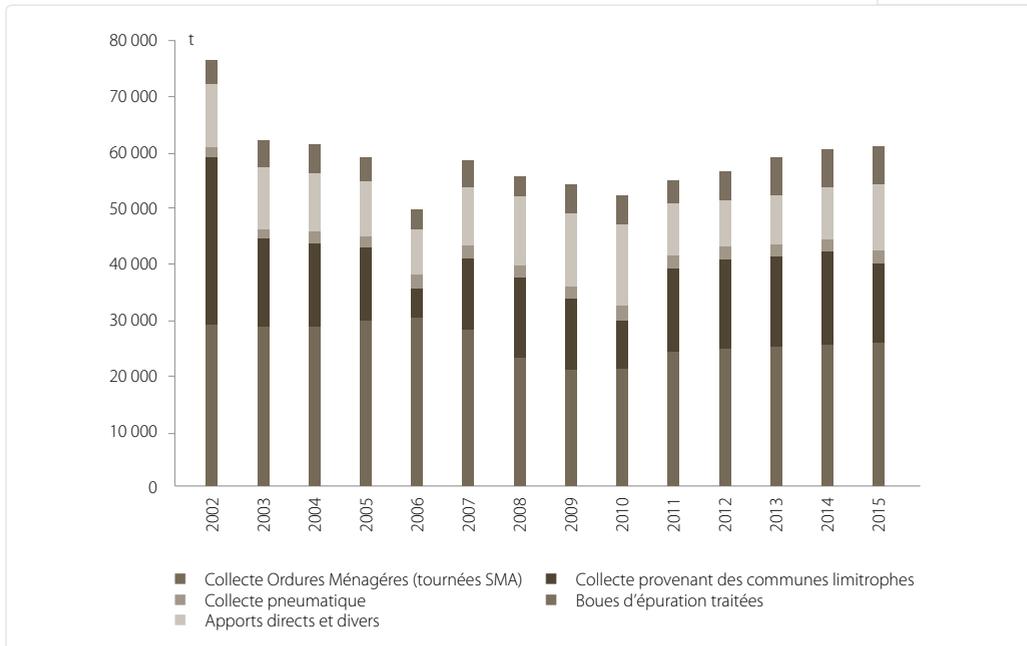
TABLEAU 2.3

Années	Apports solides					Boues d'épuration traitées en tonnes	Total des apports à l'UIRUI en tonnes	Evacuations du hall de l'UIRUI (Ferrailles, D3E, batteries)* en tonnes	Total incinéré en tonnes
	Collecte Ordures Ménagères (tournées SMA) en tonnes	Collecte provenant des communes limitrophes en tonnes	Collecte pneumatique en tonnes	Apport direct et divers en tonnes	Total des apports solides à l'UIRUI en tonnes				
2002	28 917	29 978	1 880	11 196	71 972	4 211	76 182	1 134	75 049
2003	28 422	15 914	1 847	11 069	57 251	4 676	61 927	1 124	60 803
2004	28 617	14 882	2 127	10 616	56 242	4 974	61 216	1 326	59 890
2005	29 742	13 123	1 730	10 176	54 771	4 261	59 032	1 232	57 800
2006	30 191	5 333	2 434	8 233	46 191	3 424	49 615	7 923	41 692
2007	28 008	12 985	2 355	10 155	53 503	4 672	58 176	1 002	57 174
2008	22 968	14 443	2 034	12 569	52 014	3 498	55 512	1 059	54 453
2009	20 909	12 868	2 023	13 201	48 301	4 939	53 240	970	52 270
2010	21 037	8 773	2 400	14 700	46 910	5 242	52 152	1 001	51 151
2011	24 125	14 887	2 338	9 491	50 840	3 802	54 642	991	53 651
2012	24 586	16 070	2 396	8 177	51 230	5 120	56 350	952	55 398
2013	24 958	16 126	2 275	8 756	52 115	6 817	58 932	878	58 054
2014	25 299	16 735	2 139	9 433	53 606	6 664	60 270	1 008	59 262
2015	25 661	14 427	2 140	11 722	53 950	6 950	60 900	978	59 922

(* Les chiffres de cette colonne incluent le dévoiement de déchets pour certaines années lorsqu'il y a arrêt total des fours)

Flux de déchets arrivant à l'UIRUI de 2002 à 2015

FIGURE 2.13



Évolution des flux d'apports de déchets à l'UIRUI de 2002 à 2015

2.2 RÉSIDUS D'INCINÉRATION

Les sous-produits issus de l'incinération sont composés de différents résidus :

Mâchefers

Les mâchefers représentent les résidus solides issus de l'incinération. Les ferrailles en sont extraites pour être recyclées par une filière adaptée et les mâchefers dé-ferrillés sont apportés en décharge de classe 1.

Sous-produits issus du traitement des fumées, composés des cendres volantes d'électrofiltres et des résidus d'épuration des fumées.

Ce sont les résidus toxiques de l'épuration des fumées, composés de cendres volantes d'électrofiltres et de résidus d'épuration des fumées. Ces résidus ultimes sont envoyés vers un CSDU (Centre de Stockage des Déchets Ultimes) de classe 1 « Déchets Dangereux ».

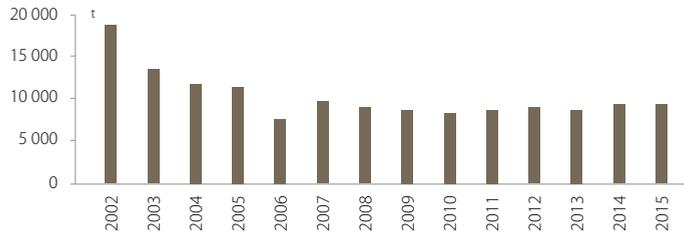
TABLEAU 2.4

Années	Mâchefers en tonnes	Résidus de déferrillage des mâchefers en tonnes	Cendres volantes + gâteau en tonnes
2002	18 609	*	1 622
2003	13 645	917	1 454
2004	11 726	959	1 474
2005	11 351	974	1 438
2006	7 648	519	1 025
2007	9 690	700	1 442
2008	9 160	689	1 336
2009	8 701	743	1 381
2010	8 279	663	1 319
2011	8 581	672	1 131
2012	8 997	500	1 348
2013	8 718	814	1 465
2014	9 385	655	1 459
2015	9 225	411	1 441

* Non évalués

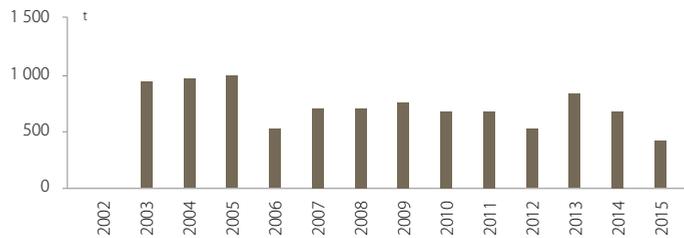
Tonnages annuels de sous-produits générés par l'usine de 2002 à 2015

FIGURE 2.14



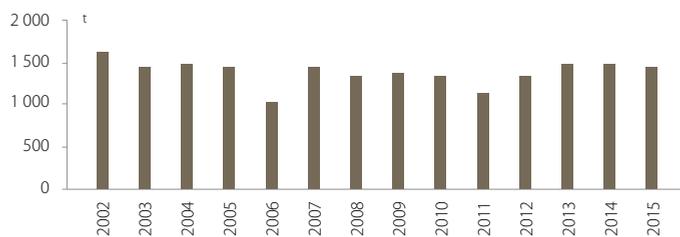
Évolution des tonnages annuels de mâchefers générés par l'usine de 2002 à 2015

FIGURE 2.15



Évolution des ferrailles extraites des mâchefers générées par l'usine de 2002 à 2015

FIGURE 2.16



Évolution des tonnages annuels de cendres volantes d'électrofiltres et de résidus d'épuration des fumées (gâteau) générés par l'usine de 2002 à 2015

2.3 VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE L'INCINÉRATION

Production d'électricité

L'U.I.R.U.I. produit de l'électricité à partir de la vapeur haute pression. Cette production est utilisée d'abord par l'usine pour son fonctionnement et le surplus de production est cédé à la SMEG (Société Monégasque de l'Électricité et du Gaz), concessionnaire du réseau public de distribution de l'électricité et du gaz.

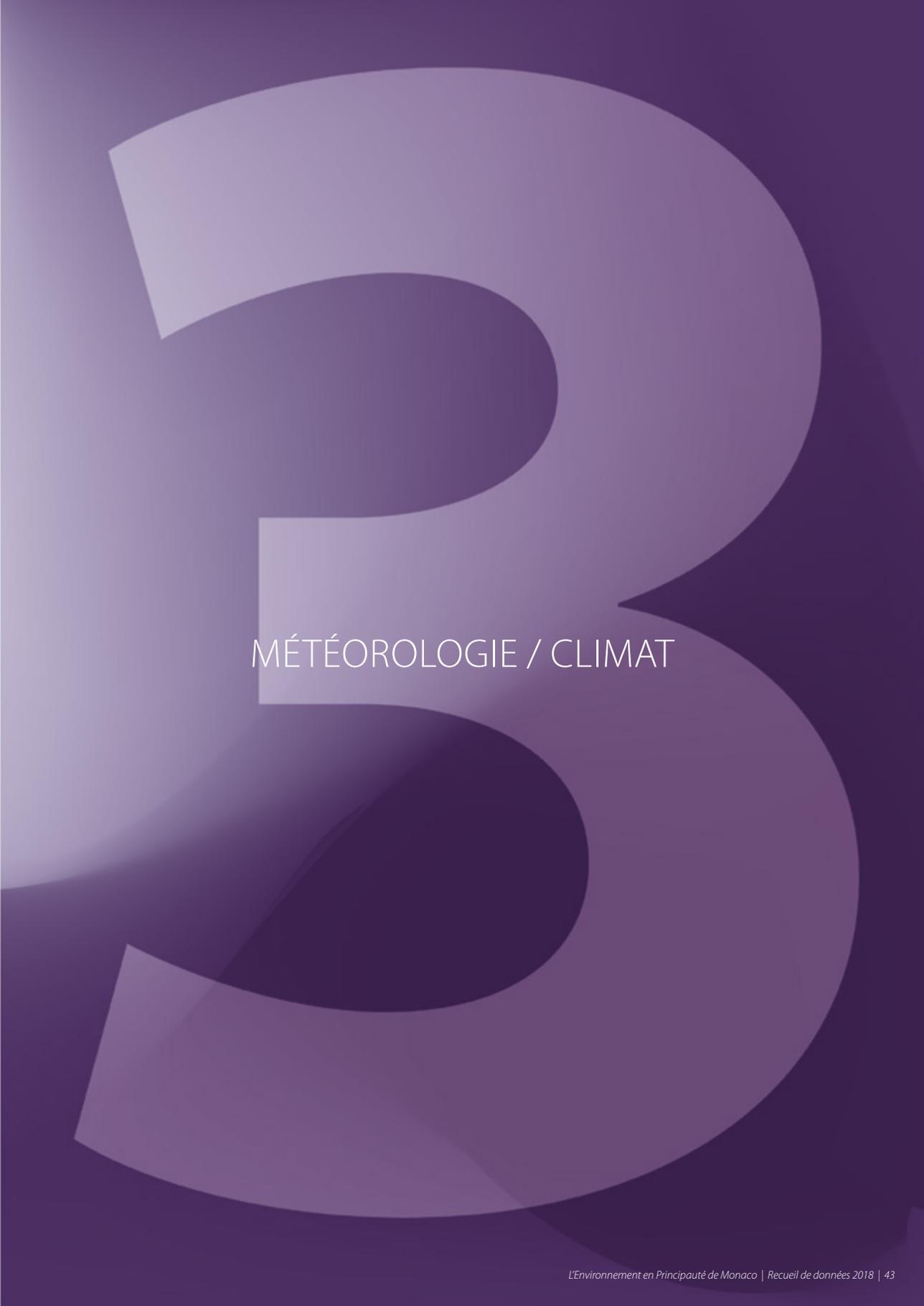
L'énergie électrique produite par l'usine d'incinération et l'énergie consommée par le réseau d'éclairage public sont du même ordre de grandeur.

Production de chaud et de froid

La Centrale de Chaud et Froid (CCF) exploite la vapeur produite par l'U.I.R.U.I. pour alimenter les réseaux de chaleur et de froid du quartier de Fontvieille.

Cette centrale a fait l'objet d'un renforcement de sa capacité afin de permettre l'alimentation des bâtiments d'habitation et d'activité tertiaire construits sur les terrains délaissés par la SNCF (îlot Prince Pierre, Canton et Rainier III) ainsi que les autres bâtiments planifiés sur ces terrains (îlots Pasteur et Charles III).

Le détail des quantités d'électricité produite et de vapeur fournie est disponible au Chapitre 1 « Énergie ».

A large, stylized, light purple number '3' is centered on a dark purple background. The number is composed of several overlapping, semi-transparent shapes that create a sense of depth and movement. The text 'MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT' is centered within the middle of the number.

MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT

Le bilan climatique et météorologique de Monaco est réalisé à partir des données relevées par les stations de mesure situées à Monaco.

La station météorologique du Musée Océanographique existe depuis 1911, les mesures sont automatisées depuis 1993 et elle permet aujourd'hui de relever les paramètres de température, d'humidité, de pression atmosphérique, de vent et d'irradiation solaire.

La station mise en œuvre par le Jardin Exotique propose une série de données climatiques journalières de température et de pluviométrie ininterrompue depuis 1969.

Position géographique des stations météorologiques de la Principauté

	Musée Océanographique de Monaco	Jardin Exotique
Latitude Nord	43°43'50.86"	43°43'52.93"
Longitude Est	7°25'32.09"	7°24'41.01"
Altitude (m)	85	141

PHOTO 3.1



Bassin versant de la Principauté entre la mer Méditerranée et les Alpes du sud.

1. Normales climatiques et Climatogramme

La Principauté de Monaco est située au Nord de la méditerranée occidentale, dans le secteur Ouest de la mer Ligure. Elle bénéficie d'un climat tempéré de type méditerranéen, qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

En bordure de littoral et à l'exutoire d'un bassin versant côtier de petite taille (11 Km²), Monaco est sous l'influence directe de la mer. Cette situation a pour conséquence un climat particulièrement tempéré avec une température moyenne de 16,5°C et une amplitude annuelle inférieure à 15°C (normale 1981-2010).

La pluviométrie annuelle est de 735,4 mm (normale 1981-2010). La répartition au cours des saisons est caractéristique du climat méditerranéen où les précipitations les plus importantes surviennent en automne. Une des caractéristiques de ce climat est également des pluies de forte intensité, car si le cumul pluviométrique annuel est assez important, la fréquence des jours de pluie reste, elle, assez faible avec moins de 63 jours par an.

TABLEAU 3.1

	Température moyenne (°C)	Moyenne des températures minimales (°C)	Moyenne des températures maximales (°C)	Pluviométrie mensuelle (mm)	Nombre de jours de pluie (> 1 mm)
Janv.	10,32 °C	7,50 °C	13,15 °C	64,30 mm	6
Fév.	10,26 °C	7,41 °C	13,11 °C	47,40 mm	4
Mars	12,01 °C	9,07 °C	14,90 °C	41,90 mm	4
Avril	13,86 °C	11,00 °C	16,71 °C	70,30 mm	7
Mai	17,54 °C	14,65 °C	20,42 °C	46,80 mm	5
Juin	20,86 °C	18,05 °C	23,66 °C	34,60 mm	4
Juil.	23,84 °C	20,92 °C	26,76 °C	13,50 mm	2
Août	24,31 °C	21,36 °C	27,25 °C	23,60 mm	2
Sept.	21,36 °C	18,34 °C	24,38 °C	66,50 mm	6
Oct.	18,08 °C	15,23 °C	20,93 °C	129,10 mm	8
Nov.	13,96 °C	11,17 °C	16,75 °C	105,40 mm	8
Déc.	11,27 °C	8,58 °C	13,95 °C	92,10 mm	7
Année	16,47 °C	13,61 °C	19,33 °C	735,40 mm	63

Valeurs normales (1981-2010)

Le diagramme climatique de Monaco, ci-après, a été établi à partir des normales mensuelles de température et de pluviométrie relevées par la station météorologique du Jardin Exotique sur une période de trente ans (1981-2010).

Ce diagramme, établi selon des graduations standardisées (ombrothermiques), met en évidence une période sèche pour les mois de juin, juillet et août.

FIGURE 3.1

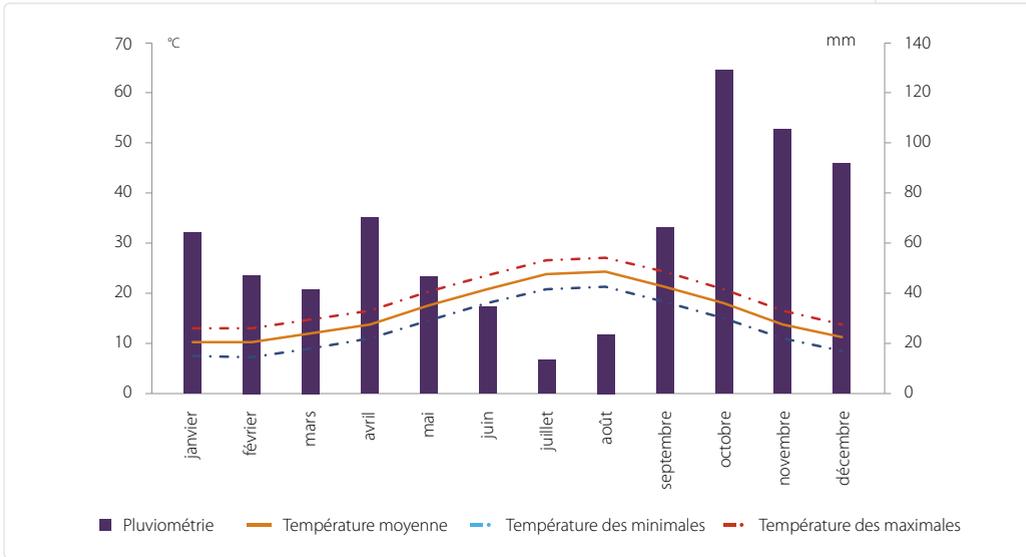


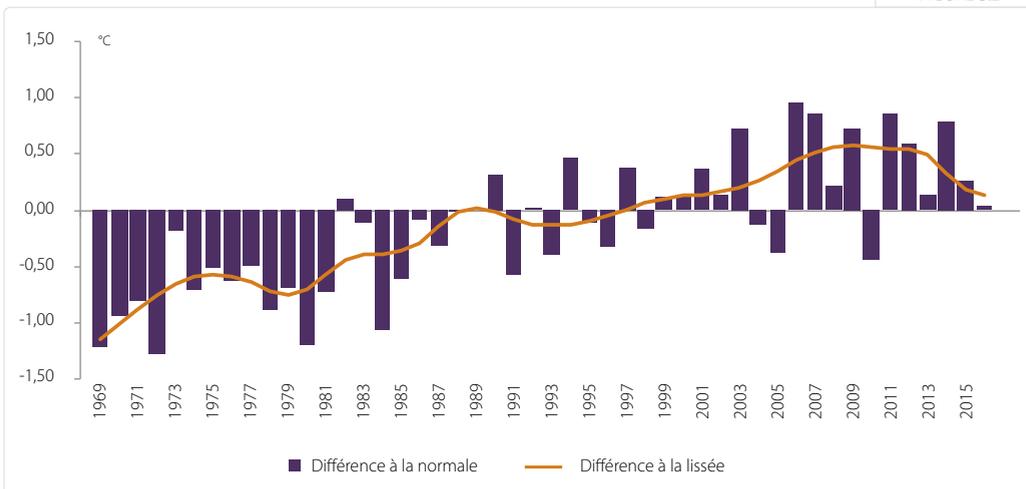
Diagramme des normales climatiques (1981-2010)

2. Tendance climatique à l'échelle de la Principauté

2.1 TEMPERATURES : TENDANCE D'ÉVOLUTION DEPUIS 1969

L'analyse des moyennes annuelles de températures relevées par la station du Jardin Exotique depuis 1969 témoigne du réchauffement qui est observé. Les années les plus chaudes sont, dans leur ensemble, observées après l'année 2000.

FIGURE 3.2



Différence aux normales climatiques (1981-2010) des moyennes des températures annuelles 1969-2016

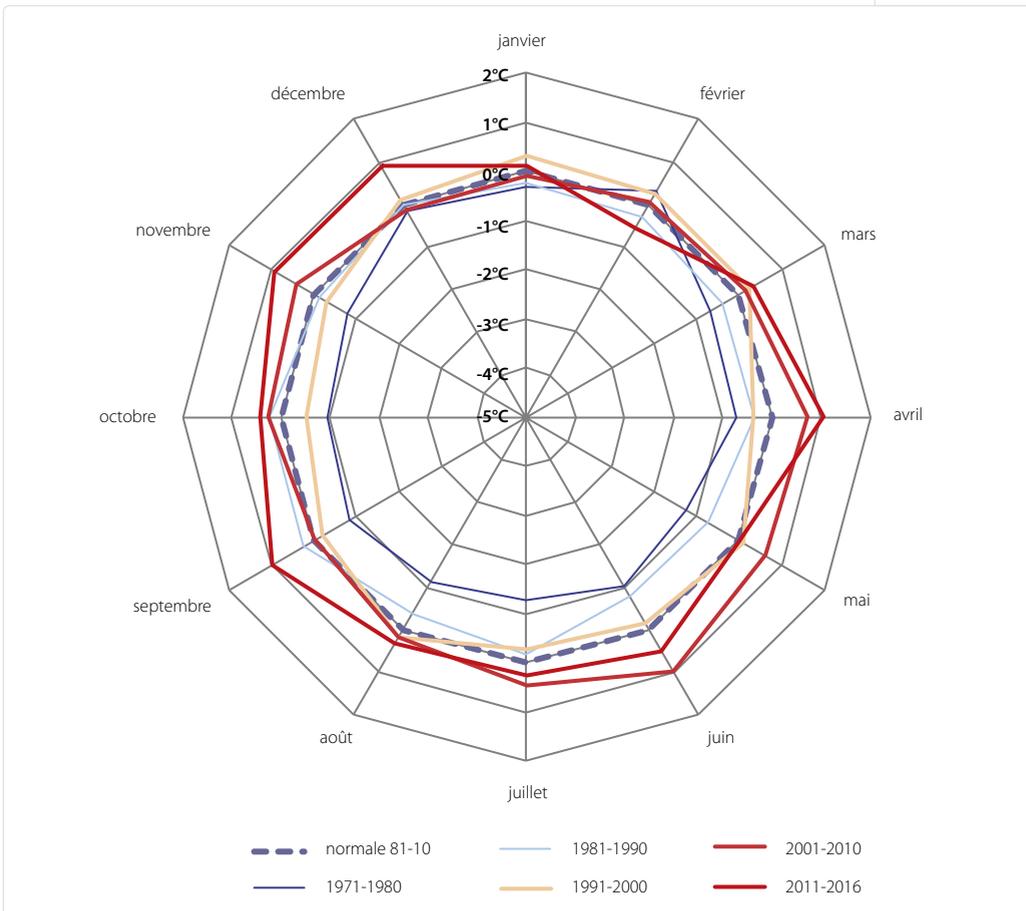
Ce réchauffement est également visible en analysant les moyennes des températures décennales : la période 2001-2010 est ainsi la plus chaude depuis 1970. Cette tendance se poursuit sur la décennie en cours (2011-2016). L'élévation des températures observée est aussi plus importante pour les températures minimales.

TABLEAU 3.2

Période	Moyenne des températures	Moyenne des températures minimales	Moyenne des températures maximales	température minimale absolue	température maximale absolue
1971-1980	15,7 °C	12,8 °C	18,7 °C		
1981-1990	16,2 °C	13,4 °C	19,1 °C		
1991-2000	16,4 °C	13,5 °C	19,3 °C	-1,5 °C	33,7 °C
2001-2010	16,8 °C	14,0 °C	19,6 °C	-1,5 °C	35,5 °C
2011-2016	16,9 °C	14,3 °C	19,5 °C	-0,1 °C	34,2 °C

Moyennes décennales des températures

FIGURE 3.3



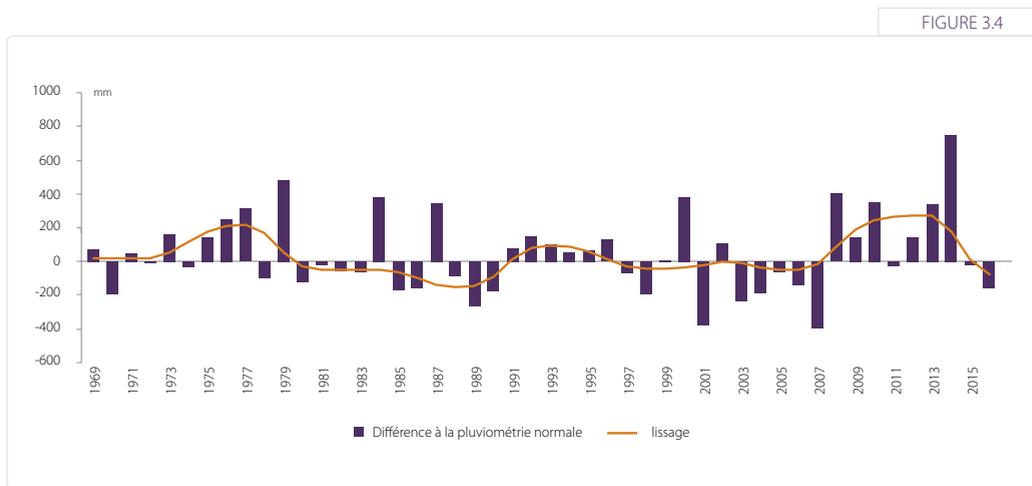
Différence aux normales climatiques (1981-2010) pour les moyennes des températures décennales.

2.2 PRECIPITATIONS : TENDANCE D'EVOLUTION DEPUIS 1969

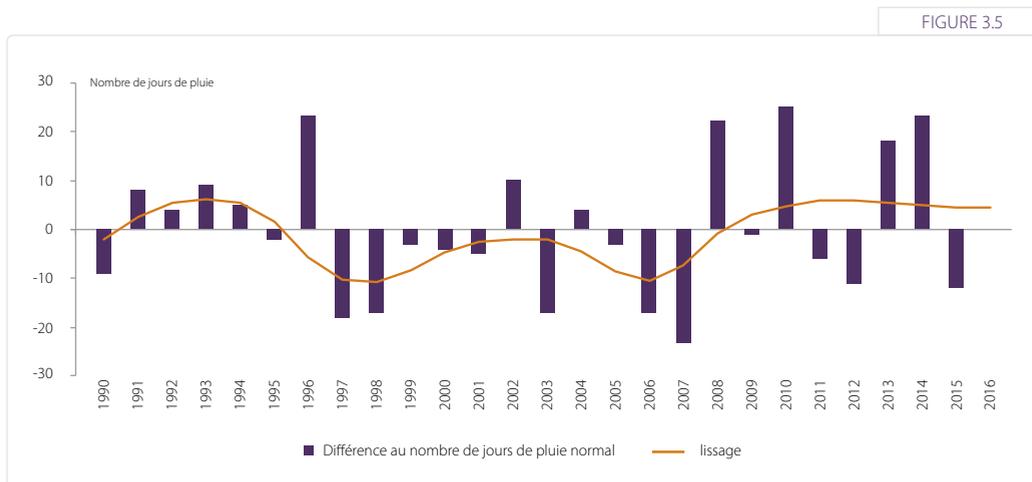
Caractéristiques du climat méditerranéen, les précipitations sont peu fréquentes en nombre de jours mais présentent de fortes intensités horaires ou journalières surtout au cours des mois d'automne.

Le cumul pluviométrique annuel sur la période normale (1981 - 2010) est de 735,4 mm. De 1990 à 2010, on a compté une moyenne de 63 jours de pluie (supérieures à 1 mm) par an.

A partir des données relevées sur cette période, les effets de l'évolution du climat sont moins marqués que pour les températures. Cependant, après une période déficitaire observée de 2000 à 2007, on constate, à partir de 2008, 6 années où l'on observe une pluviométrie excédentaire, avec notamment 2014 qui est l'année la plus pluvieuse enregistrée sur le territoire depuis le début des mesures météorologiques à Monaco en 1911.



Écart à la normale (moyenne 1981-2010) de la pluviométrie annuelle, sur la période 1969-2016



Écart à la « normale » (moyenne 1991-2010) du nombre de jours de pluie (supérieur à 1 mm) sur la période 1969-2016

TABLEAU 3.3.1

Décennie	Moyenne pluviométrie	Pluviométrie minimale	date	Pluviométrie maximale	date
1971-1980	848 mm	609 mm	en 1980	1 217 mm	en 1979
1981-1990	706 mm	465 mm	en 1989	1 114 mm	en 1984
1991-2000	805 mm	542 mm	en 1998	1 116 mm	en 2000
2001-2010	695 mm	337 mm	en 2007	1 134 mm	en 2008
2011-2016	905 mm	576 mm	en 2016	1 485 mm	en 2014

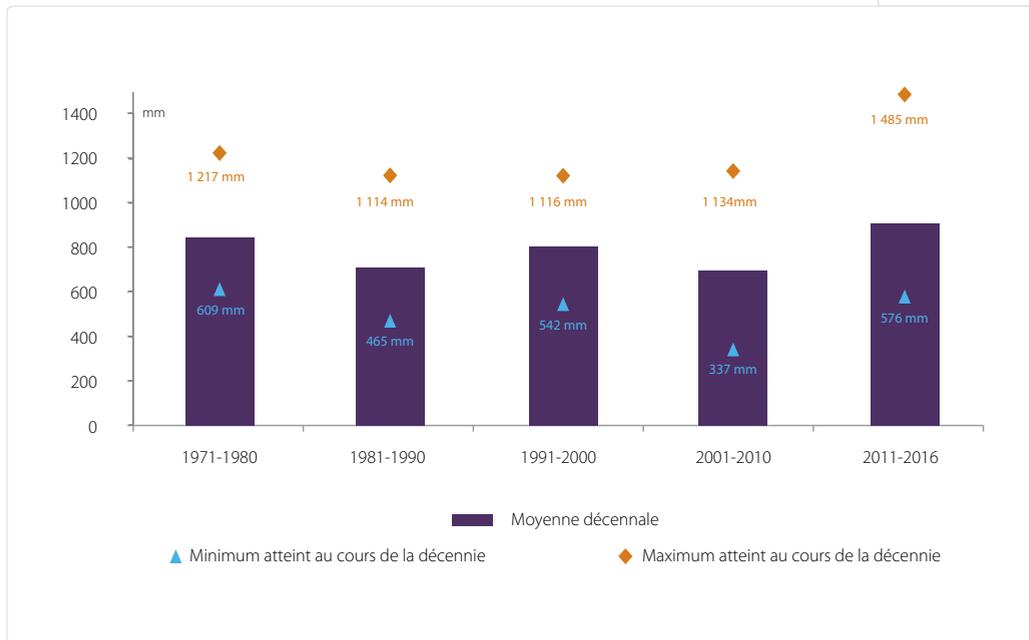
Evolution du bilan pluviométrique décennal sur la période 1971-2016

TABLEAU 3.3.2

Décennie	Nombre de jour de pluie (>= 1 mm)	Nombre de jour de pluie minimal	date	Nombre de jour de pluie maximal	date	Maximum absolu en 1 journée	date
1971-1980							
1981-1990							
1991-2000	64	45	en 1997	86	en 1996	115 mm	le 25/10/1999
2001-2010	63	40	en 2007	88	en 2010	110 mm	le 5/11/2008
2011-2016	65	51	en 2015	86	en 2014	148 mm	le 4/10/2015

Evolution du bilan pluviométrique décennal sur la période 1971-2016

FIGURE 3.6

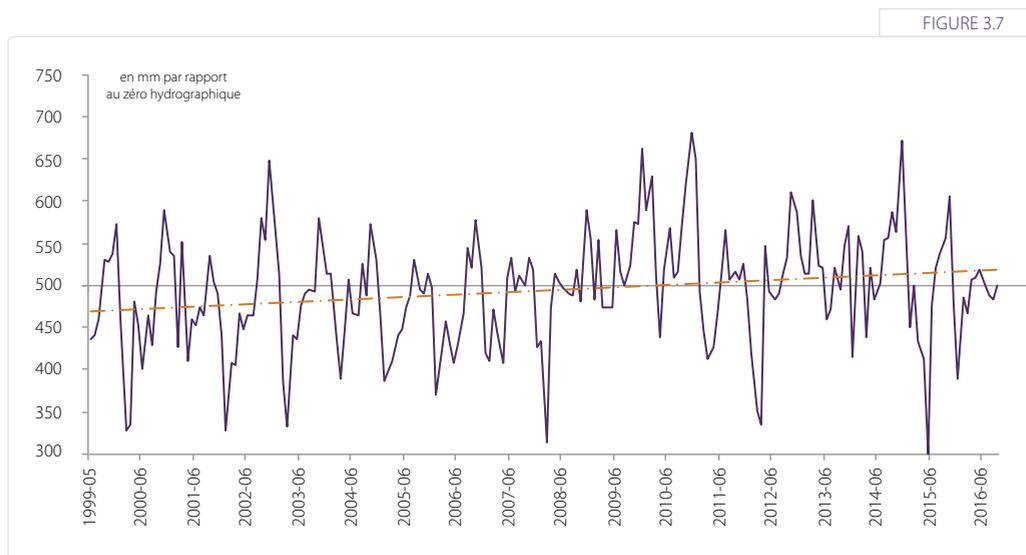


Evolution du bilan pluviométrique décennal sur la période 1971-2016

2.3 ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER : TENDANCE D'ÉVOLUTION DEPUIS 2000

Selon le rapport de la 12^{ème} session du groupe des experts du GIEC, l'élévation du niveau moyen de la mer, due au réchauffement climatique, est évaluée d'ici 2100 entre 26 et 98 cm selon les différents scénarii.

Sur la période 1999 et 2016, l'élévation moyenne du niveau de la mer enregistrée à Monaco est de 3,25 mm/an.



Variation du niveau journalier moyen de la mer Méditerranée relevé par le marégraphe de Monaco entre avril 1999 et décembre 2016

3. Paramètres météorologiques

3.1 TEMPERATURE

3.1.1 Moyennes annuelles des températures

Le tableau suivant représente l'évolution des moyennes des températures minimales (Tn) et maximales (Tx) ainsi que de la température moyenne ($T_m = (T_n + T_x) / 2$) pour la période 1990-2016. Le tableau reporte également les minima et maxima absolus enregistrés chaque année à la station du Jardin Exotique.

TABLEAU 3.4

Années	Moyenne annuelle des températures Tm (°C)	Moyenne des températures minimales Tn (°C)	Moyenne des températures maximales Tx (°C)	Température minimale absolue Tnn (°C)	Température maximale absolue Txx (°C)
1990	16,8 °C	13,8 °C	19,7 °C	5,0 °C	33,5 °C
1991	15,9 °C	13,0 °C	18,8 °C	-1,5 °C	30,8 °C
1992	16,5 °C	13,6 °C	19,4 °C	3,0 °C	33,7 °C
1993	16,1 °C	13,3 °C	18,9 °C	0,2 °C	31,1 °C
1994	16,9 °C	14,2 °C	19,6 °C	1,0 °C	32,1 °C
1995	16,4 °C	13,6 °C	19,2 °C	2,5 °C	32,0 °C
1996	16,1 °C	13,5 °C	18,8 °C	-1,0 °C	29,8 °C
1997	16,9 °C	13,9 °C	19,8 °C	3,8 °C	30,2 °C
1998	16,3 °C	13,2 °C	19,4 °C	0,4 °C	31,7 °C
1999	16,6 °C	13,4 °C	19,8 °C	-0,5 °C	31,5 °C
2000	16,6 °C	13,4 °C	19,8 °C	-0,2 °C	29,6 °C
2001	16,8 °C	13,8 °C	19,9 °C	0,1 °C	29,5 °C
2002	16,6 °C	13,8 °C	19,4 °C	1,0 °C	32,5 °C
2003	17,2 °C	14,4 °C	19,9 °C	0,8 °C	34,0 °C
2004	16,3 °C	13,4 °C	19,3 °C	2,9 °C	28,3 °C
2005	16,1 °C	13,0 °C	19,2 °C	-1,5 °C	31,0 °C
2006	17,4 °C	14,4 °C	20,4 °C	2,5 °C	32,8 °C
2007	17,3 °C	14,4 °C	20,2 °C	-0,5 °C	31,9 °C
2008	16,7 °C	14,2 °C	19,2 °C	3,7 °C	30,6 °C
2009	17,2 °C	14,6 °C	19,7 °C	0,5 °C	34,5 °C
2010	16,0 °C	13,6 °C	18,5 °C	-0,5 °C	31,8 °C
2011	17,3 °C	14,8 °C	19,8 °C	4,8 °C	34,2 °C
2012	17,1 °C	14,4 °C	19,7 °C	-0,1 °C	33,7 °C
2013	16,6 °C	14,1 °C	19,2 °C	1,8 °C	31,4 °C
2014	17,2 °C	14,6 °C	19,9 °C	4,7 °C	31,9 °C
2015	16,7 °C	14,0 °C	19,4 °C	5,0 °C	33,0 °C
2016	16,5 °C	14,0 °C	19,0 °C	4,8 °C	31,2 °C
Normale 1981 -2010	16,5 °C	13,6 °C	19,3 °C		

Températures annuelles 1990–2016

3.1.2 Occurrences des épisodes de froid et de chaud

Depuis 1990, les données minimales et maximales journalières de température ont été comparées à des seuils permettant d'identifier les occurrences annuelles de froid ou de chaud.

- Pour les épisodes de froid, il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été inférieures au seuil de 0°C et 5°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été inférieures à 10°C ;
- Pour les épisodes de chaud, il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été supérieures à 20°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été supérieures à 25°C et 30°C.

TABLEAU 3.5

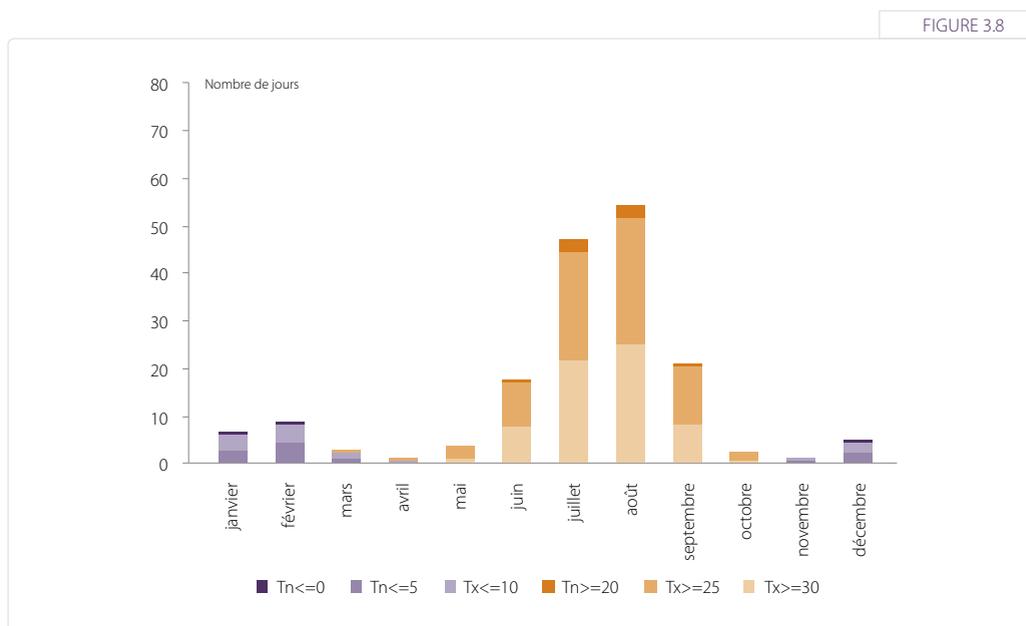
Années	Phénomènes de froid			Phénomènes de chaleur		
	Nombre de jours avec une température min < 0 °C	Nombre de jours avec une température min < 5 °C	Nombre de jours avec une température max < 10 °C	Nombre de jours avec une température min ≥ 20 °C	Nombre de jours avec une température max ≥ 25 °C	Nombre de jours avec une température max ≥ 30 °C
1990	0	1	3	64	78	4
1991	2	20	12	74	84	4
1992	0	5	1	58	72	7
1993	0	8	9	52	56	6
1994	0	6	6	80	90	16
1995	0	2	6	63	65	6
1996	1	15	8	49	69	0
1997	0	3	3	53	88	1
1998	0	10	2	48	78	8
1999	1	21	5	59	98	4
2000	2	9	2	25	87	0
2001	0	22	9	64	69	0
2002	0	5	3	56	39	6
2003	0	18	23	105	83	9
2004	0	14	27	58	43	0
2005	6	38	31	70	39	2
2006	0	11	6	69	85	20
2007	1	6	7	50	70	3
2008	0	4	7	73	73	3
2009	0	11	15	84	91	5
2010	1	25	37	62	75	7
2011	0	1	10	76	96	6
2012	1	16	21	78	96	6
2013	0	15	17	63	71	7
2014	2	5	7	60	87	3
2015	0	5	5	71	74	9
2016	0	3	6	72	68	2
Moyenne	1	11	11	64	75	5

Evolution annuelle des épisodes de froid et de chaud

Les températures négatives restent rares ainsi que le nombre de jours où les températures minimales sont inférieures à 5°C, en moyenne 12 jours par an. Sur la période 1990- 2016, l'année où les températures les plus froides ont été enregistrées est 2005 avec 6 jours de températures négatives et plus de 30 jours de températures inférieures à 5°C.

Les chaleurs extrêmes sont également peu fréquentes, en moyenne on observe environ 5 jours par an de températures supérieures à 30°C. Les années les plus chaudes sont 2003 et 2006. En 2006, 20 jours au-dessus de 30°C ont été observés. En revanche, pour l'année caniculaire de 2003, les températures minimales ne sont pas descendues en dessous de 20°C pendant plus de 3 mois.

Une période de canicule correspond, pour les Alpes-Maritimes à une période successive de 3 jours au minimum où les températures maximales diurnes sont supérieures à 31°C et les températures minimales nocturnes ne descendent pas en dessous de 24°C.



Répartition mensuelle moyenne des épisodes de chaud et de froid (1990-2016)

3.1.3 Degrés-jours

Les degrés-jours sont utilisés pour suivre les dépenses en énergie pour le chauffage ou la climatisation. En climatologie, les degrés-jours sont également représentatifs de la rigueur de l'hiver ou de la chaleur de l'été, car ils représentent un cumul thermique sur une période donnée par rapport à une température de référence.

Le degré-jour représente l'écart (en °C) entre la température moyenne (T_m) d'une journée donnée et une température de référence (ou seuil S) à partir de laquelle on estime que l'on utilise le chauffage ou la climatisation.

Les seuils choisis pour l'estimation des degrés-jours présentés sont de 18°C pour le chauffage et de 20°C pour la climatisation.

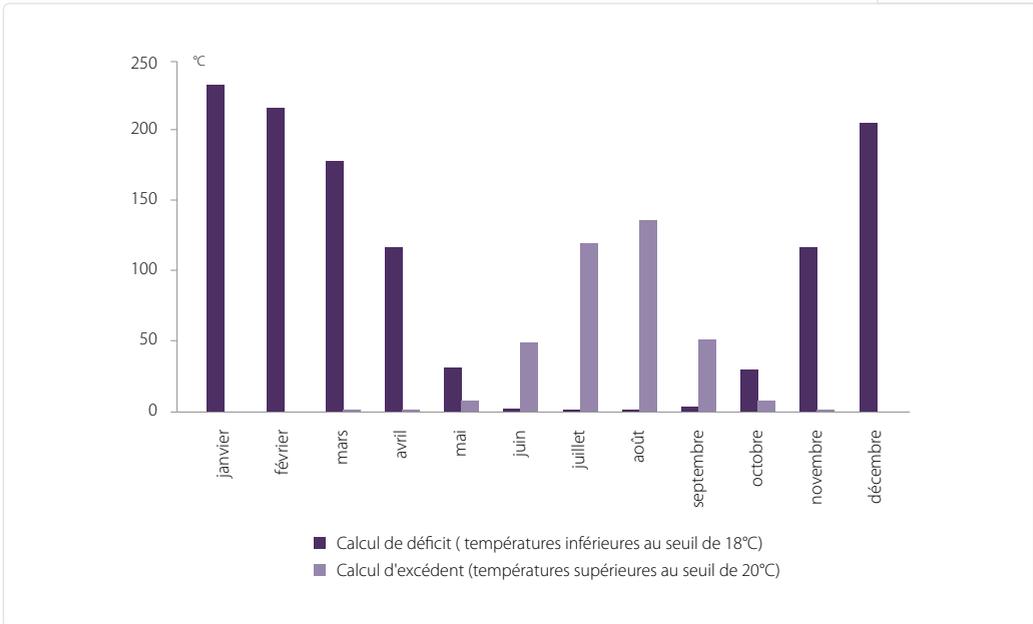
Les cumuls de degrés-jours s'obtiennent en additionnant les degrés-jours quotidiens, obtenus sur la période choisie : années ou mois.

