

SOMMAIRE

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

POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DE LA PRINCIPAUTÉ

Consciente des menaces qui pèsent sur les générations futures de par les changements climatiques, et soucieuse de respecter ses engagements vis-à-vis du Protocole de Kyoto, la Principauté de Monaco est résolue à mettre en œuvre une politique énergétique intégrant des objectifs de développement durable.

OBJECTIFS DE LA POLITIQUE ENERGIE 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 celles de 1990 ;
- améliorer l'efficacité énergétique de 20% ;
- consommer 20% d'énergie finale provenant de sources d'énergies renouvelables ;
- maintenir une consommation électrique de pointe égale à celle de 2006 ;
- garantir les fonctions stratégiques du pays par des moyens de production présents sur le territoire monégasque et dont la source d'approvisionnement n'est pas dépendante d'un unique pays étranger ;
- atteindre ces objectifs sans entraver le développement économique du pays.

A cet effet, La Principauté a mis en œuvre un Plan Énergie Climat afin de développer une politique énergétique exemplaire à même de la mener à la réalisation, voire au dépassement, de ces objectifs.

Ce Plan Energie Climat est composé de trois axes :

- **la maîtrise de la demande en énergie** : amélioration de l'efficacité énergétique et limitation de la consommation et de la pointe ;
- **la maîtrise de la production d'énergie locale** : valorisation énergétique des résidus urbains, développement des énergies renouvelables ;
- **la diminution des émissions de gaz à effet de serre** : émissions directes (Kyoto) et indirectes (électricité, déplacements).

Pour chaque axe, des actions techniques, réglementaires, financières et de sensibilisation sont réalisées dans les domaines : de l'aménagement du territoire, du patrimoine immobilier de l'État (bâtiments neufs et anciens), des bâtiments privés (neufs et anciens) et de l'approvisionnement en énergie.

1. EMISSIONS 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, S.A.S. le Prince Albert II a approuvé la ratification, par la Principauté de Monaco, du Protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adopté le 11 décembre 1997 et ratifié le 27 février 2006 (Ordonnance Souveraine n°518 du 19 mai 2006).

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 de S.A.S. le Prince Albert II, 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.

La comptabilisation des gaz à effet de serre qui sont émis est réalisée chaque année selon les lignes directrices du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) à partir des données d'activité (carburants vendus, déchets incinérés,...).

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 direct : 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 est calculé par rapport au dioxyde de carbone et il est représenté dans le tableau ci-après.

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

Tableau 1.1

Gaz	éqCO ₂
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄)	21
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	310
Perfluorocarbures (PFC)	6 500 à 8 700
Hydrofluorocarbures (HFC)	140 à 11 700
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	23 900

Potentiel de réchauffement de différents gaz exprimé en 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 radiatives.