TABLEAU 3.6

Années	Calcul de déficit (chauffage) (températures inférieures au seuil de 18°C)	Calcul d'excédent (climatisation) (températures supérieures au seuil de 20°C)
	Cumul des degrés jour annuel (°C)	Cumul des degrés jour annuel (°C)
1990	1 068	346
1991	1 343	377
1992	1 123	346
1993	1 236	318
1994	1 047	470
1995	1 050	354
1996	1 182	282
1997	1 023	363
1998	1 173	334
1999	1 202	384
2000	1 171	284
2001	1 059	336
2002	1 090	248
2003	1 346	554
2004	1 367	240
2005	1 418	251
2006	913	483
2007	874	341
2008	1 101	394
2009	1 073	501
2010	1 370	389
2011	974	430
2012	1 103	481
2013	1 149	423
2014	942	387
2015	1 132	428
2016	1 130	347
Moyenne	1 136	374

Évolution des degrés-jour annuelle

FIGURE 3.9



Déficit et excédent des degrés-jours mensuels moyens, sur la période 1990-2016

3.2 PRECIPITATIONS

Au cours d'une année, la pluviométrie dans notre région présente les caractères suivants :

- un cumul pluviométrique parmi les plus importants de France ;
- un nombre de jours de pluie inférieur de moitié, environ, par rapport aux autres régions.

Les précipitations rares, mais intenses, sont caractéristiques du climat méditerranéen où les hauteurs d'eau peuvent égaler en une seule journée celles habituellement tombées en un mois.

3.2.1 Pluviométrie annuelle 1990-2016

Mis à part pour les années 2000 et 2002, le début des années 2000 s'est avéré plus sec que la normale. A partir de 2008 le cumul pluviométrique relevé est supérieur, voire très supérieur, à la normale pour les années 2008, 2010, 2013, et 2014, celle-ci ayant été l'année où a été relevé le cumul pluviométrique le plus important depuis le début des mesures effectuées sur les stations du Musée Océanographique, soit depuis 1911.

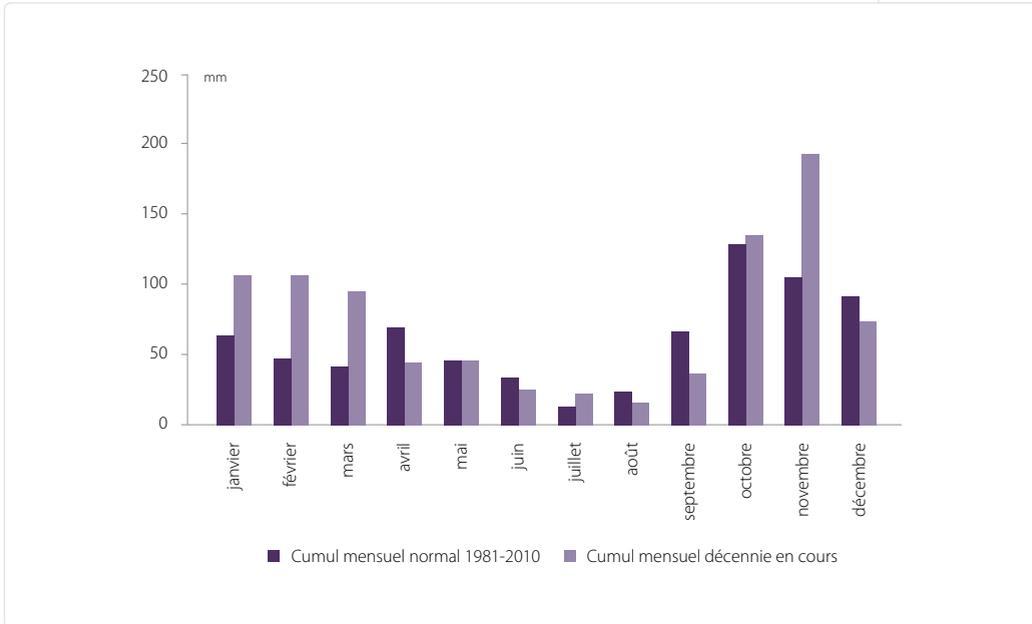
La pluviométrie des années 2010-2016 est, dans l'ensemble, supérieure à la normale avec notamment, des mois de janvier, février, mars et novembre très pluvieux alors que pour les mois d'avril, septembre et décembre, le cumul mensuel est inférieur à la normale.

TABLEAU 3.7

Années	Pluviométrie			Maximum sur 1 journée	
	Cumul annuel (mm)	Nombre jours de Pluie (>0mm)	Nombre jours de Pluie (>1mm)	Cumul journalier (mm)	Date
1990	552,9	70	54	57,0	09/12/1990
1991	813,3	83	71	76,2	29/09/1991
1992	881,3	87	67	79,5	10/10/1992
1993	837,5	88	72	60,4	13/09/1993
1994	790,4	91	68	45,6	11/01/1994
1995	802,6	87	61	50,8	08/09/1995
1996	864,1	121	86	47,0	08/10/1996
1997	662,3	77	45	88,4	20/12/1997
1998	542,2	71	46	90,0	01/10/1998
1999	741,7	92	60	115,2	25/10/1999
2000	1115,8	88	59	74,4	14/11/2000
2001	355,6	89	58	22,7	17/03/2001
2002	840,8	97	73	51,5	24/01/2002
2003	502,2	72	46	65,5	29/12/2003
2004	551,4	96	67	53,5	30/04/2004
2005	668,9	90	60	78,2	09/09/2005
2006	597,3	82	46	70,2	03/12/2006
2007	336,6	74	40	49,0	23/11/2007
2008	1134,0	109	85	110,0	05/11/2008
2009	877,9	87	62	85,0	30/11/2009
2010	1086,3	123	88	107,5	01/11/2010
2011	704,9	69	57	62,0	06/11/2011
2012	876,8	94	52	85,2	11/11/2012
2013	1073,9	104	81	99,0	20/12/2013
2014	1485,1	117	86	113,5	05/11/2014
2015	711,6	76	51	148,4	05/10/2015
2016	575,9	85	63	55,6	25/11/2016
normale 1981-2010	735,4	85	63	148,4	05/10/2015

Tableau des précipitations annuelles enregistrées au Jardin Exotique depuis 1990

FIGURE 3.10



Comparaison des cumuls mensuels pour la décennie en cours et la normale pluviométrique

3.2.2 Analyse des cumuls pluviométriques journaliers supérieurs à 1-5 et 10 mm et pluies maximales journalières

On compte en moyenne à Monaco 63 jours de pluie par an. Les jours de pluie sont peu fréquents, mais présentent des intensités importantes caractéristiques du milieu méditerranéen où les hauteurs d'eau peuvent égaler en une seule journée les quantités tombées en un mois.

Aussi, 40% des jours de pluie relevés à Monaco présentent un cumul supérieur à 10 mm.

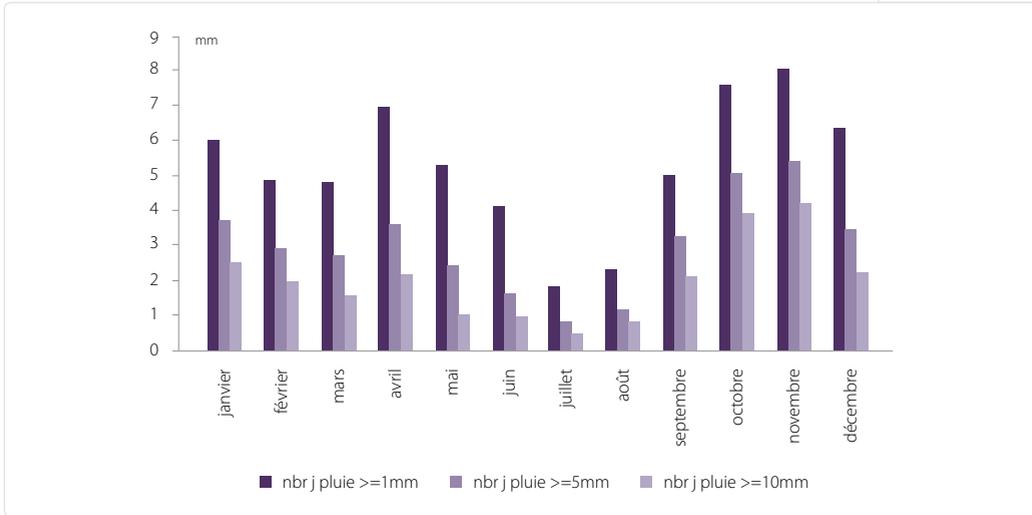
C'est en automne que l'on observe à la fois le nombre de jours de pluie et les volumes journaliers les plus importants. Au cours des mois d'octobre et de novembre, plus de la moitié des jours de pluie présentent un cumul journalier supérieur à 10 mm.

TABLEAU 3.8

Années	Nombre jours de pluie >=1mm	Nombre jours de pluie >=5mm	Nombre jours de pluie >=10mm	Maximum sur 1 journée	
1990	54	31	18	57,0	09/12/1990
1991	71	42	26	76,2	29/09/1991
1992	67	38	26	79,5	10/10/1992
1993	72	38	24	60,4	13/09/1993
1994	68	44	28	45,6	11/01/1994
1995	61	40	28	50,8	08/09/1995
1996	86	46	34	47,0	08/10/1996
1997	45	27	20	88,4	20/12/1997
1998	46	26	15	90,0	01/10/1998
1999	60	30	19	115,2	25/10/1999
2000	59	41	27	74,4	14/11/2000
2001	58	24	11	22,7	17/03/2001
2002	73	44	30	51,5	24/01/2002
2003	46	26	17	65,5	29/12/2003
2004	67	37	25	53,5	30/04/2004
2005	60	26	15	78,2	09/09/2005
2006	46	25	17	70,2	03/12/2006
2007	40	19	13	49,0	23/11/2007
2008	86	52	37	110,0	05/11/2008
2009	62	38	29	85,0	30/11/2009
2010	88	55	34	107,5	01/11/2010
2011	57	30	23	62,0	06/11/2011
2012	53	36	28	85,2	11/11/2012
2013	81	53	34	99,0	20/12/2013
2014	86	50	39	113,5	05/11/2014
2015	51	29	17	148,4	05/10/2015
2016	63	33	17	55,6	25/11/2016
Moyenne/an	63	36	24	148,4	Max/1journée

Nombre et caractéristiques des cumuls pluviométriques journaliers, sur la période 1990-2016

FIGURE 3.11



Répartition mensuelle du nombre et des caractéristiques des cumuls pluviométriques journaliers, sur la période 1990-2016

3.3 VENTS

On retrouve à Monaco les principaux vents caractéristiques du bassin méditerranéen :

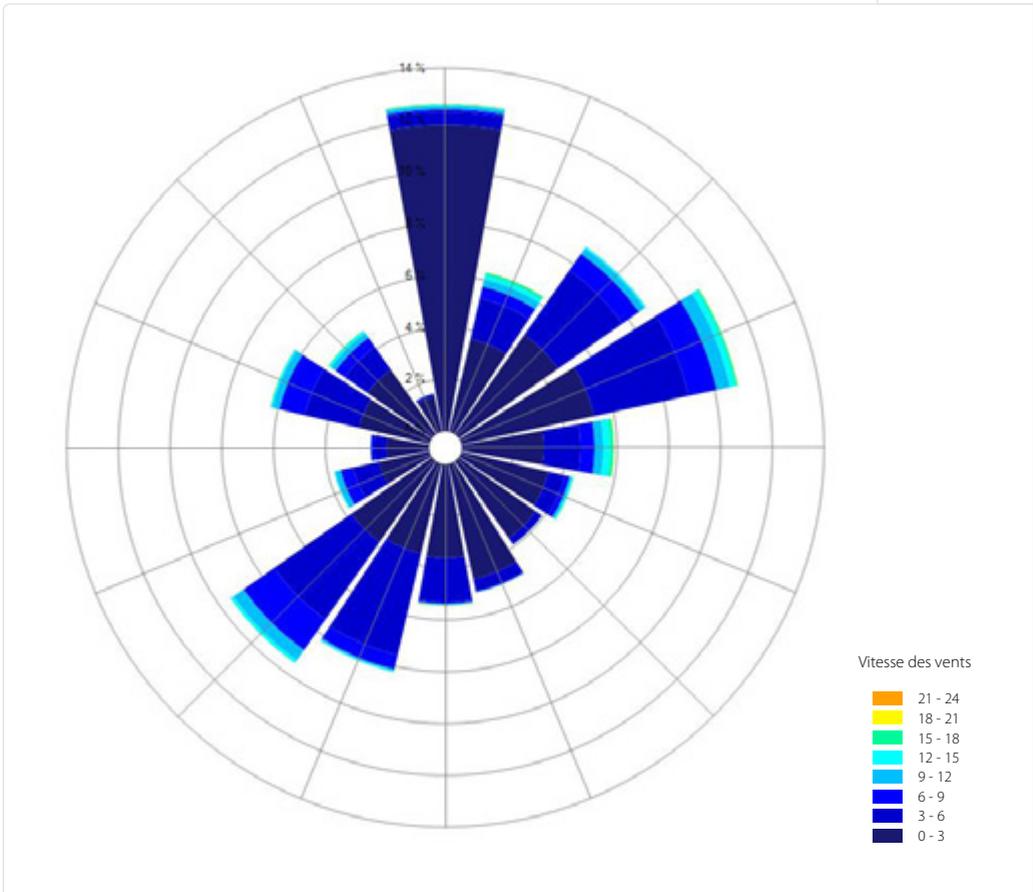
- le Mistral, ou « Mistràu » en monégasque, est une composante Sud-Ouest du Mistral soufflant en Provence. Du fait de son orographie, notre région est particulièrement abritée des vents forts et froids, soufflant plus à l'Ouest du bassin méditerranéen ;
- le vent d'Est ou « Levante » est le vent le plus fréquent. Il souffle presque aussi souvent que tous les autres vents réunis. Il est souvent à l'origine de pluies ;
- le vent de Sud-Ouest ou « Lebeciü » est un vent violent qui soulève une mer très forte et peut provoquer des dégâts sur la côte ;
- le Sirocco ou « Scirocu » est un vent chaud et humide peu fréquent qui amène des pluies de sable.

Ces vents et leurs directions sont représentés sur la rose des vents de Méditerranée :



La rose des vents permet de représenter de façon simple les fréquences des directions d'où vient le vent pendant une période donnée d'observation, par exemple une saison ou une année. Pour chaque direction, on cumule le nombre d'observations ce qui permet de déterminer les directions dominantes des vents sur un secteur donné. A cette information on peut également ajouter une information de vitesse en catégorisant ces informations, par exemple, au moyen de couleurs.

FIGURE 3.12



Rose des vents moyens observés à Monaco, sur la période 2011-2016

3.3.1 Vitesse des vents

En météorologie, le vent moyen est calculé sur une période de dix minutes. Le vent instantané, ou « rafale », est lui mesuré sur une période de l'ordre de la seconde (variable selon les instruments de mesure).

Pour la période 2000 à 2016, la moyenne annuelle de la vitesse des vents moyens, relevée en Principauté, est de 3,20 m/s (11,52 km/h). Cette moyenne annuelle peut varier de 2,7 à 3,5 m/s (9,7 à 12,6 km/h).

Pour les vents moyens, les valeurs maximales observées se situent, suivant les années, entre 18 et 24 m/s (respectivement 65 et 86 km/h).

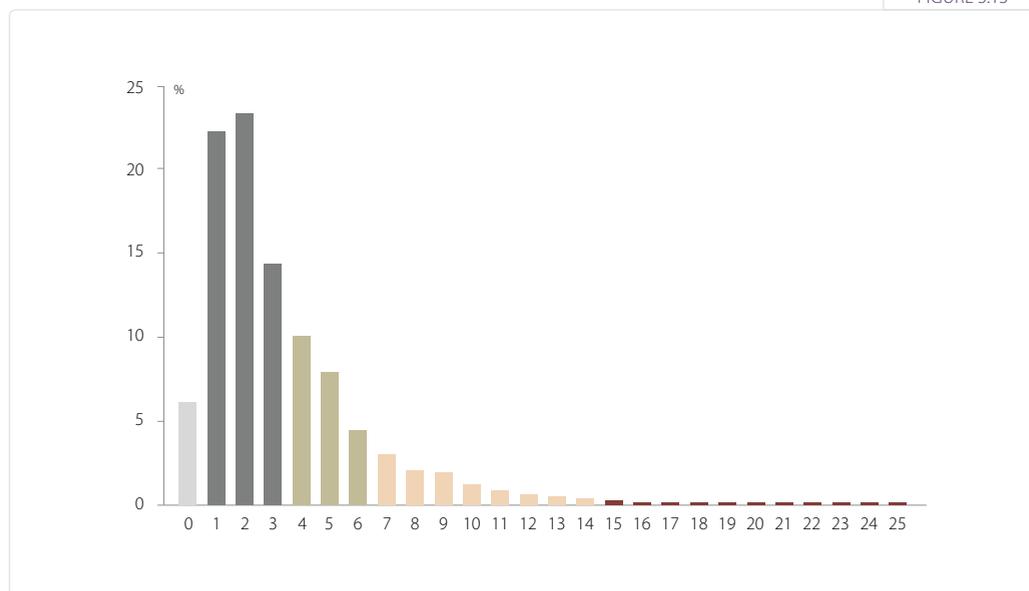
Les rafales maximales observées annuellement peuvent atteindre 28 à 39 m/s (soit de 100 à 140 km/h).

3.3.1.A Vitesse des vents moyens annuels

Les vitesses des vents moyens varient assez peu d'année en année et se répartissent de la manière suivante :

- les vents nuls représentent 6,2 % des observations, soit 22,5 jours par an ;
- les vents faibles, vitesses inférieures ou égales à 3 m/s (11 km/h), représentent 60 % des occurrences, soit 219 jours par an ;
- les vents entre 3 et 6 m/s (compris entre 11 et 22 km/h), représentent 22,5 % des observations, soit environ 82 jours par an ;
- les vents de vitesses plus élevées, entre 6 et 15 m/s (compris entre 22 et 54 km/h), représentent 10,6 % des observations, soit 39 jours par an ;
- les vents forts, vitesses supérieures ou égales à 15 m/s (54 km/h), sont observés plus rarement (0,7 % du temps), soit 2,5 jours par an.

FIGURE 3.13



Distribution des vents moyens selon leurs vitesses et occurrences

3.3.1.B Vitesse des vents instantanés maximum (rafales)

Le tableau suivant présente les vitesses annuelles maximales enregistrées pour les vents instantanés ainsi que le nombre de jours où ont été atteints des niveaux de seuils de vigilance correspondant à des niveaux de vents instantanés dépassant respectivement 16 m/s (seuil de vigilance) et 28 m/s (vents violents).

TABLEAU 3.9

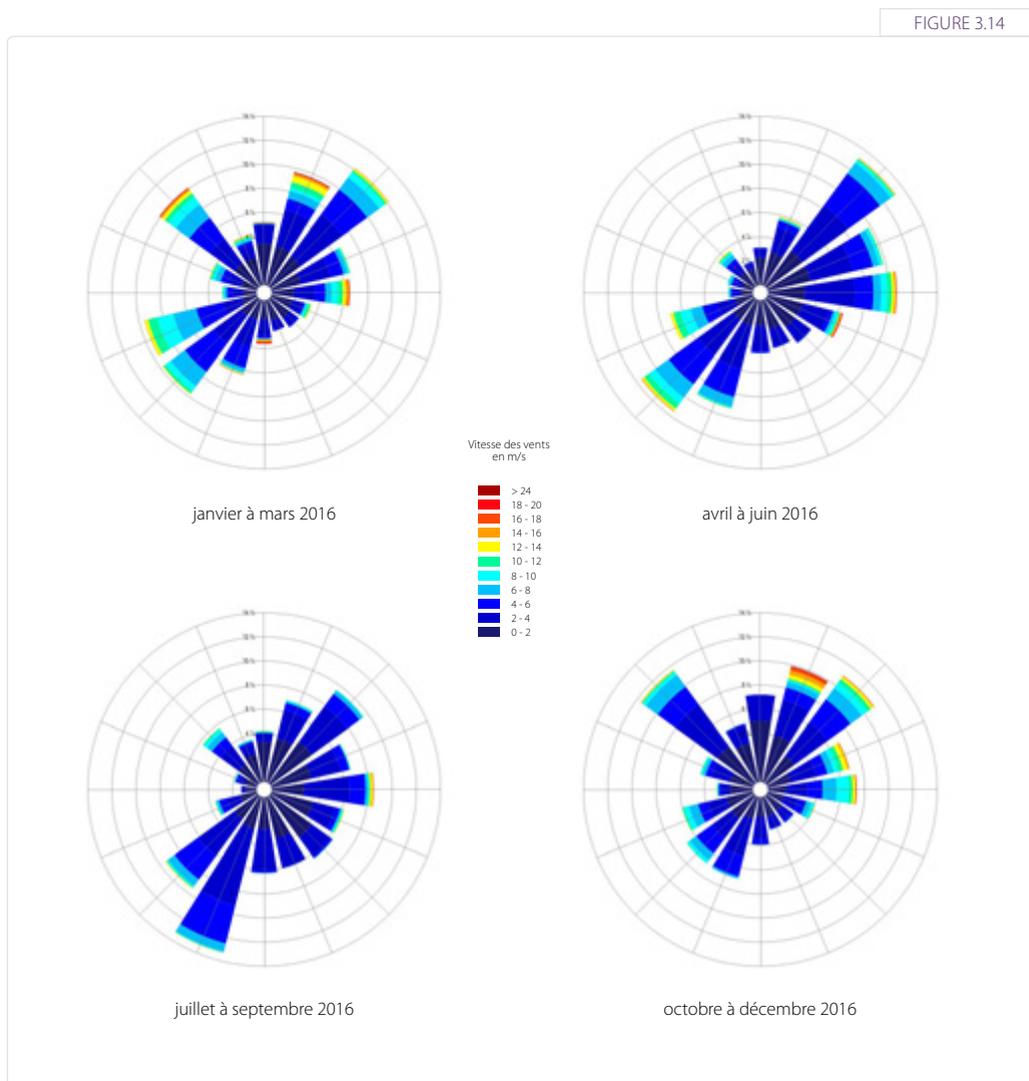
Année	Nombre de jours où les vents maximum ont dépassé 16 m/s (57,4 km/h)	Nombre de jours où les vents maximum ont dépassé 28 m/s (100,8 km/h)	Vitesse maximale des vents maximum (rafales) en m/s
2000	57	2	32
2001	58	3	39
2002	52	2	33
2003	77	5	34
2004	63	4	33
2005*	29	2	36
2006	64	0	28
2007	70	4	32
2008	66	4	32
2009	61	2	29
2010	58	2	29
2011	51	2	32
2012	62	5	38
2013	72	6	34
2014	42	2	32
2015*	45	5	30
2016	56	2	31,6
Moyenne	61	3	33
Maximum	77	6	39

* données incomplètes (remplacement des stations en cours d'année)

Vents instantanés forts à violents et vitesses maximales des rafales

3.3.2 Saisonnalité et direction des vents

Les figures suivantes montrent pour chaque saison de l'année 2016 (sur une base saisonnière) les roses des vents établies pour les vents moyens.



Roses des vents saisonniers de l'année 2016 pour les vents moyens

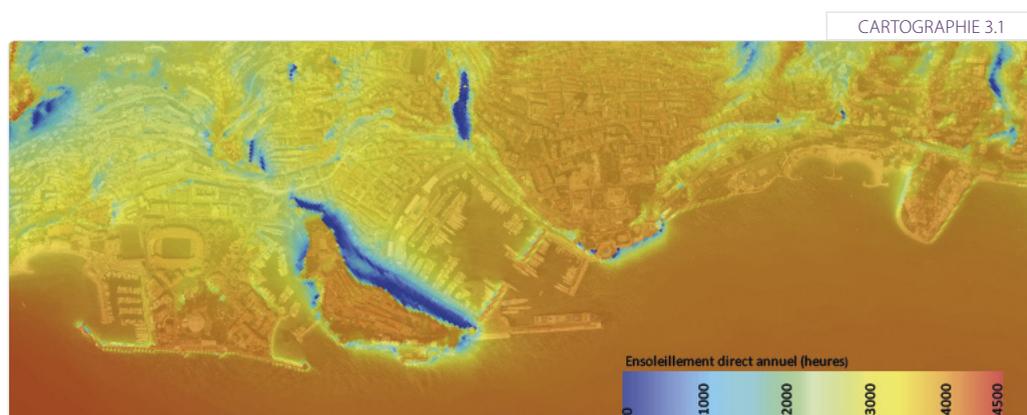
4. Rayonnement solaire

4.1 ENSOLEILLEMENT ET IRRADIATION

La Côte d'Azur compte parmi les régions les plus ensoleillées de France. La Principauté se situe au sein d'un bassin versant orienté vers le Sud-Est. La configuration topographique en cirque lui permet de bénéficier d'un potentiel d'ensoleillement important sur la quasi-totalité du territoire.

Seuls les reliefs orientés au Nord (glacis du Rocher - quelques falaises du Jardin Exotique) ou les vallons encaissés (Sainte Dévote - La Rousse) sont moins exposés.

La cartographie, ci-après, présente cet important potentiel d'ensoleillement horaire annuel sur la majorité du territoire de la Principauté. On peut noter, notamment, que les quartiers du Rocher, de Monte-Carlo, du Larvotto et de Fontvieille sont particulièrement bien exposés.



Roses des vents saisonniers de l'année 2016 pour les vents moyens

Le rayonnement solaire se traduit également en terme d'irradiation qui correspond à l'énergie reçue par unité de surface pendant une période donnée. Cette énergie reçue contribue à la douceur des hivers de la Côte d'Azur et de Monaco.

Le tableau ci-dessous présente les durées d'ensoleillement réel¹ ainsi que l'irradiation solaire globale exprimée en unité énergétique (Watt) par unité de surface (m²) mesurée au niveau du toit du Musée Océanographique de Monaco.

¹ La donnée mensuelle pour le nombre d'heures d'ensoleillement au niveau de la station du Musée Océanographique de Monaco sera disponible fin 2017. Pour cette édition, elle a donc été remplacée par une donnée moyenne au niveau du littoral azuréen.

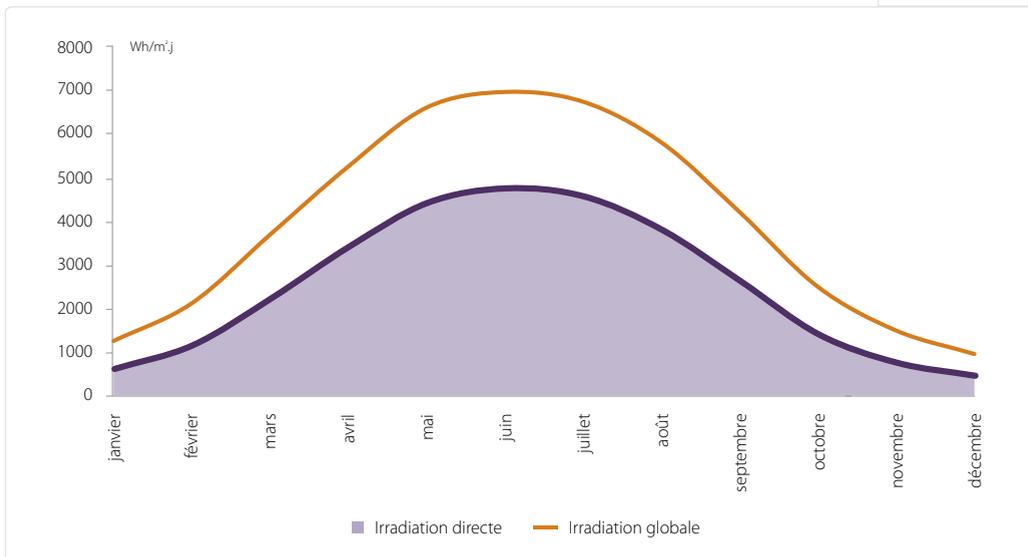
TABLEAU 3.10

Mois	Irradiation solaire globale (Wh/m ² .j)	Ensoleillement moyen mensuel (heures)	Ensoleillement moyen journalier (h/j.mois)
janvier	1492	150	5
février	2275	160	6
mars	3612	215	7
avril	4886	240	8
mai	6017	295	10
juin	6748	310	10
juillet	7019	350	11
août	6042	340	11
septembre	4572	270	9
octobre	3242	200	6
novembre	1960	165	6
décembre	1266	170	5
Bilan annuel	1 498 kWh/m².an	2 865 h/an	8 h/j.an

Irradiation solaire globale et ensoleillement horaire moyen

Pour une surface horizontale, l'irradiation globale reçue est composée de la somme de l'irradiation diffuse et de l'irradiation directe. Au niveau du toit du Musée Océanographique, où sont réalisées les mesures d'irradiation, les données cartographiques nous donnent une proportion annuelle de 64 % pour l'irradiation directe, et de 36 % pour l'irradiation diffuse.

FIGURE 3.15



Energie moyenne journalière reçue au niveau du Musée Océanographique - part du rayonnement direct

Les cartes, ci-après, présentent également un bilan annuel pour les irradiations annuelles directes et diffuses. On retrouve au niveau de la toiture du Musée Océanographique un niveau comparable à ce qui est mesuré par les capteurs installés (rayonnement annuel direct égal à 928,5 kWh/m².an et rayonnement annuel diffus de 526 kWh/m².an, soit un rayonnement global de 1 454.5 kWh/m².an).

CARTOGRAPHIE 3.2



Irradiation annuelle directe sur le territoire de la Principauté

CARTOGRAPHIE 3.3



Irradiation annuelle diffuse sur le territoire de la Principauté

4.2 POTENTIEL DE PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE SOLAIRE

La comptabilisation de cette énergie permet également de déterminer le potentiel de production d'énergies renouvelables solaires (photovoltaïques et thermiques).

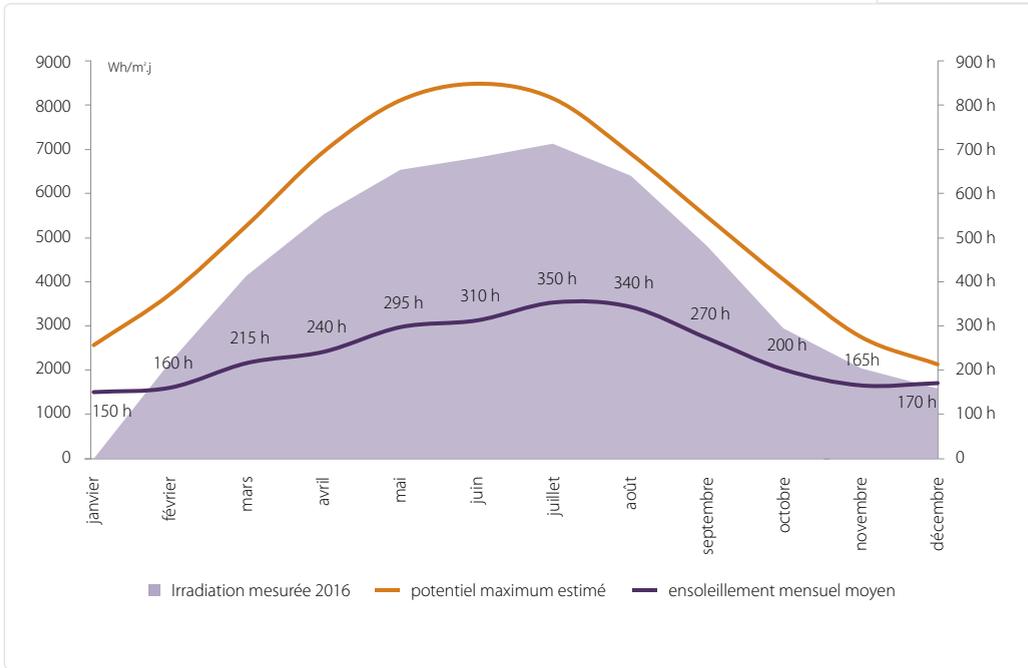
Dans la perspective du développement des énergies renouvelables à Monaco, de nouveaux capteurs permettant de mesurer l'irradiation solaire sur le plan horizontal et sur un plan incliné à 35° ont été mis en place en 2016, sur la station du Musée Océanographique (une orientation au Sud avec une inclinaison moyenne de 35° correspond aux conditions optimales pour la production d'énergie solaire en Principauté).

TABLEAU 3.11

Mois	Rayonnement solaire horizontal		Rayonnement solaire incliné	
	Mesure 2016 (Wh/m ² .j)	Potentiel maximum estimé (Wh/m ² .j)	Mesure 2016 (Wh/m ² .j)	Potentiel maximum estimé (Wh/m ² .j)
janvier	1 543	2 532	2 887	5 686
février	2 156	3 693	3 412	6 613
mars	4 099	5 250	5 498	7 445
avril	5 504	6 917	6 155	8 058
mai	6 505	8 078	6 444	8 281
juin	6 781	8 452	6 386	8 237
juillet	7 123	8 107	6 930	8 089
août	6 395	6 869	6 968	7 705
septembre	4 777	5 429	6 045	7 217
octobre	2 951	4 005	4 476	6 649
novembre	2 009	2 719	3 781	5 889
décembre	1 593	2 096	3 455	5 215
Bilan annuel	1 569 kWh/m²	1 956 kWh/m²	1 904 Wh/m²	2 595 kWh/m²

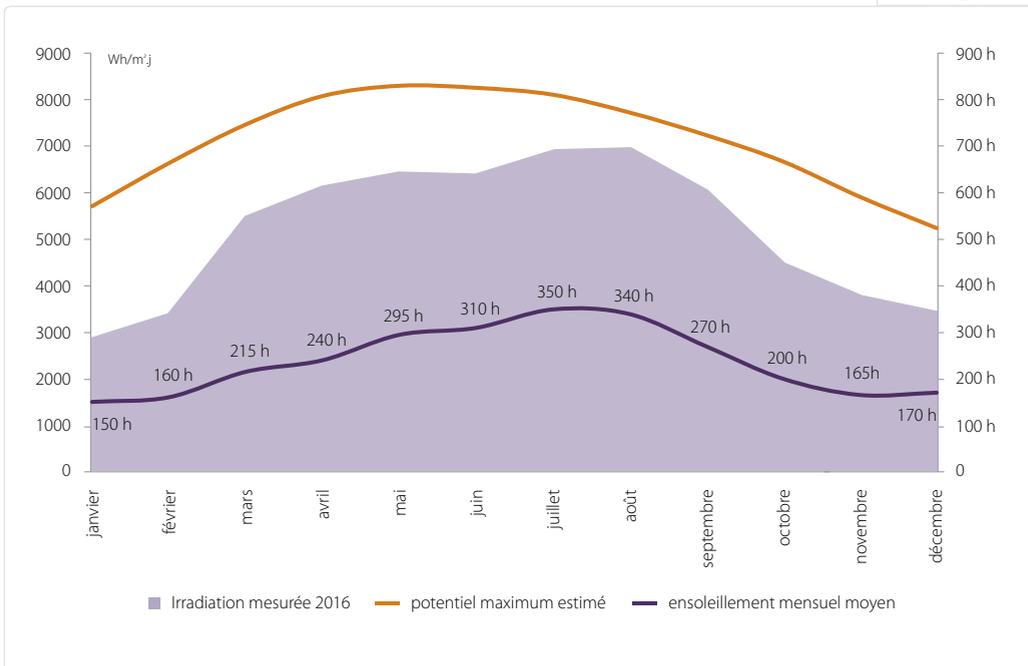
Bilan moyen journalier en Wh/m² pour l'année 2016 et estimation du potentiel théorique maximum

FIGURE 3.16



Rayonnement solaire horizontal

FIGURE 3.17



Rayonnement solaire incliné

5. Hygrométrie

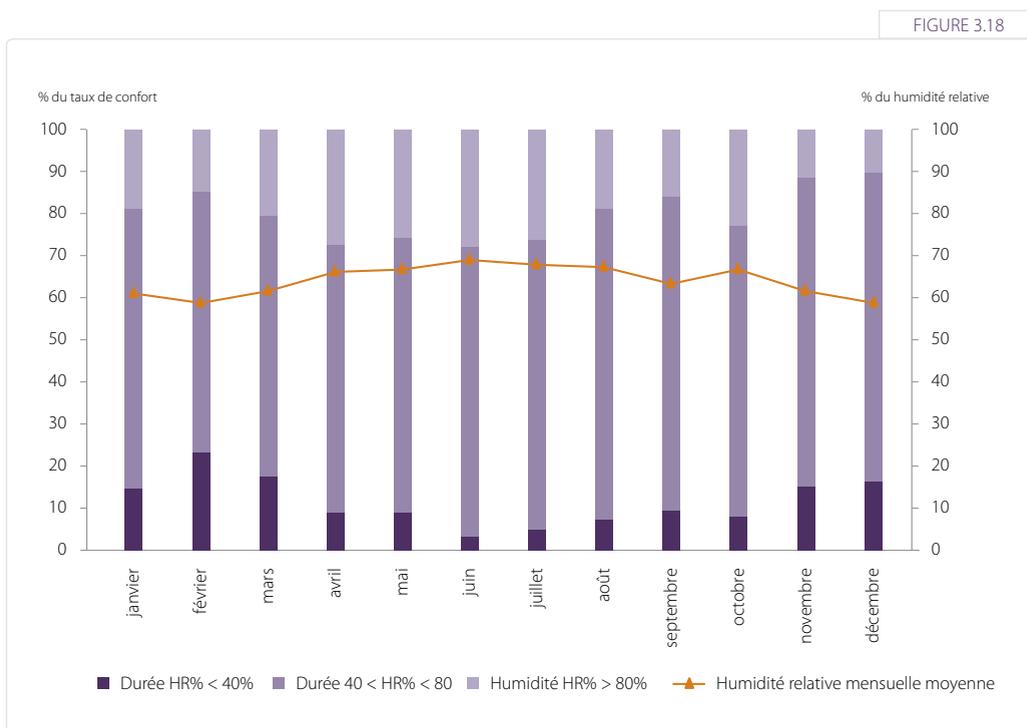
Contrairement à d'autres régions, l'humidité estivale est en moyenne supérieure à l'humidité hivernale.

Cette observation peut s'expliquer par la topographie en cirque du bassin versant de Monaco (hauts reliefs de la Tête de Chien et du Mont Agel), où l'air chaud chargé d'humidité (provenant de l'évaporation de l'eau de mer) est maintenu sur la Principauté. Le faible vent estival ne suffit pas à chasser cet air humide qui peut induire des brouillards en matinée et en soirée. A contrario, les vents plus soutenus en hiver favorisent le renouvellement des masses d'air.

Les données suivantes présentent les données d'hygrométrie relevées en Principauté, les valeurs de points de rosée ainsi que la répartition annuelle des périodes où l'on retrouve une humidité relative inférieure à 40 % (air sec) ou supérieure à 80% (air humide) correspondant à des valeurs d'hygrométrie moins confortables.

La moyenne annuelle d'humidité relative (HR) en Principauté est relativement constante et très légèrement supérieure à 60%. On observe un air sec (HR<40%) entre 10 et 15% de l'année, soit environ 40 jours par an. L'air humide (HR>80%) est plus fréquent, de l'ordre de 20% du temps, soit environ 75 jours par an. Ainsi, on retrouve une zone de confort hygrométrique pendant 250 jours par an.

Le point de rosée correspond à la température à laquelle l'humidité contenue dans l'air se condense pour former des gouttelettes d'eau. Plus l'humidité de l'air est importante, plus le point de rosée est élevé (en degrés Celsius).



Répartition en % des périodes de confort, d'air sec et d'air humide et humidité relative mensuelle moyenne, sur la période 2000-2016

TABLEAU 3.12

Mois	Humidité (HR%)			Durée en jour			Point de rosée (°C)		
	Moyennes mensuelles	Minimales des moyennes mensuelles	Maximales des moyennes mensuelles	HR% < 40%	40% < HR% < 80%	HR% > 80%	Moyennes mensuelles	Minimales des moyennes mensuelles	Maximales des moyennes mensuelles
janvier	60,9	51,3	73,1	4,6	20,5	5,9	3,6	2,4	6,3
février	58,9	41,2	74,8	6,6	17,7	4,2	1,4	-2,8	5,0
mars	61,7	53,2	78,2	5,5	19,1	6,4	4,8	3,7	5,4
avril	66,3	59,3	73,6	2,8	18,9	8,3	8,7	7,5	9,9
mai	66,9	60,3	78,6	2,9	20,2	7,9	11,0	9,9	12,8
juin	68,9	62,9	73,6	1,0	20,5	8,5	15,6	14,8	16,8
juillet	67,5	59,1	77,2	1,6	21,3	8,1	18,1	16,5	20,8
août	67,2	59,1	77,1	2,3	22,9	5,8	18,1	17,2	19,3
septembre	63,1	56,4	70,0	3,1	21,9	5,0	15,2	13,9	15,9
octobre	66,4	55,4	82,8	2,5	21,5	7,0	12,0	9,6	13,6
novembre	61,5	50,7	69,5	4,7	21,7	3,6	6,7	3,5	10,1
décembre	58,6	47,7	69,9	5,1	22,6	3,3	4,5	1,4	8,0
Moyenne	64,0	54,7	74,9	-	-	-	10,0	8,1	12,0
Somme	-	-	-	42,7	248,8	74,0	-	-	-

Variation mensuelle de l'humidité relative (HR%), de la zone de confort hygrométrique et du point de rosée (°C), sur la période 2000-2016

4

QUALITÉ DE L'AIR

La pollution atmosphérique revêt différents aspects à différentes échelles : de la pollution intérieure au changement climatique, des effets toxiques aux modifications globales de l'atmosphère.

La qualité de l'air fait partie des préoccupations majeures en matière d'environnement et de santé, notamment parce qu'elle est issue d'une perception objective que l'on peut avoir de la pollution urbaine, en particulier par la circulation de véhicules automobiles : bruits, odeurs, échappements, etc.

L'impact des activités humaines sur la qualité de l'air n'est pas un phénomène nouveau. Aujourd'hui, les préoccupations en matière de qualité de l'air ont considérablement pris de l'importance en raison des impacts, attestés par de nombreuses études scientifiques, sur la santé, le climat et l'environnement dans son ensemble.

La lutte contre la pollution de l'air, si elle mise en œuvre au travers de mesures réglementaires et d'investissements financiers dans le domaine des nouvelles technologies, doit également être le fait d'efforts collectifs et individuels en matière d'économie d'énergie, d'organisation urbaine et de transport, de mode de vie et de comportement. Au delà de cet aspect local, cette lutte doit s'envisager aussi au niveau international.

La Principauté de Monaco est engagée par la signature d'Accords internationaux :

- le Protocole de Kyoto (cf. Chapitre 1-Energie) sur les émissions de gaz à effet de serre ;
- la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LRTAP) ;
- la Convention sur les substances appauvrissant la couche d'ozone.

En parallèle, la surveillance des concentrations en polluants permet, d'une part, de distinguer les effets des mesures adoptées et, d'autre part, d'alerter en cas de dépassement du seuil de concentration qui pourrait avoir un impact sur la santé. Cette surveillance est entreprise en Principauté de Monaco par :

- un réseau de mesure des principaux polluants de la qualité de l'air ;
- le suivi particulier qui est accordé aux retombées de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI).

Enfin, pour lutter contre la pollution atmosphérique, en particulier celle issue de la circulation automobile, Monaco favorise les modes de transport en commun, la circulation piétonnière, l'achat de véhicules électriques et met en œuvre des solutions adaptées pour la distribution de marchandises.

LES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION À MONACO

• Les transports et l'automobile

La pollution imputable aux transports a longtemps été considérée comme un problème de proximité, essentiellement perçue dans les villes en raison de la densité du trafic. Aujourd'hui, les transports sont une source significative de pollution globale de l'air.

• La production d'énergie thermique

Que ce soit au niveau individuel, par les activités tertiaires (chauffage des logements et des bureaux) comme au niveau industriel (production de vapeur ou d'électricité), l'utilisation de combustibles (charbon, fioul lourd, etc.) produit d'importantes émissions polluantes.

• L'industrie

L'industrie est à l'origine d'émissions spécifiques causées par les processus de traitement ou de fabrication employés. En quantités variables, selon les secteurs, l'industrie est principalement émettrice de monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, de poussières, de Composés Organiques Volatils (COV), de métaux lourds, etc.

• La valorisation énergétique des déchets

La valorisation énergétique des déchets est à l'origine de plusieurs types de polluants, parmi lesquels, les métaux lourds, les dioxines et les furanes. Ces polluants sont générés par l'incinération d'ordures ménagères et notamment des plastiques.

LES PRINCIPAUX POLLUANTS

• L'ozone (O₃)

De par ses propriétés oxydantes, l'ozone porte atteinte aux voies respiratoires et au système cardio-vasculaire. Les effets, variables selon les personnes, sont accentués par l'exercice physique. Cette pollution provoque aussi à forte concentration des nécroses sur les végétaux.

L'ozone (troposphérique) se forme par réaction photochimique à partir des oxydes d'azote et des Composés Organiques Volatils, appelés aussi précurseurs. Les concentrations maximales sont observées en période estivale et éloignées des sources de pollution (périphérie des villes, campagne, montagne, etc.).

• Les oxydes d'azote (NOX)

Les principaux représentants sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le monoxyde d'azote est un gaz incolore, inodore et insipide, alors qu'à haute concentration le dioxyde d'azote se présente sous forme d'un gaz rougeâtre, d'odeur forte et piquante.

Le dioxyde d'azote provient principalement du trafic routier et des installations de combustion. Les oxydes d'azote (monoxyde d'azote et dioxyde d'azote), associés aux Composés Organiques Volatils, interviennent en tant que précurseurs dans la formation de l'ozone.

• Les particules en suspension (PM)

Il s'agit de la partie la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). En ville, les particules ont pour origine les différentes combustions et le trafic routier. Certaines de ces particules contiennent des métaux lourds et des hydrocarbures.

• Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore et irritant, d'odeur piquante. Le dioxyde de soufre en concentration excessive touche principalement les voies respiratoires. Le dioxyde de soufre (avec le dioxyde d'azote) est considéré comme le premier responsable des pluies acides.

Son origine est essentiellement due à l'utilisation de combustibles fossiles (fuel, charbon) contenant du soufre. Depuis 20 ans, dans toute l'Europe occidentale, sa teneur dans l'atmosphère a fortement diminué grâce à l'abandon du chauffage au charbon et à l'utilisation systématique de combustibles à faible teneur en soufre.

• Le monoxyde de carbone (CO)

A haute concentration, ce gaz inodore et incolore est fortement toxique.

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète, à haute température, des carburants et des combustibles (gaz naturel, charbon, bois, etc.). On le rencontre principalement à proximité des sources d'émissions et il participe avec les oxydes d'azote à la formation de l'ozone.

• Le Plomb (Pb)

Le plomb a été utilisé dans les essences pour ses propriétés antidétonantes jusqu'en l'an 2000. Depuis cette date, les concentrations dans l'atmosphère ont fortement diminué.

1. Inventaire des émissions

• La Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance

La Convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (LRTAP), signée en 1979, a été la première entente internationale à reconnaître à la fois les effets environnementaux et sanitaires des polluants atmosphériques ainsi que la nécessité d'une mise en œuvre de solutions à l'échelle internationale.

La Principauté de Monaco l'a ratifiée le 27 août 1999 (Ordonnance Souveraine n° 14.377 du 16 mars 2000) ainsi que par la suite les différents protocoles répondant à des problématiques particulières :

- Protocole relatif au financement à long terme du programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP). Cet instrument et la Convention sont entrés en vigueur pour Monaco le 25 novembre 1999 (Ordonnance Souveraine n° 14.377 du 16 mars 2000) ;
- Protocole relatif à la lutte contre les émissions de Composés Organiques Volatils entré en vigueur pour Monaco le 24 octobre 2001 (Ordonnance Souveraine n° 15.037 du 26 septembre 2001) ;
- Protocole relatif à une nouvelle réduction des émissions de soufre entré en vigueur le 8 juillet 2002 pour la Principauté (Ordonnance Souveraine n° 15.388 du 17 juin 2002) ;
- Protocole relatif aux métaux lourds entré en vigueur pour Monaco le 11 février 2004 (Ordonnance Souveraine n° 16.177 du 10 février 2004).

En application de ses engagements, la Principauté réalise un inventaire de ses émissions basé sur les données d'activités suivantes :

- les données relatives à la valorisation énergétique des déchets solides urbains (ordures ménagères et déchets industriels banals) et les données relatives aux boues résultant du traitement des eaux résiduaires urbaines ;
- les données relatives à l'utilisation du gaz naturel à Monaco ;
- les données relatives à la vente de carburants (essence, gazole, kérosène et diester) et de fioul domestique à Monaco ;
- les données relatives à l'utilisation d'engrais dans le cadre de l'entretien des jardins ;
- les données relatives aux activités commerciales et industrielles liées aux secteurs de l'imprimerie, des entreprises de peinture, du nettoyage à sec, du traitement de bois et des opérations de rénovation des chaussées à l'aide d'enrobés bitumeux.

• La Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone

La Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et le Protocole de Montréal ont pour objectif de réduire, et à terme d'éliminer complètement, les substances qui réduisent la couche d'ozone.

Ce Protocole impose la suppression de l'utilisation des gaz contenant des CFC (ChloroFluoroCarbures), du halon, du bromure de méthyle et d'autres substances appauvrissant la couche d'ozone (HydroChloroFluoroCarbures ou HCFC, tétrachlorométhane, bromochlorométhane, hydrobromofluorocarbure, méthylchloroforme, etc.).

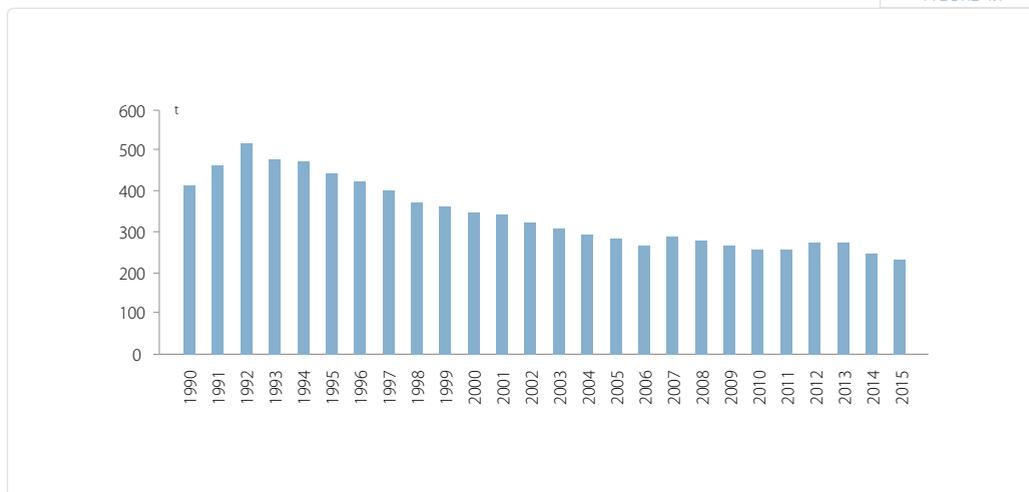
Monaco a adhéré à la Convention de Vienne et au protocole de Montréal le 12 mars 1993.

En 2009, les CFC ont été définitivement supprimés, à l'exception de quantités minimales et indispensables (utilisation en médecine).

Les graphiques, ci-après, représentent l'évolution des émissions des polluants majeurs ainsi que les répartitions de ces émissions par secteurs d'activités pour la Convention LRTAP et pour les substances appauvrissant la couche d'ozone.

1.1 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – OXYDES D'AZOTE (NO_x)

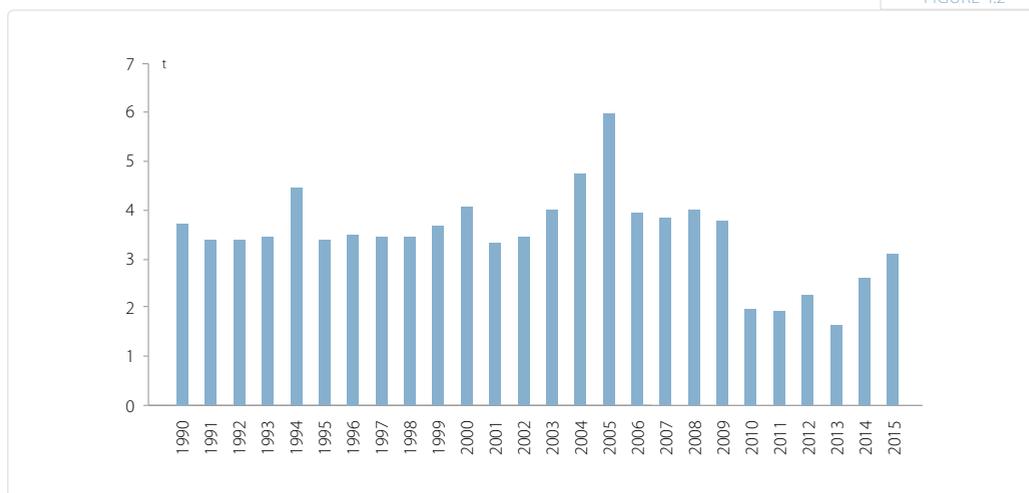
FIGURE 4.1



Émissions annuelles d'oxydes d'azote en tonnes de 1990 à 2015

1.2 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – PARTICULES (PM)

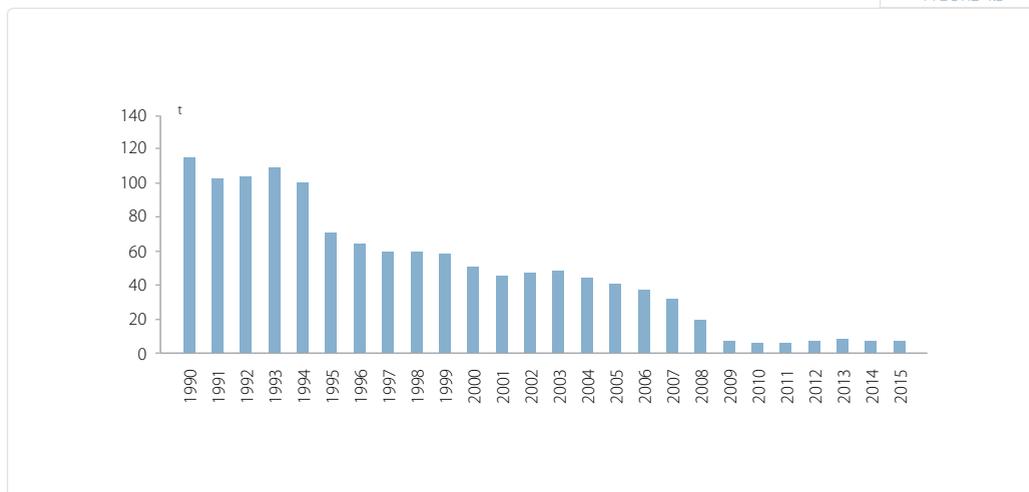
FIGURE 4.2



Émissions annuelles de particules PM 2,5 en tonnes de 1990 à 2015

1.3 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS - DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

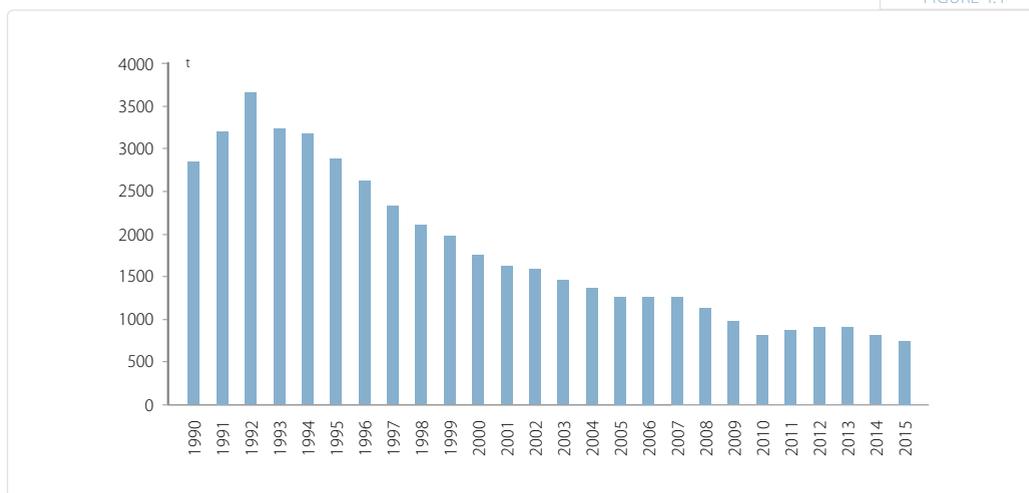
FIGURE 4.3



Émissions annuelles de dioxyde de soufre en tonnes de 1990 à 2015

1.4 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – MONOXYDE DE CARBONE (CO)

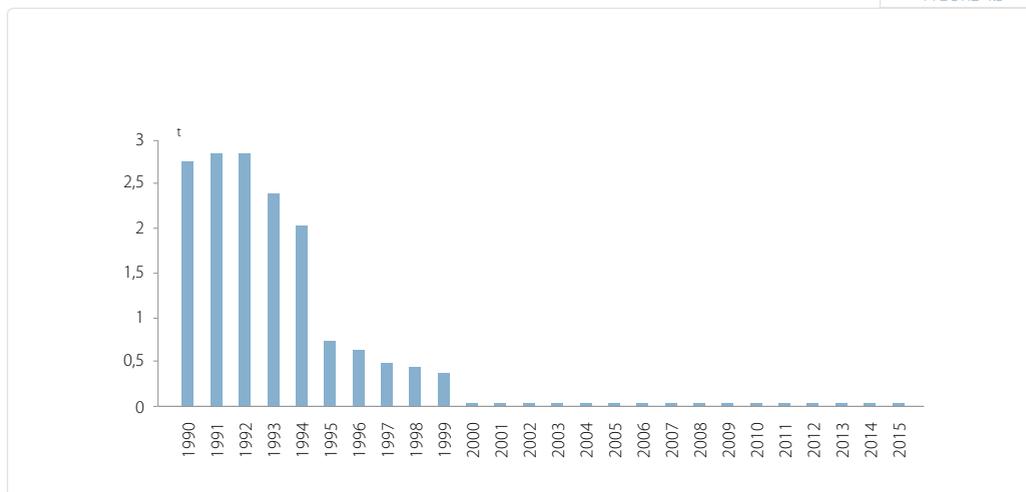
FIGURE 4.4



Émissions annuelles de monoxyde de carbone en tonnes de 1990 à 2015

1.5 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – PLOMB (Pb)

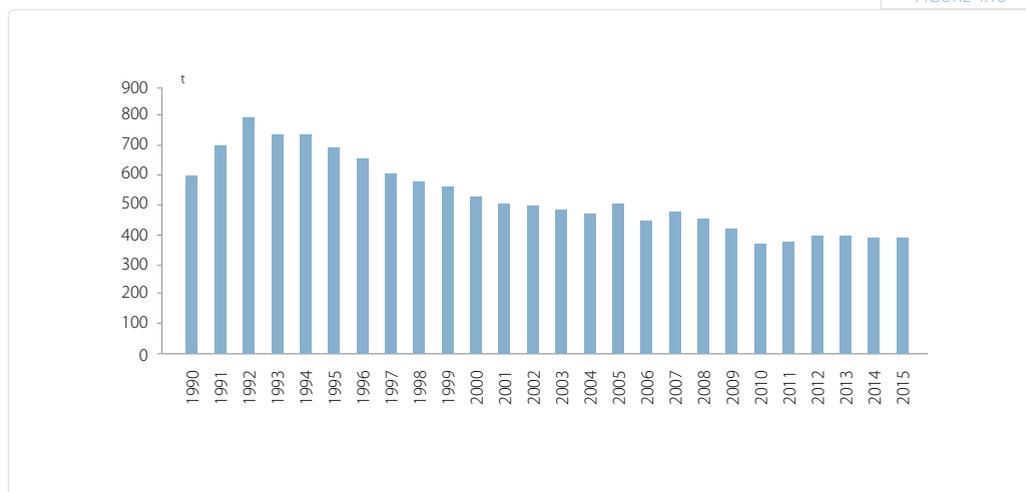
FIGURE 4.5



Émissions annuelles de plomb de 1990 à 2015

1.6 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – SUBSTANCES APPAUVRISANT LA COUCHE D'OZONE

FIGURE 4.16



Émissions annuelles de NMVOC de 1990 à 2015

* Gaz industriel et réfrigérant importé (HCFC-22/R22 ; HFC-407c/R407C ; HCFC-141b/R141b ; HFC-134/R134 ; HFC-404c/R404c ; HFC-410a/R410a ; R403b). A partir de 2008, le seul gaz appauvrissant la couche d'ozone importé en Principauté est le HCFC-22 ou R22.

2. Réseaux de surveillance de la qualité de l'air

2.1 MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT

En Principauté, la surveillance de la qualité de l'air a été mise en place en 1991 et est assurée par un réseau automatisé de six stations (quai Antoine 1^{er}, rue Grimaldi, boulevard du Jardin Exotique, place des Moulins, école de Fontvieille et boulevard Charles III).

Pour des raisons de travaux, la station Jardin Exotique est arrêtée depuis juillet 2012.

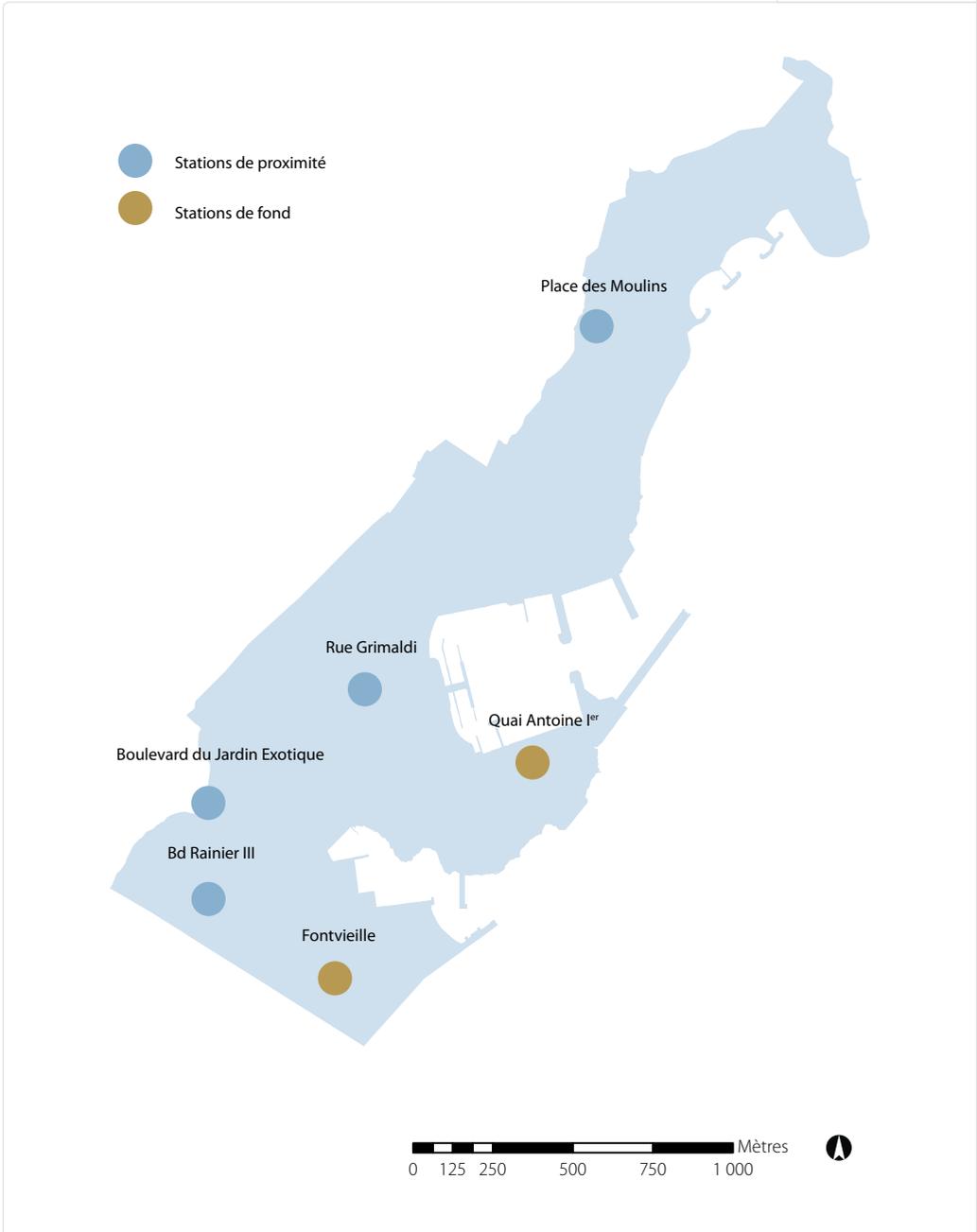
Les données relevées par ce réseau sont interprétées pour être comparées aux critères définis par la Directive 2008/50/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe afin de fournir, notamment, une information journalière sur la qualité de l'air.

2.1.1 Le réseau de mesure

Les stations de la rue Grimaldi, du boulevard du Jardin Exotique, de la place des Moulins et du boulevard Charles III, sont dites « de proximité », car proches des sources de pollution liées au trafic routier. Elles déterminent la pollution à court terme en période de pointe de pollution. Les paramètres mesurés sont ceux émis directement par les véhicules (monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).

Les stations du quai Antoine 1^{er} et de Fontvieille sont dites « d'ambiance générale ou de fond », car éloignées de toute source de pollution marquée. Elles donnent la pollution de fond avec en particulier des mesures d'ozone et de poussières.

En plus de ces mesures, le plomb (Pb) est mesuré sur les stations de la rue Grimaldi et de la place des Moulins.



Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air

2.1.2 Pollution photochimique ozone (O₃)

Le tableau suivant présente les valeurs données par la Directive européenne 2008/50/CE pour l'ozone.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	240 µg/m ³ le dépassement du seuil doit être mesuré pour 3 heures consécutives
Seuil d'information	1 heure	180 µg/m ³
Valeurs cibles pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur huit heures	120 µg/m ³ , valeur à ne pas dépasser plus de vingt-cinq jours par année civile, moyenne calculée sur trois ans
Objectif à long terme pour la protection de la santé humaine)	Maximum journalier de la moyenne sur huit heures pendant une année civile	120 µg/m ³

Seuil d'alerte et d'information

Pour toute l'année 2016, les valeurs maximales des moyennes horaires mesurées sur les stations de la Principauté n'ont pas franchi le seuil d'alerte à la population ni le seuil d'information (180 µg/m³).

Protection de la santé humaine. En 2016, le seuil de protection de la santé humaine a été franchi 21 fois à Fontvieille et 9 fois à Antoine 1^{er}. Le nombre de dépassement autorisé est de 25 fois par année civile.

TABLEAU 4.1

Mois	Concentrations (µg/m ³) Quai Antoine 1 ^{er}	Concentrations (µg/m ³) Fontvieille	Seuil d'information (µg/m ³)	Seuil d'alerte (µg/m ³)
janv-16	74	92	180	240
févr-16	88	101	180	240
mars-16	85	121	180	240
avr-16	101	131	180	240
mai-16	106	124	180	240
juin-16	138	152	180	240
juil-16	120	131	180	240
août-16	132	129	180	240
sept-16	135	132	180	240
oct-16	109	128	180	240
nov-16	75	87	180	240
déc-16	74	76	180	240

Valeurs maximales des concentrations moyennes horaires d'ozone (O₃) en µg/m³ pour les mois de l'année 2016

FIGURE 4.7

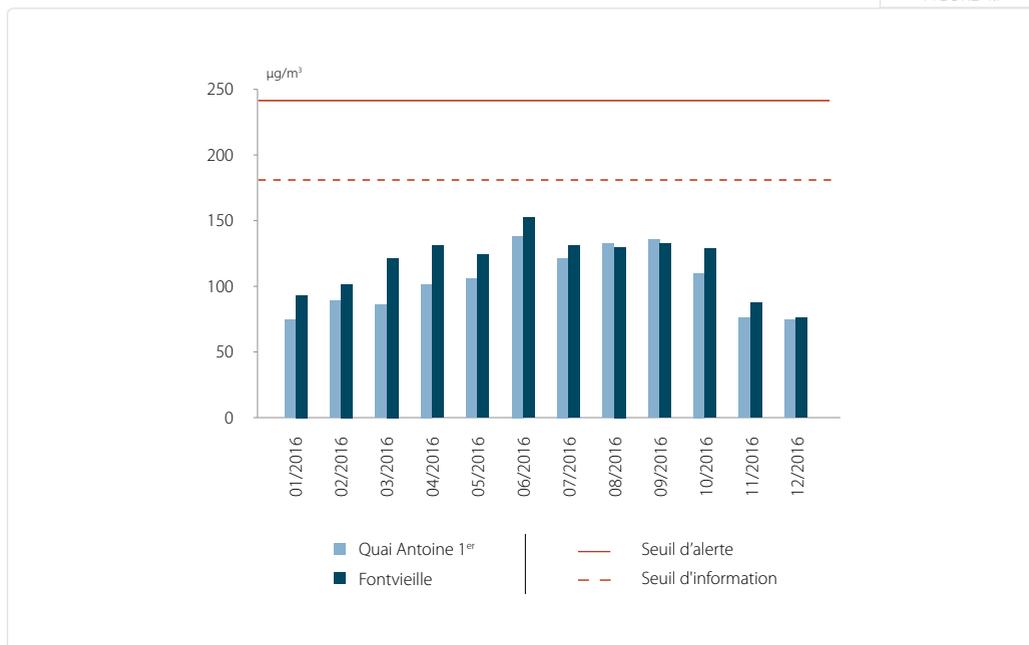
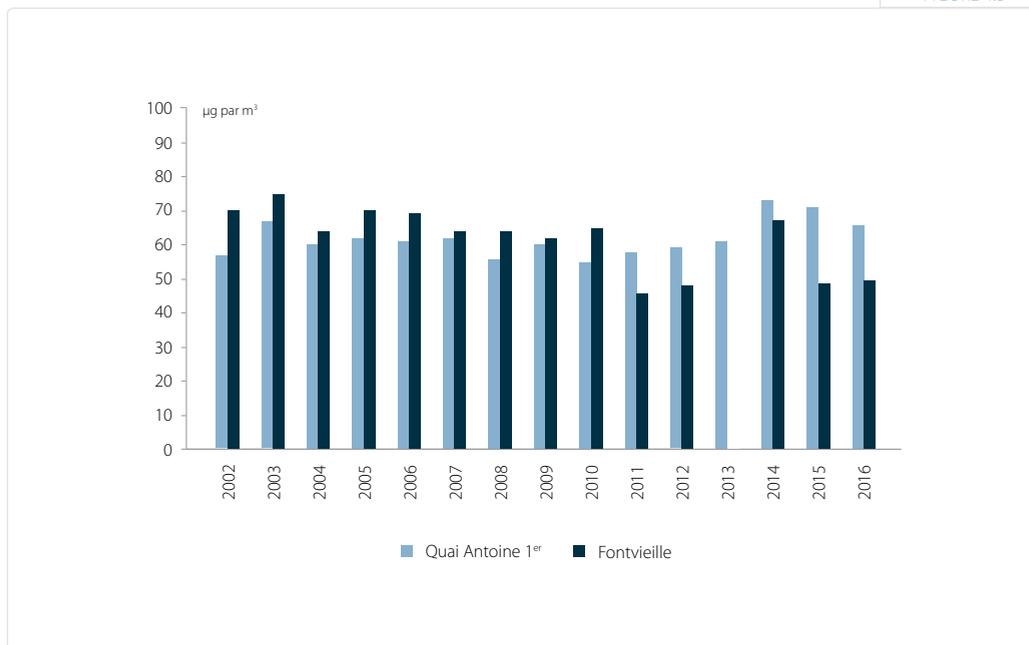
Valeurs maximales des concentrations moyennes horaires d'ozone (O₃) en µg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.8

Évolution des concentrations moyennes annuelles d'ozone (O₃) exprimées en µg/m³ de 2002 à 2016

2.1.3 Dioxyde d'azote (NO₂)

Le tableau suivant présente les valeurs données par la Directive européenne 2008/50/CE pour le dioxyde d'azote. En Principauté, aucun dépassement du seuil d'alerte (400 µg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives) n'est à signaler.

En 2016, la valeur limite horaire, avec un dépassement de 18 fois possible, préconisée par la Directive européenne pour la protection de la santé humaine n'a pas été dépassée.

Pour l'année 2016, la valeur limite de la protection de la santé a été dépassée pour le site de la rue Grimaldi et la valeur limite de la protection de la végétation a été dépassée pour les sites Grimaldi, Charles III et Moulins.

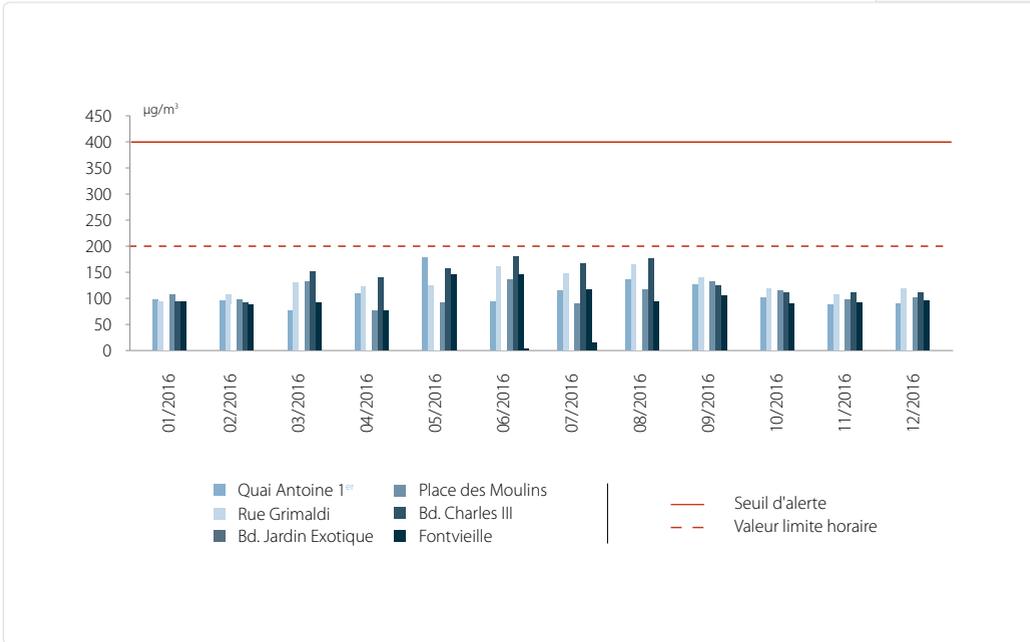
	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	400 µg/m ³ mesurés sur trois heures consécutives.
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	1 heure	200 µg/m ³ (à partir de 2010) à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Année civile	A partir de 2010 : 40 µg/m ³

TABLEAU 4.2

Mois	Concentrations (µg/m ³) Quai Antoine 1 ^{er}	Concentrations (µg/m ³) Rue Grimaldi	Concentrations (µg/m ³) Place des Moulins	Concentrations (µg/m ³) Bd Charles III	Concentrations (µg/m ³) Fontvieille	Valeurs limites (µg/m ³) pour la protection de la santé humaine	Seuil d'alerte en µg/m ³
janv-16	95	89	102	102	91	200	400
févr-16	92	104	95	95	89	200	400
mars-16	73	127	129	129	146	200	400
avr-16	105	117	74	74	135	200	400
mai-16	172	120	88	88	152	200	400
juin-16	91	156	132	132	174	200	400
juil-16	111	142	86	86	162	200	400
août-16	131	160	113	113	170	200	400
sept-16	121	134	128	128	120	200	400
oct-16	98	115	112	112	108	200	400
nov-16	85	103	94	94	108	200	400
déc-16	86	116	99	99	107	200	400

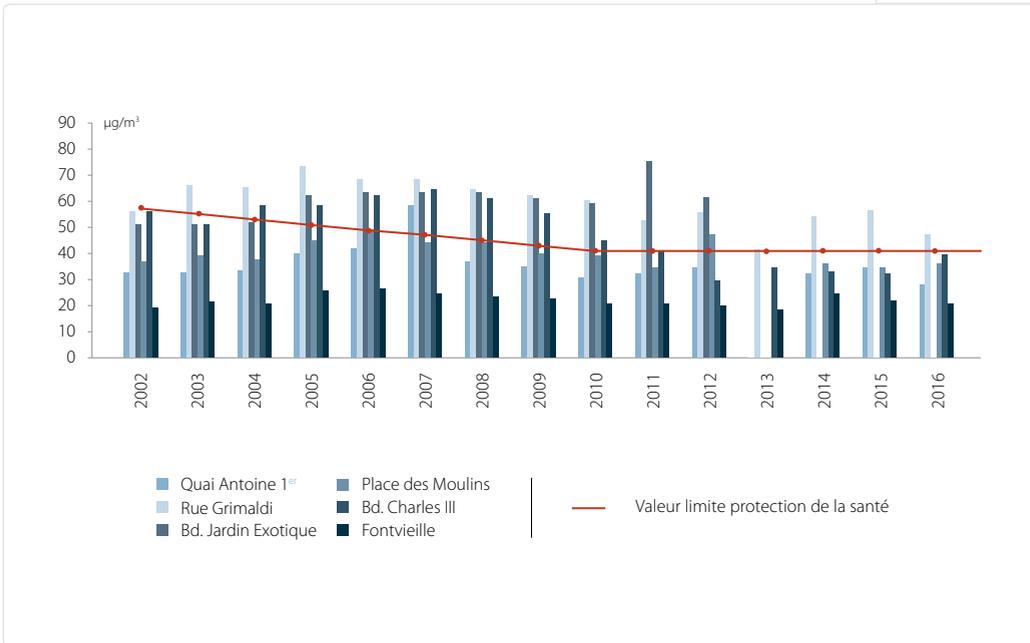
Concentrations maximales des moyennes horaires en dioxyde d'azote en µg / m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.9



Concentrations maximales des moyennes horaires de dioxyde d'azote en µg / m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.10



Évolution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote en µg / m³ de 2002 à 2016

2.1.4 Particules en suspension (PM₁₀)

Le tableau suivant présente les valeurs données par la Directive européenne 2008/50/CE pour les particules en suspension. Pour l'année 2016, deux dépassements sur les sites de Fontvieille et d'Antoine 1^{er} ont été constatés pour les valeurs limites journalières pour la protection de la santé humaine.

	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	24 heures	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile. Marge de dépassement : 50%
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m ³ marge de dépassement : 20%

TABLEAU 4.3

Mois	Concentrations (µg/m ³) Quai Antoine 1 ^{er}	Concentrations (µg/m ³) Fontvieille	Valeurs limites journalières (µg/m ³) pour la protection de la santé humaine	Marge de dépassement de 50%
janv-16	40	30	50	75
févr-16	38	29	50	75
mars-16	29	24	50	75
avr-16	58	51	50	75
mai-16	31	24	50	75
juin-16	34	24	50	75
juil-16	30	26	50	75
août-16	25	23	50	75
sept-16	28	33	50	75
oct-16	63	55	50	75
nov-16	34	25	50	75
déc-16	27	24	50	75

Concentrations maximales des moyennes journalières des particules en suspension en µg/m³ pour l'année 2016

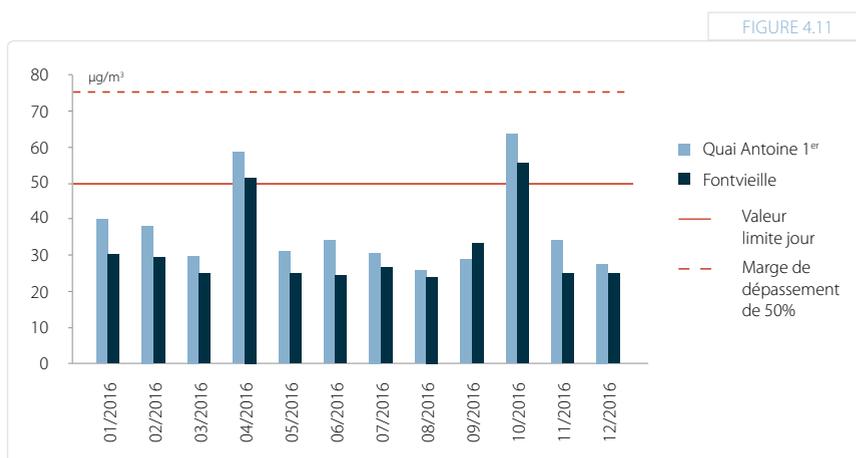
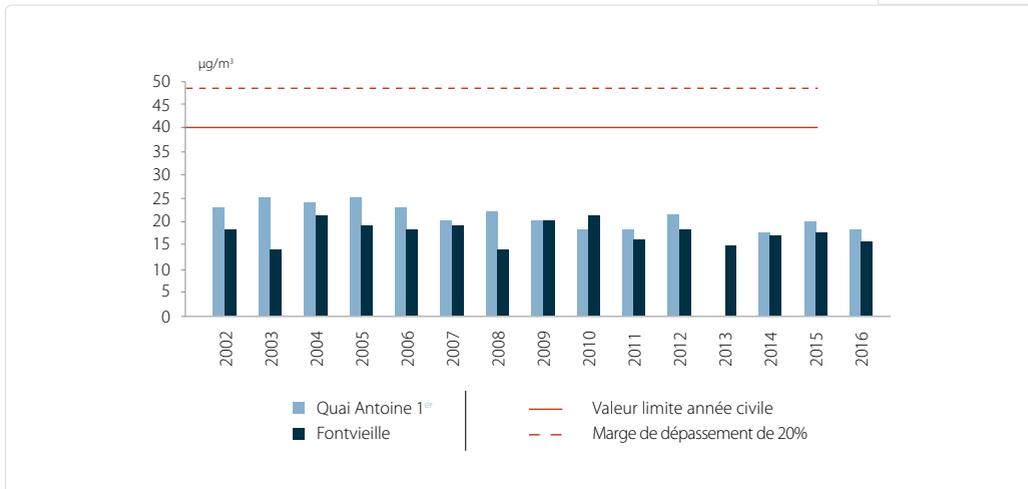


TABLEAU 4.4

Mois	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Quai Antoine 1 ^{er}	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Fontvieille	Valeurs limites annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour la protection de la santé humaine	Marge de dépassement de 20%
2002	23	18	40	48
2003	25	14	40	48
2004	24	21	40	48
2005	25	19	40	48
2006	23	18	40	48
2007	20	19	40	48
2008	22	14	40	48
2009	20	20	40	48
2010	18	21	40	48
2011	18	16	40	48
2012	21	18	40	48
2013	*	15	40	48
2014	18	17	40	48
2015	20	18	40	48
2016	18	16	40	48

Concentrations moyennes annuelles des particules en suspension en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2002 à 2016.

FIGURE 4.12



Évolution des concentrations moyennes annuelles des particules en suspension en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2002 à 2016

Les concentrations moyennes annuelles relevées sur les stations de mesures de la Principauté sont toutes inférieures à la valeur limite fixée par la Directive européenne : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.1.5 Dioxyde de soufre (SO₂)

Valeurs limites données par la Directive européenne 2008/50/CE pour le dioxyde de soufre.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	500 µg/m ³ mesurés sur trois heures consécutives
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	1 heure	350 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile. Marge de dépassement : 150 µg/m ³ (43 %)
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	1 jour	125 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile

Les valeurs maximales horaires et les valeurs maximales journalières mesurées sur les stations de la Principauté, pour le dioxyde de soufre, sont très largement inférieures aux valeurs limites fixées par la Directive européenne pour toute l'année 2016.

TABLEAU 4.5

Stations	Quai Antoine 1 ^{er}		Rue Grimaldi		Bd. du Jardin Exotique		Fontvieille		Bd. Charles III		Seuil d'alerte	Concentration limite
	Maximales horaires (µg/m ³)	Maximales journalières (µg/m ³)	Maximales horaires (µg/m ³)	Maximales journalières (µg/m ³)	Maximales horaires (µg/m ³)	Maximales journalières (µg/m ³)	Maximales horaires (µg/m ³)	Maximales journalières (µg/m ³)	Maximales horaires (µg/m ³)	Maximales journalières (µg/m ³)	maximales horaires (µg/m ³)	Maximales horaires (µg/m ³)
janv-16	3	1,59	3	3,00	*	*	4	2,11	7	7,00	500	350
févr-16	11	6,33	4	2,19	*	*	3	1,75	3	2,25	500	350
mars-16	2	1,04	3	1,70	*	*	20	6,07	15	3,25	500	350
avr-16	54	10,59	5	3,00	*	*	16	4,24	3	1,08	500	350
mai-16	36	10,38	2	0,92	*	*	11	2,52	11	5,42	500	350
juin-16	8	2,52	4	2,97	*	*	8	2,01	39	14,39	500	350
juil-16	10	9,13	3	1,17	*	*	11	4,48	15	4,50	500	350
août-16	0	0,00	5	1,96	*	*	23	7,41	2	1,42	500	350
sept-16	0	0,00	8	2,51	*	*	7	2,42	65	13,27	500	350
oct-16	2	1,27	5	2,39	*	*	9	5,00	6	1,60	500	350
nov-16	2	1,22	2	0,88	*	*	5	3,68	4	2,54	500	350
déc-16	4	1,63	3	1,46	*	*	6	4,18	4	2,06	500	350

* Non évalués

Concentrations maximales des moyennes horaires et journalières de dioxyde de soufre (SO₂) en µg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.13

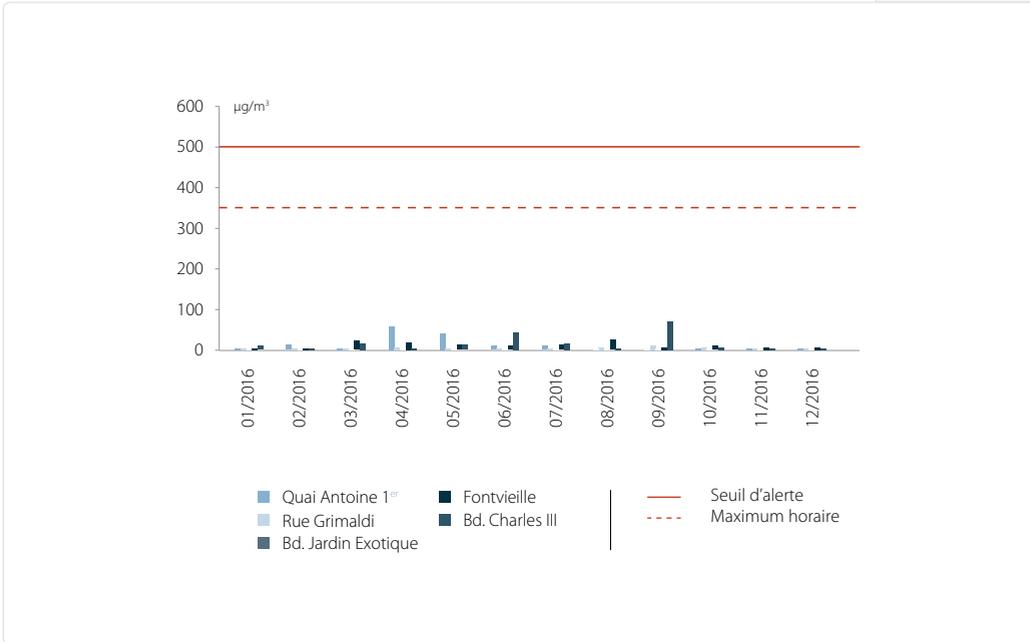
Concentrations mensuelles maximales des moyennes horaires de dioxyde de soufre (SO₂) en µg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.14

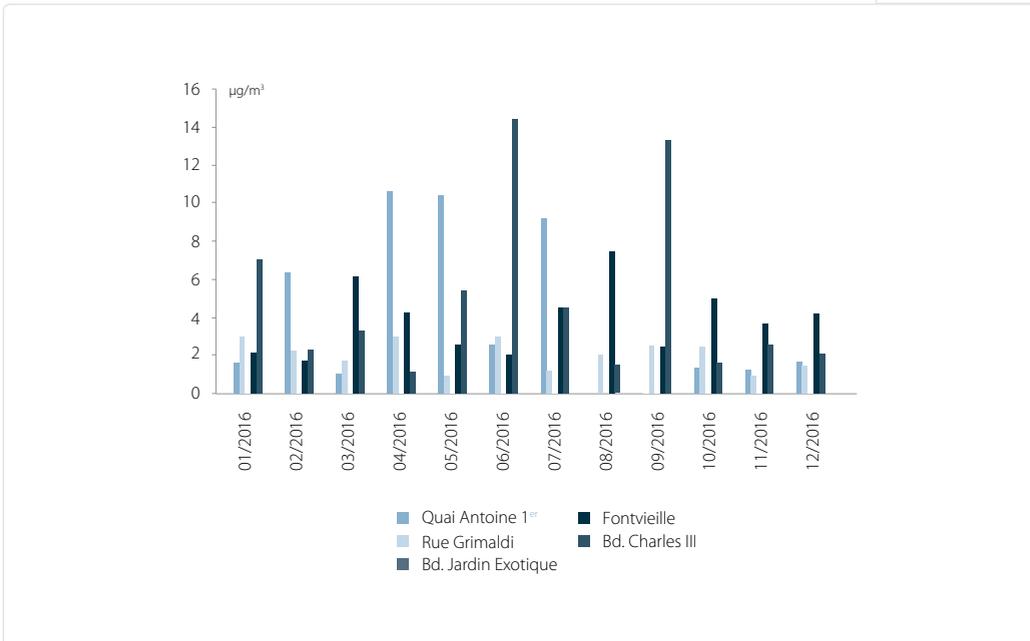
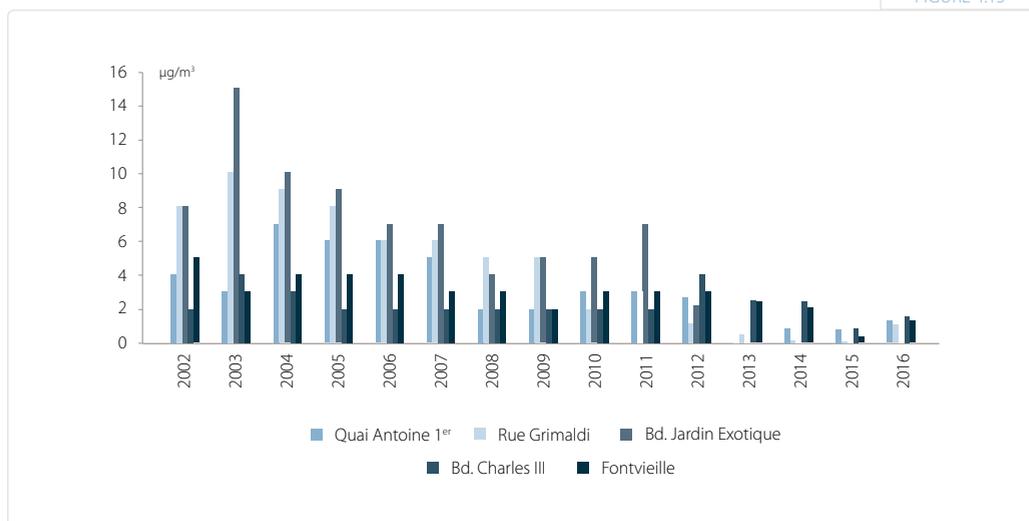
Concentrations mensuelles maximales des moyennes journalières de dioxyde de soufre (SO₂) en µg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.15



Évolution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre (SO₂) en µg/m³ de 2002 à 2016

Une baisse des concentrations moyennes en dioxyde de soufre est enregistrée en raison de la diminution de la teneur en soufre des carburants automobiles.