1.2 EVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

1.2.1 Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre

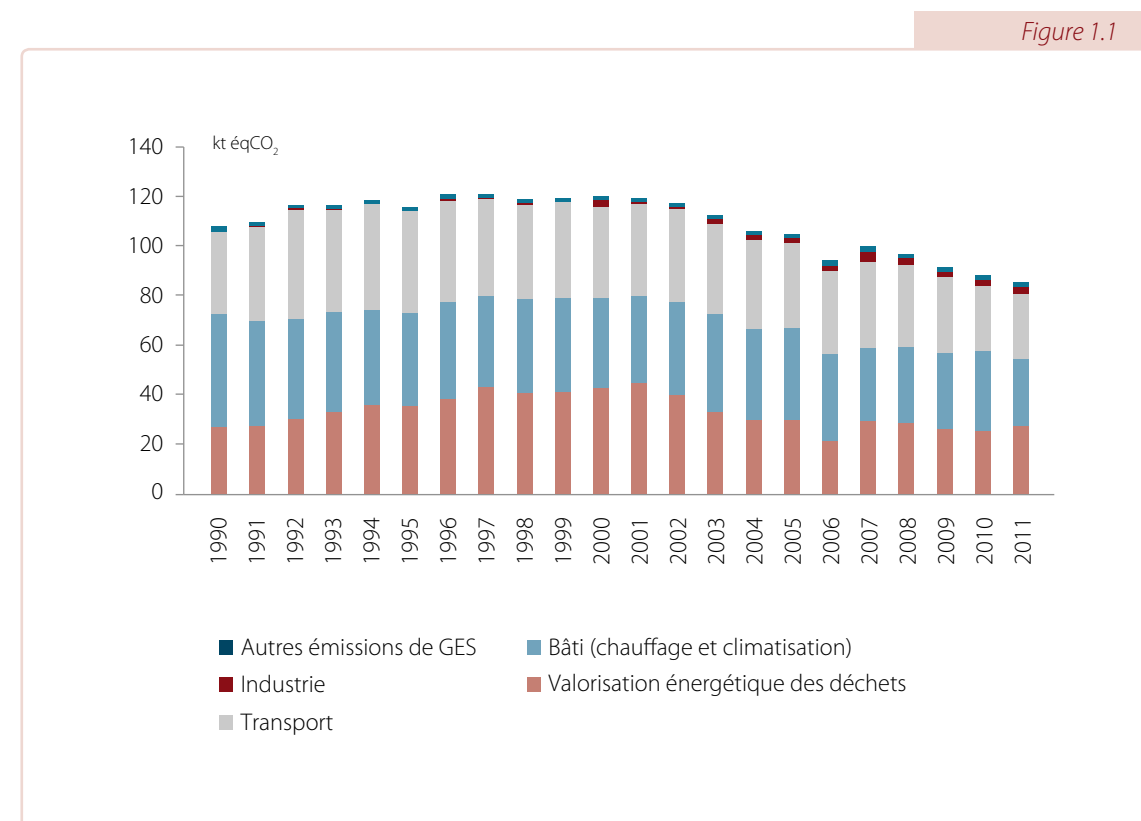
Les émissions globales sont passées de 107,94 kilos tonnes équivalent CO₂ en 1990 (année de référence) à 85,33 kilos tonnes équivalent CO₂ en 2011, ce qui représente une diminution de 22,61 kilos tonnes d'équivalents CO₂, soit une réduction de 20,95 %.

Le maximum des émissions a été observé en 1996 et 1997 avec 120,62 kilos tonnes.

Les trois principales sources d'émissions de Monaco sont la valorisation énergétique des déchets (incinération), les consommations d'énergie par les bâtiments pour le chauffage et pour la climatisation, ainsi que par le transport. Cette dernière source étant principalement constituée des déplacements automobiles ainsi que, dans une moindre mesure, par la navigation.

Parmi les différentes mesures mises en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'interdiction de l'installation et du renouvellement des installations de chauffage au fuel est celle qui a produit les résultats de diminution les plus importants.

L'évolution des émissions des gaz à effet de serre entre 1990 et 2011, extrait du dernier rapport d'inventaire de Monaco auprès de la CCNUCC, est présentée dans la figure 1.1. et le tableau 1.1.



Émissions annuelles de gaz à effet de serre à Monaco, en kilos tonnes équivalent CO₂, de 1990 à 2011

Tableau 1.2

Années	Emissions Totales (en kt eqCO ₂)	Valorisation énergétique des déchets (en kt eqCO ₂)	Bâti (chauffage et climatisation) (en kt eqCO ₂)	Transport (en kt eqCO ₂)	Industrie (en kt eqCO ₂)	Autres émissions de GES (en kt eqCO ₂)
1990	107,94	27,09	45,42	33,37	0,16	1,9
1991	109,22	27,58	42,1	38,16	0,2	1,19
1992	116,34	30,41	40,44	43,76	0,55	1,18
1993	116,19	33,14	40,42	41,06	0,16	1,40
1994	118,36	36,04	38,33	42,53	0,15	1,32
1995	115,68	35,92	36,92	41,19	0,29	1,35
1996	120,62	38,46	38,79	41,14	0,73	1,51
1997	120,62	43,40	36,37	39,25	0,30	1,30
1998	118,63	40,78	37,98	37,98	0,54	1,36
1999	119,39	41,21	37,76	38,61	0,43	1,38
2000	119,93	42,63	36,34	36,76	2,90	1,29
2001	118,94	45,21	34,76	37,01	0,73	1,23
2002	117,34	40,38	37,48	36,90	1,29	1,29
2003	112,11	33,43	39,16	36,50	1,57	1,44
2004	106,02	29,78	37,09	35,64	2,11	1,41
2005	104,70	29,88	37,17	34,06	2,22	1,37
2006	94,18	21,68	34,65	33,91	1,46	2,48
2007	99,81	29,61	29,59	34,50	3,92	2,19
2008	96,64	28,47	30,94	32,87	2,95	1,41
2009	91,38	26,21	31,06	30,02	2,50	1,59
2010	87,99	25,33	32,62	26,14	2,30	1,60
2011	85,33	27,42	26,83	26,61	2,87	1,59

Émissions annuelles de gaz à effet de serre à Monaco, en kilos tonnes équivalent CO₂, de 1990 à 2011

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 2011 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.

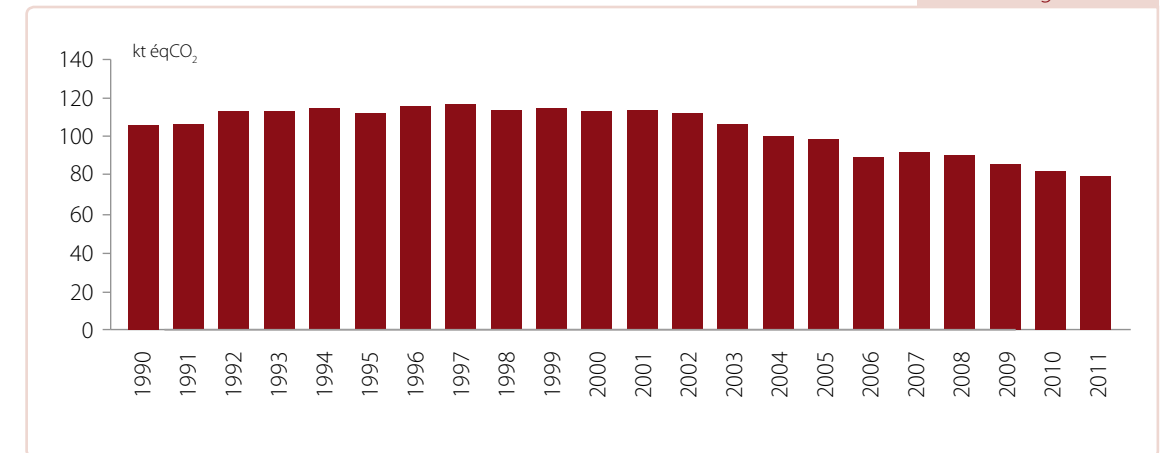
Les émissions de N₂O sont, quant à elle, majoritairement dues au traitement des boues d'épuration (environ 54% en 2011), au transport (environ 45%) et plus résiduellement, à l'épandage d'engrais. La tendance observée est principalement due à l'évolution de contribution du secteur des transports (véhicules diesel).