2.1.6 Monoxyde de carbone (CO)

Valeurs limites données par la Directive européenne 2008/50/CE pour le monoxyde de carbone.

	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	10 mg/m ³ Marge de dépassement de 60%

Les stations de la Principauté affichent, pour l'année 2016, des valeurs inférieures à la valeur limite fixée par la Directive européenne. Depuis la mise en place de la surveillance de la qualité de l'air à Monaco, aucun dépassement du seuil de 10 mg/m³ sur 8 heures n'a été observé.

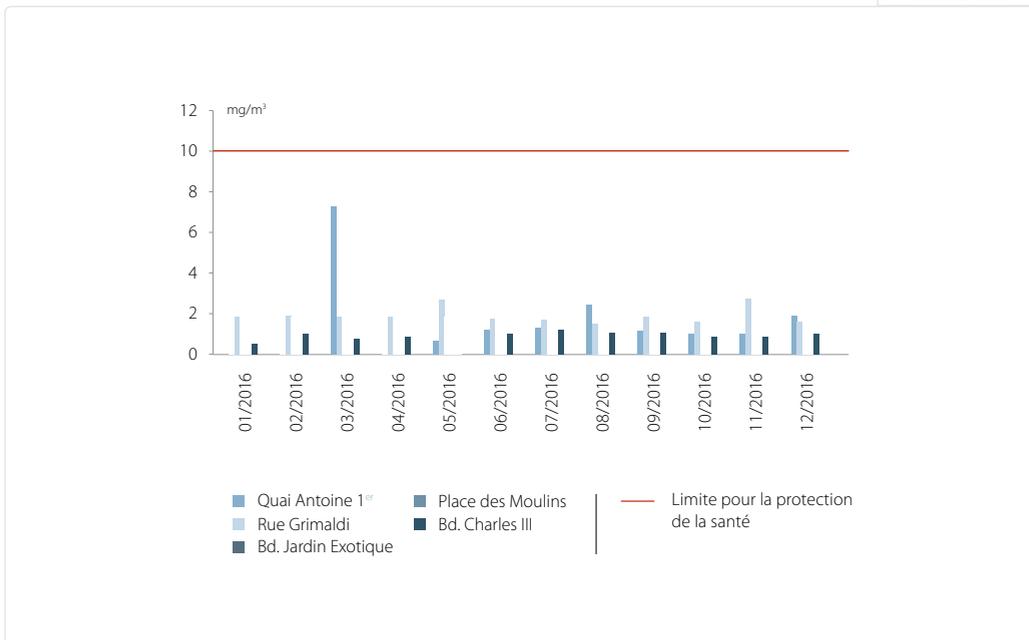
TABLEAU 4.6

Stations	Quai Antoine 1 ^{er}		Rue Grimaldi		Bd. du Jardin Exotique		Place des Moulins		Bd. Charles III		Concentration limite
Mois	Maximales horaires (mg/m ³)	Maximales journalières (mg/m ³)	Maximales horaires (mg/m ³)	Maximales journalières (mg/m ³)	Maximales horaires (mg/m ³)	Maximales journalières (mg/m ³)	Maximales horaires (mg/m ³)	Maximales journalières (mg/m ³)	Maximales horaires (mg/m ³)	Maximales journalières (mg/m ³)	Maximales horaires (mg/m ³)
janv-16	0,0	0,0	1,8	1,5	*	*	*	*	0,5	0,2	10
févr-16	0,0	0,0	1,9	1,6	*	*	*	*	1,0	0,7	10
mars-16	7,2	3,6	1,8	1,3	*	*	*	*	0,7	0,4	10
avr-16	0,0	0,0	1,8	1,4	*	*	*	*	0,9	0,5	10
mai-16	0,7	0,4	2,7	1,5	*	*	*	*	0,0	0,0	10
juin-16	1,2	0,7	1,8	1,2	*	*	*	*	1,0	0,7	10
juil-16	1,3	1,0	1,7	1,4	*	*	*	*	1,3	0,7	10
août-16	2,5	1,4	1,5	1,2	*	*	*	*	1,1	0,9	10
sept-16	1,1	1,2	1,9	1,4	*	*	*	*	1,1	0,8	10
oct-16	1,0	0,8	1,6	1,2	*	*	*	*	0,8	0,5	10
nov-16	1,0	0,7	2,7	1,7	*	*	*	*	0,9	0,7	10
déc-16	1,9	1,5	1,6	1,3	*	*	*	*	1,0	1,0	10

* Non évaluées

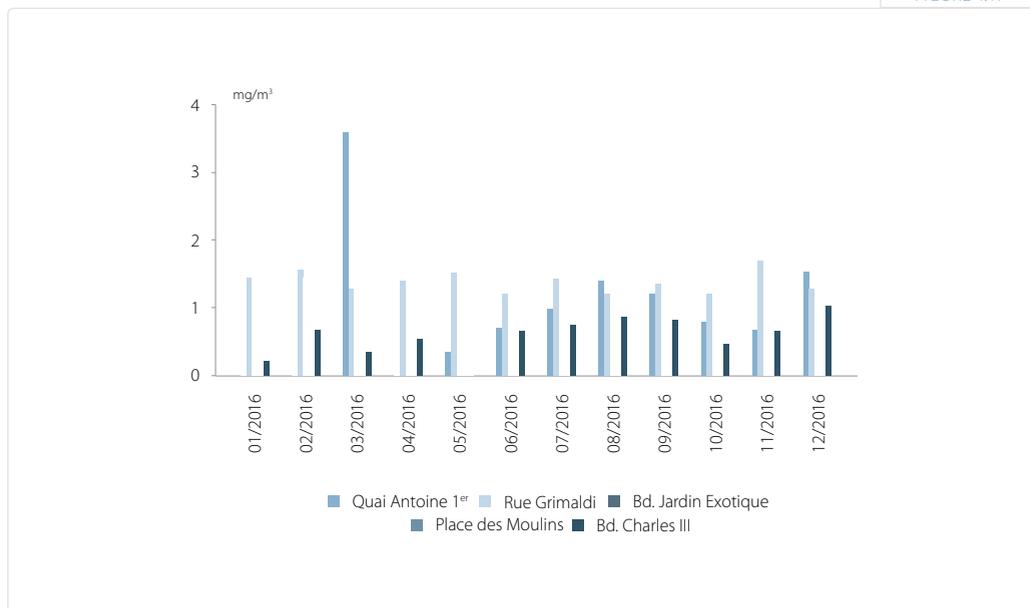
Concentrations maximales des moyennes horaires et journalières de monoxyde de carbone (CO) en mg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.16

Concentrations mensuelles maximales des moyennes horaires de monoxyde de carbone (CO) en mg/m³ pour l'année 2016

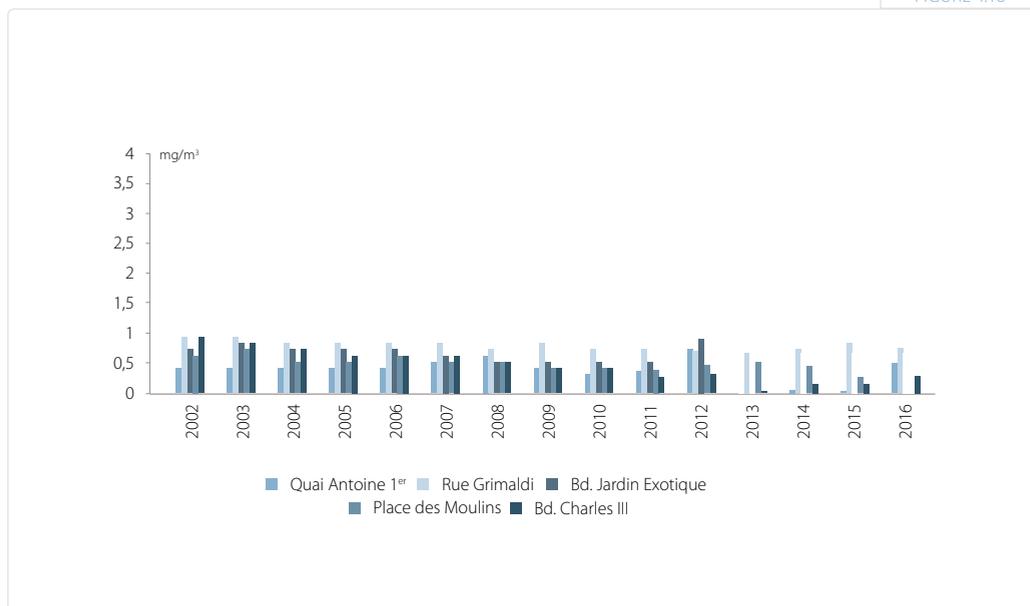
Les concentrations moyennes sont en constante diminution depuis 1992. Cette tendance, qui s'observe également au niveau européen, s'explique principalement par la baisse des émissions provenant des véhicules.

FIGURE 4.17



Concentrations mensuelles maximales des moyennes journalières de monoxyde de carbone (CO) en mg/m³ pour l'année 2016

FIGURE 4.18



Évolution des concentrations moyennes annuelles de monoxyde de carbone (CO) en mg/m³ de 2002 à 2016

2.1.7 Plomb

Le tableau suivant présente les valeurs données par la Directive européenne 2008/50/CE pour le plomb.

Les mesures des stations de la Principauté indiquent une forte diminution des valeurs en 2000 en raison de l'interdiction du plomb dans les essences. Depuis quelques années, le taux de concentration de plomb mesuré montre des valeurs très inférieures à la valeur limite fixée pour la protection de la santé.

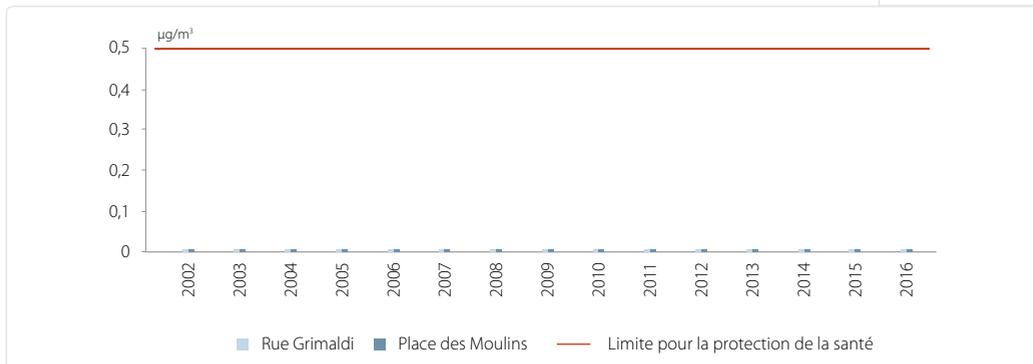
	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Année civile	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Marge de dépassement : 100%

TABLEAU 4.7

Mois	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Rue Grimaldi	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Place des Moulins	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2002	0,018	0,014	0,500
2003	0,015	0,011	0,500
2004	0,009	0,007	0,500
2005	0,007	0,005	0,500
2006	0,007	0,008	0,500
2007	0,007	0,006	0,500
2008	0,006	0,006	0,500
2009	0,007	0,004	0,500
2010	0,002	0,003	0,500
2011	0,005	0,003	0,500
2012	0,007	0,004	0,500
2013	0,003	0,003	0,500
2014	0,003	0,003	0,500
2015	0,003	0,003	0,500
2016	0,003	0,003	0,500

Concentrations moyennes annuelles de plomb exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2002 à 2016

FIGURE 4.19



Concentrations moyennes annuelles de plomb exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2002 à 2016

2.2 SUIVI DES REJETS DE L'USINE D'INCINERATION DES RESIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS

L'Usine d'Incineration des Résidus Urbains et Industriels de Monaco a été construite en 1980, elle est équipée de trois fours chaudières (dont deux pouvant fonctionner simultanément) et de deux lignes de traitement des fumées. Elle possède une capacité d'incinération de 80 000 tonnes de déchets par an.

En 2006, des travaux d'amélioration du système de traitement des fumées ont été réalisés pour un montant d'environ 20 millions d'euros avec pour objectif une performance de qualité des rejets atmosphériques supérieure aux valeurs normatives européennes, en particulier pour les dioxines et furanes.

Afin d'assurer le suivi des dépôts de dioxines et des furanes (PCCD/F), la Direction de l'Environnement a fait appel à l'INERIS (l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) pour :

- Évaluer les effets de la mise à niveau du traitement des fumées ;
- Assurer le suivi annuel des rejets de dioxines.

La stratégie de surveillance mise en place comprend différents témoins pour permettre de différencier les impacts de l'installation par rapport au bruit de fond.

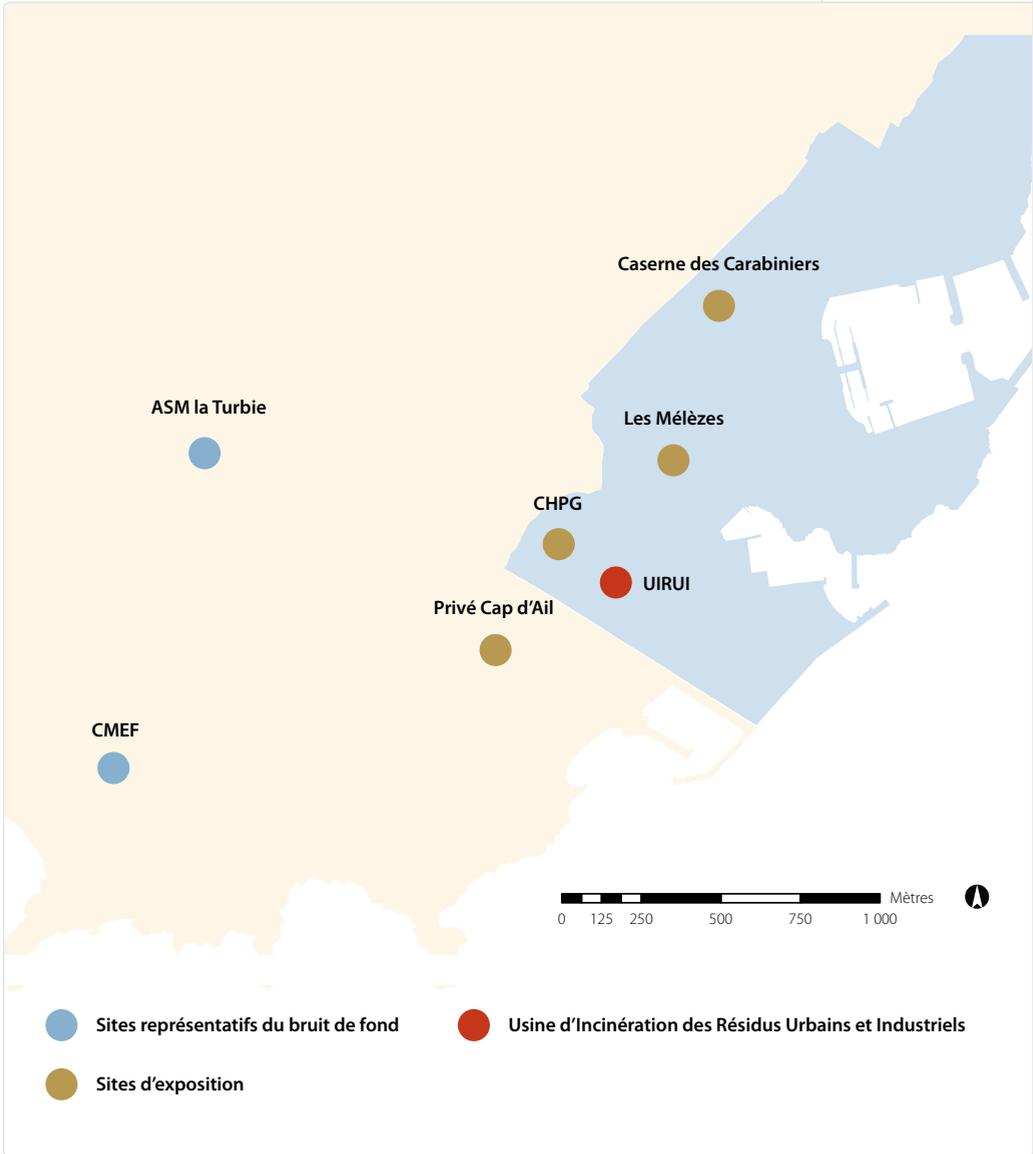
Six sites de mesures ont été retenus en Principauté et en périphérie :

Quatre sites d'exposition en milieu urbain :

- site N°1 : Terrain privé à Cap d'Ail ;
- site N°2 : Terrasse du Centre Hospitalier Princesse Grace (CHPG) ;
- site N°3 : Terrasse de l'immeuble « Les Mélèzes » à Monaco ;
- site N°4 : Terrasse de la Caserne des Carabiniers.

Deux sites représentatifs du bruit de fond :

- site N°5 : Terrain d'entraînement de l'ASM à la Turbie ;
- site N°6 : Centre Méditerranéen d'Etudes Françaises à Cap-d'Ail (CMEF).



Carte de localisation des points de mesure du suivi des dépôts de PCDD/F au voisinage de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI)

2.2.1 Évaluation de la mise à niveau du système de filtration de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels

Les objectifs des campagnes de mesures qui ont été réalisés sont :

- d'évaluer les retombées autour de l'incinérateur avant et après l'amélioration du système de filtration des fumées ;
- de quantifier la part imputable à cet incinérateur par rapport au bruit de fond urbain.

Pendant la période des travaux d'amélioration du système de filtration, trois campagnes de mesures ont été réalisées :

- la campagne « avant mise à niveau (août 2006) », du 13 juillet au 28 août 2006, alors que deux fours de l'usine étaient en service et que les travaux d'amélioration n'avaient pas encore débuté ;
- la campagne « arrêt usine (novembre 2006) », du 18 octobre au 15 novembre 2006, alors que l'usine était à l'arrêt pour permettre l'installation des équipements ;
- la campagne « usine rénovée (septembre 2007) », réalisée entre le 22 août et le 19 septembre 2007, a été conduite en condition de fonctionnement normal de l'usine selon sa nouvelle configuration de traitement des fumées.

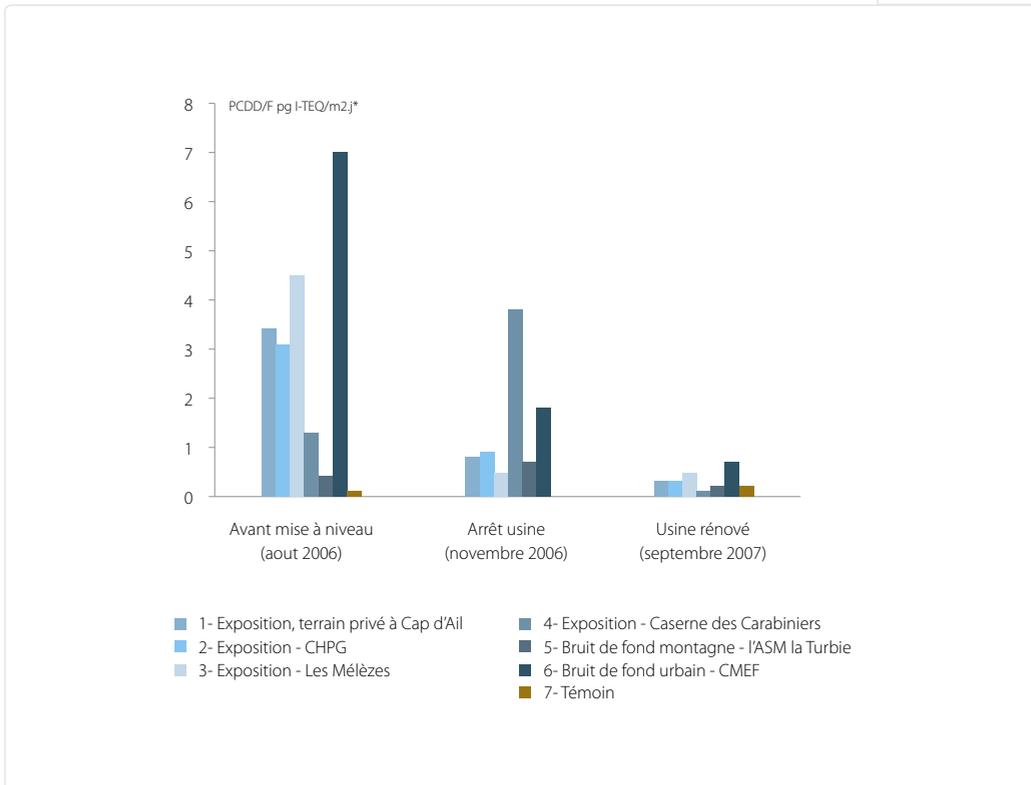
Résultats des campagnes de mesures

TABLEAU 4.8

	PCDD/F pg I-TEQ/m ² .j*		
	Avant mise à niveau (août 2006)	Arrêt usine (novembre 2006)	Usine rénovée (septembre 2007)
1 - Exposition, terrain privé à Cap d'ail	3,4	0,8	0,3
2 - Exposition - CHPG	3,1	0,9	0,3
3 - Exposition - Les Mélézes	4,5	0,5	0,5
4 - Exposition - Caserne des Carabiniers	1,3	3,8	0,1
5 - Bruit de fond montagne - ASM la Turbie	0,4	0,7	0,2
6 - Bruit de fond urbain - CMEF	7,0	1,8	0,7
7 - Témoin	0,1	0,0	0,2

Évolution des teneurs relevées au cours des trois campagnes exprimée en PCDD/F pg I-TEQ/m².j*

* PCDD/F pg I-TEQ/m².j* : picogramme de dibenzoparadioxine polychlorées et dibenzofuranes polychlorés en quantité d'équivalent toxique par mètre carré et par jour



Évolution des teneurs relevées au cours des trois campagnes exprimée en PCDD/F pg I-TEQ/m².j*

La première campagne d'août 2006 a donné des résultats inférieurs à 7 picogrammes par mètre carré et par jour d'équivalent toxiques internationaux (ITEQ/m².j), soit des niveaux de retombées très faibles qui correspondent à ceux généralement observés en milieu rural, selon les valeurs de référence de l'INERIS.

La deuxième campagne de novembre 2006, réalisée durant l'arrêt de l'UIRUI, a fait apparaître des chiffres inférieurs aux précédents.

La troisième campagne, à la suite de la rénovation du système de traitement des fumées, a montré malgré la remise en service de l'usine, des résultats inférieurs à ceux mesurés alors que l'usine était à l'arrêt.

2.2.2 Suivi annuel des rejets de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels

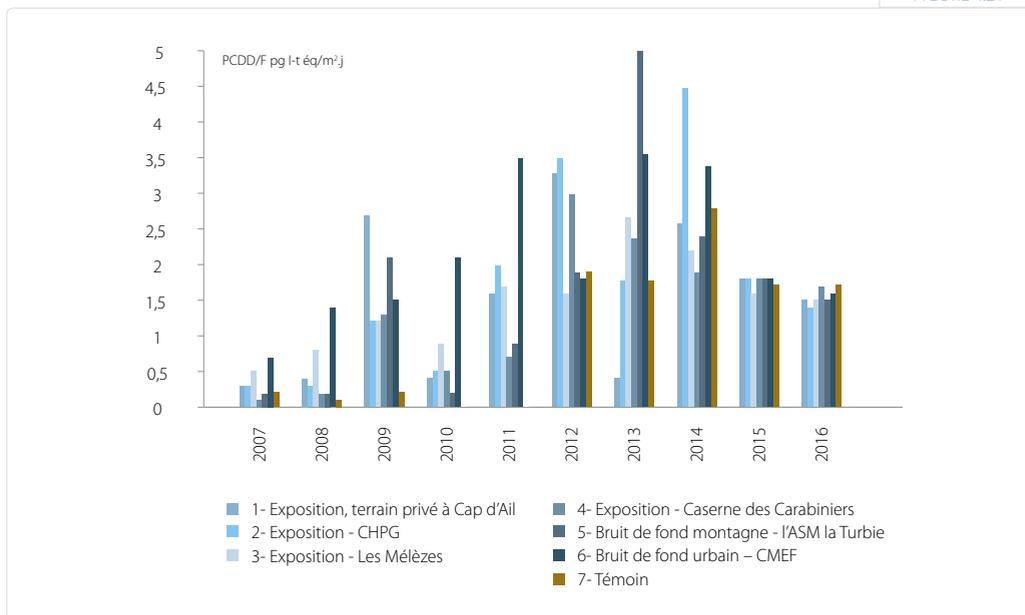
Depuis la mise à niveau de l'usine en 2006, un suivi annuel des retombées de dioxines est entrepris par la Direction de l'Environnement avec l'aide de l'INERIS.

TABLEAU 4.9

	PCDD/F pg I-TEQ/m ² .j*									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1 - Exposition, terrain privé à Cap d'Ail	0,3	0,4	2,7	0,4	1,6	3,3	0,4	2,6	1,8	1,5
2 - Exposition - CHPG	0,3	0,3	1,2	0,5	2,0	3,5	1,8	4,5	1,8	1,4
3 - Exposition - Les Mélèzes	0,5	0,8	1,2	0,9	1,7	1,6	2,7	2,2	1,6	1,5
4 - Exposition - Caserne des Carabiniers	0,1	0,2	1,3	0,5	0,7	3,0	2,4	1,9	1,8	1,7
5 - Bruit de fond montagne - ASM la Turbie	0,2	0,2	2,1	0,2	0,9	1,9	8,3	2,4	1,8	1,5
6 - Bruit de fond urbain - CMEF	0,7	1,4	1,5	2,1	3,5	1,8	3,6	3,4	1,8	1,6
7 - Témoin	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	1,9	1,8	2,8	1,7	1,7

Évolution des teneurs relevées depuis 2007 exprimées en PCDD/F pg I-TEQ/m².j*

FIGURE 4.21



Évolution des teneurs relevées depuis 2007 exprimées en PCDD/F pg I-TEQ/m².j*

Pour le site d'exposition n° 3 « les Mélèzes », ainsi que pour les sites représentatifs du bruit de fond 5 et 6, les valeurs de flux obtenues en PCDD/F sont extrêmement faibles, car comparables à celles obtenues sur le contrôle (jauge n°7 – témoin).

Pour les jauges des sites d'exposition n° 1, 2 et 4, les teneurs relevées sont légèrement supérieures à celles obtenues sur le témoin.

Le niveau des flux de dépôts en PCDD et PCDF mesuré en 2016 reste très faible. Il se situe à la limite de quantification du laboratoire et du témoin. La totalité des valeurs mesurées aux différents emplacements correspond au « bruit de fond urbain / industriel ».

Il n'est pas à noter d'évolution particulière par rapport aux campagnes précédentes.

Il convient également de noter que depuis 2012, l'augmentation des valeurs mesurées est la conséquence d'une modification du protocole d'analyses qui a rehaussé les données reportées.

3. Mesures phares contre la pollution atmosphérique

A Monaco, les principales sources de pollution atmosphérique ont pour origine :

- les installations de combustions stationnaires pour la production d'énergie (incinération des déchets-chaufferies) ;
- les transports routiers.

En Principauté, la contribution de l'industrie est moins importante en l'absence d'installations industrielles fortement génératrices de pollution atmosphérique.

La lutte contre la pollution atmosphérique vise principalement à limiter les émissions de polluant par l'intermédiaire d'améliorations technologiques, comme dans le cas du renforcement du système de traitement des déchets et de ses fumées, de mesures incitatives ou de réglementations comme celles entreprises dans le cadre de la mise en oeuvre du Plan Energie Climat.

Ainsi, certaines actions sont présentées au chapitre 1 dans le cadre de la mise en oeuvre de la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans le chapitre 2 concernant la gestion des déchets ; ou au sein de ce chapitre s'agissant de l'amélioration du système de filtration de valorisation énergétique des déchets.

Concernant le secteur du transport routier monégasque, ce dernier montre une saturation importante du trafic pour lequel un plan de déplacement urbain, un centre de régulation du trafic, ainsi qu'un schéma directeur d'infrastructure contribuent à apporter des solutions permettant notamment de limiter les phénomènes de saturation malgré l'augmentation du trafic routier.

Aussi, les mesures prises pour améliorer les déplacements et diminuer leurs nuisances sont importantes : mise en oeuvre d'un plan de déplacement urbain, d'un centre de gestion intégrée de la mobilité, ainsi qu'un schéma directeur d'infrastructure.

Parmi ces mesures, certaines sont en faveur des transports en commun, des cheminements piétonniers, des déplacements doux et de l'intermodalité, ainsi que l'organisation de la gestion de la distribution des marchandises en ville. Une politique ambitieuse est entreprise en faveur des véhicules électriques et hybrides, par l'intermédiaire d'une subvention à l'achat, comme en témoignent les données ci-après :

3.1 TRANSPORTS EN COMMUN

3.1.1 Transports urbains

Le réseau de transport public est confié à la Compagnie des Autobus de Monaco (CAM).

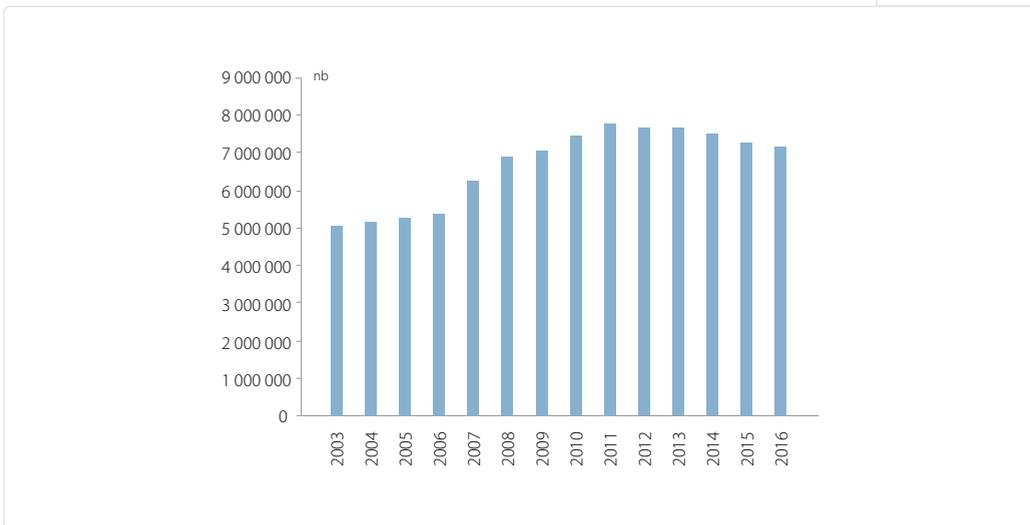
L'ensemble des bus mis en œuvre par la CAM fonctionne au Diester (30% de biodiesel et 70% de pétro diesel).

En parallèle, depuis 2011, des bus hybrides sont utilisés et aujourd'hui on comptabilise 16 bus hybrides, soit près de 40% de la flotte de la CAM.

Cette association bus Diester et hybrides conduit à une réduction de 40 % des émissions fossiles par rapport à un bus conventionnel roulant au gazole pur.

Par ailleurs, la CAM et le Gouvernement ont intégré au réseau de transport un bateau solaire permettant de traverser le Port Hercule ainsi qu'un service de vélos à assistance électrique qui compte, en 2017, 100 vélos et 16 stations de recharge.

FIGURE 4.22



Nombre de voyages par an pour la CAM de 2003 à 2016

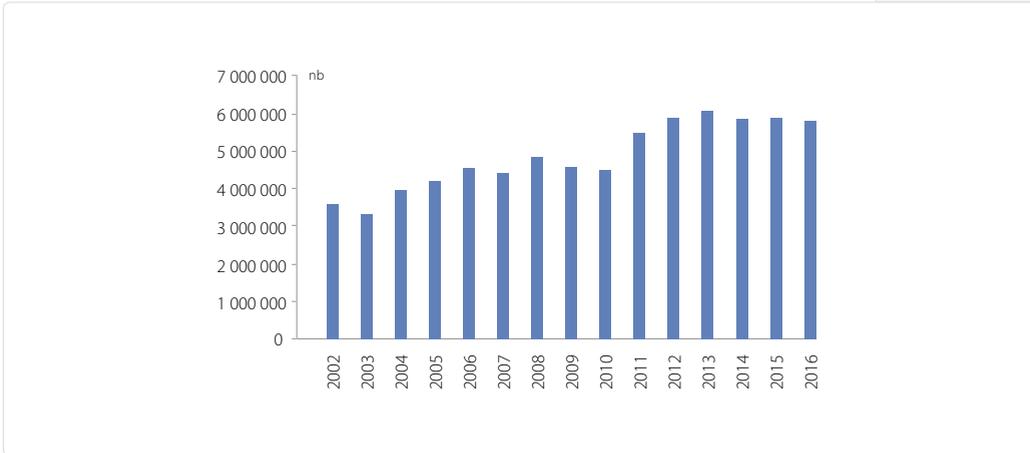
3.1.2 Transports de personnes par voie ferrée

Les transports par voie ferrée concernent très majoritairement les touristes et les actifs résidant dans les régions limitrophes françaises et italiennes qui se rendent en Principauté.

Ainsi, afin de favoriser le trafic des entrants en Principauté par voie ferrée, Monaco a financé, dès 2008, cinq rames de Transports Express Régionaux (TER) permettant d'augmenter les cadences de desserte.

Sur les dix dernières années (2001-2012), le nombre de passagers transportés a augmenté de plus de 65% avant de se stabiliser.

FIGURE 4.23



Nombre annuel de passagers de la SNCF de 2002 à 2016

3.2 DÉPLACEMENT PIÉTONNIER

Le déplacement piétonnier s'articule autour de plus de trente liaisons mécanisées, principalement verticales. Ces liaisons ainsi que les voies piétonnières ont fait l'objet de l'édition d'un plan pour les déplacements piétonniers à Monaco en relation avec les transports en commun urbains et interurbains : « le Monaco malin » (www.infotraffic.mc).

CARTOGRAPHIE 4.3



3.3 PARC D'ACTIVITÉ LOGISTIQUE ET CENTRE DE DISTRIBUTION URBAIN

Monaco est, d'un point de vue du transport de marchandises, un territoire en bout de ligne logistique et contraint par son espace et sa géographie.

La mise en œuvre, dès 1989, d'un centre de distribution urbain de marchandises a permis à Monaco d'optimiser la distribution des biens en créant deux points de rupture de charges : la Plateforme Logistique de St Isidore (PAL) et le Centre de Distribution Urbain de Fontvieille (CDU).

Le PAL, situé à une trentaine de kilomètres de Monaco, est une plateforme de pré consolidation de flux, qui accueille les transporteurs et organise le transfert des marchandises vers Monaco par des navettes remplies d façon optimale. On estime à 0,45 le nombre de navettes PAL-CDU par rapport au nombre de camions déchargeant au PAL ;

Le CDU permet d'optimiser les livraisons de marchandises vers les clients dans l'espace contraint que constitue la Principauté.

Ces points de rupture de charges permettent ainsi d'optimiser la distribution des marchandises tout en diminuant le nombre de camions en circulation et sa pollution associée.

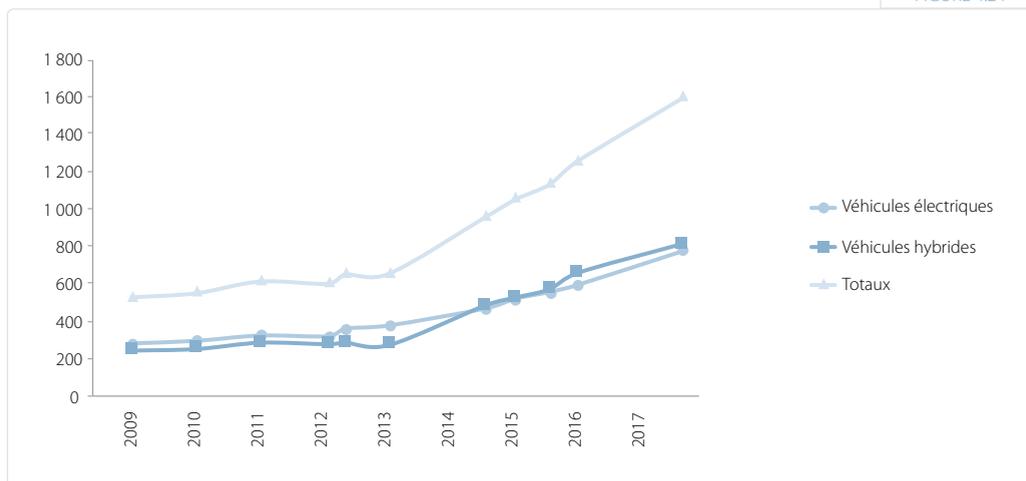
Ce service, créé par la Principauté, est confié à une entreprise « Monaco Logistique » qui gère environ 80 000 colis et palettes par an, représentant autour de 3 000 tonnes annuelles de marchandises

3.4 VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES

Dès 1994, date à laquelle une subvention d'aide à l'achat pour les véhicules électriques a été mise en œuvre, le parc de véhicules électriques, puis hybrides, s'est développé en Principauté pour atteindre, courant 2017, 1603 véhicules (785 électriques et 818 hybrides et hybrides rechargeables) soit 3.59% du parc de véhicules global.

Ce développement a également été rendu possible par la présence de plus de 550 prises de recharge (disponibles dans les parkings publics de la Principauté, ainsi que de 4 bornes de recharge rapide installées sur la voirie.

FIGURE 4.24



Évolution du nombre de véhicules électriques et hybrides immatriculés en Principauté entre 2009 et 2017

TABLEAU 4.10

Nombre de véhicules électriques				
	Particuliers	Entreprises	Administration	Nombre de véhicules électriques par catégories
Vehicules de tourisme	114	49	24	187
Petits utilitaires	1	52	49	102
Voiturettes	131	99	7	237
Deux roues	74	78	22	174
Bus	0	0	0	0
Nombre de véhicules par type de propriétaires	320	278	102	
Nombre total de véhicules électriques				700

Nombre de véhicules hybrides				
	Particuliers	Entreprises	Administration	Nombre de véhicules électriques par catégories
Vehicules de tourisme	559	119	20	698
Petits utilitaires	0	12	1	13
Voiturettes	1	0	0	1
Deux roues	1	0	0	1
Bus	0	14	0	14
Nombre de véhicules par type de propriétaires	561	145	21	
Nombre total de véhicules hybrides				727

Nombre total de véhicules électriques et hybrides immatriculés en Principauté				1427
--	--	--	--	-------------

% de véhicules électriques				
	Particuliers	Entreprises	Administration	% de véhicules électriques par catégories
% Vehicules de tourisme	16,29%	7,00%	3,43%	26,71%
% Petits utilitaires	0,14%	7,43%	7,00%	14,57%
% Voiturettes	18,71%	14,14%	0,00%	32,86%
% Deux roues	10,57%	11,14%	3,14%	24,86%
% Bus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
% de véhicules par type de propriétaires	45,71%	39,71%	14,57%	100,00%

% de véhicules hybrides				
	Particuliers	Entreprises	Administration	% de véhicules hybrides par catégories
% Vehicules de tourisme	76,89%	16,37%	2,75%	96,01%
% Petits utilitaires	0,00%	1,65%	0,14%	1,79%
% Voiturettes	0,14%	0,00%	0,00%	0,14%
% Deux roues	0,14%	0,00%	0,00%	0,14%
% Bus	0,00%	1,93%	0,00%	1,93%
% de véhicules par type de propriétaires	77,17%	19,94%	2,89%	100,00%

Répartition du nombre de véhicules électriques et hybrides immatriculés en Principauté

A large, stylized number '5' is the central graphic element, rendered in a light blue color with a slight gradient and a drop shadow effect, set against a dark blue background. The number is composed of several overlapping rectangular and curved shapes, giving it a three-dimensional appearance.

EAU ET GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU (Ressource, utilisation et traitement)

1. EAU POTABLE

1.1 PRODUCTION ET ALIMENTATION EN EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION

Monaco dispose de deux sources d'approvisionnement en eau :

- une eau produite localement ;
- une eau importée.

L'eau produite localement provient des sources du bassin hydrogéologique local dont la Principauté constitue un exutoire. Il s'agit d'un bassin hydrogéologique karstique d'une capacité de stockage permettant, les années les plus favorables, d'exploiter, jusqu'à 2,5 millions de mètres cubes d'eau de source, représentant 55 % de la consommation de la Principauté.

Actuellement sont utilisées les sources se situant en partie Est de la Principauté et drainant l'écaïlle de Monte-Carlo : les sources du Larvotto (puits Nord et source Alice) ; sources Marie et Testimonio, et les sources Ingram et Fontdivine situées sur la partie française du bassin.

Au XIX^{ème} siècle, l'accroissement de la population a induit une augmentation de la consommation d'eau ainsi que la prolifération des maladies hydriques (absence de traitement). Pour répondre à cette demande, la ressource locale a été complétée par une importation d'eau stable sur les plans quantitatif et qualitatif.

L'eau importée en Principauté provient d'une ressource à l'Est puisée dans la nappe de la Roya et d'une ressource principale, à l'Ouest, provenant du bassin hydrographique du Var (eaux de la Vésubie et de la nappe phréatique du Var).

CARTOGRAPHIE 5.1



Localisation des sources utilisées pour la production locale d'eau potable

TABLEAU 5.1

Années	Volumes produits (sources) (en millions de m ³ /an)	Volumes importés (en millions de m ³ /an)	Volumes distribués (en millions de m ³ /an)	Pourcentage d'eau produite (en millions de m ³ /an)
1995	1,81	4,14	5,95	30,5%
1996	2,46	3,39	5,85	42,1%
1997	1,93	3,90	5,83	33,1%
1998	1,79	4,00	5,79	30,9%
1999	1,68	4,23	5,91	28,5%
2000	2,02	3,96	5,98	33,7%
2001	2,33	3,63	5,96	39,1%
2002	1,83	3,99	5,82	31,5%
2003	1,78	4,42	6,20	28,7%
2004	1,67	3,87	5,54	30,1%
2005	1,33	4,19	5,53	24,1%
2006	1,56	4,04	5,60	27,8%
2007	1,07	4,38	5,45	19,6%
2008	1,61	3,59	5,20	31,0%
2009	2,49	2,53	5,02	49,6%
2010	2,59	2,23	4,82	53,7%
2011	2,28	2,65	4,93	46,2%
2012	1,58	3,34	4,92	32,1%
2013	2,58	2,20	4,78	53,9%
2014	2,56	2,08	4,64	55,2%
2015	1,98	3,07	4,96	39,8%
Moyenne	1,95	3,52	5,46	34,0%

Volumes d'eau potable produits, importés et distribués de 1995 à 2015

FIGURE 5.1



Volumes d'eau potable produits, importés et distribués de 1995 à 2015

1.2 PRODUCTION

Les eaux utilisées par la Principauté ont différentes origines :

- l'eau de la Vésubie, traitée dans les installations de Nice (Super Rimiez) et Villefranche ;
- l'eau des forages de la Roya, produite en Italie ;
- l'eau qui provient des sources monégasques, traitée dans une usine de production en Principauté.

La qualité de la ressource locale et de l'eau distribuée fait l'objet d'une surveillance réglementaire par les services sanitaires monégasques, doublée d'un autocontrôle par la société qui assure la distribution de l'eau : la Société Monégasque des Eaux (SMEaux).

1.3 RENDEMENT PRIMAIRE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'EAU

Le rendement du réseau est un indicateur qui permet d'apprécier la qualité du réseau, son bon fonctionnement, et l'efficacité de la distribution.

Le rendement représente le rapport entre la quantité d'eau facturée* et la quantité d'eau produite, il est en partie lié à la perte d'eau sur le réseau.

Les résultats peuvent être évalués selon la grille d'analyse suivante :

- rendement « Très mauvais » : inférieurs à 60 % ;
- rendement « Mauvais » : entre 60 % et 70 % ;
- rendement « Moyen » : entre 70 et 80 % ;
- rendement « Bon » : supérieurs à 80 %.

* Dans les volumes non facturés sont compris de service (entretien du réseau), les fuites et les volumes consommés non comptabilisés.

À titre indicatif, le rendement des réseaux est de 72 % en moyenne en France. Il varie fortement en fonction de la longueur du réseau : très faible pour les communes de moins de 400 habitants, il dépasse 80% en moyenne pour les villes de plus de 20 000 habitants.

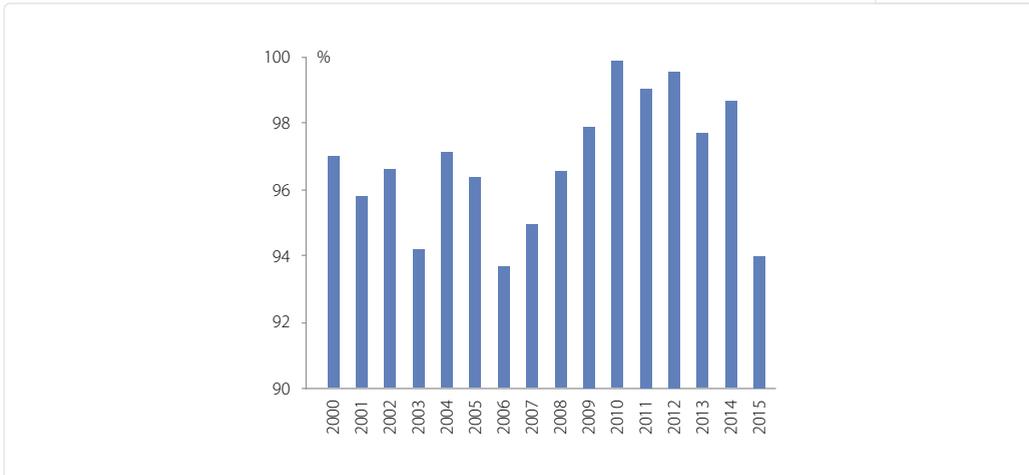
À Monaco, le rendement du réseau observé sur la période 2000 à 2015 est toujours supérieur à 80 %, ce qui équivaut à un « bon rendement ».