Tableau 1.3

Années	CO ₂ (en kt éqCO ₂)	CH ₄ (en kt éqCO ₂)	N ₂ O (en kt éqCO ₂)
1990	105,343	0,655	1,772
1991	106,259	0,721	2,035
1992	112,835	0,786	2,154
1993	112,795	0,801	2,421
1994	114,719	0,827	2,654
1995	111,806	0,801	2,770
1996	116,063	0,821	2,996
1997	116,243	0,852	3,209
1998	114,031	0,812	3,240
1999	114,768	0,810	3,366
2000	112,769	0,809	3,435
2001	113,839	0,823	3,531
2002	111,780	0,775	3,502
2003	106,486	0,699	3,362
2004	99,996	0,650	3,281
2005	98,671	0,635	3,170
2006	89,288	0,533	2,878
2007	92,092	0,625	3,160
2008	90,030	0,596	3,047
2009	85,363	0,571	2,926
2010	82,376	0,549	2,747
2011	79,151	0,546	2,741

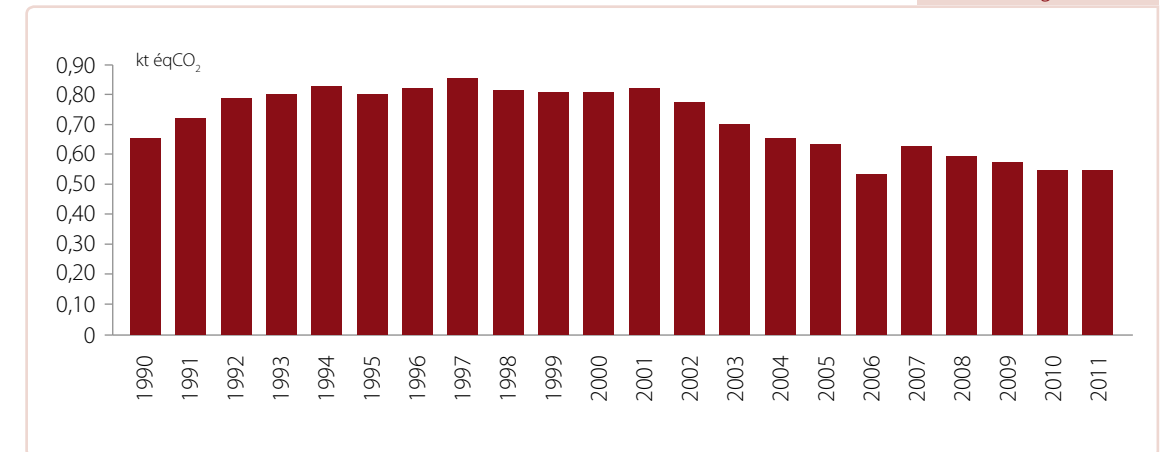
Evolution des émissions annuelles pour les différents gaz à effet de serre, en kilos tonnes équivalent CO₂, de 1990 à 2011

Figure 1.2



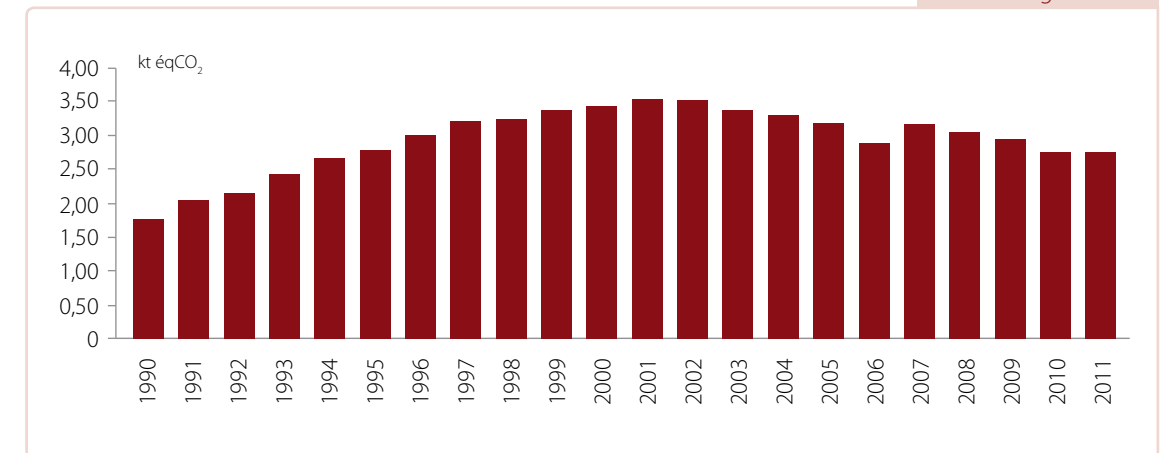
Emissions annuelles de protoxyde d'azote, exprimées en kilos tonnes équivalents CO₂, de 1990 à 2011