TABLEAU 5.2

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rendement du réseau	97,0%	95,8%	96,6%	94,2%	97,1%	96,4%	93,7%	94,9%	96,6%	97,9%	99,9%	99,0%	99,6%	97,7%	98,7%	94,0%

Rendement du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2015 (Volume d'eau facturé / volume d'eau produit, exprimé en pourcentages)

FIGURE 5.2



Rendement du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2015

1.4 CONSOMMATION ET UTILISATION DE L'EAU

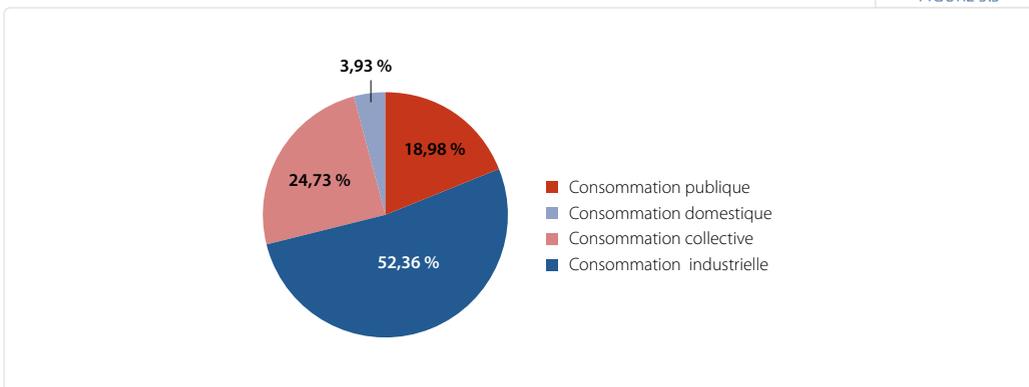
1.4.1 Consommation globale et par secteur

La rationalisation et la diminution de la consommation d'eau restent parmi les enjeux majeurs dans le cadre d'une gestion durable de la ressource.

Une consommation trop importante d'eau exerce des pressions sur les réserves d'eau douce, notamment en milieu urbain. Une consommation judicieuse permet de réduire le stress auquel sont soumis nos écosystèmes et de prolonger la durée de vie des réserves existantes et des usines d'épuration.

Ces dernières années, la prise de conscience par les ménages, les acteurs privés et publics de la Principauté a entraîné une baisse sensible de la consommation de l'eau à Monaco.

FIGURE 5.3



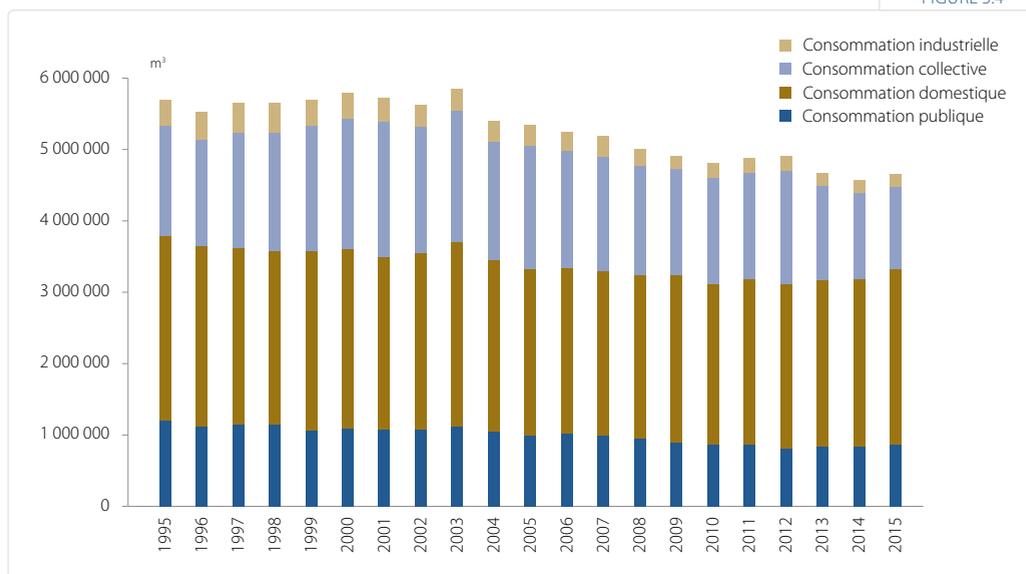
Répartition de la consommation en eau totale par secteur d'activités en 2015

TABLEAU 5.3

Années	Consommation publique (en m ³)	Consommation domestique (en m ³)	Consommation collective (en m ³)	Consommation industrielle (en m ³)	Consommation Totale (en m ³)
1995	1 216 773	2 563 752	1 544 287	360 418	5 685 230
1996	1 122 692	2 538 379	1 465 830	387 784	5 514 685
1997	1 148 214	2 486 879	1 593 740	407 591	5 636 424
1998	1 151 656	2 429 824	1 658 341	391 820	5 631 641
1999	1 089 087	2 476 626	1 759 425	378 194	5 703 332
2000	1 110 573	2 493 429	1 840 971	353 543	5 798 516
2001	1 086 065	2 417 309	1 872 730	332 846	5 708 950
2002	1 067 101	2 476 680	1 759 372	319 589	5 622 742
2003	1 131 690	2 578 903	1 819 028	307 855	5 837 476
2004	1 045 446	2 413 411	1 650 295	272 665	5 381 817
2005	996 568	2 335 475	1 718 020	274 592	5 324 655
2006	1 018 304	2 319 512	1 648 244	259 638	5 245 698
2007	989 190	2 310 547	1 615 027	257 152	5 171 916
2008	941 386	2 298 318	1 540 824	236 332	5 016 860
2009	910 145	2 331 026	1 479 042	194 990	4 915 203
2010	864 359	2 262 131	1 481 998	203 015	4 811 503
2011	861 969	2 325 667	1 490 502	203 964	4 882 102
2012	834 304	2 282 658	1 577 920	204 069	4 898 951
2013	845 934	2 329 607	1 307 596	187 099	4 670 236
2014	848 003	2 349 430	1 205 907	177 704	4 581 044
2015	884 517	2 439 479	1 152 489	182 973	4 659 458

Consommation en eau totale et par secteur d'activités de 1995 à 2015

FIGURE 5.4



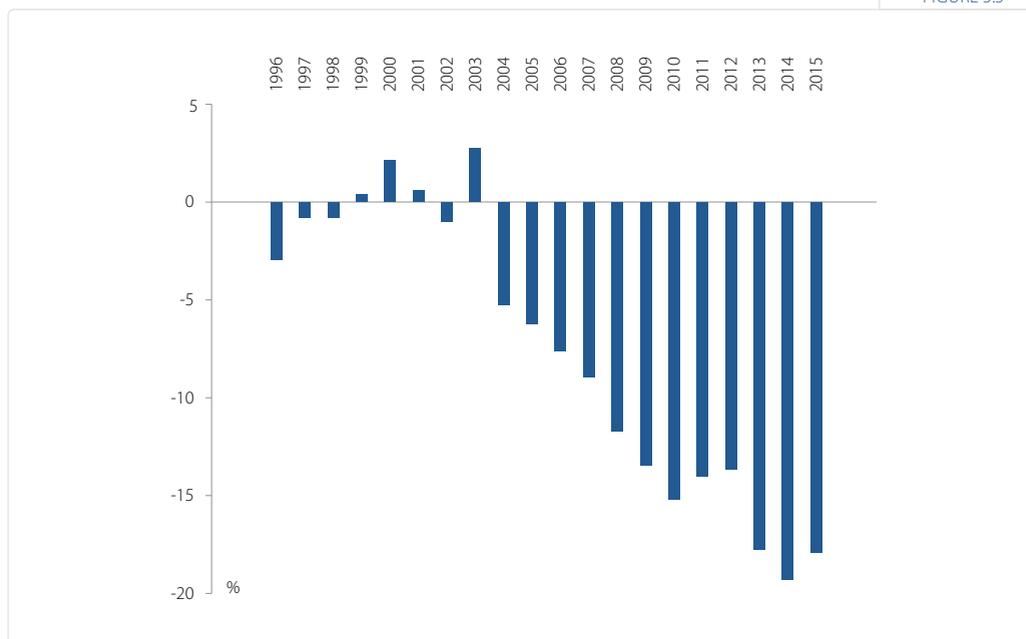
Consommation en eau par secteur d'activités de 1995 à 2015

TABLEAU 5.4

Années	Variation de la consommation publique en %	Variation de la consommation domestique en %	Variation de la consommation collective en %	Variation de la consommation industrielle en %	Variation de la consommation Totale
1996	-7,7%	-1,0%	-5,1%	7,6%	-3,0%
1997	-5,6%	-3,0%	3,2%	13,1%	-0,9%
1998	-5,4%	-5,2%	7,4%	8,7%	-0,9%
1999	-10,5%	-3,4%	13,9%	4,9%	0,3%
2000	-8,7%	-2,7%	19,2%	-1,9%	2,0%
2001	-10,7%	-5,7%	21,3%	-7,7%	0,4%
2002	-12,3%	-3,4%	13,9%	-11,3%	-1,1%
2003	-7,0%	0,6%	17,8%	-14,6%	2,7%
2004	-14,1%	-5,9%	6,9%	-24,3%	-5,3%
2005	-18,1%	-8,9%	11,3%	-23,8%	-6,3%
2006	-16,3%	-9,5%	6,7%	-28,0%	-7,7%
2007	-18,7%	-9,9%	4,6%	-28,7%	-9,0%
2008	-22,6%	-10,4%	-0,2%	-34,4%	-11,8%
2009	-25,2%	-9,1%	-4,2%	-45,9%	-13,5%
2010	-29,0%	-11,8%	-4,0%	-43,7%	-15,4%
2011	-29,2%	-9,3%	-3,5%	-43,4%	-14,1%
2012	-31,4%	-11,0%	2,2%	-43,4%	-13,8%
2013	-30,5%	-9,1%	-15,3%	-48,1%	-17,9%
2014	-30,3%	-8,4%	-21,9%	-50,7%	-19,4%
2015	-27,3%	-4,8%	-25,4%	-49,2%	-18,0%

Consommation d'eau par secteur d'activités (par rapport à l'année 1995).

FIGURE 5.5



Consommation totale en eau (par rapport à l'année 1995).

1.4.2 Consommation d'eau par habitant

Le tableau 5.5 et la figure 5.6, ci-après, montrent les consommations totales et domestiques exprimées en fonction du nombre d'habitants.

À titre indicatif, les consommations totales d'eau par habitant et par jour sont respectivement de 189 litres pour la France et 290 litres pour la région PACA*.

Les consommations domestiques d'eau par habitant et par jour sont respectivement de 165 litres pour la France et 239 litres pour la région PACA*.

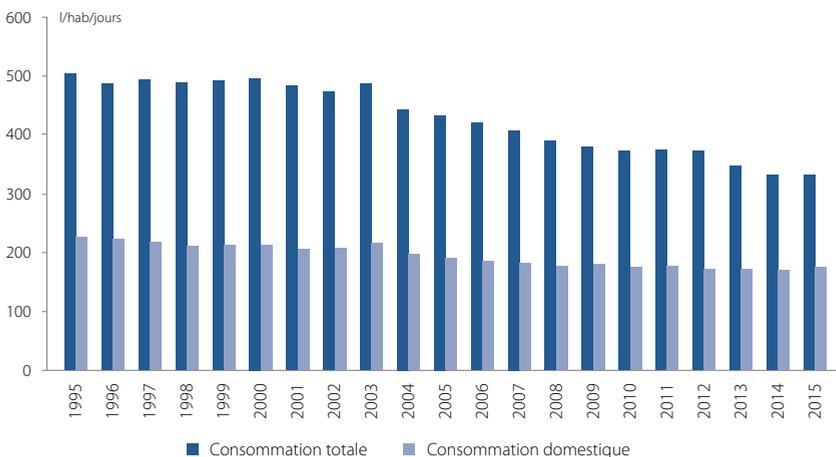
* Source IFEN, SCEES enquêtes eau et assainissement 2004.

TABLEAU 5.5

Années	Population estimée en nombre d'habitants (en nb)	Consommation totale (en m ³)	Consommation domestique (en m ³)	Consommation totale (en l/hab/j)	Consommation domestique (en l/hab/j)
1995	30 959	5 685 230	2 563 752	503	227
1996	31 147	5 514 685	2 538 379	485	223
1997	31 342	5 636 424	2 486 879	493	217
1998	31 549	5 631 641	2 429 824	489	211
1999	31 773	5 703 332	2 476 626	492	214
2000	32 020	5 798 516	2 493 429	496	213
2001	32 293	5 708 950	2 417 309	484	205
2002	32 598	5 622 742	2 476 680	473	208
2003	32 939	5 837 476	2 578 903	486	215
2004	33 320	5 381 817	2 413 411	443	198
2005	33 748	5 324 655	2 335 475	432	190
2006	34 226	5 245 698	2 319 512	420	186
2007	34 759	5 171 916	2 310 547	408	182
2008	35 352	5 016 860	2 298 318	389	178
2009	35 400	4 915 203	2 331 026	380	180
2010	35 400	4 811 503	2 262 131	372	175
2011	35 650	4 882 102	2 325 667	375	179
2012	36 100	4 898 951	2 282 658	372	173
2013	37 000	4 670 236	2 329 607	346	172
2014	37 700	4 581 044	2 349 430	333	171
2015	37 750	4 659 458	2 439 479	338	177

Consommation d'eau par habitant et par jour de 1995 à 2015

FIGURE 5.6



Consommation totale et domestique en eau par habitant et par jour de 1995 à 2015

2. EAUX USÉES

L'ensemble des eaux usées urbaines de la Principauté et celles d'une partie des communes limitrophes sont collectées et font l'objet d'un traitement épuratoire avant leurs rejets en mer. Le débit moyen journalier s'établit entre 15 000 et 20 000 m³/jour et la capacité de traitement des ouvrages est dimensionnée pour 100 000 Equivalent Habitants (EH).

Le traitement des eaux résiduaires est séparé en deux sites distincts :

- une Usine de PréTraitement des Eaux Résiduaires (UPTER), souterraine, qui assure le pré-traitement physique des eaux : dégrillage, tamisage, dessablage et déshuilage. Sa capacité hydraulique permet la gestion de l'intégralité des eaux usées collectées ainsi que les débits occasionnés par les eaux de ruissellement pour des épisodes pluvieux de fréquence trimestrielle ;
- une Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER), en sous-sol d'un immeuble industriel, qui assure le traitement primaire et secondaire des eaux. Sa conception a été réalisée suivant des impératifs de performance, de compacité et d'absence de nuisances (bruits et odeurs).

Dans le cadre du programme de travaux résultant du Schéma Directeur d'Assainissement réalisé en 2005, la Principauté de Monaco a entrepris la réalisation de travaux de renforcement sur son réseau d'assainissement et 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 des eaux épurées.

Les travaux sur le réseau d'assainissement ont porté sur :

- la réalisation de deux bassins de rétention, bassin Wurtemberg (opérationnel depuis 2008) et bassin du Portier (en projet) ;
- l'optimisation des infrastructures et de la gestion du réseau (rectification des anomalies sur les déversoirs d'orage, instrumentations et vannes automatiques) ;
- 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 ;
- l'optimisation de l'UTER, réalisée en 2008, concernant l'amélioration du traitement de l'eau, avait pour objectifs d'obtenir un rejet conforme aux normes européennes et le renforcement de la filière boue, pour permettre le stockage et le transfert, vers l'usine de traitements des déchets, du surplus des boues produit par la mise en place du traitement physicochimique des eaux usées.

2.1 COLLECTE DES EAUX USÉES

La majeure partie du réseau de collecte est unitaire (eaux usées et pluviales mélangées). Cependant, la réalisation de réseaux séparatifs de collecte des eaux pluviales est mise en œuvre dans le cadre du réaménagement de quartiers (Fontvieille, terrains délaissés SNCF).

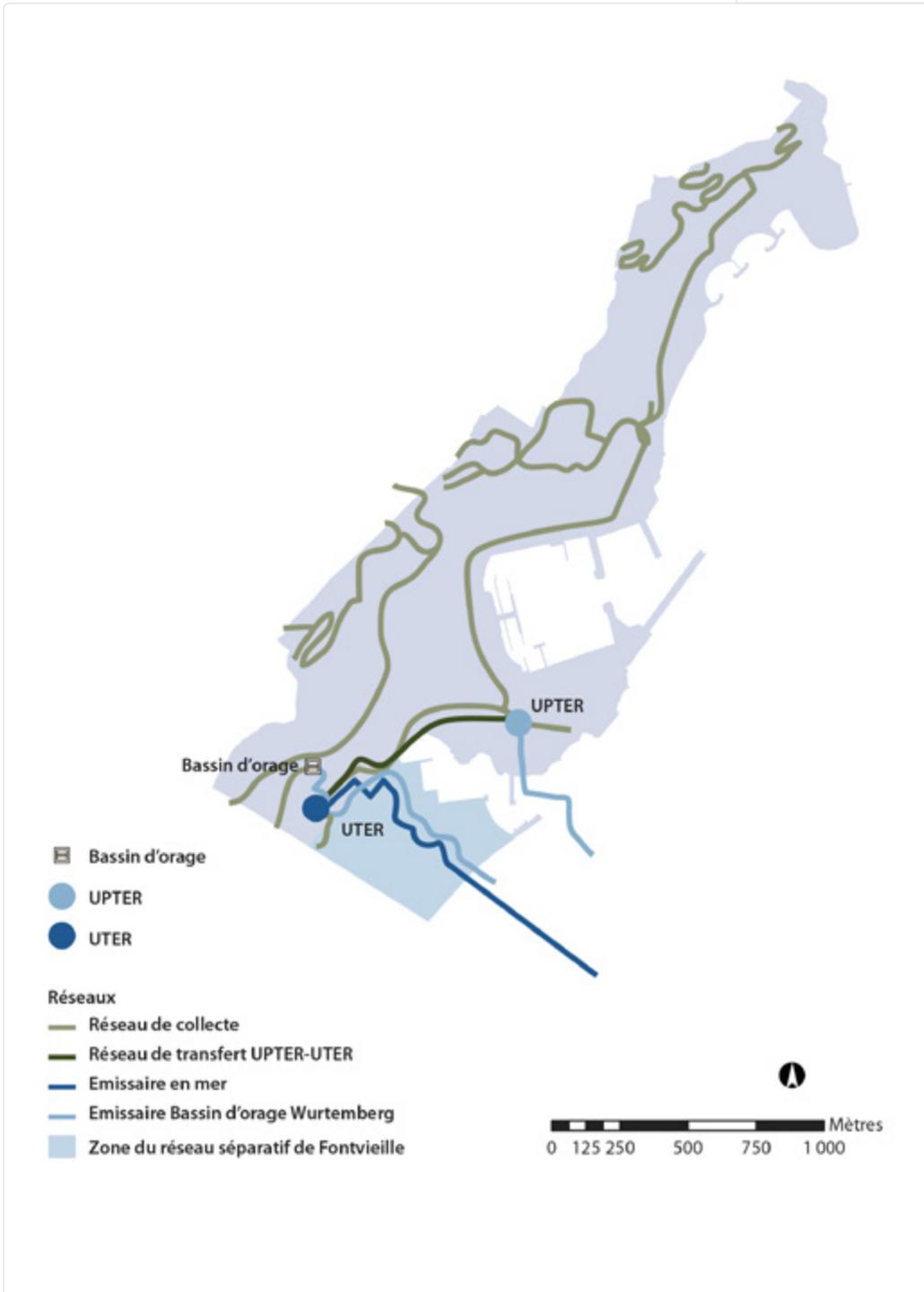
Les eaux usées d'origine urbaine et industrielle, à traiter, proviennent principalement :

- du réseau d'assainissement de la Principauté ;
- d'une partie des réseaux d'assainissement unitaires des communes françaises limitrophes : La Turbie, Beausoleil et Cap d'Ail.

Le linéaire des réseaux publics de collecte est réparti comme suit :

- 32,6 km de réseau unitaire ;
- 3,3 km de réseau séparatif eaux usées ;
- 7,6 km de réseau séparatif eaux pluviales.

Le taux de raccordement des eaux domestiques et industrielles au réseau d'eaux usées à Monaco est de 100 %.



Carte simplifiée du réseau de collecte et des installations de traitement des eaux résiduaires monégasques

2.2 PRÉTRAITEMENT DES EAUX USÉES

L'Usine de PréTraitement des Eaux Résiduaires (UPTER) a été mise en fonction en 1987. Son rôle est de procéder au premier traitement physique de l'eau usée.

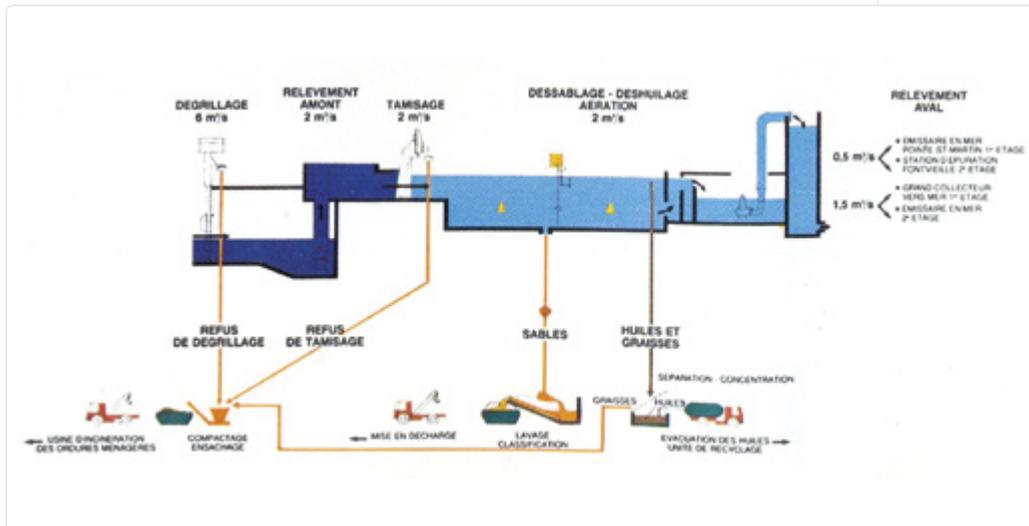
Le dégrillage et le tamisage

Les effluents bruts traversent deux dégrilleurs dont l'écartement des barreaux est de 20 mm. Un râteau d'extraction enlève les déchets bloqués en amont de la grille. Les effluents passent ensuite par 2 tamis d'une capacité 2 m³/s chacun avec des mailles de 3 mm. L'objectif est d'éliminer le maximum de déchets solides, y compris les filasses, qui sont nuisibles au bon fonctionnement des installations de traitement.

Le dessablage et le dégraissage

L'effluent est traité dans deux chenaux combinés au fond desquels se déposent les sables et graviers. Les chenaux sont équipés d'un pont unique coulissant le long des bassins, aspirant les sables décantés et raclant les huiles et graisses en surface. Les graisses sont émulsionnées grâce à une aération par microbublage assurée par 4 turbines immergées. Les mousses sont collectées en surface vers la séparation solide - liquide (tamis de maille 1 mm), avant conditionnement et enlèvement.

SCHÉMA 5.1



Synoptique des installations de l'Usine de Prétraitement des Eaux Résiduaires (UPTER)

2.2.1 Volumes traités

L'UPTER a une capacité maximale de prétraitement de 2 m³/s.

Les volumes supérieurs (observés en cas de fortes pluies) compris entre 2 m³/s et 6 m³/s sont rejetés en mer par un émissaire à - 47 mètres après un prétraitement partiel.

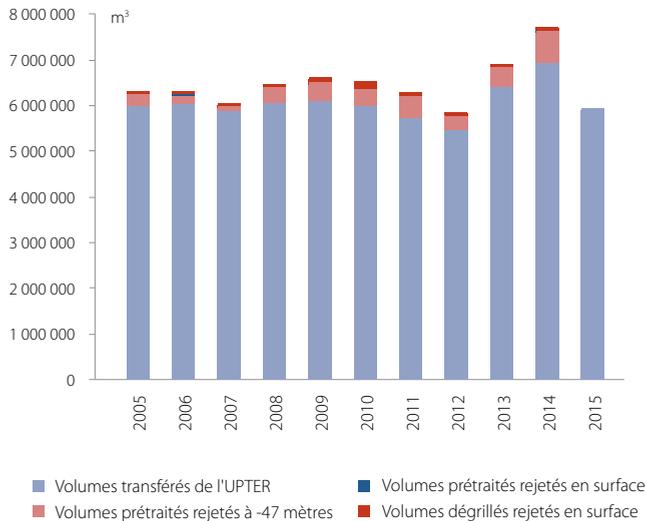
Les volumes supérieurs à 6 m³/s sont dégrillés et rejetés par un émissaire de surface avec un traitement minimal.

TABLEAU 5.6

Année	Volumes transférés de l'UPTER (en m ³)	Volumes prétraités rejetés à -47 mètres (en m ³)	Volumes prétraités rejetés en surface (en m ³)	Volumes dégrillés, rejetés en surface (en m ³)	Volumes totaux traités (en m ³)
2005	5 980 278	254 866	8 410	42 693	6 286 247
2006	6 028 888	182 797	6 305	20 297	6 238 287
2007	5 875 695	95 144	2 605	7 281	5 980 725
2008	6 009 256	388 223	7 186	25 633	6 430 298
2009	6 100 632	390 999	1 894	92 869	6 586 394
2010	5 991 514	376 599	205	128 851	6 497 169
2011	5 732 698	479 531	0	14 766	6 226 995
2012	5 450 403	318 632	10 150	19 489	5 798 674
2013	6 391 364	435 602	1 163	58 702	6 886 831
2014	6 952 363	668 629	9 655	68 410	7 699 057
2015	5 913 130	-	-	-	-

Volumes d'eau traités par l'UPTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.7



Volumes d'eau traités par l'UPTER de 2005 à 2015

2.2.2 Déchets produits par l'UPTER

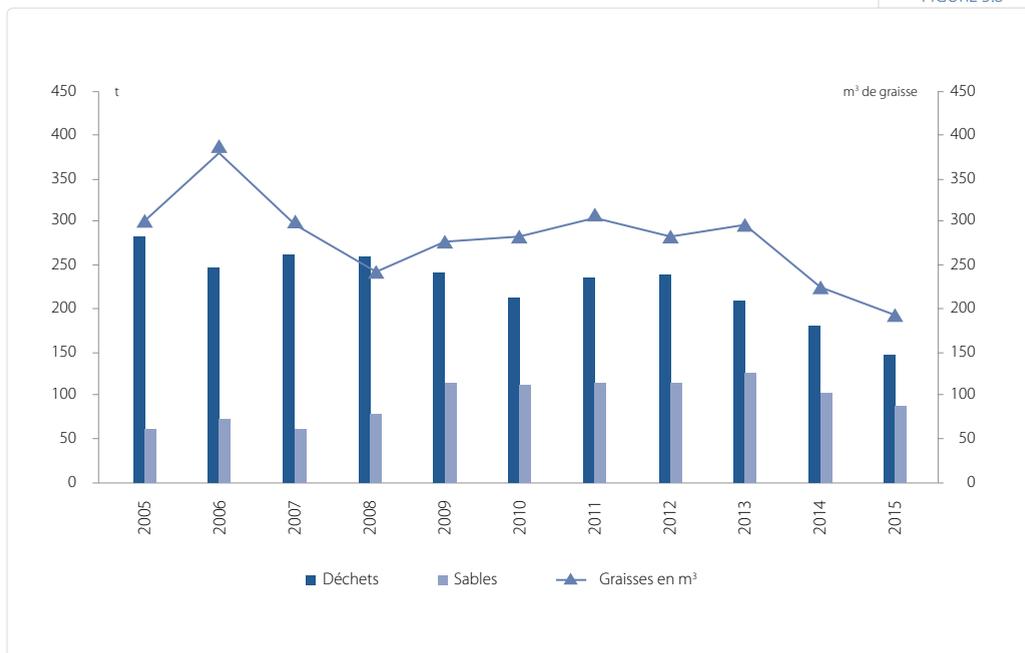
Les déchets extraits du prétraitement des eaux résiduaires sont mis en décharge pour les sables et incinérés pour les refus de dégrillage (déchets) et pour les graisses.

TABLEAU 5.7

Années	Déchets (en t)	Sables (en t)	Graisses (en m ³)
2005	283	61	300
2006	245	73	384
2007	262	63	300
2008	258	81	244
2009	240	115	276
2010	212	112	282
2011	235	114	304
2012	238	113	281
2013	209	127	294
2014	180	102	222
2015	148	88	192

Déchets extraits des eaux résiduaires par l'UPTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.8



Déchets et sables extraits des eaux résiduaires par l'UPTER de 2005 à 2015

2.3 TRAITEMENT DES EAUX USÉES

L'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER) procède au traitement primaire (décantation) et au traitement secondaire (élimination biologique des polluants) des eaux usées.

Conçue au début des années 1990, cette usine est implantée dans le tréfonds d'un immeuble. Cependant, le traitement des boues et de l'air s'effectue verticalement dans un bâtiment adjacent de type « tour ». Cette usine a été l'une des premières à utiliser la filtration biologique selon le procédé Biocarbone.

L'UTER se trouve à proximité immédiate de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI) ce qui permet une valorisation énergétique des boues par leur injection directe dans les fours d'incinération grâce à un réseau de canalisations.

Les processus de traitement mis en œuvre sont :

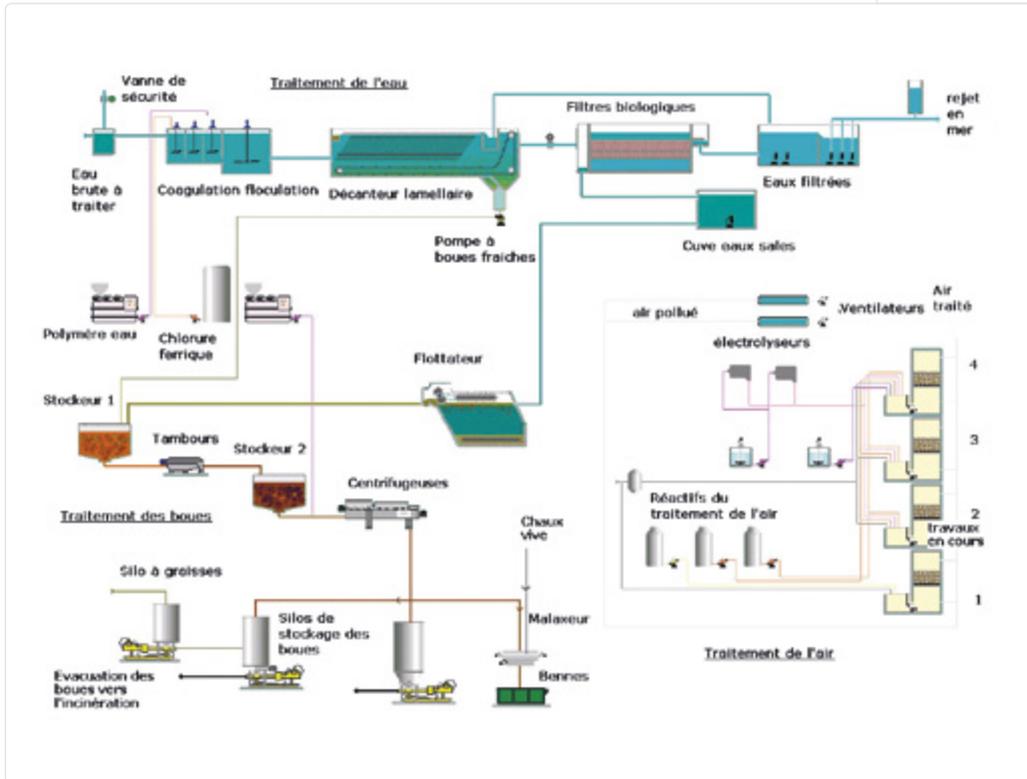
- physicochimique par coagulation-floculation et décantation lamellaire ;
- biologique par culture fixée sur matrice filtrante (procédé Biocarbone).

Cette usine a une capacité hydraulique maximale de 31 000 m³/jour et de 1800 m³/heure correspondant à une capacité d'épuration de 100 000 Equivalent Habitants (EH). En 2008, un renforcement des installations de traitement de l'eau et de transfert des boues d'épuration a été réalisé pour satisfaire à l'évolution des besoins.

2.3.1 Équipements

Dans sa configuration première, jusqu'à fin 2007, le traitement était du type décantation lamellaire suivi d'une filtration biologique et comprenait les ouvrages suivants :

- des bassins de coagulation-floculation ;
- 2 décanteurs lamellaires rectangulaires de 70 m chacun, procédé MULTIFLO dont la capacité hydraulique a été augmentée en 2008 ;
- 11 bio filtres totalisant 440 m², procédé Biocarbone réhabilité en 2008 ;
- un ouvrage de flottation réalisé en 2008 pour le traitement spécifique des eaux de lavages des biofiltres ;
- un poste de refoulement pour le rejet de l'eau traitée en mer (émissaire en diamètre de 800 mm à 100 m de profondeur) ;
- 2 épaisseurs et 1 atelier de déshydratation des boues par centrifugation, rénovés en 2008 ;
- 1 unité de désodorisation : l'ensemble de l'air extrait des bâtiments de traitement des eaux (34 000 m³/h) et des boues (24 000 m³/h) est soumis à un traitement chimique sur 4 tours de lavage ;
- des unités de stockage et de transfert des boues déshydratées vers l'UIRUI, renforcées en 2008 ;
- depuis 2008, les boues déshydratées qui ne peuvent être brûlées à l'UIRUI sont évacuées via une filière de compostage des boues, à Tarascon.



Synoptique des installations de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaire (UTER) après le renforcement des installations

2.3.2 Traitement des flux polluants

Chaque jour, l'évaluation de l'efficacité du traitement des flux polluants est réalisé quotidiennement sur trois paramètres indicatifs de la charge polluante des eaux.

Les Matières en Suspension (MES) : désignent l'ensemble des matières solides insolubles présentes dans les eaux résiduaires ;

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) : désigne la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques par voie biologique (biodégradables). La DBO permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées. Elle est généralement calculée au bout de 5 jours à 20°C, on parle alors de DBO5 ;

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) : désigne la consommation en oxygène des oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante chimique des eaux usées.

2.3.3 Volumes traités

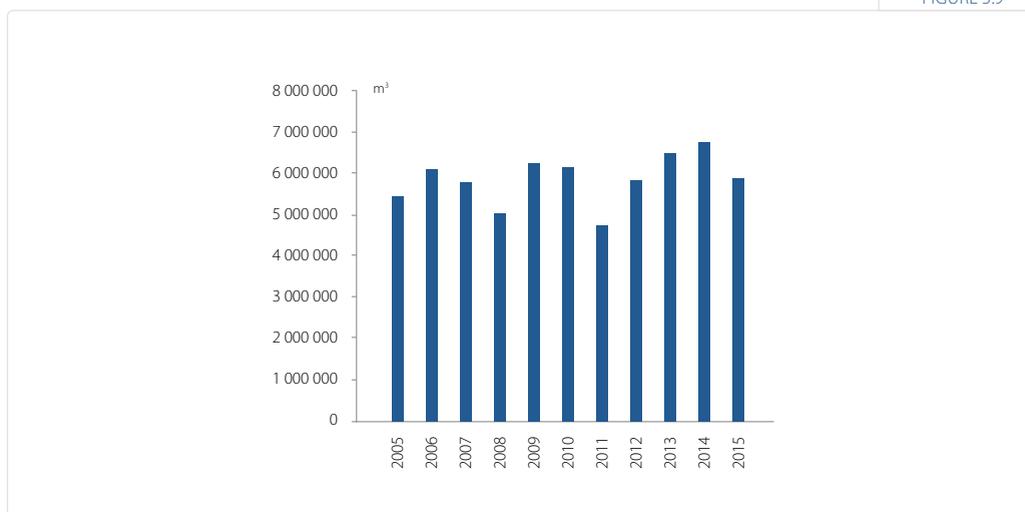
Les volumes traités par l'UTER sont directement dépendants des volumes issus de l'UPTER qui joue le rôle de régulation des débits entrants.

TABLEAU 5.8

Années	Volumes moyens journaliers (en m ³ /j)	Volumes annuels (en m ³)
2002	17 830	6 276 380
2003	17 622	6 438 717
2004	17 092	6 272 845
2005	17 040	5 484 686
2006	16 796	6 103 902
2007	15 811	5 806 334
2008	16 892	5 068 431
2009	16 950	6 266 992
2010	16 917	6 154 055
2011	15 609	4 742 197
2012	16 158	5 871 699
2013	17 873	6 528 774
2014	18 623	6 780 531
2015	16 497	5 922 056

Volumes annuels traités par l'UTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.9



Volumes annuels traités par l'UTER de 2005 à 2015

2.3.4 Charges

Les charges représentent les masses, exprimées en kg/jour ou tonne/an, pour estimer les flux de pollution transitant par la station.

Cette charge est calculée :

- sur les eaux brutes, en entrée d'usine pour évaluer les quantités globales de matières en suspension et de polluants dissous devant être traitées. Ces valeurs sont utilisées pour le dimensionnement des installations et dans le cadre de l'application des impératifs de traitement fixés par le cahier des charges ;
- sur les eaux traitées, en sortie d'usine pour connaître les flux de polluants dissous et particuliers rejetés dans le milieu naturel.

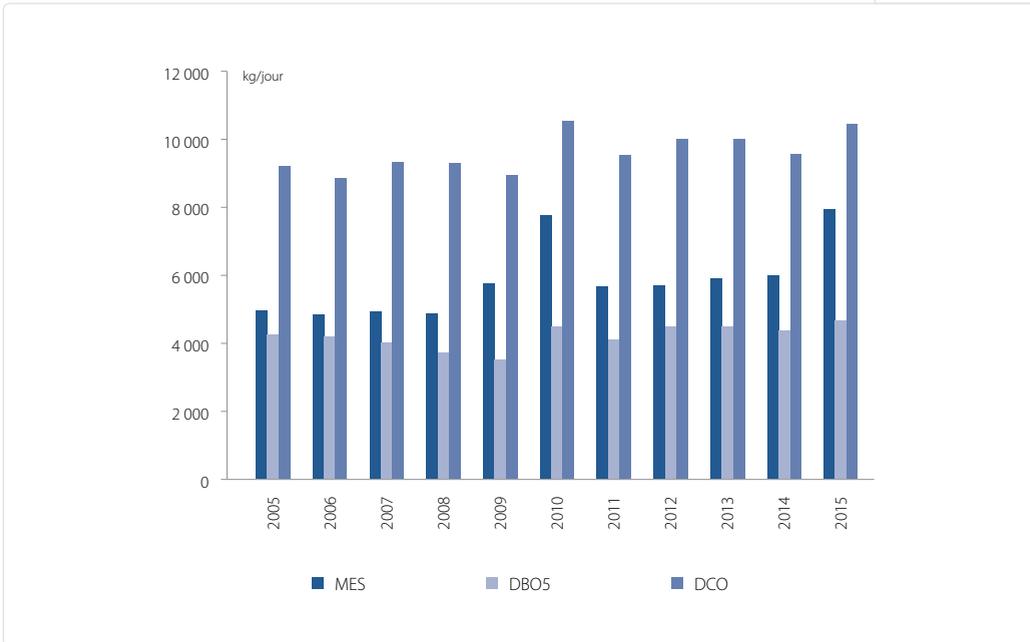
TABLEAU 5.9

Années	Charges eaux brutes avant traitement			Charges eaux brutes après traitement		
	MES (en kg/jour)	DBO5 (en kg/jour)	DCO (en kg/jour)	MES (en kg/jour)	DBO5 (en kg/jour)	DCO (en kg/jour)
2005	4 940	4241	9170	1 037	1103	2751
2006	4 831	4165	8825	1 111	1166	2824
2007	4 900	4007	9311	980	1002	2607
2008	4 852	3 695	9 261	1 359	1392	3356
2009	5 727	3 490	8 916	550	503	1649
2010	7 728	4 460	10 524	538	580	1526
2011	5 667	4 073	9 526	522	551	1592
2012	5 730	4 434	9 955	494	485	1530
2013	5 859	4 437	10 011	471	497	1 560
2014	5 961	4 371	9 609	489	559	1 865
2015	7 919	4 631	10 438	438	553	1 744

Charges traitées par l'UTER de 2005 à 2015

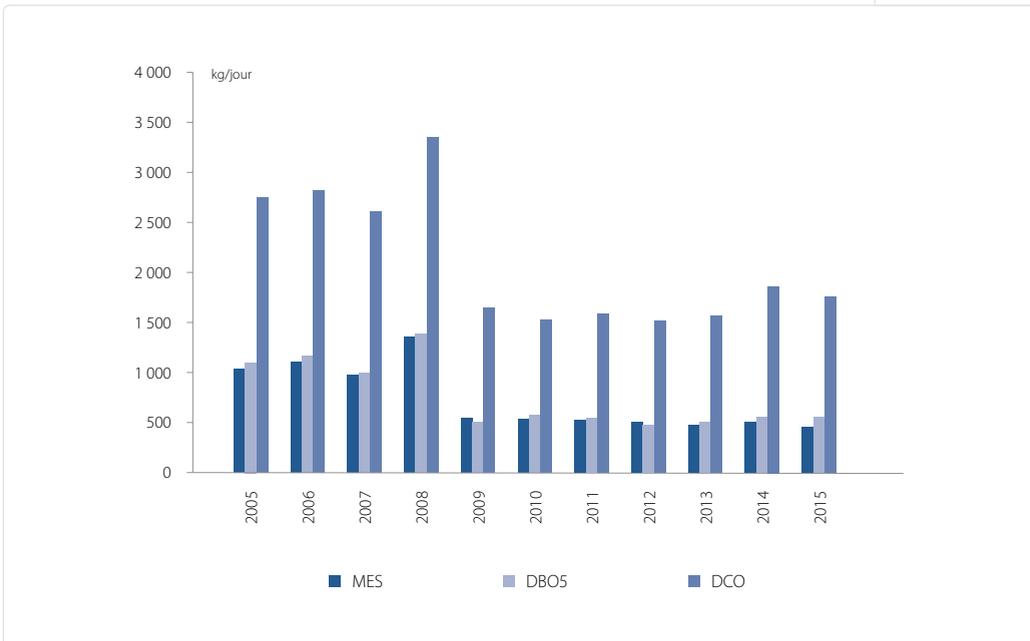
MES : Matières en Suspension
DBO5 : Demande Biochimique en oxygène
DCO : Demande chimique en oxygène

FIGURE 5.10



Charges des eaux brutes avant traitement par l'UTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.11



Charges des eaux après traitement par l'UTER de 2005 à 2015

2.3.5 Concentration des effluents selon les paramètres normatifs (MES, DBO5, DCO)

La mesure de la concentration en polluants des effluents sur les eaux brutes constitue, avec les débits, les données nécessaires permettant de vérifier le fonctionnement des installations de traitement des eaux.

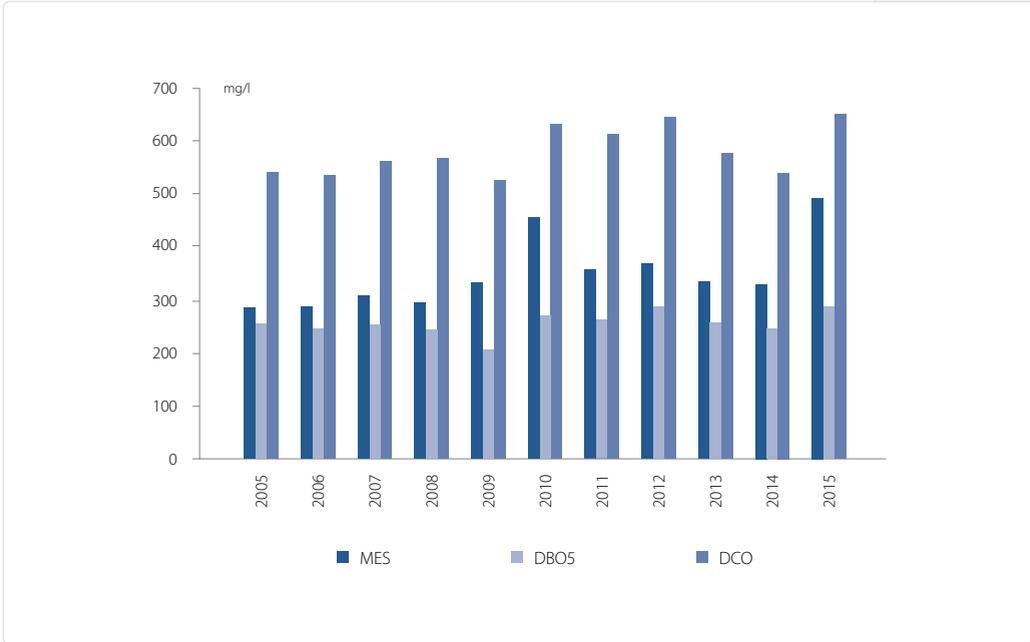
La concentration des eaux traitées constitue le paramètre normatif principal utilisé dans la définition des objectifs de traitement à atteindre.

TABLEAU 5.10

Années	Concentration des eaux brutes			Concentration des eaux traitées		
	MES (en mg/l)	DBO5 (en mg/l)	DCO (en mg/l)	MES (en mg/l)	DBO5 (en mg/l)	DCO (en mg/l)
2005	287	257	544	61	65	163
2006	289	249	538	66	70	167
2007	310	255	565	61	63	164
2008	297	246	571	80	82	198
2009	336	208	529	32	29	96
2010	459	272	635	50	47	147
2011	359	264	615	41	45	115
2012	367	289	647	31	31	97
2013	335	256	580	26	28	88
2014	330	245	539	27	32	106
2015	492	291	652	27	34	106

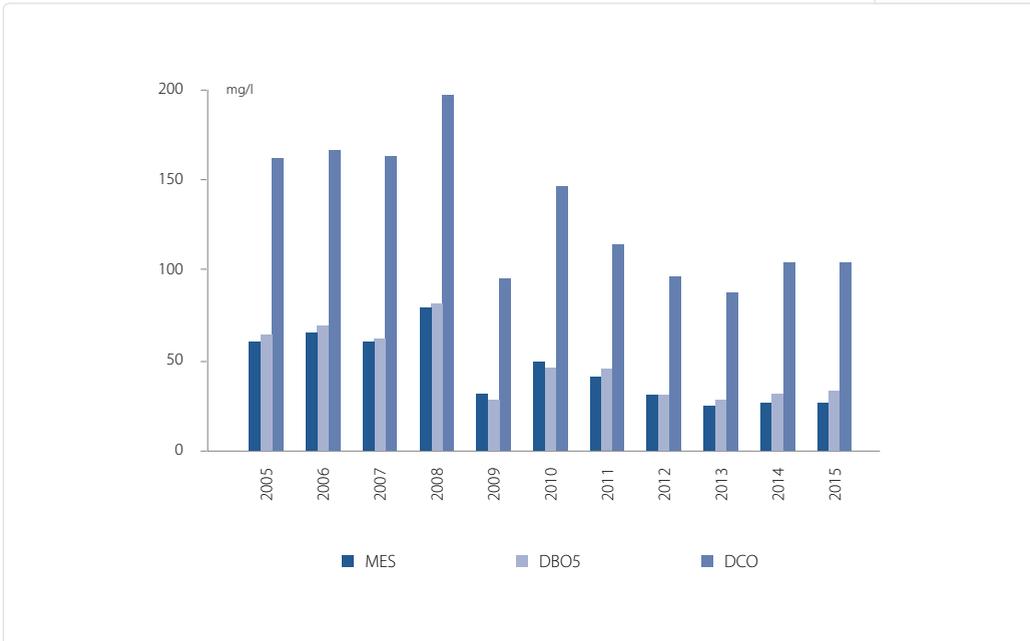
Concentration des effluents selon les paramètres normatifs de 2005 à 2015

FIGURE 5.12



Concentration des eaux brutes selon les paramètres normatifs de 2005 à 2015

FIGURE 5.13



Concentration des eaux traitées selon les paramètres normatifs de 2005 à 2015

2.3.6 Rendement de l'épuration

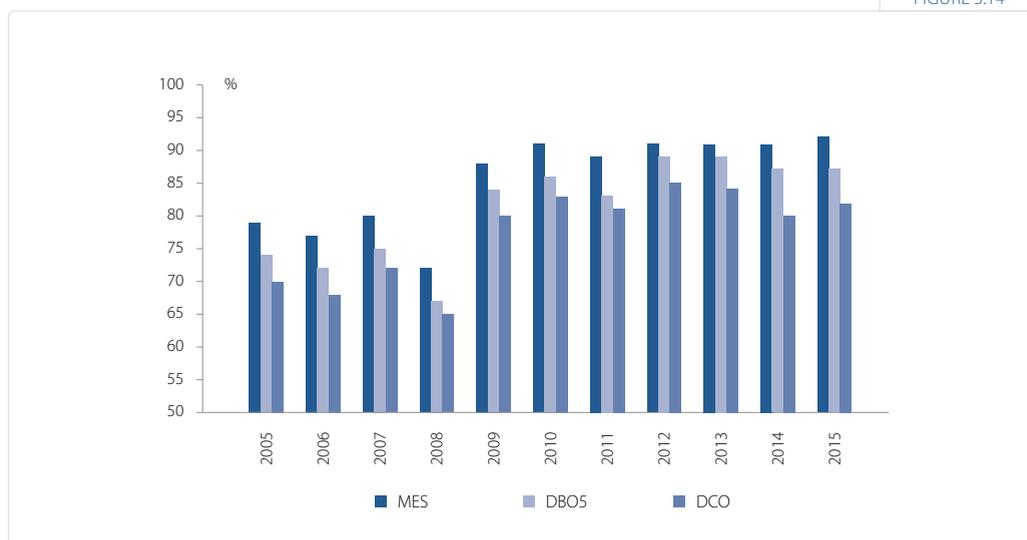
Le rendement d'épuration représente le pourcentage d'abattement des flux de pollution calculé à partir des concentrations des paramètres normatifs. Ce paramètre permet d'évaluer l'efficacité du traitement.

TABLEAU 5.11

Années	Rendement d'épuration		
	MES (en %)	DBO5 (en %)	DCO (en %)
2005	79	74	70
2006	77	72	68
2007	80	75	72
2008	72	67	65
2009	88	84	80
2010	91	86	83
2011	89	83	81
2012	91	89	85
2013	91	89	84
2014	91	87	80
2015	92	87	82

Rendement d'épuration de l'UTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.14



Rendement d'épuration de l'UTER de 2005 à 2015

2.3.7 Garanties de traitement des eaux et limites de fonctionnement

Les garanties de traitement et les limites de fonctionnement de l'installation sont dépendantes des caractéristiques de l'effluent d'entrée. Suivant le respect de ses caractéristiques, deux objectifs de traitement sont fixés.

Caractéristiques limites de l'effluent brut acceptables à l'entrée de l'usine :

Paramètres	Avant rénovation de 2008	Après rénovation de 2008
Volume journalier maximal (m ³ /jour), Qj	31 000	31 000
Débit horaire maximal (m ³ /h)	1 800	1 800
Charge maximale journalière en MES (kg/jour)	$2\,559 + 0.086 \times Qj = 5\,225$	5 676
Charge maximale journalière en DBO (kg/jour)	$0.25 \times Qj = 7\,750$	4 170
Charge maximale journalière en DCO (kg/jour)	$9\,600 + 0.125 \times Qj = 13\,475$	9 080
Rapport DCO/DBO	≤ 2.5	≤ 2.5

Dans la limite des caractéristiques de l'effluent et sous réserve que l'effluent brut n'ait pas dépassé ces limites lors des 48h précédentes, l'usine doit assurer le traitement de la totalité des eaux usées et respecter les paramètres de rejets en termes de concentrations maximales de l'effluent en sortie d'usine ou de pourcentage minimal d'abattement de la concentration entrante.

Caractéristiques du traitement dans le cas où les limites de l'effluent brut acceptables à l'entrée de l'usine sont respectées.

Paramètres	Avant rénovation de 2008		Après rénovation de 2008	
	Concentration maximale du rejet (en mg/l)	Rendement d'épuration (en %)	Concentration maximale du rejet (en mg/l)	Rendement d'épuration (en %)
Matières en suspension (MES)	35	90	30	89
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	25	90	40	83
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	125	75	119	77

Caractéristiques du traitement dans le cas où les limites de l'effluent brut acceptables à l'entrée de l'usine ne sont pas respectées.

Paramètres	Avant rénovation de 2008	Après rénovation de 2008
	Rendement d'épuration (en %)	Rendement d'épuration (en %)
Matières en suspension (MES)	< 40 % de la concentration entrante	< 70 % de la concentration entrante
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	< 60 % de la concentration entrante	< 50 % de la concentration entrante
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	< 60 % de la concentration entrante	< 50 % de la concentration entrante

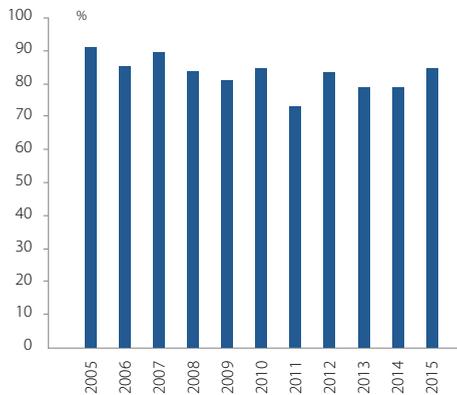
L'objectif de traitement se limite à un pourcentage d'abattement minimal à respecter.

TABLEAU 5.12

Années	Dépassements des caractéristiques limites de l'effluent brut				Bilan		
	MES en nombre de jours nominaux	DBO5 en nombre de jours nominaux	DCO en nombre de jours nominaux	DCO/DBO5 en nombre de jours nominaux	Dépassement d'un paramètre <i>a minima</i> en nombre de jours nominaux	Nombre d'analyses	Dépassements en % de temps
2005	268	137	88	69	292	321	91
2006	282	165	41	51	305	357	85
2007	292	190	88	96	327	363	90
2008	241	115	30	109	249	297	84
2009	137	88	156	200	290	358	81
2010	207	198	188	106	303	358	85
2011	95	114	165	95	220	302	73
2012	145	216	250	94	310	372	83
2013	154	211	238	93	292	371	79
2014	192	199	225	75	293	371	79
2015	247	230	255	83	305	360	85

Dépassements des caractéristiques limites de l'effluent brut à l'entrée de l'usine de 2005 à 2015

FIGURE 5.15



Nombre de jours de dépassement des caractéristiques de l'effluent en entrée de station pour un paramètre *a minima* de 2005 à 2015

2.3.8 Boues d'épuration

Les boues d'épuration sont les principaux déchets produits par l'UTER.

Ces boues sont générées par l'extraction de bactéries mortes et de la matière organique présente dans les eaux usées.

Les boues sont principalement transférées par un réseau de canalisation vers l'UIRUI pour leur valorisation énergétique par incinération.

Une évacuation des boues pour leur valorisation agricole (compostage) est également entreprise en cas de dépassement des capacités d'incinération.

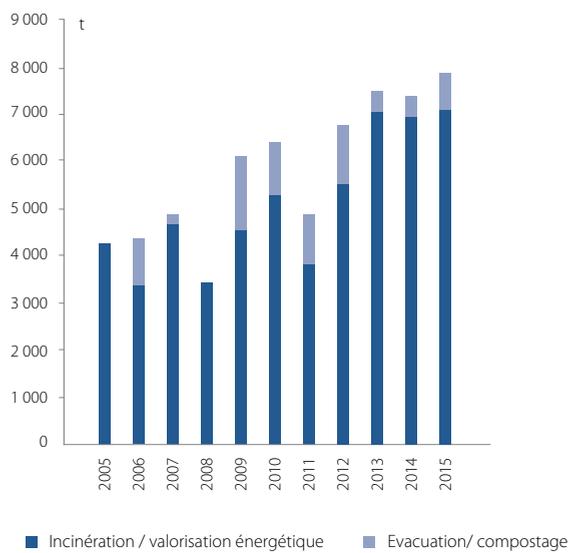
On note une augmentation de 30 % des tonnages de boue produite à la suite de la mise à niveau de l'UTER.

TABLEAU 5.13

Années	Boues d'épuration		
	Incinération / valorisation énergétique (en t)	Evacuation/ compostage (en t)	Total (en t)
2005	4 251	0	4 251
2006	3 385	982	4 367
2007	4 675	187	4 862
2008	3 438	0	3 438
2009	4 516	1 568	6 084
2010	5 281	1 125	6 406
2011	3 816	1 053	4 869
2012	5 532	1 214	6 766
2013	7 052	416	7 468
2014	6 953	413	7 366
2015	7 097	774	7 871

Boues d'épuration produites par l'UTER de 2005 à 2015

FIGURE 5.16



Boues d'épuration produites par l'UTER de 2005 à 2015

A large, stylized number '6' is the central graphic element. It is composed of several overlapping, semi-transparent blue shapes in various shades, creating a sense of depth and movement. The background is a solid dark blue.

SURVEILLANCE DU MILIEU MARIN

La connaissance de la qualité des milieux littoraux et marins constitue l'une des orientations majeures en matière de protection et de gestion des milieux aquatiques : définir, mettre en œuvre et évaluer sont les éléments clés d'une politique durable engagée en faveur du littoral et du milieu marin.

La pression démographique, agricole et industrielle, les risques de contaminations bactériologiques et chimiques, les dysfonctionnements biologiques et les changements climatiques globaux deviennent des préoccupations croissantes.

Le programme de surveillance de la qualité du milieu marin mis en place en Principauté a pour objectif d'améliorer la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers, de quantifier les évolutions, d'identifier et d'évaluer l'impact des pressions sur ce milieu afin de mieux le protéger.

Cette surveillance continue est basée sur la mesure :

- de la qualité du milieu marin et de chacun de ses compartiments, à savoir : eau, sédiments et milieu vivant ;
- des activités ou des apports naturels et anthropiques susceptibles d'influer sur la qualité du milieu marin ;
- des effets de ces activités et apports.

Cette surveillance continue a pour objectifs :

- de décrire la distribution spatiale d'une série de paramètres physiques, chimiques, biologiques et autres (dont la démographie, les apports et les activités spécifiques) ;
- de déterminer les tendances chronologiques, soit comme moyen de juger de l'efficacité des mesures engagées, soit d'apprécier, grâce à des indicateurs adéquats, l'évolution de certains aspects de la qualité du milieu marin ;
- de définir les rapports entre les activités anthropiques, les gradients spatiaux observés et les tendances chronologiques décelées dans le milieu marin.

1. BASE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE MIS EN ŒUVRE A MONACO

1.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INTERNATIONAL

1.1.1 Réglementation monégasque

La protection du milieu marin et la lutte contre les pollutions sont inscrites et reconnues dans le Code de la Mer monégasque adopté en 1998 (articles L.230-1 et suivants et L.221-1 et suivants).

Le Code de la Mer régit également la pratique des bains de mer et des sports nautiques (articles L.750-1, O.753-2 et A.753-1 et suivants) déterminant notamment les modalités de surveillance de la qualité des eaux de baignade.

Cette réglementation s'est inspirée de la directive européenne existante en la matière (Directive n° 76/160, du 8 décembre 1975).

1.1.2 Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée

La convention de Barcelone adoptée en 1976, à laquelle Monaco est Partie, et ses protocoles d'application visent à réduire les pollutions dans la zone de la mer Méditerranée, à protéger et à améliorer le milieu marin en vue de contribuer à son développement durable.

1.1.3 Accord RAMOGE

La Principauté de Monaco, la France et l'Italie, ont décidé de conclure en 1976 cet Accord spécifique pour mettre en commun les actions en matière de protection du milieu marin et de lutte contre la pollution du milieu littoral.

1.2 DÉFINITION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

La surveillance de la qualité des eaux a été initiée en 1972, lors de la création du laboratoire d'études des pollutions marines. Depuis, la Principauté de Monaco a participé activement à divers programmes de surveillance, dont le RNO (Réseaux National d'Observation français) de 1974 à 1998.

Les principaux objectifs du programme de surveillance mis en œuvre à Monaco sont axés sur l'évaluation du niveau de pollution, la protection de la santé humaine et la protection des écosystèmes marins.

Les paramètres pris en compte pour cette surveillance du milieu marin concernent des paramètres hydrologiques, chimiques et biologiques, spécifiés ci-après, permettant de décrire les tendances à long terme du stress anthropique s'exerçant sur les écosystèmes :

- **les contaminants chimiques et leurs effets** : les contaminants sont, le plus souvent, mesurés dans la matière vivante ou le sédiment ;
- **les paramètres généraux de qualité de l'eau** : la connaissance des paramètres physiques et chimiques de l'eau de mer constitue la base indispensable pour la connaissance du milieu marin et l'identification des pressions anthropiques ;
- **le plancton toxique** : des déséquilibres du milieu peuvent engendrer des proliférations anormales de certaines espèces planctoniques pouvant s'avérer néfastes pour l'homme et l'environnement ;
- **les paramètres d'enrichissement et d'eutrophisation** : les nutriments (nitrate, ammonium, phosphate...) favorisent le développement des organismes végétaux. L'enrichissement en nutriment peut conduire à des développements excessifs d'algues appelés bloom algaux ;
- **la microbiologie sanitaire** : concerne l'ensemble des organismes vivants microscopiques susceptibles d'être pathogènes pour l'homme ;
- **le milieu biologique** : de nombreux programmes incluent la surveillance ou l'observation de divers aspects du milieu biologique lui-même. L'éventail des possibilités est varié et répond généralement à une finalité particulière.

La stratégie mise en œuvre à Monaco reprend cette surveillance et s'organise autour de 3 composantes :

- la surveillance chimique du milieu marin à partir du sédiment et des organismes vivants (biota) ;
- la surveillance hydrologique des eaux comprenant les paramètres généraux de qualité de l'eau et les paramètres d'enrichissement et d'eutrophisation ;
- la microbiologie sanitaire, conformément à la réglementation monégasque et internationale.

2. HYDROLOGIE DES EAUX COTIÈRES

La surveillance de l'état et de la qualité du milieu marin est établie à partir d'un réseau de suivi de paramètres hydrologiques, base indispensable à la connaissance et à la caractérisation globale du système aquatique.

2.1 PROGRAMME DE SURVEILLANCE

Dans le cadre de ce suivi, des prélèvements d'eau de mer sont effectués à -3 mètres de profondeur, à une fréquence mensuelle, sur un réseau de 6 stations fixes dans la baie de Monaco.

Une première série de mesures, issue de 111 missions couvrant la période de 1996 à 2007, a été réalisée sur les stations suivantes :

- 3 stations de prélèvements (II, IV et V) ont des caractéristiques littorales proches des sources potentielles de pollution. La station IV, se situant pendant des années en zone côtière, a par la suite été incluse dans la zone de l'Avant Port (AP), suite à l'agrandissement du Port de la Condamine (PC) ;
- 3 stations côtières (IX, X et XIII) sont situées dans la partie centrale de la baie, considérée comme zone de référence du champ moyen.

En 2007, ce réseau a été modifié pour permettre d'assurer le suivi des caractéristiques hydrologiques sur des zones d'intérêt écologique proches de la côte.

Cette seconde série de mesures compte depuis 2007, 1 mission de surveillance par mois sur les stations suivantes :

- 1 station de REFérence (REF), située dans la partie centrale de la baie, considérée comme zone de référence du champ moyen au même titre que les stations IX,X et XII opérées durant la première série de mesures ;
- 3 stations de prélèvements côtières : Saint-Nicolas (SN), Tombant coralligène des Spélugues (TS) et Réserve marine du Larvotto (RL) représentant des stations littorales placées sur des zones d'intérêt écologiques ;
- 2 stations portuaires, qui se situent dans les zones confinées et semi confinées du Port de la Condamine (PC et AP), représentatives d'un milieu modifié par la diminution du renouvellement des eaux. La station AP assure la continuité des mesures du site IV situé dans l'Avant Port de la Condamine.

Parallèlement, la température de l'eau de mer est relevée automatiquement (toutes les heures) et à différentes profondeurs (5-10-15-20-25-35 mètres) sur la zone d'intérêt écologique que constitue le Tombant des Spélugues.

CARTOGRAPHIE 6.1



2.2 PARAMÈTRES MESURES

Dans le cadre de ce suivi, des prélèvements d'eau de mer sont effectués à -3 mètres de profondeur à une fréquence mensuelle sur un réseau de 6 stations fixes dans la baie de Monaco.

Les analyses mises en œuvre par ce réseau sont établies en fonction des paramètres hydrologiques généraux et de surveillance de l'enrichissement.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

- température ;
- salinité ;
- oxygène dissous ;
- chlorophylle ;
- transparence des eaux (transparence Secchi et transparence néphélogométrique) ;
- matières en suspension ;
- pH ;
- éléments nutritifs azotés (nitrates, nitrites, ammonium) ;
- contamination bactérienne.

2.2.1 Température

La température est un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu marin.

Ce paramètre influe directement sur d'autres paramètres physiques comme la salinité, la saturation des gaz dissous, mais également au niveau biologique sur la répartition des espèces et l'activité biologique dont dépend la production totale.

La température de l'eau de mer en Méditerranée varie principalement en fonction de deux paramètres : les saisons et la profondeur.

Ainsi, en hiver la température est homogène sur l'ensemble de la colonne d'eau entre 12 et 14 degrés suivant les conditions climatiques.

Au printemps s'opère un réchauffement des couches proches de la surface, alors que l'élévation de la température des couches plus profondes augmente plus lentement. Ce phénomène provoque l'apparition d'une zone de transition thermique rapide, la thermocline, qui va progressivement marquer une frontière entre les eaux chaudes de surface et les eaux froides de profondeur.

En été, les couches de surface se réchauffant, la thermocline descend en profondeur (de -20 jusqu'à parfois -50 mètres) et montre un gradient de température de plus en plus marqué.

A partir de l'automne, la colonne d'eau va s'homogénéiser et la température va descendre progressivement jusqu'à la température d'hiver.

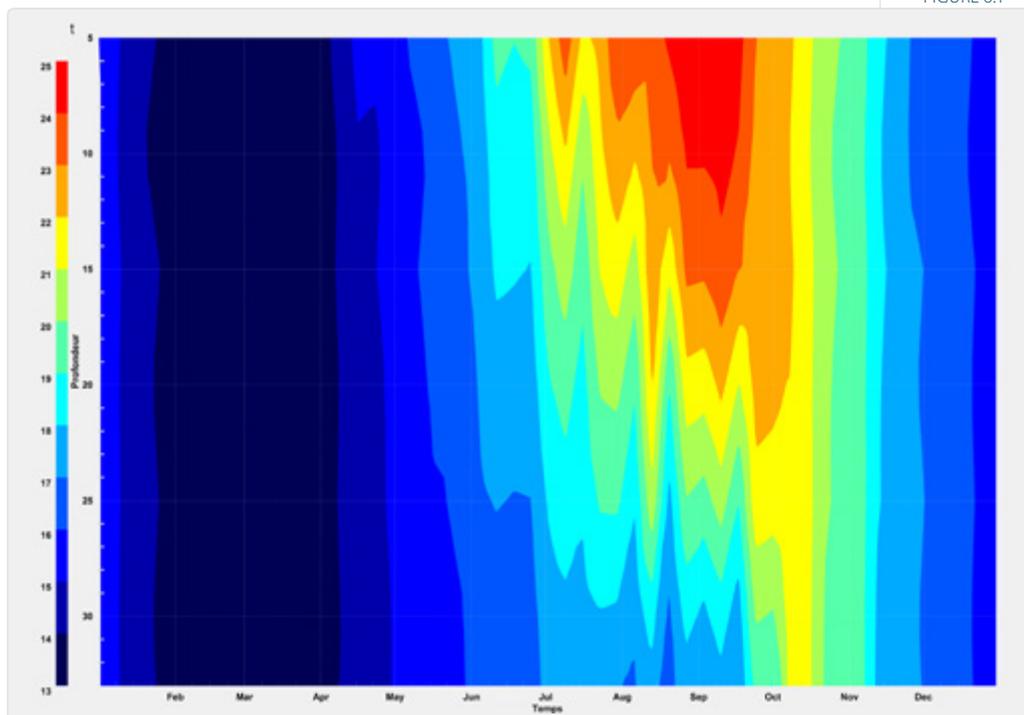
Les tableaux et figures suivants montrent les variations des températures marines mesurées en continu et à différentes profondeurs sur le Tombant coralligène des Spélugues.

TABLEAU 6.1

Années	Température moyenne annuelle (°C) à différentes profondeurs (m)						
	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
2006	-	18,19	17,98	17,67	17,28	-	16,38
2007	18,54	18,60	17,97	17,77	17,14	16,70	16,43
2008	18,02	18,06	17,80	17,39	16,28	16,55	-
2009	-	18,45	18,22	17,75	17,38	17,02	16,70
2010	18,07	17,69	17,39	17,09	16,69	16,29	15,89
2011	18,63	18,26	17,97	17,7	17,18	16,66	16,11
2012	18,54	18,22	17,88	17,58	17,13	16,76	16,25
2013	18,17	17,73	17,33	16,89	16,35	16,06	15,74
2014	19,05	18,87	18,70	18,54	18,18	17,83	17,39
2015	19,10	18,72	18,40	18,03	17,48	17,08	16,51
2016	18,63	18,21	18,07	17,62	17,29	16,81	16,59

Evolution des températures de la colonne d'eau de -5 à -35 mètres, relevées en Principauté sur le tombant coralligène des Spélugues de 2006 à 2016

FIGURE 6.1



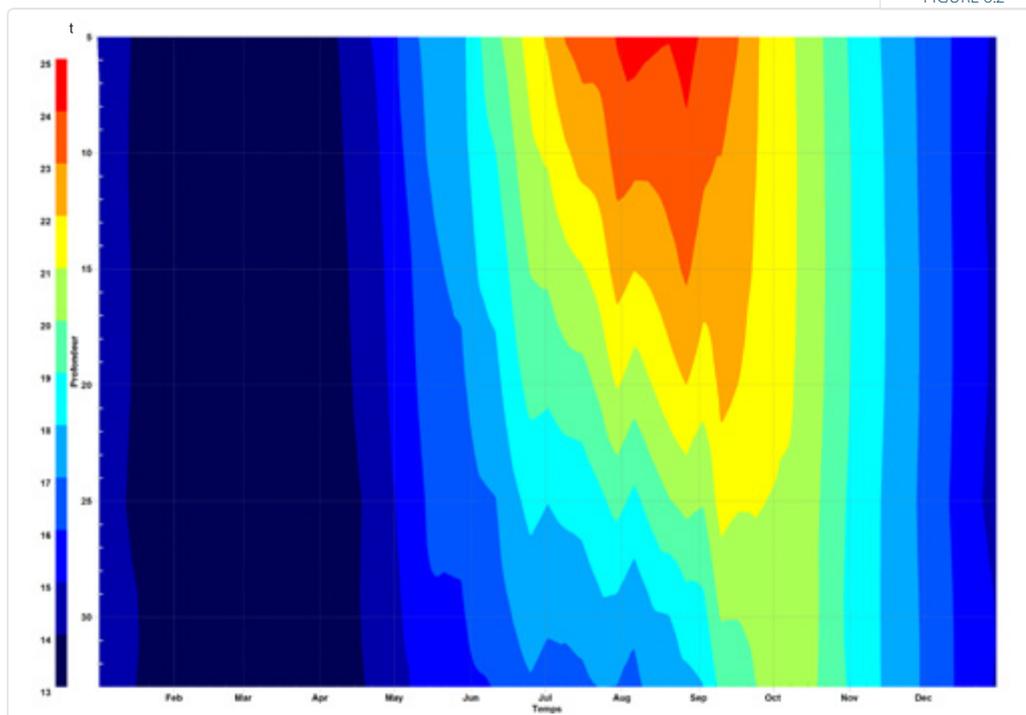
Variation de température de la colonne d'eau de -5 à -35 m sur le Tombant des Spélugues pour l'année 2016

TABLEAU 6.2

Profondeur	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0	-25,0	-30,0	-35,0
Mois	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)	Moyenne (°C)
janvier	14,5	14,4	14,5	14,5	14,4	14,6	14,5
février	13,7	13,6	13,6	13,6	13,6	13,7	13,6
mars	13,7	13,6	13,6	13,6	13,5	13,6	13,5
avril	15,1	14,8	14,7	14,6	14,4	14,4	14,3
mai	17,6	17,4	17,1	16,8	16,3	16,1	15,6
juin	20,8	20,1	19,4	18,8	18,0	17,3	16,6
juillet	23,7	22,7	21,6	20,4	19,1	17,9	17,0
août	24,7	23,9	22,9	21,6	19,9	18,3	17,3
septembre	23,3	23,1	22,7	22,2	21,4	20,4	19,2
octobre	20,8	20,9	20,9	20,8	20,6	20,5	20,4
novembre	18,2	18,3	18,4	18,4	18,2	18,3	18,3
décembre	16,1	16,2	16,2	16,2	16,1	16,2	16,3

Moyenne mensuelle des températures en fonction de la profondeur sur le Tombant des Spélugues de 2006 à 2016

FIGURE 6.2



Moyenne mensuelle des températures en fonction de la profondeur sur le Tombant des Spélugues de 2006 à 2016

2.2.2 Salinité

En océanographie, la salinité est utilisée dans la caractérisation des masses d'eau. Cette caractéristique de l'eau de mer est exprimée en PSU (Practical Salinity Unit).

En milieu côtier, la salinité est principalement utilisée pour suivre les apports en eau continentale ou les apports anthropiques.

La moyenne de la salinité sur les sites de référence est de 38 PSU.

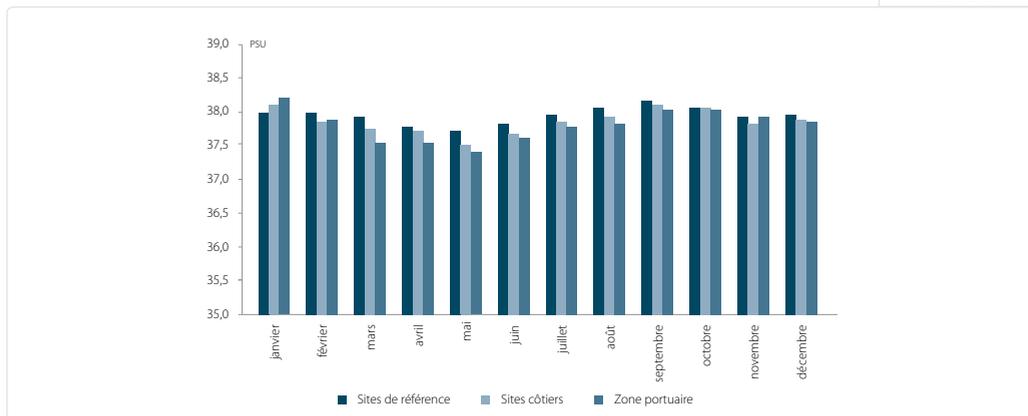
Les sites littoraux montrent une salinité plus faible témoignant des apports telluriques. Les valeurs plus basses (salinité <37 PSU) sont la conséquence d'épisodes pluvieux importants et peuvent être également observées sur les sites de référence montrant l'influence des fleuves côtiers comme celui de la Roya.

TABLEAU 6.3

Mois	Salinité moyenne mensuelle (PSU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	37,98	38,08	38,21
février	37,99	37,87	37,90
mars	37,93	37,77	37,53
avril	37,80	37,73	37,54
mai	37,71	37,53	37,40
juin	37,83	37,67	37,61
juillet	37,97	37,87	37,79
août	38,06	37,94	37,82
septembre	38,18	38,09	38,02
octobre	38,08	38,06	38,05
novembre	37,92	37,82	37,94
décembre	37,97	37,91	37,86
Moyenne	37,95	37,86	37,80
Moyenne	37,87		

Moyennes mensuelles de la salinité de 1996 à 2016

FIGURE 6.3



Moyennes mensuelles de la salinité de 1996 à 2016

2.2.3 Oxygène dissous

L'oxygène dissous intervient dans la plupart des processus biologiques permettant la vie marine. En son absence ou en-dessous de certaines concentrations, les caractéristiques de l'écosystème marin peuvent être considérablement modifiées.

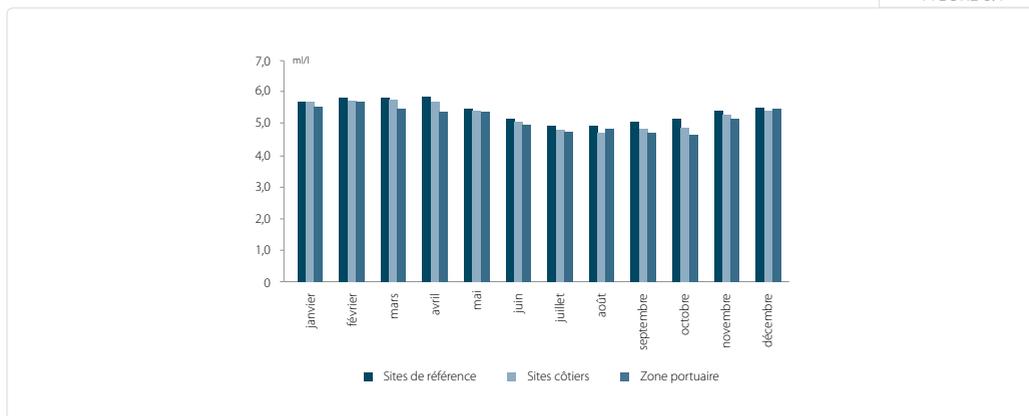
L'oxygène étant plus soluble à froid qu'à chaud, des variations saisonnières sont observées, ainsi la saturation en oxygène, plus basse l'été, aura tendance à accroître le risque potentiel d'anoxie du milieu.

TABLEAU 6.4

Mois	Concentration en oxygène dissous (ml/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	5,68	5,67	5,56
février	5,78	5,74	5,67
mars	5,83	5,74	5,46
avril	5,84	5,66	5,37
mai	5,46	5,39	5,36
juin	5,14	5,03	4,96
juillet	4,94	4,77	4,77
août	4,94	4,70	4,82
septembre	5,05	4,83	4,70
octobre	5,12	4,89	4,64
novembre	5,41	5,30	5,13
décembre	5,50	5,40	5,44

Moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous de 1996 à 2016

FIGURE 6.4



Moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous de 1996 à 2016

2.2.4 Chlorophylle

La chlorophylle représente la biomasse des microalgues (phytoplancton), organismes qui sont à la base de la chaîne alimentaire marine. La variation de la teneur en chlorophylle présente, en condition côtière, un développement printanier suivi d'un niveau plus faible en été, un regain en automne et des teneurs plus faibles en hiver.

Le cycle de variation de la chlorophylle est respecté sur la zone de référence où la teneur moyenne annuelle est de 0,24 $\mu\text{g/l}$. Les variations saisonnières montrent des teneurs très faibles en juillet, et de l'ordre de 0,5 $\mu\text{g/l}$ pour les maximas observées au début du printemps.

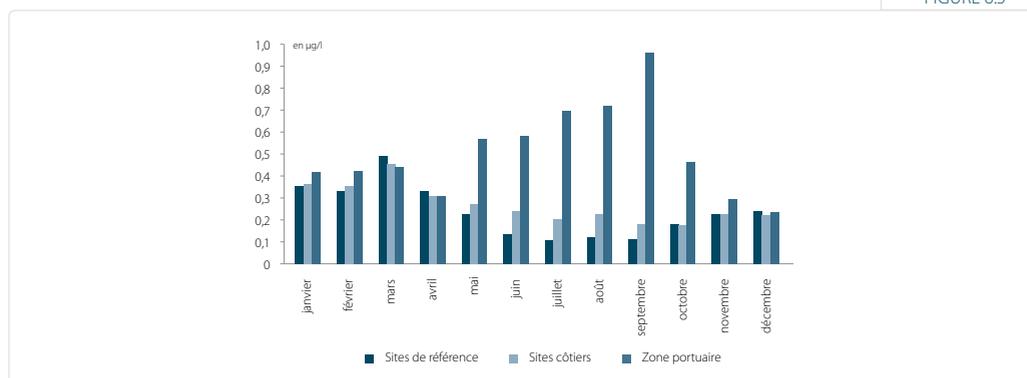
Dans les eaux portuaires, le cycle de variation saisonnière montre un développement plus important de la chlorophylle de mai à septembre. Cette augmentation est principalement la conséquence d'un renouvellement plus faible de l'eau, associé à une augmentation de la température et à l'apport en éléments nutritifs par les activités portuaires.

TABLEAU 6.5

Mois	Concentration de chlorophylle ($\mu\text{g/l}$)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,36	0,37	0,42
février	0,34	0,36	0,42
mars	0,49	0,46	0,44
avril	0,33	0,31	0,31
mai	0,23	0,27	0,57
juin	0,14	0,24	0,59
juillet	0,11	0,21	0,70
août	0,12	0,23	0,73
septembre	0,12	0,18	0,97
octobre	0,19	0,18	0,47
novembre	0,23	0,23	0,30
décembre	0,25	0,22	0,24
Moyenne	0,24	0,27	0,51
Moyenne	0,34		

Moyennes mensuelles de la concentration en chlorophylle de 1996 à 2016

FIGURE 6.5



Moyennes mensuelles de la concentration en chlorophylle de 1996 à 2016

2.2.5 Transparence

La transparence intervient sur la quantité de lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques, autrement dit la production primaire. La turbidité correspond à cette caractéristique en se référant à l'opacité du milieu, due à la présence de matières en suspension.

Plusieurs méthodologies sont utilisées pour évaluer cette transparence qui n'est pas une notion absolue ou objective :

- un paramètre de pénétration lumineuse en mètre, la Profondeur Secchi, mesuré *in situ* fournit une information de la transparence intégrée de l'ensemble des couches d'eau depuis la surface ;
- la mesure par néphélogéométrie, au laboratoire, est basée sur la diffusion de la lumière par les particules en suspension.

Profondeur Secchi

Cette méthode consiste à déterminer la profondeur à laquelle un disque blanc de 30 cm de diamètre (disque de Secchi) devient invisible à l'œil nu. On considère généralement qu'à la profondeur PS (Profondeur Secchi) le milieu reçoit environ 15% de l'intensité lumineuse de subsurface et que la limite euphotique équivaut à 2,5 x PS.

La transparence des eaux varie saisonnièrement au niveau sur la zone de référence, en fonction de la croissance du phytoplancton et des apports telluriques dus aux épisodes pluvieux. Ainsi, la saison où l'on rencontre les plus forts taux de pénétration lumineuse correspond à l'été, période pendant laquelle la transparence est généralement supérieure à 23 mètres. A l'inverse, au cours des périodes de printemps et d'automne, la transparence des eaux est plus faible et varie généralement entre 14 et 19 mètres.

La zone portuaire présente les eaux de moindre transparence, qui sont la conséquence des apports telluriques, des activités portuaires et de la croissance phytoplanctonique que l'on observe en été.

Les stations côtières montrent, dans la majeure partie des cas, des Profondeurs Secchi inférieures aux sites de référence conséquence du battage du trait de côte par la houle et de l'influence des apports telluriques.

Transparence néphélogéométrique

La valeur de la turbidité dans les eaux marines, exprimée en Unité de Turbidité Néphélogéométrique (NTU), est inférieure à 0,1 NTU pour des eaux très peu chargées en matières en suspension et peut atteindre plusieurs dizaines de NTU pour des eaux estuariennes ou en cas de rejet important.

La turbidité des eaux marines côtières, variable suivant les sites et les régions, est généralement comprise entre 0,1 et 5 NTU.

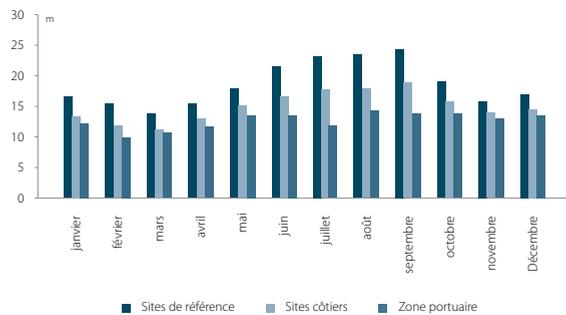
Ces mesures de turbidité ont été initiées en janvier 2007 en complément de la mesure de pénétration lumineuse (Profondeur Secchi).

TABLEAU 6.6

Mois	Transparence de Secchi (m)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	16,49	13,36	12,10
février	15,44	11,79	9,94
mars	13,61	11,19	10,64
avril	15,37	12,98	11,58
mai	17,86	14,97	13,43
juin	21,54	16,55	13,50
juillet	23,16	17,59	11,83
août	23,44	17,90	14,25
septembre	24,24	18,73	13,64
octobre	19,04	15,82	13,71
novembre	15,69	13,95	12,94
décembre	16,88	14,38	13,50
Moyenne	18,56	14,93	12,59
Moyenne	15,36		

Moyennes mensuelles de la transparence de Secchi de 1996 à 2016

FIGURE 6.6



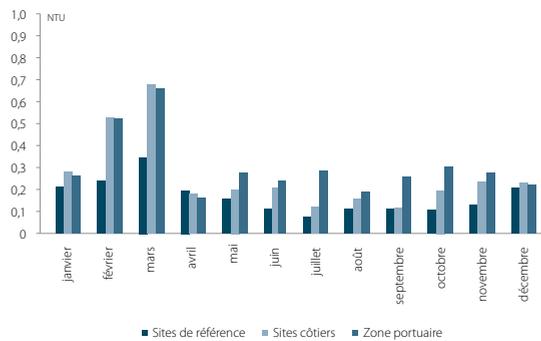
Moyennes mensuelles de la transparence de Secchi de 1996 à 2016

TABLEAU 6.7

Mois	Transparence néphéométrique (NTU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,22	0,28	0,26
février	0,25	0,53	0,53
mars	0,35	0,68	0,66
avril	0,20	0,19	0,16
mai	0,16	0,20	0,28
juin	0,11	0,21	0,24
juillet	0,08	0,12	0,29
août	0,11	0,16	0,20
septembre	0,11	0,12	0,26
octobre	0,11	0,20	0,31
novembre	0,13	0,24	0,28
décembre	0,21	0,23	0,22
Moyenne	0,17	0,26	0,31
Moyenne	0,25		

Moyennes mensuelles de la transparence néphéométrique de 2007 à 2016

FIGURE 6.7



Moyennes mensuelles de la transparence néphéométrique de 2007 à 2016

2.2.6 Matières en suspension

Les eaux de mer contiennent des matières en suspension de tailles diverses sous formes minérales ou organiques. Leurs origines peuvent être biogéniques (bactéries, phytoplancton, zooplancton) ou terrigènes (érosion des côtes, apport des eaux de surface ou anthropiques).

La teneur en Matières En Suspension (MES) est liée à celle de la transparence des eaux. Cependant, il est assez difficile d'établir une relation directe entre ces deux paramètres. L'information sur les matières en suspension donne également des indications concernant les taux de sédimentation potentiels que l'on peut rencontrer suivant les stations de mesure.

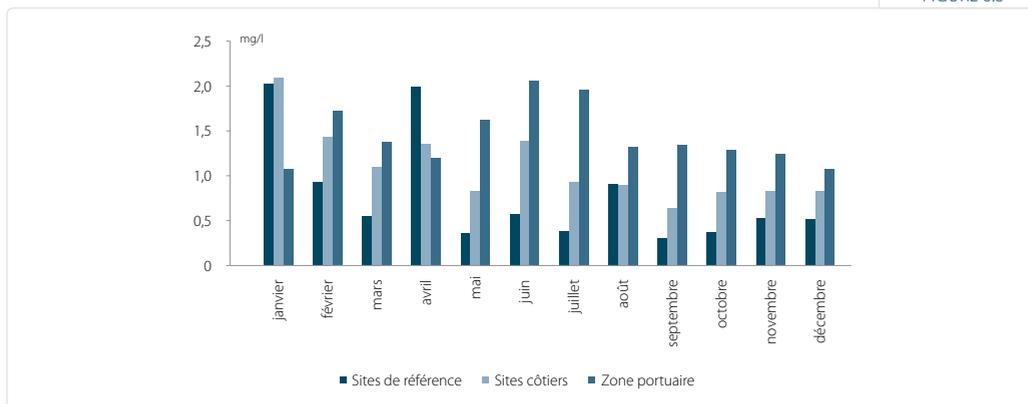
Les teneurs en MES relevées sont assez faibles et d'une manière générale ces résultats sont en accord avec les valeurs de transparence des eaux.

TABLEAU 6.8

Mois	Concentration des MES (mg/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	2,01	2,07	1,06
février	0,93	1,43	1,70
mars	0,54	1,10	1,36
avril	1,98	1,35	1,20
mai	0,36	0,82	1,62
juin	0,57	1,38	2,04
juillet	0,38	0,92	1,94
août	0,90	0,90	1,31
septembre	0,31	0,64	1,33
octobre	0,36	0,81	1,28
novembre	0,53	0,82	1,24
décembre	0,51	0,82	1,06
Moyenne	0,78	1,09	1,43
Moyenne	1,10		

Moyennes mensuelles de la teneur en matière en suspension de 2007 à 2016

FIGURE 6.8



Moyennes mensuelles de la teneur en matière en suspension de 2007 à 2016

2.2.7 pH

La mesure du pH est plus particulièrement utilisée dans les zones où les apports en eau douce ou en effluents sont importants.

Cependant, les variations du pH à la surface des océans sont également provoquées par le CO₂ d'origine atmosphérique. L'augmentation du CO₂ atmosphérique (principalement d'origine anthropique) induit une acidification des océans (diminution progressive du pH).

Ainsi, il a été estimé que du XVIII^{ème} siècle à nos jours, le pH des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14. Sur la base des prévisions du Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), l'augmentation actuelle du taux de CO₂ dans l'atmosphère devrait encore diminuer le pH des eaux du globe de 8,14 à 7,8 d'ici la fin du siècle.

TABLEAU 6.9

	pH		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	8,15	8,15	8,14
Minimale	8,10	8,07	8,09
Maximale	8,20	8,21	8,20
Moyenne	8,15	8,14	8,14
Moyenne	8,15		

Moyenne du pH de 2008 à 2016

2.2.8 Contamination bactérienne

La recherche des bactéries anthropiques en zone côtière permet d'identifier les éventuels apports telluriques en eaux douces et résiduaires, mais également les apports diffus urbains (lessivages des sols et des routes) et portuaires (activités portuaires et plaisance).