Figure 1.3



Emissions annuelles de dioxyde de carbone, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂, de 1990 à 2011

Figure 1.4



Emissions annuelles de méthane, exprimées en kilos tonnes équivalent CO₂, de 1990 à 2011

Gaz Fluorés

Les HFC et PFC sont principalement utilisés pour la climatisation (fluide frigorigène). 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 dans des équipements électriques pour ses propriétés isolantes.

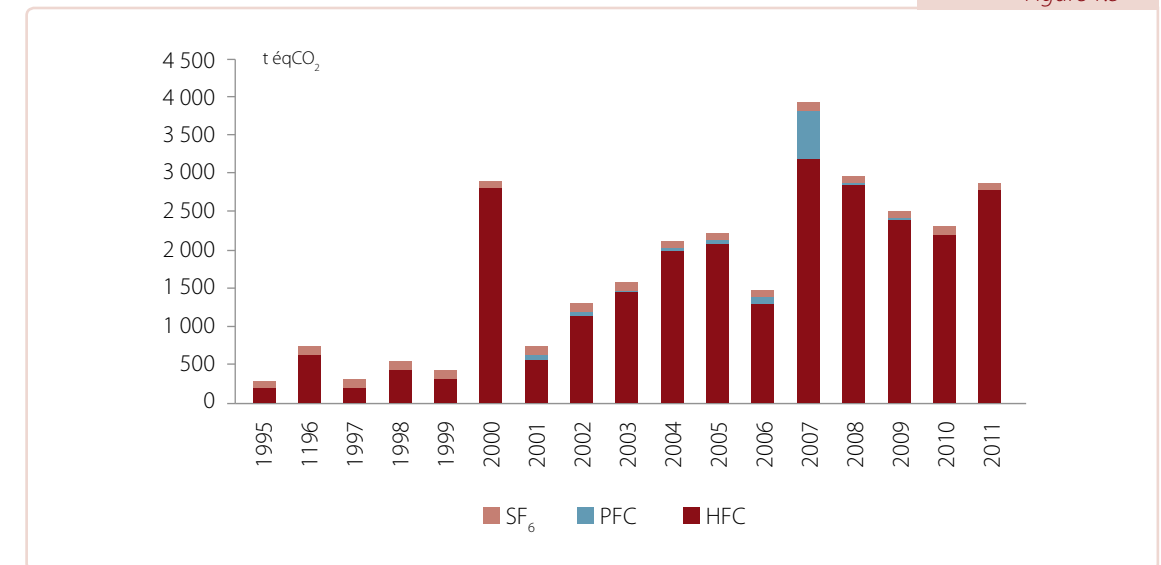
Les évolutions des émissions des gaz fluorés HFC, PFC et SF₆ entre 1995 (année de base pour ces gaz à effet de serre) et 2011 sont présentées dans la figure et le tableau ci-dessous.

Tableau 1.4

Années	HFC (en t éqCO ₂)	PFC (en t éqCO ₂)	SF ₆ (en t éqCO ₂)
1995	0,19	0,00	0,10
1996	0,63	0,00	0,10
1997	0,21	0,00	0,10
1998	0,44	0,00	0,10
1999	0,33	0,00	0,10
2000	2,80	0,00	0,10
2001	0,56	0,07	0,10
2002	1,14	0,06	0,10
2003	1,44	0,03	0,10
2004	1,99	0,04	0,10
2005	2,07	0,06	0,10
2006	1,31	0,07	0,10
2007	3,20	0,64	0,10
2008	2,85	0,02	0,10
2009	2,40	0,02	0,10
2010	2,21	0,00	0,10
2011	2,79	0,00	0,10
2007	92,09	0,63	3,16
2008	90,03	0,60	3,05
2009	85,36	0,57	2,93
2010	82,38	0,55	2,75
2011	79,15	0,55	2,74