Cette recherche de contamination est basée sur les mêmes bactéries indicatrices (E. Coli et entérocoques) utilisées dans le cadre du contrôle de la qualité sanitaire des eaux de baignade.

TABLEAU 6.10

Site	Critères de qualité en germes/100ml	Germes	
		E.Coli	Enterocoques
REF	Absence	76%	69%
	]0;10]	14%	10%
	]10;100]	6%	13%
	]100;2000]	3%	7%
	<2000	0%	0%
RL	Absence	55%	50%
	]0;10]	17%	10%
	]10;100]	22%	21%
	]100;2000]	7%	19%
	<2000	0%	1%
SN	Absence	45%	53%
	]0;10]	21%	9%
	]10;100]	28%	19%
	]100;2000]	5%	20%
	<2000	1%	0%
TS	Absence	35%	33%
	]0;10]	20%	12%
	]10;100]	33%	24%
	]100;2000]	12%	29%
	<2000	0%	2%
AP	Absence	18%	13%
	]0;10]	10%	12%
	]10;100]	44%	34%
	]100;2000]	26%	34%
	<2000	2%	7%
PC	Absence	17%	10%
	]0;10]	14%	13%
	]10;100]	48%	30%
	]100;2000]	21%	43%
	<2000	0%	5%

Contamination bactérienne observée sur la zone côtière monégasque de 2007 à 2016

3. QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX DE BAINADE

3.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE

Le suivi bactériologique de la qualité des eaux a débuté de façon ponctuelle au début des années 1970 en Principauté. Ces analyses avaient principalement pour objectif de surveiller l'impact bactériologique du rejet des émissaires en mer.

Dans les années 1990, un suivi plus régulier et plus spécifique des zones de baignade a été mis en place.

C'est en 2001 que la réglementation sur la qualité des eaux de baignade en Principauté a été établie sur la base de la Directive européenne 76/160/CE du 8/12/1975.

Cette surveillance est fixée par :

- l'Ordonnance Souveraine n° 14.872 du 4 mai 2001 fixant les conditions d'application de l'article L.750-1 du Code de la Mer relatif à la pratique des bains de mer ;
- l'Arrêté Ministériel n° 2001-277 du 4 mai 2001 portant application de l'article O.753-2 du Code de la Mer, relatif aux normes de qualité sanitaire des eaux de baignade.

Ces dispositions sont intégrées et précisées dans l'article O.753-3 du Code de la Mer : zones de prélèvement, durée de la saison balnéaire, fréquences d'échantillonnage, modalités de prélèvements et paramètres d'analyses obligatoires.

Conformément à cette réglementation, la surveillance est effectuée hebdomadairement pour chaque zone homogène et donne lieu à un rapport de la qualité de l'eau dont les résultats sont affichés sur chaque site de baignade ainsi qu'une déclaration de conformité à l'issue de chaque saison balnéaire.

3.2 ZONES DE BAINADE ET POINTS DE SURVEILLANCE

Cinq zones homogènes ont été définies et font l'objet de cette surveillance :

- Plage des pêcheurs : P ;
- Plage du Solarium : SO ;
- Anse Ouest du Larvotto : AO ;
- Anse Est du Larvotto : AE ;
- Plage du Méridien (Sea Club) : SC.

3.3 MÉTHODES D'ANALYSES

Les analyses sont effectuées au sein des laboratoires de la Direction de l'Environnement. Les méthodes d'analyses et d'inspection sont conformes aux normes AFNOR décrites dans l'Article A. 753-5 du Code de la Mer.

En parallèle, le laboratoire de la Direction de l'Environnement a mis en place une méthode d'analyse bactériologique rapide qui permet de pouvoir réagir dans des délais très courts en cas de pollution constatée, permettant ainsi de limiter le risque sanitaire.



3.4 RESULTATS ET BILAN DE LA SURVEILLANCE DES EAUX DE BAINNADE

La qualité des eaux de baignade est déterminée conformément à la réglementation en vigueur, par l'analyse de deux types de paramètres :

- paramètres microbiologiques ;
- paramètres physico-chimiques.

Ces paramètres sont comparés à des valeurs seuils (guides et impératives) pour être interprétés hebdomadairement à l'issue de chaque prélèvement et en fin d'année afin d'établir un rapport de conformité sur l'ensemble de la saison balnéaire.

A la suite du dépassement d'une valeur guide, des investigations complémentaires, pour déterminer l'origine de la contamination, peuvent être diligentées.

En cas de dépassement d'une valeur impérative, la zone de baignade est fermée jusqu'au rétablissement de conditions normales ne présentant pas de risque pour le baigneur.

3.4.1 Paramètres bactériologiques

Les analyses microbiologiques effectuées concernent la mesure des germes (bactéries) témoins de contaminations fécales. Ces micro-organismes sont normalement présents dans la flore intestinale des mammifères, et de l'homme en particulier. Leur présence dans l'eau témoigne d'une contamination fécale des zones de baignade. Ils constituent ainsi un indicateur du niveau de pollution par des eaux usées et traduisent la probabilité de présence de germes pathogènes. La présence plus ou moins importante de ces germes est donc directement liée au risque sanitaire encouru par l'utilisateur.

Les bactéries quantifiées au cours des contrôles sont :

- les Coliformes totaux ;
- les Escherichia coli ; au titre des Coliformes fécaux ;
- les Streptocoques fécaux au titre des Entérocoques intestinaux.

Pour chaque prélèvement et chaque site, les teneurs en bactéries sont comparées aux valeurs seuils (valeurs guides et impératives) définies par la réglementation, permettant d'établir ainsi un état de la qualité de l'eau.

La synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade est interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur.

TABLEAU 6.11

	Valeurs Guides	Valeurs impératives
Coliformes totaux /100 ml	2 000	10 000
Coliformes fécaux / 100 ml	100	2 000
Streptocoques fécaux / 100 ml	100	*

* Non réglementée

Valeurs seuils bactériologiques de qualité des eaux de baignade

- si les valeurs guides ne sont pas dépassées pour aucun des paramètres bactériologiques, l'eau de baignade est déclarée de bonne qualité ;
- si l'on mesure le dépassement d'une ou plusieurs valeurs guides, sans dépasser les valeurs impératives alors l'eau de baignade est déclarée de moyenne qualité ;
- si l'on mesure ne serait-ce que le dépassement d'une seule valeur impérative alors l'eau de baignade est déclarée de mauvaise qualité.

TABLEAU 6.12

	Années	Bonne (%)	Moyenne (%)	Mauvaise (%)
AE (Larvotto anse Est)	2012	95%	5%	0%
	2013	95%	5%	0%
	2014	95%	5%	0%
	2015	91%	9%	0%
	2016	100%	0%	0%
AO (Larvotto anse Ouest)	2012	95%	5%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	100%	0%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%
SC (Méri dien Beach Plaza)	2012	95%	5%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	100%	0%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%
SO (Solarium)	2012	100%	0%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	95%	5%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%
P (Plage des Pêcheurs)	2012	95%	5%	0%
	2013	100%	0%	0%
	2014	95%	5%	0%
	2015	95%	5%	0%
	2016	100%	0%	0%

Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur de 2012 à 2016

3.4.2 Paramètres visuels

Les paramètres physico-chimiques font l'objet d'une mesure ou d'une évaluation visuelle ou olfactive sur le terrain. Ces paramètres concernent :

- la présence de mousses ;
- la présence de phénols (composés chimiques aromatiques, utilisés pour la fabrication de produits tels que colorants, produits pharmaceutiques, parfums, huiles essentielles et solvants) ;
- la présence d'huiles minérales (mélange d'hydrocarbures) ;
- la couleur de l'eau ;
- la transparence de l'eau.

Pour chaque prélèvement et chaque site, ces observations sont comparées aux valeurs seuils de la réglementation en vigueur.

TABLEAU 6.13

Paramètres observés	Valeurs guides	Valeurs impératives
Coloration		Pas de changement anormal de la couleur
Transparence	<2 mètres	<1 mètre
Substances tensioactives		Pas de mousse persistante
Huiles minérales		Pas de film visible et absence d'odeur
Phénols		Aucune odeur spécifique
Résidus goudronneux, matières flottantes		Présence ou type de résidus

Valeurs seuils des paramètres visuels pour la qualité des eaux de baignades

TABLEAU 6.14

Stations	Années	Pourcentage de conformité par rapport à la valeur impérative de chaque paramètre observé					
		Coloration	Transparence	Substances tensioactives	Huile minérale	Odeur phénol	Résidus flottants
AO	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%
AE	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SC	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%
P	2012	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SO	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2015	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation de 2012 à 2016

3.4.3 Conformité des eaux de baignade

La conformité d'une zone de baignade est établie à l'issue de chaque saison balnéaire.

Cette conformité permet de définir si une zone homogène est propice à la baignade en garantissant la santé du baigneur.

Le rapport de conformité, basé sur les résultats obtenus l'année précédente, est affiché sur la zone de baignade en début de saison balnéaire.

Dans le cas où une eau de baignade serait qualifiée non conforme, la zone de baignade peut être fermée et des mesures de gestion doivent être entreprises pour rétablir des conditions propices à la pratique des bains de mer.

TABLEAU 6.15

Années	Sites	Pourcentages des échantillons conformes aux valeurs impératives ⁽¹⁾	Pourcentages des échantillons conformes aux valeurs guides autres que celles se rapportant aux paramètres microbiologiques ⁽²⁾	Pourcentages des échantillons conformes aux valeurs guides se rapportant aux paramètres microbiologiques ⁽³⁾	Conformité de la zone de baignade
2012	P	100%	100%	98%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	95%	Conforme
	AE	100%	100%	95%	Conforme
	AO	100%	100%	97%	Conforme
2013	P	100%	100%	100%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	100%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2014	P	100%	100%	99%	Conforme
	SO	100%	100%	99%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	98%	99%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2015	P	100%	100%	97%	Conforme
	SO	100%	98%	95%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	98%	97%	Conforme
	AO	100%	98%	95%	Conforme
2016	P	100%	100%	100%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	100%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme

(1) 95% des échantillons en ce qui concerne les valeurs impératives.

(2) 90% des échantillons en ce qui concerne les valeurs guides (autres que les paramètres microbiologiques).

(3) 80% des échantillons en ce qui concerne les valeurs guides se rapportant aux paramètres microbiologiques.



LA GESTION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE DE LA PRINCIPAUTE

1. LA GESTION DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DE LA PRINCIPAUTÉ

La stratégie de surveillance de la biodiversité mise en place par la Principauté est basée sur une approche régionale, prenant en compte des paramètres spécifiques locaux, et sur le respect des recommandations émises par les différents Accords et Conventions Internationales dont Monaco est Partie (Convention de Barcelone, Convention de Berne, Convention de Bonn, Convention Alpine, Convention RAMSAR, CITES, Accord Pelagos, Accord RAMOGE...).

1.1 OUTILS RÉGLEMENTAIRES

1.1.1 Code de la Mer

En 1998, le Gouvernement Princier a souhaité se doter d'une loi-cadre rassemblant les dispositions concernant le droit de la mer contenues auparavant dans des textes nombreux, fragmentaires et, pour certains, très anciens, ayant subi des modifications au cours du temps.

Ce projet ambitieux vise à traiter, dans un ensemble équilibré et complet, toutes les questions auxquelles doit répondre un État moderne possédant un domaine maritime. Le Code de la Mer est divisé en trois parties structurelles : la loi, les ordonnances souveraines et les arrêtés ministériels. Il comprend sept livres, divisés chacun en titres et en chapitres.

C'est ainsi qu'il étudie successivement :

- les organismes et les autorités compétents pour assurer l'application de cette législation ;
- la mer (eaux territoriales, lutte contre les diverses sources de pollution et leurs effets, exploration et exploitation du milieu marin, du fond de la mer et de son sous-sol) ;
- les navires et autres bâtiments de mer ;
- la navigation et la sécurité maritime ;
- l'exploitation des navires (armement, affrètement et assurances maritimes) ;
- les gens de mer (statut du marin, contrat d'engagement et protection sociale) ;
- la police des eaux territoriales et des eaux intérieures. Partie dans laquelle sont particulièrement examinées les difficultés posées par les épaves, navires, embarcations ou engins flottants laissés hors d'état de naviguer ou à l'abandon.

Le Code de la Mer tient également compte des conventions internationales auxquelles la Principauté de Monaco est Partie et aborde notamment les thèmes principaux des différents protocoles de la Convention de Barcelone comme : la lutte contre la pollution, la protection du milieu marin ou l'exploitation des ressources vivantes.

La réglementation monégasque est régulièrement mise à jour pour répondre aux exigences des conventions internationales. Le chapitre IV « L'exploitation des ressources vivantes » (titre 4 du 2^{ème} livre du Code de la Mer) a par exemple été modifié par l'Ordonnance Souveraine n° 3.131 du 14 février 2011 afin d'actualiser la liste des espèces protégées dans le cadre de la pêche avec l'insertion des espèces figurant à l'annexe 2 du Protocole CAR/ASP de la Convention de Barcelone.

1.1.2 Code de l'arbre

Dans le cadre de la protection de la biodiversité terrestre, le Gouvernement Princier a mis en place une nouvelle politique visant à la préservation des arbres de toutes essences et de certains végétaux comme les palmiers.

Au cours de l'année 2011 et début 2012, ce travail s'est traduit par la publication de l'Ordonnance Souveraine n° 3.197 du 25 mars 2011 fixant les mesures de protection des arbres et de certains végétaux.

Le Code de l'arbre est composé de deux cahiers :

Cahier 1 : l'arbre dans la ville.

Cette partie traite de la place de l'arbre dans une ville telle que la Principauté dont le territoire est très restreint et particulièrement encombré. Elle décrit également les modalités de recensement et de valorisation du patrimoine arboricole ainsi que l'intégration de ces données dans un Système d'Information Géographique (SIG). Ainsi au sein de ce patrimoine, certains végétaux obtiennent l'appellation d'« arbres patrimoines » de par leurs caractères biologiques et botaniques exceptionnels.

Cahier 2 : le paysage urbain.

Dans cette partie sont décrites les mesures de préservation et de renouvellement du patrimoine vert monégasque. Parmi les mesures de préservation sont comprises :

- Les dispositions à prendre pour protéger les plantations lors de chantiers (protection des troncs, des zones racinaires et des houppiers) ;
- Les critères d'évaluation de la valeur monétaire d'un arbre en cas de compensation ;
- Les mesures d'entretien privilégiant la lutte biologique, bannissant l'utilisation des matières chimiques et favorisant des tailles douces adaptées à la ville.

Des programmes de renouvellement sont établis à partir des informations des inventaires des végétaux actualisés régulièrement.



1.2 LES RÉSERVES MARINES

La politique de gestion durable des ressources littorales menée par la Principauté s'appuie sur la création de 2 zones marines protégées, inscrites en tant qu'Aires Marines Protégées auprès de la Convention de Barcelone :

- La réserve du Larvotto ;
- La réserve du Tombant des Spélugues.

La création d'aires protégées vise le maintien des écosystèmes (site et communautés des êtres vivants).

1.2.1 La réserve du Larvotto

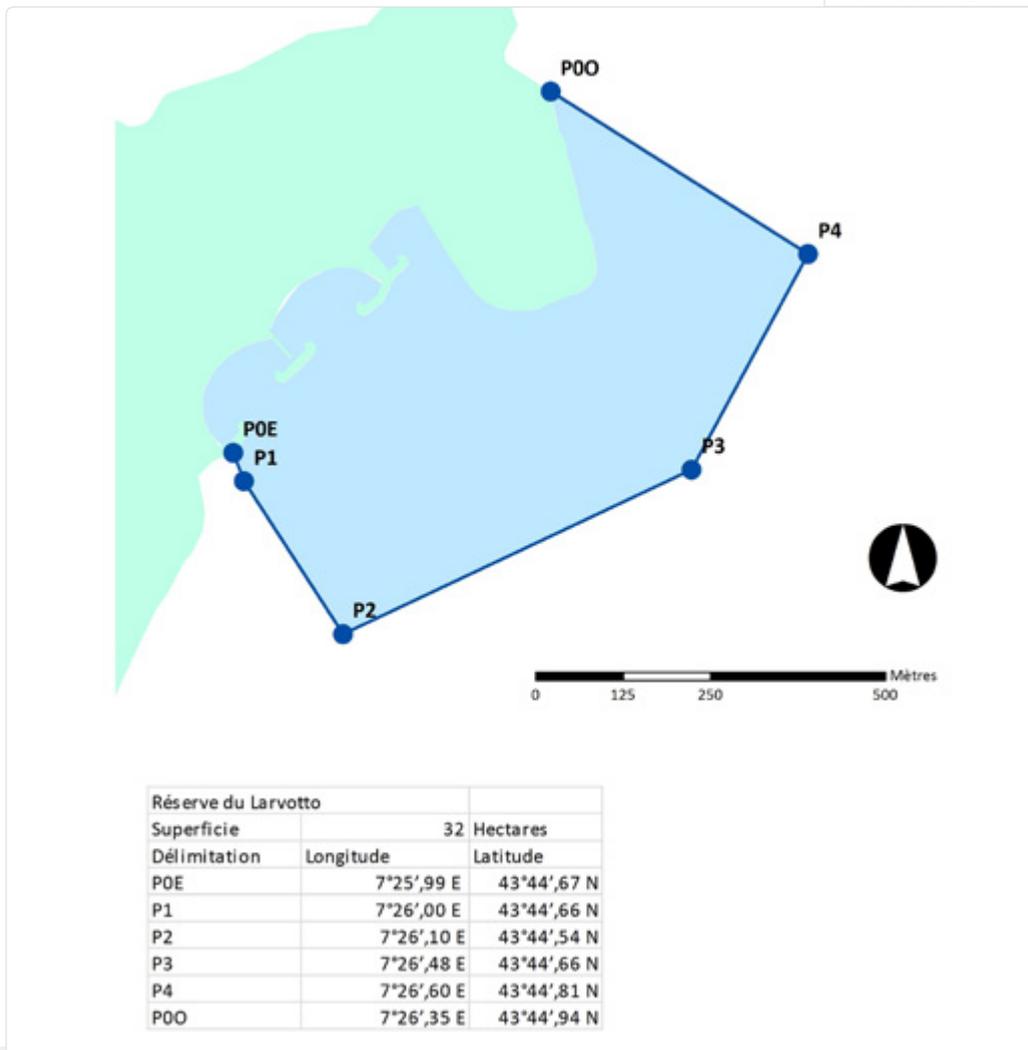
La réserve marine du Larvotto s'étend de la frontière Est de Monaco jusqu'au pied du Grimaldi forum. Elle couvre une bande côtière d'environ 600 m de large pour une superficie de 32 ha.

Elle est principalement destinée à la conservation et à la valorisation d'un herbier de posidonies qui recouvre la moitié de ses fonds sous-marins. Régulièrement suivi depuis plus de trente ans, la vitalité et la stabilité de l'herbier de posidonies de la réserve du Larvotto témoignent de la bonne qualité des eaux littorales monégasques.

Plus de 600 grandes nacres (*Pinna nobilis*) ont aussi été recensées dans cette zone. Ce peuplement est suivi dans le temps pour évaluer sa croissance et son état de santé.

Une partie de la réserve est également inscrite en tant que site de la Convention RAMSAR (Convention sur les zones humides d'importance internationale).

CARTOGRAPHIE 7.1



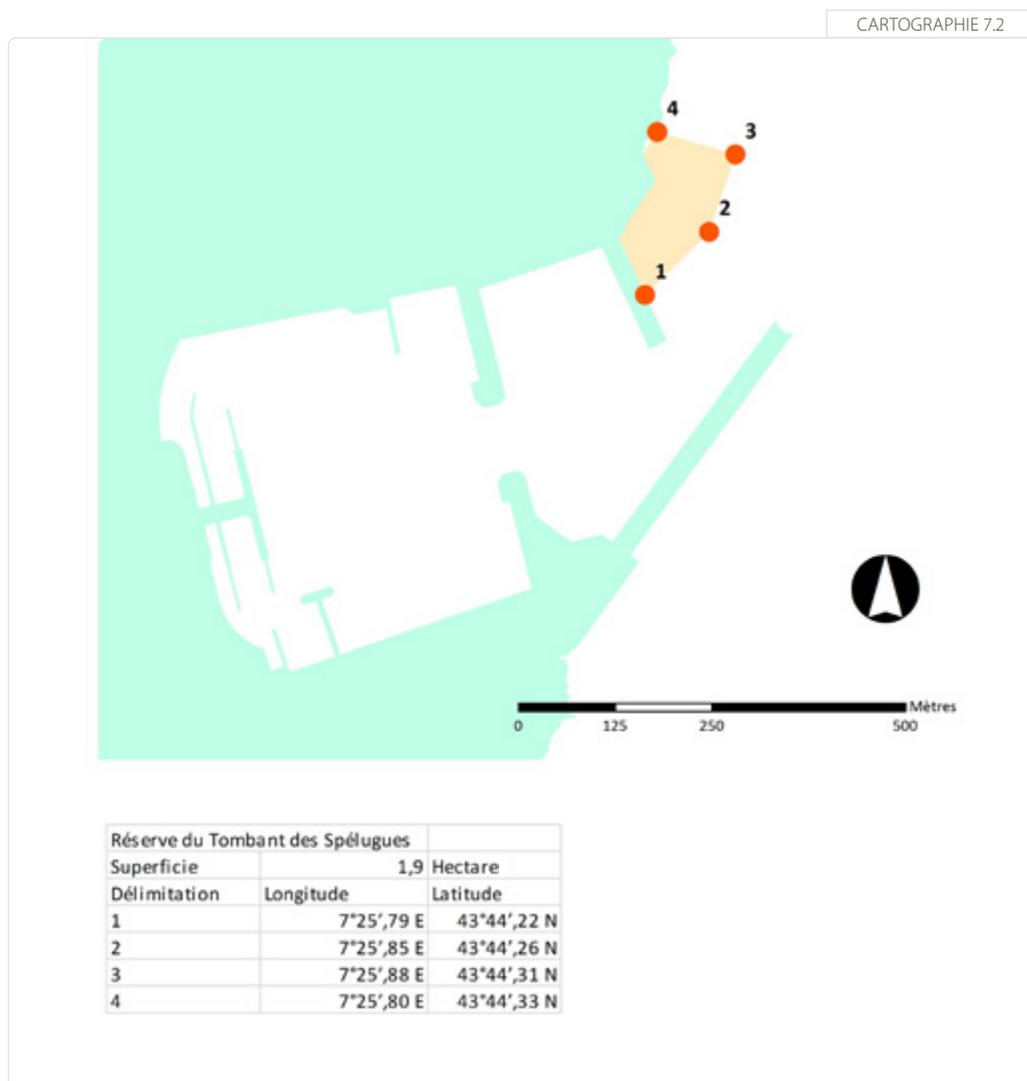
Cartographie de l'aire marine protégée du Larvotto

1.2.2 La réserve du Tombant des Spélugues

Cette zone, située à proximité de l'entrée du port Hercule, débute sous la nouvelle contre-jetée du port de la Condamine et se termine un peu à l'Est de l'Auditorium Rainier III. Elle couvre une zone comprise entre le rivage et environ 90 m au large. Les profondeurs varient de 0 à -42 m, pour un périmètre de 720 m et une superficie d'environ 1,9 ha.

Elle renferme un site unique en milieu urbanisé : un tombant coralligène, composé d'une paroi d'une trentaine de mètres de haut.

Ce tombant est couvert par des formations coralligènes, associations typiques de faune et de flore fixées sur un substrat dur. Le site abrite de nombreux habitats et espèces emblématiques de la Méditerranée : corail rouge, éponges, gorgones, oursins diadèmes, grandes nacres, et plusieurs espèces de poissons nobles, dont les mérus.



Cartographie de l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues



1.2.3 Le Sanctuaire Pelagos

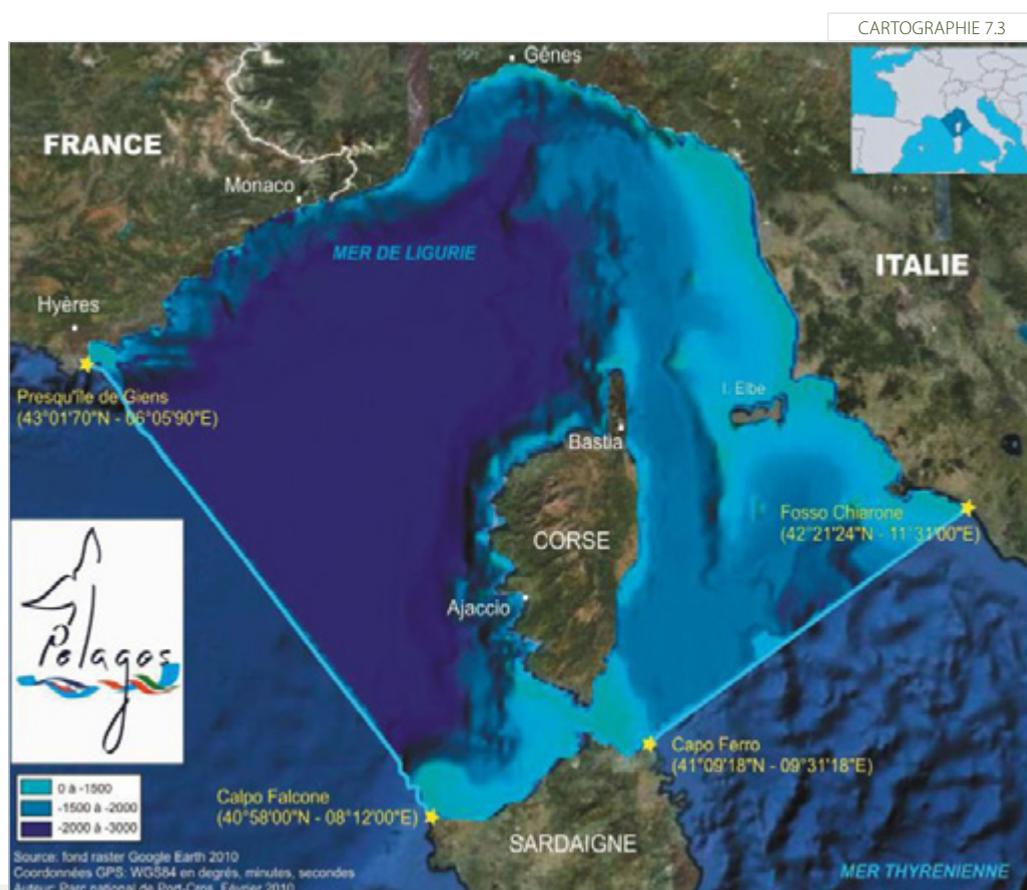
L'Accord Pelagos a été signé le 25 novembre 1999 par la France, Monaco et l'Italie créant ainsi le sanctuaire pour les mammifères marins en Méditerranée.

Grâce à des conditions hydrologiques particulières, cet espace maritime présente une grande richesse biologique et, en particulier, abrite de nombreuses espèces de cétacés. Cette première aire marine internationale de protection pour les mammifères marins, d'une superficie de 87 500 km², a pour vocation de créer des conditions favorables pour la conservation des populations de cétacés et de leurs habitats. L'action du Sanctuaire Pelagos repose sur trois principaux axes :

- La connaissance des mammifères marins et de l'impact des activités humaines sur leurs populations ;
- L'implication des acteurs de la mer pour la recherche de solutions visant à réduire les causes de perturbation ;
- La sensibilisation de tous les publics et la promotion de comportements respectueux.

L'originalité du Sanctuaire Pelagos réside dans le fait qu'il constitue une zone de gestion tripartite composé d'un territoire côtier et de haute mer appréhendé comme un «écosystème de grande dimension» avec un grand intérêt scientifique, socio-économique, culturel et éducatif.

L'ensemble du Sanctuaire peut être considéré, de façon très générale, comme une sous-unité distincte biogéographiquement de l'Ecosystème Marin de Grande Dimension (LME) de Méditerranée.



Cartographie du Sanctuaire Pelagos

1.2.4 La gestion du patrimoine naturel

La gestion du patrimoine naturel porte sur la préservation de la biodiversité marine et terrestre, mais également sur la gestion de la ressource en eau, la surveillance des milieux et le contrôle des pollutions.

En matière d'aménagement du territoire, la prise en compte de l'environnement dans l'élaboration de projets urbanistiques se traduit notamment par la réalisation d'Etudes des Incidences sur l'Environnement. Ces études visent à limiter et à réduire l'impact négatif d'un projet sur l'environnement et à mettre en œuvre, le cas échéant, des mesures compensatoires.

1.2.5 La biodiversité : une priorité

Malgré un territoire exigu densément urbanisé, le Gouvernement Princier mène une action particulièrement volontariste pour la préservation de sa biodiversité dont la richesse est souvent insoupçonnée.

L'enjeu majeur pour la Principauté, en matière de protection de la diversité biologique, est donc de concilier le développement économique et démographique avec une gestion concertée, prospective et durable de son territoire. Ainsi, afin de limiter les pressions sur les écosystèmes et assurer le maintien de la biodiversité marine et terrestre le Gouvernement Princier s'est doté d'un corpus législatif spécifique.

Cette politique de gestion du patrimoine naturel s'exprime par la mise en œuvre :

- de programmes d'inventaires ;
- de cartographies ;
- de suivis de la faune et de la flore marines et terrestres ;
- d'opérations de préservation des espèces et des écosystèmes.

1.3 INVENTAIRES SCIENTIFIQUES ET CARTOGRAPHIES

1.3.1 Inventaires scientifiques

Le premier volet de cette politique consiste en l'acquisition de connaissances. Les inventaires d'espèces et d'habitats sont des outils de connaissance, de sensibilisation, mais également d'aide à la décision pour l'Etat dans la mise en œuvre de sa stratégie de surveillance, de protection de la biodiversité et de sa politique d'aménagement du territoire.

Ils permettent un recensement précis des espèces et participent à la valorisation du patrimoine marin et terrestre de la Principauté. La réalisation d'inventaires réguliers rend possible le suivi dans le temps de ce patrimoine mais également l'identification d'espèces utilisables en tant qu'indicateur biologique.

Le recensement de ces populations et l'étude de leur dynamique permettent d'analyser l'efficacité des mesures de protection ou de restauration en cohérence avec une politique de conservation des écosystèmes marins et terrestres.

Ainsi chaque année, le Gouvernement monégasque établit des programmes d'inventaires, de cartographies et de suivis de la faune et de la flore, en s'appuyant sur les recommandations des différentes conventions internationales auxquelles Monaco est Partie.

1.3.2 Cartographies des biocénoses

Les cartographies des biocénoses permettent de recueillir de nombreuses informations quant à la répartition spatio-temporelle des espèces. Ces études permettent un positionnement précis des différents types d'habitats ou d'espèces et donnent aussi des informations sur les aires de répartition des individus. Elles aident à évaluer qualitativement et quantitativement l'état de santé et la richesse du patrimoine naturel.

Cet outil de gestion performant est défini comme un élément clé de l'aide à la décision dans un domaine tel que l'aménagement du territoire. A titre d'exemple, une cartographie des biocénoses marines a été réalisée entre 0 et 100 m de profondeur. Elle a permis de visualiser les reliefs composant ces fonds et d'identifier plusieurs zones ayant un fort potentiel écologique, notamment un important peuplement coralligène situé à l'Est de la Principauté.

2. APERÇU DE L'ÉTAT DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE EN PRINCIPAUTÉ

2.1 TYPOLOGIE DES HABITATS TERRESTRES

La Principauté présente des secteurs très disparates pour les habitats et les espèces terrestres. Le Gouvernement Princier s'est attaché à identifier et à cartographier l'ensemble des habitats remarquables du territoire. Parmi les habitats rencontrés, cinq bénéficient d'un statut de protection au niveau européen :

- les falaises continentales humides méditerranéennes ;
- les falaises avec une végétation caractéristique des côtes méditerranéennes avec notamment des *Limonium Spp* endémiques ;
- les pentes rocheuses calcaires avec une végétation de chasmophyte ;
- les fourrés thermophiles méditerranéens à euphorbe arborescente ;
- les fourrés thermophiles méditerranéens à palmier nain.

En dépit de la surface réduite de ses espaces naturels, la Principauté de Monaco abrite des éléments originaux et remarquables du patrimoine floristique de l'étage thermo-méditerranéen en région Nord-méditerranéenne. Localisés tout particulièrement sur les falaises et tombants rocheux, ces zones refuges sont très importantes et représentent donc un enjeu majeur de conservation.

Par ailleurs, les « confettis verts » (jardinet, terrasses, murs végétalisés...) et les nombreux espaces verts gérés de manière écoresponsable sont également des habitats d'importance majeure pour la faune et la flore de la Principauté.

2.1.1 Les Glacis du Rocher

Le Rocher, en particulier les Glacis du Palais Princier, représente un secteur remarquable de par la diversité de sa flore et son aspect relativement «sauvage» et préservé. Ces glacis ne font pas l'objet d'aménagement et de plantation mais sont cependant soumis à l'envahissement de nombreuses plantes exotiques invasives (ailantes, pélargoniums, Aeonium...) qui ont trouvé dans ces lieux peu fréquentés et climatiquement privilégiés un terrain très favorable pour leur développement. Des opérations d'éradication de certaines plantes particulièrement envahissantes sont pratiquées à intervalles réguliers.

2.1.2 Les falaises de l'hôpital et du Jardin Exotique

L'étendue et le dénivelé des falaises calcaires de l'hôpital et du Jardin Exotique entraînent une grande diversité de situations écologiques et de communautés végétales. Même si le recouvrement de la végétation de cet habitat reste faible, sa valeur écologique et biologique est importante car il s'agit d'un habitat spécifique des Alpes-Maritimes. Ces falaises abritent plusieurs espèces à valeur patrimoniale dont une campanule endémique (*Campanula macrorhiza*) et des espèces rares telles que la lavatère maritime (*Lavatera maritima*) ou la doradille de Pétrarque (*Asplenium petrarchae*).

Au vue des caractéristiques du site, les risques de menace pour cet habitat sont faibles.

2.1.3 Les falaises du port de Fontvieille / le chemin des pêcheurs

Derniers milieux « naturels » de la Principauté de Monaco, les falaises du Rocher, rocheuses et abruptes, abritent une flore indigène remarquable. Colonisées par endroit par une végétation « exotique », ces falaises représentent en effet une véritable zone sauvage servant de refuge et de lieu de nidification à un certain nombre d'espèces aviaires migratrices ou sédentaires. Elles sont potentiellement très favorables pour un certain nombre d'espèces de l'herpétofaune méditerranéenne locale (gecko et serpents).

2.1.4 La Grotte de l'Observatoire

Située sur une falaise abrupte de la partie orientale du Jardin Exotique de Monaco, cette grotte descend pratiquement jusqu'au niveau de la mer. Ce milieu serait potentiellement favorable au spéléropès de Strinati, mais son aménagement pour la visite du public avec l'installation de nombreux éclairages et la fréquentation induite (grotte accessible dans le cadre de la visite du Jardin) sont certainement des facteurs limitant au maintien d'espèces animales.



Falaises du Rocher

2.1.5 Les jardins et espaces verts

Les jardins et les espaces verts (Jardins du Casino, Jardins Saint-Martin, Jardin Exotique...) sont des lieux urbains, aménagés pour le public et bénéficiant d'un soin tout particulier au niveau de la propreté, de l'entretien des végétaux et des espaces associés (allées cimentées, escaliers, gradins...).

Dans un contexte urbanisé, les jardins de Monaco représentent donc des habitats « naturels » favorables à la faune et particulièrement l'entomofaune, d'autant plus précieux qu'ils sont souvent agrémentés de zones humides artificielles (type « petits bassins ») utiles et attractives pour les amphibiens et pour l'avifaune, alors que les murets en pierre et rocailles peuvent être utilisés par les reptiles.

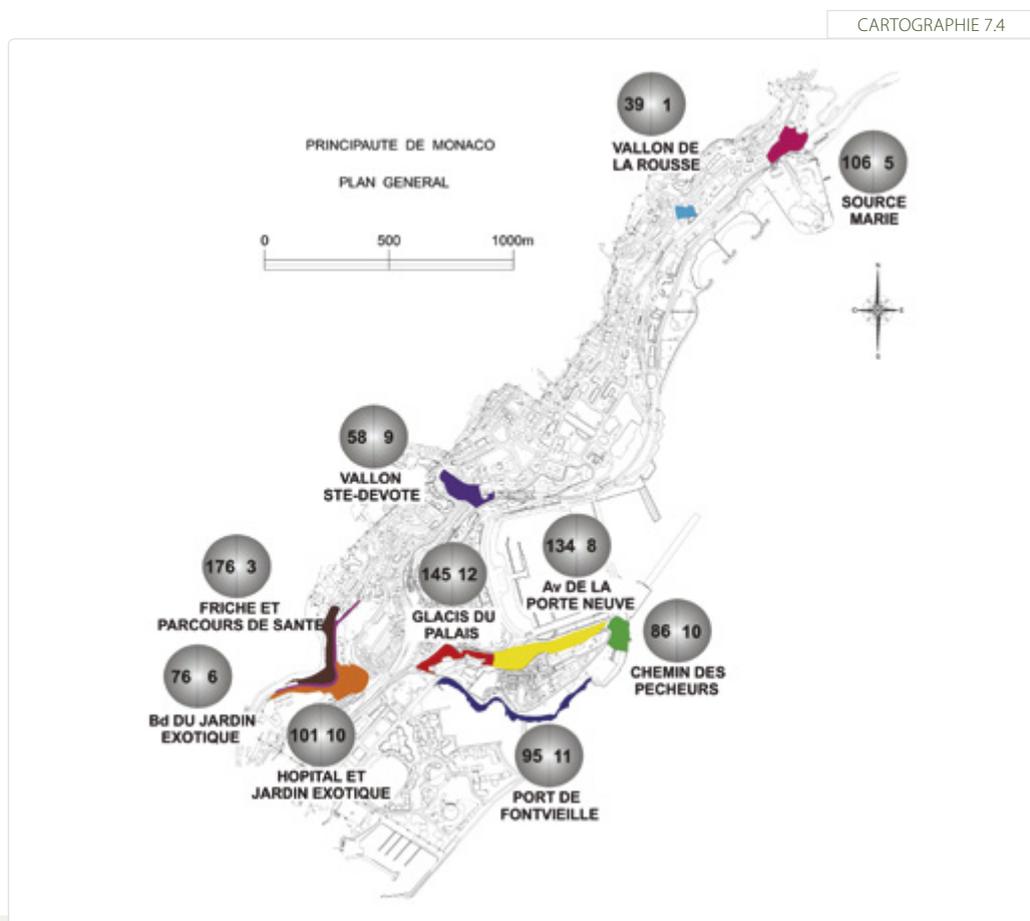
2.1.6 Les secteurs urbanisés

En Principauté on rencontre différents types de secteurs urbanisés :

- ceux très urbanisés, sans aucune verdure, tels que le secteur du port de la Condamine (tunnels et quais) mais qui sont finalement assez rares sur le territoire de la Principauté de Monaco ;
- ceux urbanisés, disposant de parcelles de verdure morcelées comme des jardinets, des jardinières fleuries ou complantées, des murs végétalisés, des arbres... qui sont exploitées avec succès par le cortège traditionnel des oiseaux des villes (moineaux, pigeons, mésanges...) selon la saison. Ces endroits sont importants pour le nourrissage des espèces insectivores et granivores, ils représentent également des relais de pose et de cachette en toute saison.

2.2 BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

La Principauté de Monaco se situe dans l'étage de végétation méditerranéen chaud, dominée par des espèces thermophiles comme l'olivier, le caroubier, le lentisque, le pin d'Alep et l'euphorbe arborescente.



Répartition de la flore terrestre monégasque

L'inventaire de la flore vasculaire terrestre indigène de la Principauté de Monaco a permis l'identification de 347 taxons (espèces et sous-espèces) actuellement présents, répartis en 79 familles végétales.

Parmi toutes ces espèces inventoriées, 18 sont à forte valeur patrimoniale dont 10 bénéficient d'un statut de protection au moins au niveau régional, en France ou en Italie. Certaines des espèces identifiées en Principauté sont d'ailleurs considérées comme en danger ou vulnérables par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (tableau ci-dessous).

TABLEAU 7.1

Classement UICN	Nombre d'espèces monégasques
Préoccupation mineure	22
Quasi menacé	-
Vulnérable	1
En danger	1
En danger critique d'extinction	-
Non classé	323
Total sp.	347

Statut des espèces floristiques de la Principauté par rapport aux listes rouges mondiales de l'UICN

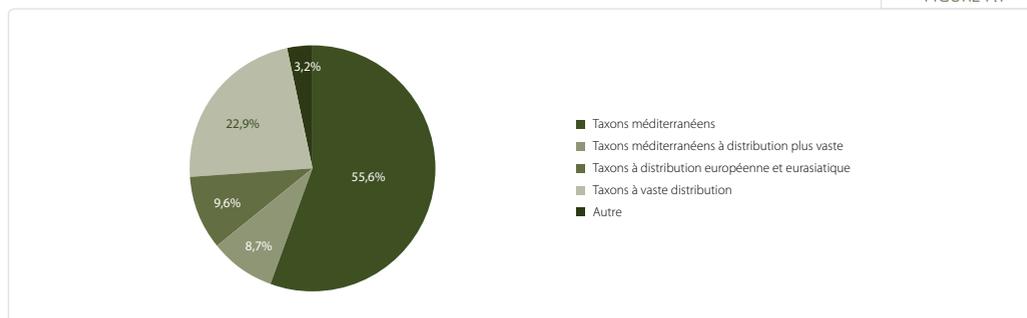
Les plantes exotiques ou xénophytes sont particulièrement présentes dans les paysages végétaux monégasques, qui ont connu une longue histoire d'acclimatation de multiples espèces végétales originaires surtout des régions tropicales, subtropicales du monde et méditerranéennes. Ces multiples introductions de plantes exotiques ont parfois conduit au phénomène de naturalisation (cas où une espèce végétale peut se maintenir et se reproduire *in situ* sans intervention humaine, et sans être totalement détruite par des perturbations).

Le spectre biogéographique de la flore inventoriée à Monaco est composé de :

- végétaux considérés comme indigènes, ce contingent totalisant 332 espèces et sous-espèces ;
- végétaux naturalisés de longue date, qualifiés d'archéophytes (acanthes, *Acanthus mollis*), d'indigénat douteux (micocoulier, *Celtis australis*), ou naturalisés sans intervention volontaire de l'homme (*Aster squamatus* ou *Sisymbrium erysimoides*). Ce contingent comporte 14 espèces et sous-espèces.

La flore actuelle de la Principauté est donc dominée par les végétaux méditerranéens (184 taxons sténo-méditerranéens et eury-méditerranéens soit 55,6% de la flore vasculaire indigène de Monaco). Cette situation est normale par rapport aux conditions géographiques littorales et au bioclimat de la région. La distribution des végétaux de la Principauté est représentée ci-dessous.

FIGURE 7.1



Distribution de la flore vasculaire indigène en Principauté

La biodiversité végétale terrestre de la Principauté est riche tant par le nombre d'espèces indigènes qu'elle abrite que par la forte valeur patrimoniale de plusieurs d'entre elles.

Le contingent le plus intéressant sur le plan biogéographique est celui des taxons endémiques. Six taxons endémiques *sensu lato* ont ainsi été recensés, soit 2% de la flore monégasque. Les inventaires ont également permis d'identifier une liste de 10 espèces végétales pouvant faire l'objet d'une mesure de protection à l'avenir :

- nivéole de Nice (*Acis nicaeensis*) ;
- doradille de Pétrarque (*Asplenium petrarchae*) ;
- chardon litigieux (*Carduus litigiosus*) ;
- caroubier (*Ceratonia siliqua*) ;
- palmier nain (*Chamaerops humilis*) ;
- coronille de Valence (*Coronilla valentina*) ;
- lavatère maritime (*Lavatera maritima*) ;
- statice à feuilles cordées (*Limonium cordatum*) ;
- alpiste aquatique (*Phalaris aquatica*) ;
- pimpinelle voyageuse (*Pimpinella peregrina*) ;

PHOTO 7.2



Nivéole de Nice (*Acis nicaeensis*), Rampe Major

PHOTO 7.3



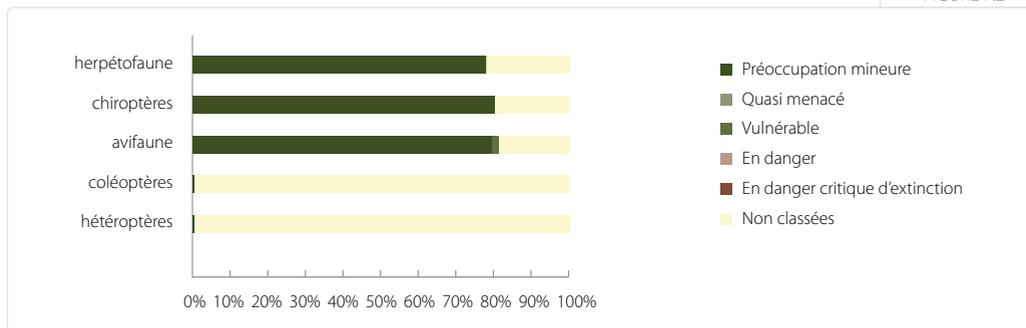
Statice à feuilles cordées (*Limonium cordatum* L.), Port de Fontvieille

2.3 BIODIVERSITÉ ANIMALE

En raison de son caractère fortement urbanisé, le territoire de la Principauté laisse peu de place à la faune sauvage en général. Même si ces zones naturelles sont restreintes et soumises aux nuisances permanentes de l'urbanisation, elles constituent un biotope favorable à des espèces anthropophiles et adaptables au milieu urbain. Ainsi, les principales zones rupestres de la Principauté peuvent constituer des zones refuges pour la faune avienne et mammalienne.

Le Gouvernement Princier analyse son patrimoine naturel par la mise en œuvre d'inventaires scientifiques et constate que la richesse de la biodiversité terrestre se cache souvent dans les jardins et les espaces verts. Il est à noter que l'avifaune est bien représentée sur le territoire.

FIGURE 7.2



Statut des espèces terrestres de la Principauté par rapport à la liste rouge UICN

2.3.1 Avifaune

Sur le territoire de la Principauté de Monaco, 62 espèces d'oiseaux ont été comptabilisées dont 4 espèces exotiques (canards et oies). Il existe donc un cortège d'oiseaux diversifié avec un nombre relativement élevé d'espèces dont 10 sont protégées au niveau européen, 19 sont des espèces nicheuses, 10 sont de passage, 6 sont hivernantes et protégées sur le territoire français, mais également 7 sont classées comme menacées (vulnérables ou quasi-menacées) et inscrites au livre rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.

Les falaises du Rocher se sont révélées très favorables aux oiseaux. 2 espèces remarquables ont été recensées :

- le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), rapace diurne rupestre, espèce vulnérable : un couple nicheur et reproducteur a été observé sur la falaise du Rocher, 3 jeunes sont nés en 2010 et 2 en 2017 ;
- le cormoran huppé de Méditerranée (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), espèce marine sédentaire, vulnérable, 6 individus dont 4 juvéniles ont été observés en 2014 puis 8 jeunes en 2017.

L'espèce la plus représentée est le Goéland leucophée. L'importance de la population de cette espèce opportuniste n'est pas sans incidence sur la faune du rocher : sa prédation non sélective pèse sur les populations de passereaux et de micro mammifères. Ces impacts socio-économiques (nidification en milieu urbain, transmission de maladies, comportement agressif lors de la période d'incubation et de nourrissage) sont également de plus en plus préoccupants. À ce titre, le Gouvernement Princier a initié en 2014 une étude scientifique sur l'évolution démographique de la population de Goéland leucophée, dont les résultats serviront de support aux mesures de gestion.

PHOTO 7.4



Le faucon pèlerin

PHOTO 7.5



Le cormoran huppé de Méditerranée

2.3.2 Herpétofaune

L'inventaire de l'herpétofaune de la Principauté révèle une richesse spécifique moyenne avec au total six espèces observées (5 reptiles et 1 seul amphibien). Cependant, cette diversité moyenne est toute relative eu égard à la faible superficie d'habitats « naturels » encore présents. De plus, les espèces patrimoniales occupent les espaces encore « sauvages » (Rocher de Monaco), mais s'accommodent également des espaces faiblement jardinés.

Les habitats favorables aux espèces patrimoniales, autrefois répandus, sont aujourd'hui restreints et enclavés. Seule la Tarente de Maurétanie (*Tarentola mauritanica*), aux mœurs ubiquistes, est capable de « conquérir » le tissu urbain, mais cette espèce à répartition assez large, présente un enjeu patrimonial relativement faible. Cependant, deux espèces présentent un intérêt patrimonial pour Monaco :

- l'hémidactyle verruqueux (*Hemidactylus turcicus*): le Rocher abrite une importante population, saine et dynamique (nombreux individus de tous âges) ;
- le crapaud commun avec la sous-espèce *spinusus*.

PHOTO 7.6



© Sébastien Saint

L'hémidactyle verruqueux, Jardins du Palais

PHOTO 7.7



© F. Ménière

Le crapaud commun, jardins Saint-Martin

2.3.3 Entomofaune

Concernant l'entomofaune, un premier inventaire s'est focalisé sur deux ordres majeurs d'insectes et a permis de comptabiliser sur le territoire monégasque 330 taxons de Coléoptères et 101 taxons d'Hétéroptères. Il s'agit d'une faune très riche compte tenu de l'exiguïté des biotopes étudiés et qui a révélé des découvertes essentielles.

Ainsi, parmi les coléoptères, 2 espèces nouvelles pour la science ont été trouvées en Principauté :

- un Anobiidae du genre *Synanobium* probablement d'origine tropicale, observé sur les glacis du Palais et à la Source Marie ;
- un Curculionidae cavernicole qui a été nommé *Otiorrhynchus (Lixorrhynchus) monoecirupis n.sp* en raison de son lien avec Monaco (*monoecirupis*). Il est certainement le 1^{er} insecte endémique de la Principauté puisqu'il est exclusivement lié aux galeries creusées sous le Palais Princier.

PHOTO 7.8



Brachypterus labiatus

Cet inventaire a également recensé de nombreuses espèces de coléoptères soit nouvelles pour la faune franco-monégasque, soit d'un grand intérêt patrimonial pour la Principauté puisqu'il s'agit souvent d'espèces méditerranéennes à fort enjeu de conservation. C'est le cas du charençon *Dichromacalles rolletii*, dont la présence a été montrée sur le Rocher et qui est associé à une plante méditerranéenne l'Euphorbe arborescente.

Parmi les milieux étudiés, les glacis du Palais Princier représentent le biotope le plus riche et comprenant le plus grand nombre d'espèces d'intérêt patrimonial.

En complément et dans l'objectif de valoriser cette biodiversité en milieu urbain, une étude a porté sur les insectes des sols des espaces verts aménagés de la Principauté de Monaco portant plus particulièrement sur quatre classes d'Arthropodes : les Collembolés, les Coléoptères, les Crustacés Isopodes (cloportes) et les Myriapodes (mille-pattes). Le sol est un écosystème complexe à préserver et les résultats témoignent de l'excellente santé des sols monégasques. Il est à noter qu'à Monaco, l'utilisation de tout traitement et intrant chimiques est bannie pour les espaces verts publics ce qui a favorisé le développement d'une faune indispensable aux sols.

Les déterminations ont permis de révéler 6 espèces de Coléoptères qui viennent enrichir l'inventaire initial. Parmi ces espèces se trouve le plus petit coléoptère du monde, *Ptinella mekula Kubota*. De plus, une espèce rare a été trouvée dans le jardin de la Villa Sauber : un carabique *Trechus fairmairei*.

Les papillons de nuit, Lépidoptères hétérocères, ont également été inventoriés et les résultats sont en cours d'analyse.

Les Diplopodes sont l'objet du dernier inventaire en cours et viendront compléter la richesse de la biodiversité terrestre monégasque.

2.3.4 Apifaune

Fin 2010, la Principauté a conclu une convention de partenariat avec l'Union Nationale de l'Apiculture Française (UNAF) aboutissant à l'implantation de six ruches à Monaco et au soutien à la Charte « Abeille, sentinelle de l'environnement ».

En 2013, un hôtel à insectes pollinisateurs a été installé dans les jardins Saint Martin dans le cadre d'un partenariat avec l'Office National des Forêts Français. Ce logement à casiers reproduit les lieux de vie spécifiques à certaines espèces, comme les abeilles sauvages, favorisant l'installation de ces insectes pollinisateurs.



Ruches à Monaco



Hôtel à insectes pollinisateurs dans les jardins Saint-Martin

2.4 TYPOLOGIE DES HABITATS MARINS

La réalisation, en 2010, d'une cartographie fine des fonds de la baie de Monaco, situés entre 0 et 100 m de profondeur, a permis d'affiner les connaissances sur la typologie des fonds présents dans la baie en termes de structure et d'habitats. Ainsi, ce sont cinq différents types d'habitats naturels qui peuvent être rencontrés dans les eaux monégasques.

2.4.1 Les fonds rocheux

Ils peuvent être de deux types :

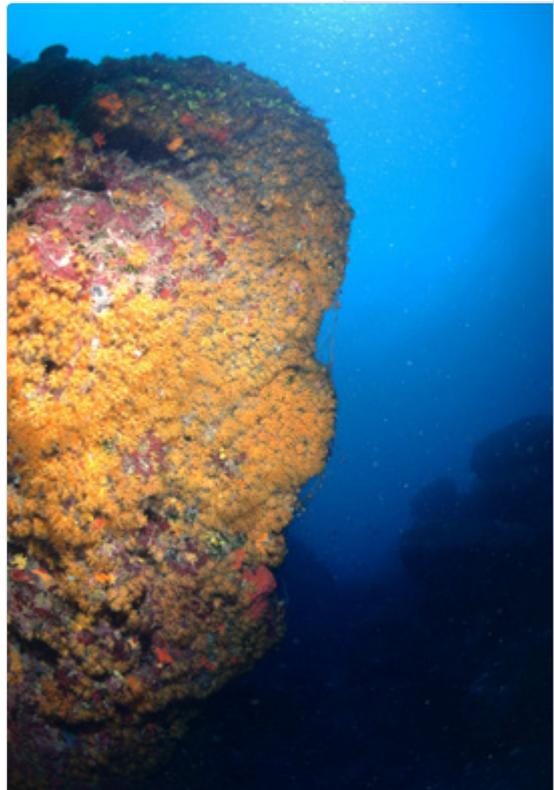
- des roches infralittorales à algues photophiles : habitat extrêmement riche qualitativement et quantitativement, qui comprend plusieurs centaines d'espèces, sa production peut atteindre plusieurs kilogrammes par mètre carré. Le réseau trophique y est très complexe et ouvert sur les autres habitats par exportation d'organismes et de matériel organique.
- des roches à coralligène à algues calcaires, consolidées et compactées par des invertébrés constructeurs, qui a pour effet de façonner des anfractuosités qui vont constituer des réseaux cavitaires. Ceux-ci abritent une faune variée et riche établissant des relations interspécifiques (habitat-espèce) faisant du coralligène un des habitats ayant la plus haute valeur écologique de Méditerranée. Il est donc particulièrement précieux pour la Principauté.

2.4.2 L'herbier de posidonies

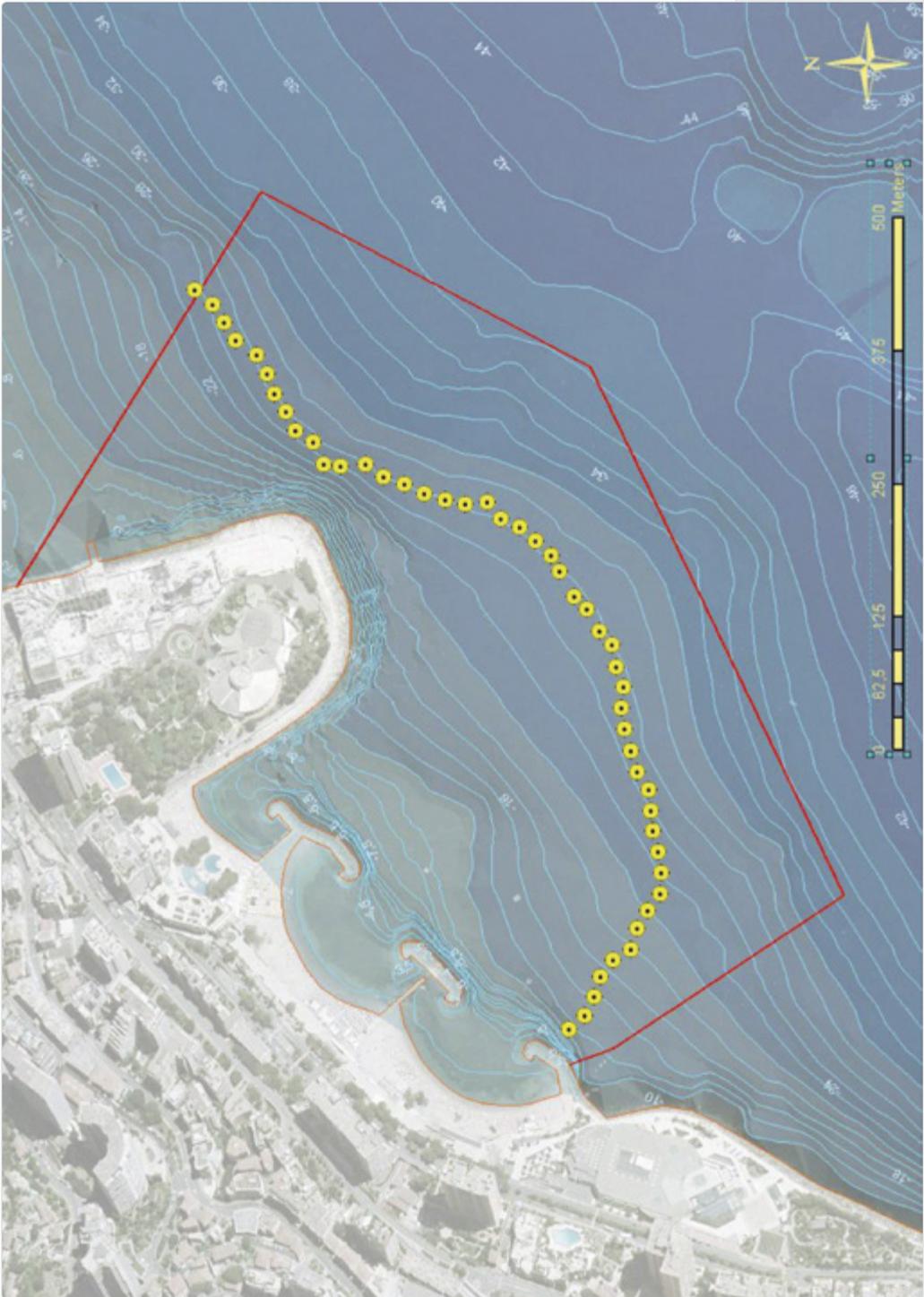
La posidonie (*Posidonia oceanica*) est une plante phanérogame endémique stricte de la Méditerranée où elle constitue des herbiers caractéristiques de l'étage infralittoral situés entre la surface et 50 m de profondeur. Parfois, l'herbier arrive à quelques centimètres de la surface de l'eau et constitue alors un « récif frangeant ». Lorsqu'il laisse une lagune en arrière, il constitue un « récif-barrière ». Dans les eaux territoriales de la Principauté de Monaco, l'herbier à posidonies est situé devant les plages du Larvotto entre 3 et 25 m de profondeur.

L'herbier à posidonie constitue un écosystème de très haute valeur du point de vue de l'importance de sa production primaire, de la richesse et de la diversité de sa faune. Il participe par ailleurs à l'équilibre du maintien des rivages, à l'exportation de matières organiques vers d'autres écosystèmes et joue un rôle de frayères et de nurseries.

PHOTO 7.11



Roches Saint Nicolas



Balisage limite inférieure herbier posidonie

2.4.3 Les biocénoses du détritique côtier

Elles sont généralement observées sur les côtes ouvertes. Cet habitat est caractérisé par une faible teneur en limon, l'absence d'algues photophiles et une faune fixée sur des substrats solides. Il s'étend le plus communément entre 3 et 25 m de profondeur.

Les observations faites à Monaco décrivent un substrat dur et plat avec des affleurements rocheux et des concrétions, entrecoupés de sédiments sablo-vaseux et coquillers. Il a été identifié entre 30 et 50 m de profondeur, à l'étage de l'infralittoral, et semble s'étendre au Nord en dehors des eaux territoriales.

2.4.4 Biocénoses du détritique côtier, graviers, cailloutis et débris coquilliers

Egalement observées en général sur les côtes ouvertes, cet habitat se caractérise par une faible teneur en limon, l'absence d'algues photophiles et par une faune fixée sur des substrats solides. Il s'étend le plus communément entre 3 et 25 m de profondeur, mais peut, localement, descendre jusqu'à 70 m de profondeur. Cet habitat est aussi observé dans les chenaux dits « d'intermattes » creusés par les courants dans les herbiers à posidonies.

Ces « sables et graviers sous l'influence de courants de fond » forment une vaste entité sédimentaire au large des côtes monégasques, limitée à l'Est et au Sud de Cap d'Ail, entre 35 et 70 m de profondeur. La dynamique des biocénoses associées à ces habitats est liée à l'existence, à la fréquence et à la force des courants linéaires.

Ce type de milieu présente une valeur patrimoniale certaine par la présence de l'Amphioxus (*Branchiostoma lanceolatum*), espèce rare en Méditerranée. L'habitat, dont le sédiment présente une grande quantité d'anfractuosités, est très riche en méiofaune, présentant donc un intérêt fonctionnel fort comme zone d'alimentation : il s'agit d'une zone de nourrissage des juvéniles de poissons plats, marquée par une grande abondance de mollusques.

Pour ce milieu ne supportant pas le moindre degré d'envasement, et plus particulièrement une grande quantité de matières en suspension, la qualité des eaux est donc un facteur déterminant. Au regard de ses caractéristiques physiques et de sa situation stationnelle (de 0 à -70 mètres), ce milieu est susceptible de subir des pressions directes particulières d'origine humaine (dragages, extraction de granulats..).

2.4.5 Sable des biocénoses du détritique côtier envasé

Cet habitat est compris de la limite basse du médiolittoral jusqu'aux limites maximum de l'étage circalittoral (-200 m). En Principauté, l'emprise spatiale de cet habitat est connue jusqu'à l'étage circalittoral -100 mètres, limite du périmètre de la cartographie des fonds réalisée en 2010.

Il est composé d'une gamme de faciès sédimentaires allant du sable au sablo-vaseux hétérogènes, aux mosaïques des faciès durs comme des cailloux ou galets posés sur des sédiments meubles.

Cet habitat joue un rôle fonctionnel essentiel pour les épibiotés y compris les polychètes, les bivalves, les échinodermes, les anémones, les hydraires et bryozoaires. Pour sa partie supérieure, il participe au maintien de l'équilibre sédimentaire des plages. Son dégraissage lors de la formation des courants de retour met en péril la moyenne et la haute plage.

2.5 BIODIVERSITÉ MARINE

Le Gouvernement Princier entreprend chaque année une série d'études visant à améliorer sa connaissance des composantes de la biodiversité marine de son territoire.

À ce jour, un certain nombre d'espèces ont été identifiées :

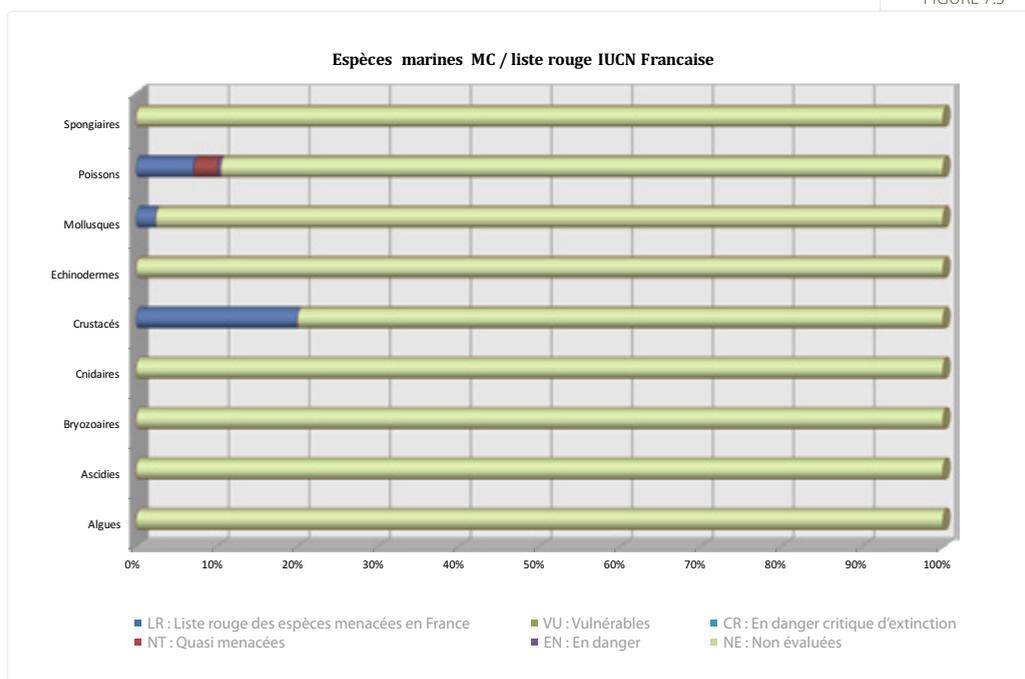
TABLEAU 7.2

Nombre d'espèces identifiées en 2013					
Algues	4	Cnidaires	43	Mollusques	41
Ascidies	4	Crustacés	5	Poissons	238
Bryozoaires	79	Echinodermes	44	Spongiaires	95
Total sp 553					

Nombre d'espèces marines identifiées par catégories en Principauté en 2013

Certaines de ces espèces sont concernées par le classement de l'IUCN. Ainsi, une espèce de poisson présente en Principauté est considérée comme en danger, 17 autres considérées comme en situation de préoccupation mineure avec une espèce de crustacé et de mollusque (cf. tableau ci-après).

FIGURE 7.3



Statut des espèces marines de la Principauté par rapport à la liste rouge mondiale de l'IUCN

La Principauté n'a pas édité de liste rouge pour son territoire, cependant en 2011, la liste des espèces marines protégées a été étendue. Ainsi, en complément de la protection du mérou brun et du corb, depuis 1993, la totalité des espèces présentes au sein de l'annexe II du Protocole CAR/ASP de la Convention de Barcelone sont désormais protégées par la réglementation monégasque.

Cette mise à jour de la réglementation a également permis d'intégrer un statut de protection pour le thon rouge (*Thunnus thynnus*). En effet, la Principauté a œuvré pour son inscription à l'annexe I de la Convention de Washington (CITES), lors de la 15^{ème} Conférence des Parties en 2010.

2.5.1 Le mérou brun

Depuis 1995, afin de suivre l'efficacité de la protection du mérou brun en Principauté, des campagnes d'évaluation de sa population sont réalisées.

PHOTO 7.12



© JM Mille

Mérou brun (*Epinephelus marginatus*)

Les premières données de comptage en Principauté avaient permis de comptabiliser 7 mérous. Cependant, ce dénombrement ne prenait pas en compte la totalité du littoral monégasque. Depuis 2006, un comptage régulier, tous les 3 ans, a été mis en place afin d'assurer un meilleur suivi de cette espèce.

TABLEAU 7.3

Années	1995	1998	2006	2009	2012	2015
Population	7	12	83	105	78	193

Nombre de mérous bruns comptabilisés par campagne

Entre 2006 et 2009, l'effectif a augmenté de 25 %, puis en 2012, les effectifs recensés sont revenus à leur niveau de 2006. L'amélioration des méthodes de comptage, en associant l'apnée à la plongée sous-marine, a permis d'affiner les résultats en 2015.

La structure démographique de la population a elle aussi évolué depuis 2006 avec une augmentation depuis 2009 de la proportion de petits individus (≤ 40 cm) et l'apparition d'individus juvéniles (≤ 20 cm).

TABLEAU 7.4

Tailles en cm	1995	1998	2006	2009	2012	2015
0 à 20	0	2	0	1	2	58
20 à 40	1	1	21	15	30	50
40 à 60	4	6	27	51	22	41
60 à 80	2	3	24	27	20	25
80 à 100	0	0	9	10	4	15
100 à 120	0	0	2	1	0	4

Structure démographique de la population de mérus bruns

2.5.2 Grandes nacres

Espèce emblématique de la Méditerranée, la grande nacre (*Pinna nobilis*) est une espèce vulnérable, fixée sur le fond et pouvant dépasser les 50 cm de haut. Elle est facilement cassée par les chaînes de mouillage ou les lignes de pêche et est, par ailleurs, très sensible à la qualité de l'eau constituant ainsi un bon indicateur du milieu. Sa présence révèle une bonne santé de l'environnement marin côtier.

Un travail de cartographie débuté fin 2007 a rassemblé en novembre 2008 plus de 50 plongeurs réunis pour identifier plus de 350 nacrés dans ce qui représente un tiers de la surface de la réserve du Larvotto.

Les prospections se sont poursuivies jusqu'en 2013 permettant ainsi d'identifier et de positionner précisément 644 nacrés, réparties sur les 13,5 hectares de fond variant de 8 à 35 m de profondeur.

En prévision de grands travaux d'aménagement à proximité immédiate de la réserve du Larvotto, le Gouvernement Princier a souhaité établir avec précision l'état du peuplement de ces nacrés dans cette zone protégée pour l'utiliser comme espèce sentinelle de la qualité du milieu.

CARTOGRAPHIE 7.6



Cartographie des grandes nacrés

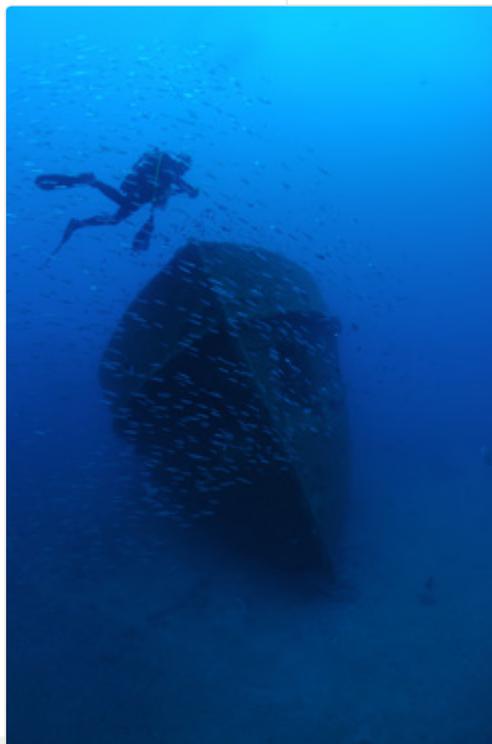
2.5.3 Récifs artificiels

Les récifs artificiels sont l'un des nombreux outils de gestion du patrimoine naturel marin de la Principauté. L'immersion des premiers récifs à Monaco s'est déroulée il y a plus de trente ans au sein de la réserve marine du Larvotto.

Ces structures peuvent avoir différentes fonctions :

- une fonction de conservation et de développement de la biodiversité par la mise en place de modules de tailles et de formes différentes. Généralement positionnés à proximité de zones naturellement riches, sur des fonds sableux offrant peu d'habitats pour les espèces fixées et les poissons, ces modules peuvent offrir de nouvelles disponibilités d'habitat et donc un accroissement du nombre d'individus ;
- une fonction plus ludique pour le développement des activités de plongée sous-marine. Ainsi début 2014, le Gouvernement Princier a participé et financé le déplacement d'une épave (épave du Toulonnais), d'une zone d'accès difficile vers une zone ouverte afin de créer un nouveau site de plongée sous-marine. Ce type de démarche participe à la protection des espaces naturels puisque la création de nouveaux sites de plongée permet de diminuer la pression sur ces espaces. La colonisation de ce site par les espèces marines fera l'objet d'un suivi scientifique et pourra ainsi être comparée à celle d'un site non ouvert à l'activité ;
- une fonction d'expérimentation et d'acquisition de connaissance pour les scientifiques sur les mécanismes de colonisation de ces structures et les interactions entre les espèces qui les fréquentent ou qui s'y fixent. Par exemple, dans les années 80 plusieurs expériences de mise en culture du corail rouge ont été réalisées sur des structures spécialement conçues à cette occasion.

PHOTO 7.13



Epave du Toulonnais

PHOTO 7.14



Récif artificiel

Une réflexion a été engagée par le Gouvernement Princier pour l'aménagement de nouveaux sites de récifs artificiels sur le littoral. Appuyée par la cartographie sonar réalisée en 2010, une étude de faisabilité a été mandatée afin de déterminer les sites potentiels d'accueil de nouvelles structures. A l'issue de cette étude, un site pilote de 100 m² a été créé pour accueillir l'immersion de modules en béton. Un suivi scientifique régulier est mis en œuvre et des expérimentations de bouturages d'espèces fixées sont à l'étude.

3. LA CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPÈCES DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACÉES D'EXTINCTION (CITES)

3.1 PRÉSENTATION DE LA CONVENTION CITES

La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction a pour objet de protéger les espèces sauvages d'une surexploitation commerciale responsable en partie du déclin de la biodiversité mondiale. Cette Convention a été signée à Washington le 3 mars 1973, elle est plus connue par son acronyme CITES. Elle est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 1975.

C'est l'un des accords sur la conservation qui comporte le plus de Parties, une Partie étant définie comme un Etat à l'égard duquel la convention est entrée en vigueur (article 1 paragraphe h) de la convention) : 183 pays en 2016 sont Parties à la CITES.

Pour son application et une compréhension uniforme des termes employés spécifiques à la CITES (spécimen, commerce, introduction en provenance de la mer...), le texte de la Convention de Washington pose des définitions dans son article 1^{er}. Ainsi, dans le cadre de la CITES les termes suivants signifient :

- a) « Espèces »** : toute espèce, sous-espèce, ou une de leurs populations géographiquement isolées ;
- b) « Spécimen »** :
 - tout animal ou toute plante, vivants ou morts ;
 - dans le cas d'un animal : pour les espèces inscrites aux Annexes I et II, toute partie ou tout produit obtenu à partir de l'animal, facilement identifiables, et, pour les espèces inscrites à l'Annexe III, toute partie ou tout produit obtenu à partir de l'animal, facilement identifiables, lorsqu'ils sont mentionnés à ladite Annexe ;
 - dans le cas d'une plante : pour les espèces inscrites à l'Annexe I, toute partie ou tout produit obtenu à partir de la plante, facilement identifiables, et, pour les espèces inscrites aux Annexes II et III, toute partie ou tout produit obtenu à partir de la plante, facilement identifiables, lorsqu'ils sont mentionnés aux dites Annexes ;
- c) « Commerce »** : l'exportation, la réexportation, l'importation et l'introduction en provenance de la mer ;
- d) « Réexportation »** : l'exportation de tout spécimen précédemment importé ;
- e) « Introduction en provenance de la mer »** : le transport, dans un Etat, de spécimens d'espèces qui ont été pris dans l'environnement marin n'étant pas sous la juridiction d'un Etat ;
- f) « Autorité scientifique »** : une autorité scientifique nationale désignée conformément à l'Article IX ;
- g) « Organe de gestion »** : une autorité administrative nationale désignée conformément à l'Article IX.

Dans ce cadre, les spécimens concernés de plantes et d'animaux visés par la CITES peuvent être vivants ou non. Ainsi peuvent constituer des spécimens au sens de la CITES des trophées de chasse, des produits dérivés tels que produits alimentaires, maroquinerie, vêtements, souvenirs pour touristes, remèdes, cosmétiques, bijoux... La CITES contrôle et régleme le commerce international de ces spécimens d'espèces inscrites à ses annexes.

Près de 35 000 espèces – 5 000 animales et 30 000 végétales - sont protégées par la CITES réparties dans trois annexes selon le degré de protection requis :

L'Annexe I : comprend toutes les espèces menacées d'extinction. Le commerce de leurs spécimens est interdit sauf dans quelques cas et sous conditions.

L'Annexe II : comprend toutes les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction, mais dont le commerce des spécimens doit être réglementé pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie.

Les modifications des Annexes I et II se font selon des critères biologiques et commerciaux et sont soumises aux votes des pays Parties lors des sessions de la Conférence des Parties (des votes intersessions sont également prévus si nécessaire).

L'Annexe III : comprend toutes les espèces protégées dans un pays qui a demandé aux autres pays Parties à la CITES leur assistance pour en contrôler le commerce. La procédure à suivre pour procéder à des changements dans l'Annexe III est distincte de celle pour les Annexes I et II car chaque Partie est habilitée à y apporter unilatéralement des amendements.

Les annexes peuvent couvrir des groupes entiers - primates, cétacés (baleines, dauphins et marsouins), tortues de mer, perroquets, coraux, cactus - mais parfois, seule une sous-espèce ou une population géographiquement isolée (la population d'un seul pays, par exemple).

Toute importation, exportation, réexportation ou introduction en provenance de la mer de spécimens d'espèces couvertes par la Convention doit être autorisée par la délivrance de documents (permis ou certificats) dont la gestion est assurée par les pays Parties à la CITES.

Pour plus d'informations, la CITES dispose d'un site Internet : www.cites.org

3.2 LA PRINCIPAUTÉ DE MONACO ET LA CONVENTION CITES

La Principauté de Monaco est Partie à la Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. Cette dernière y entre en vigueur le 18 juillet 1978 (Convention rendue exécutoire à Monaco par l'Ordonnance Souveraine n° 6.292 du 23 juin 1978).

Le respect et l'application de la CITES à Monaco reposent sur les entités suivantes :

- un organe de gestion institutionnel : la Direction des Affaires Internationales – au sein du Département des Relations Extérieures et de la Coopération ;
- un organe de gestion chargé de la délivrance des permis et des contrôles : la Direction de l'Environnement – au sein du Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme ;
- une autorité scientifique qui donne son avis sur les effets du commerce sur les espèces : la Direction de l'Environnement (Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme).

Sur la période 2002-2016, la Direction de l'Environnement a délivré 78491 documents CITES. Le tableau et la figure ci-après présentent le nombre de permis émis chaque année pour cette période. Ils confirment la progression constante du volume de documents CITES émis.

Dans le cadre de la modernisation de l'Administration, une innovation majeure a été apportée en 2014 : la mise en service d'un nouveau programme d'émission des documents CITES. Ce programme a pour objectif de faciliter la saisie et la réalisation des différents documents requis. Il s'accompagne d'un téléservice mis à la disposition des usagers sur le site du Gouvernement Princier. Ainsi, les usagers peuvent désormais effectuer leurs demandes de documents CITES directement en ligne, raccourcissant ainsi les délais de traitement des dossiers et assurant leur suivi.

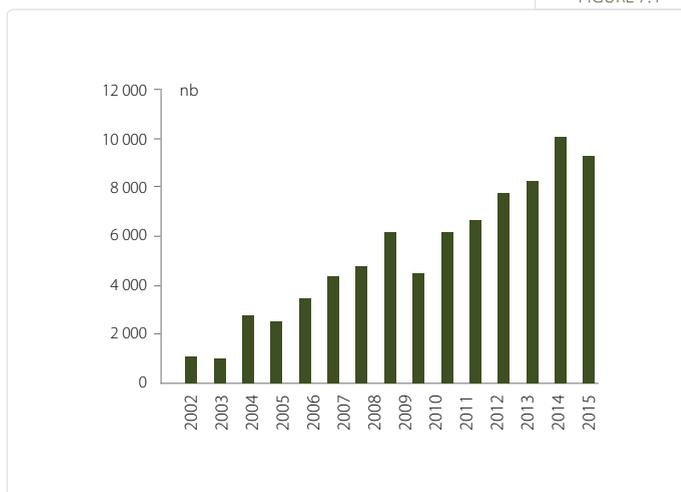
Un dépliant d'information sur la CITES a été réalisé et est diffusé sur le site internet du Gouvernement Princier et dans les lieux d'accueil du public.

TABLEAU 7.5

Années	Nombre de Documents CITES émis
2002	1089
2003	986
2004	2724
2005	2549
2006	3426
2007	4352
2008	4784
2009	6168
2010	4436
2011	6147
2012	6660
2013	7716
2014	8202
2015	10034
2016	9218

Nombre de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque de 2002 à 2016

FIGURE 7.4



Nombre de documents CITES édités annuellement à Monaco

3.3 RAPPORTS NATIONAUX CITES

Un rapport annuel est édité par l'organe de gestion chargé de la délivrance des permis. Ce rapport mentionne les transactions effectuées pendant l'année concernée. Il est communiqué au Secrétariat de la CITES qui compile les données de tous les pays Parties concernant le commerce international des espèces inscrites aux Annexes permettant ainsi d'en suivre les évolutions.

Les informations transmises portent sur les types de transaction (importation, exportation, réexportation, autres) ainsi que sur les catégories de spécimens qui ont fait l'objet de ces transactions.

Les tableaux et graphiques reportés dans les paragraphes suivants, démontrent l'augmentation constante du nombre de documents CITES émis par Monaco. Cette tendance peut s'expliquer par l'importance du commerce de luxe mais également par l'inscription de nouvelles espèces dans les Annexes de la Convention et par la réalisation des contrôles. La diffusion d'une information auprès des personnes concernées, couplée à la mise en place du téléservice sur le site du Gouvernement Princier, a favorisé également cette augmentation.

3.3.1 Documents émis par type de transaction

Les tableaux et figures ci-après reprennent le nombre de documents CITES émis par la Direction de l'Environnement selon une répartition par type de transaction :

- permis d'importation : pour tous les spécimens importés pour la première fois à Monaco ;
- permis d'exportation : pour tous les spécimens exportés pour la première fois à partir de Monaco ;

- Certificats de réexportation : pour les spécimens précédemment importés à Monaco et qui sont exportés de nouveau ;
- « autres documents » : cette typologie a été mise en exergue à partir de 2009. Il a paru en effet utile de distinguer les documents émis pour les spécimens ayant un caractère spécifique.

Dans cette dernière typologie « autres documents », sont visés les spécimens faisant l'objet d'une dérogation aux dispositions de la CITES. Ces dérogations sont prévues par la Convention (notamment dans son article VII) et concernent :

- les spécimens pré-convention, à savoir les spécimens acquis avant l'entrée en vigueur de la CITES ou avant leur inscription dans les annexes CITES, principalement des antiquités ;
- les spécimens qui sont des objets personnels ou à usage domestique. Toutefois cette dérogation ne s'applique pas :
 - a) s'il s'agit de spécimens d'une espèce inscrite à l'Annexe I, lorsqu'ils ont été acquis par leur propriétaire en dehors de son Etat de résidence permanente et sont importés dans cet Etat ;
 - b) s'il s'agit de spécimens d'une espèce inscrite à l'Annexe II :
 - lorsqu'ils ont été acquis par leur propriétaire, lors d'un séjour hors de son Etat de résidence habituelle, dans un Etat dans le milieu sauvage duquel a eu lieu la capture ou la récolte ;
 - lorsqu'ils sont importés dans l'Etat de résidence habituelle du propriétaire ;
 - et lorsque l'Etat dans lequel a eu lieu la capture ou la récolte exige la délivrance préalable d'un permis d'exportation ;

À moins qu'un organe de gestion ait la preuve que ces spécimens ont été acquis avant que les dispositions de la présente Convention ne s'appliquent aux spécimens en question.

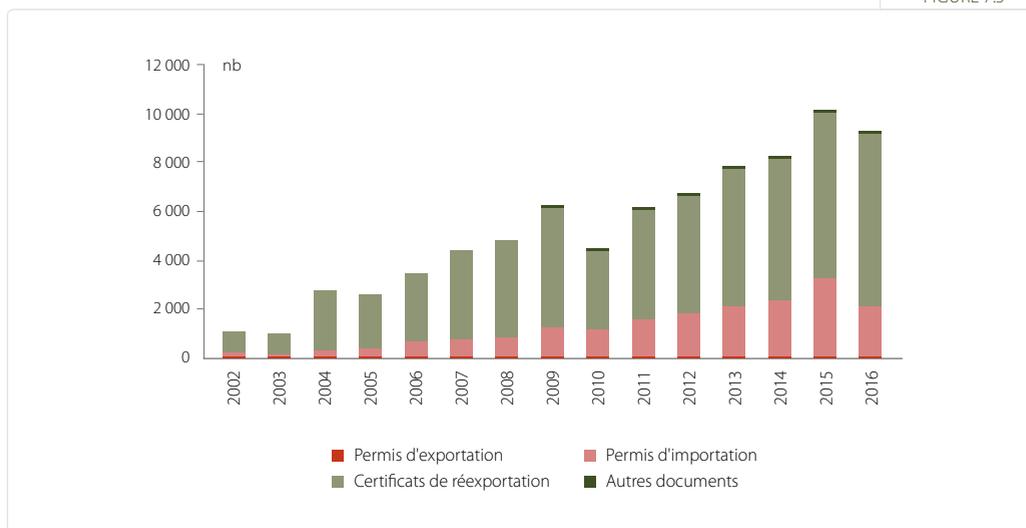
- les spécimens faisant partie d'une exposition itinérante, d'une collection de musées ou d'institutions scientifiques enregistrées auprès de l'organe de gestion ;
- les spécimens vivants qui sont des animaux de compagnie appartenant à des particuliers.

TABLEAU 7.6

Années	Permis d'exportation	Permis d'importation	Certificats de réexportation	Autres documents	Nombre total de documents émis
2002	7	193	889	*	1089
2003	7	153	826	*	986
2004	5	283	2436	*	2724
2005	25	335	2189	*	2549
2006	71	544	2804	*	3426
2007	28	699	3622	*	4352
2008	16	824	3939	*	4784
2009	35	1199	4855	79	6168
2010	37	1106	3213	80	4436
2011	46	1533	4464	104	6147
2012	44	1766	4837	13	6660
2013	2	2073	5612	29	7716
2014	13	2274	5832	83	8202
2015	4	3221	6781	28	10034
2016	3	2046	7091	78	9218

Répartition des différents types de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque de 2002 à 2016

FIGURE 7.5



Nombre annuel des différents types de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque de 2002 à 2016

3.3.2 Documents émis par catégorie de spécimens

La Convention CITES utilise « spécimen » comme terme de référence conformément à la définition rappelée plus haut.

Il existe plusieurs catégories auxquelles la CITES fait référence pour décrire les spécimens : spécimens vivants, articles en cuir, cosmétiques, vêtements, types de bois (placage, bois scié, œuvre, écorce...), graines, écailles, huiles, parties d'un animal (dent, flanc, peau, griffe...), parties d'une plante (racine, fleur, fruit...), médicament, musc, œuf, sculpture, squelette, trophées, antiquités...

Pour ce qui concerne Monaco, 3 catégories majeures sont les plus représentatives des transactions effectuées au titre de la CITES :

- les spécimens considérés comme des « produits manufacturés » comportant tous les produits finis prêts à être commercialisés : articles de maroquinerie en cuir, produits cosmétiques, produits conditionnés pour la consommation tel que le caviar...
- les spécimens vivants de faune et de flore ;
- les spécimens pré-convention (à savoir en résumé les spécimens acquis avant l'entrée en vigueur de la Convention ou avant leur inscription dans les Annexes).

Les produits manufacturés constituent la catégorie de spécimens la plus représentée parmi les documents émis.

De ces données, il apparaît que pour Monaco, le volume de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque concerne majoritairement des certificats de réexportation et porte principalement sur des produits manufacturés.

Les autres catégories sont minoritairement représentées à Monaco.

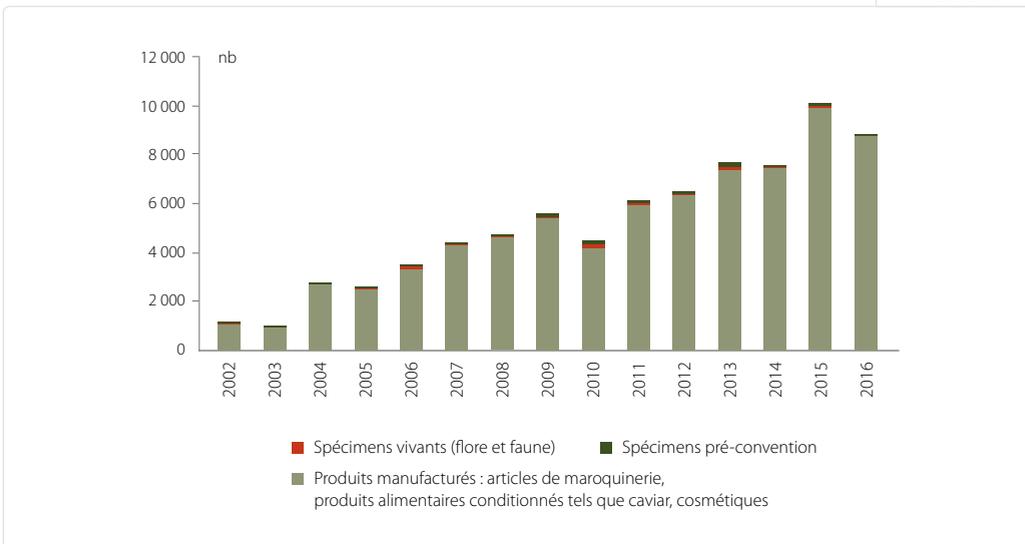
Dans le tableau et les figures suivants, sont présentés les types de documents émis par l'organe de gestion monégasque selon la catégorie de spécimens. Sont reprises les catégories les plus significatives à savoir les produits manufacturés, les spécimens vivants et les spécimens pré-convention. Il est à noter l'augmentation significative des produits dits manufacturés. Ces derniers constituent en effet la grande majorité des transactions effectuées à Monaco, le commerce de luxe en est la raison principale.

TABLEAU 7.7

Années	Produits manufacturés : articles de maroquinerie, produits alimentaires conditionnés tels que caviar, cosmétiques	Spécimens vivants (flore et faune)	Spécimens pré-convention
2002	1031	38	16
2003	936	21	8
2004	2680	17	11
2005	2469	34	29
2006	3306	95	18
2007	4276	53	18
2008	4623	51	33
2009	5395	64	116
2010	4177	159	100
2011	5956	60	105
2012	6343	64	54
2013	7339	135	176
2014	7413	26	98
2015	9896	92	36
2016	8729	30	82

Répartition des documents CITES par catégorie de spécimens de 2002 à 2016

FIGURE 7.6



Nombre annuel de documents CITES par catégorie de spécimens de 2002 à 2016

NOTES :

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

NOTES :

Dotted lines for notes.



**1^{ER} JUIN 2016,
LE SAC PLASTIQUE
À USAGE UNIQUE
EST INTERDIT
À MONACO.**

**UN
SAC POUR LA VIE**
A BAG FOR LIFE

Direction de L'Environnement

3, avenue de Fontvieille
MC 98000 MONACO
Tél : + 377 98 98 80 00
Fax : + 377 92 05 28 91
environnement@gouv.mc
www.gouv.mc

 **Gouvernement Princier**
PRINCIPAUTÉ DE MONACO