Valeurs annuelles des émissions de gaz fluorés, en tonnes équivalent CO₂, de 1995 à 2011

Figure 1.5



Valeurs annuelles des émissions de gaz fluorés, en tonnes équivalent CO₂, de 1995 à 2011

La contribution globale de ces gaz reste modérée par rapport à l'ensemble des émissions de Monaco (3,36% en 2011). Elle est cependant croissante en raison de l'utilisation de plus en plus courante de la climatisation, que ce soit dans les voitures ou dans le bâti. Les émissions sont dues à des fuites et des pertes de gaz. Les chiffres se basent cependant sur les consommations de ces fluides 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 Monaco sont directement liés à l'activité annuelle.

Cette série de données a été recalculée en 2011, sur toute sa durée, en intégrant des estimations liées à la consommation d'aérosols et d'inhalateurs, ainsi qu'à l'utilisation de mousses plastiques, tous deux potentiellement émetteurs de ce type de gaz.

2. BILAN ÉNERGÉTIQUE

L'énergie électrique fournie à la Principauté de Monaco, tout comme 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, quant à elles, constituées par la vente d'essence et de gazole sur le territoire.

L'énergie produite à Monaco provient essentiellement des pompes à chaleur et de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI). La production d'énergie des pompes à chaleur sur eau de mer a été estimée à 176 602 Méga Watt heures (MWh) pour l'année 2011, ce qui correspond approximativement à 15 212 tonnes d'équivalent pétrole.

Tableau 1.5

Années	Consommation annuelle d'énergie (en MWh)	Années	Consommation annuelle d'énergie (en MWh)
1990	794 232	2001	1 032 629
1991	826 891	2002	1 042 114
1992	855 322	2003	1 081 165
1993	861 289	2004	1 087 634
1994	878 959	2005	1 109 722
1995	884 471	2006	1 140 422
1996	899 795	2007	1 126 642
1997	909 813	2008	1 134 431
1998	929 737	2009	1 131 620
1999	972 200	2010	1 137 154
2000	1 012 716	2011	1 105 594

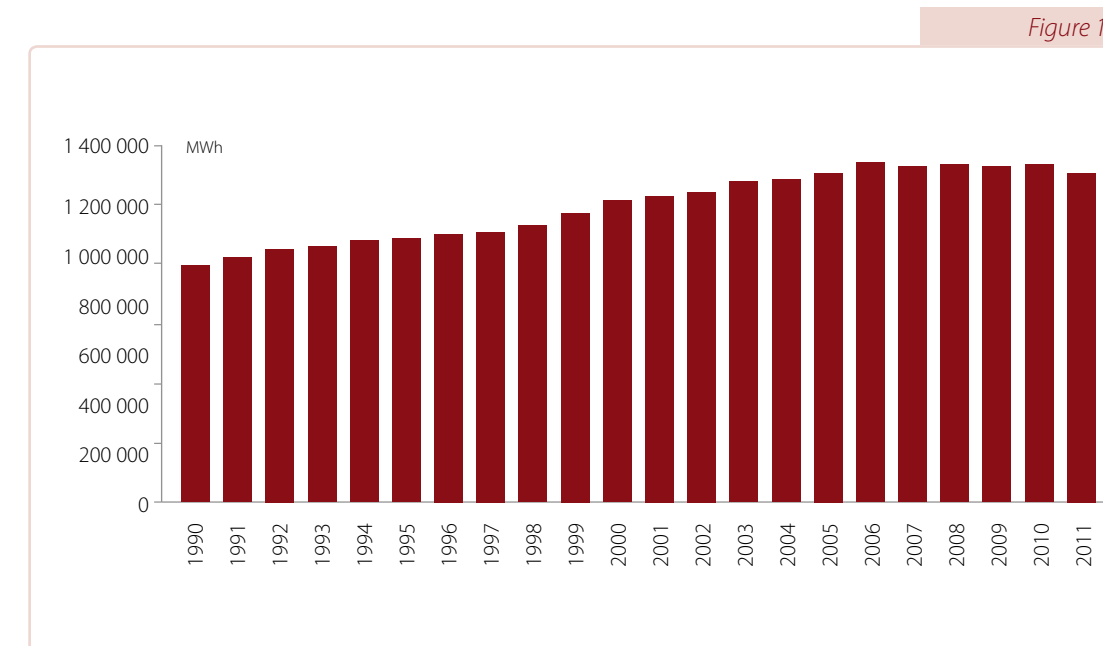
2.1 ÉNERGIE CONSOMMÉE

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

- 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 ;
- du gaz de pétrole butane et propane 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 (UIRUI) ;
- de la chaleur et du froid produits par les pompes à chaleur sur eau de mer.

Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2005, la consommation annuelle d'énergie en Principauté de Monaco s'est stabilisée et a diminué pour la première fois en 2011 (-2,7% par rapport à 2010).

Consommation annuelle totale d'énergie, en MWh, de 1990 à 2011



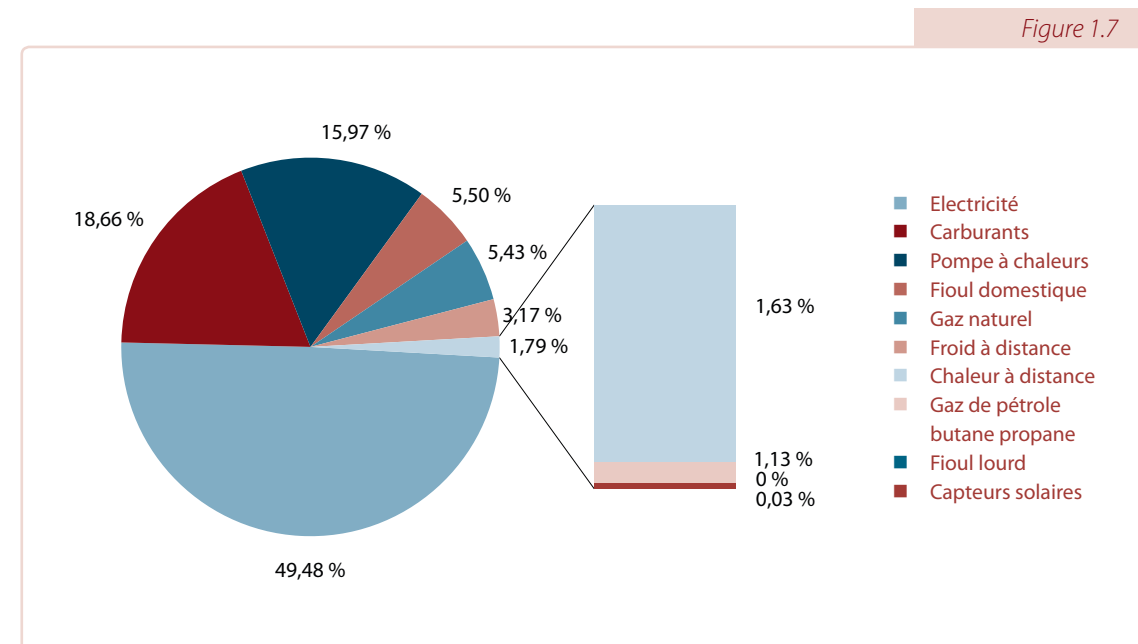
Consommation annuelle totale d'énergie, en MWh, de 1990 à 2011

En 2011, l'énergie consommée en Principauté de Monaco par type d'énergie se répartit de la façon suivante :

Tableau 1.6

Energie	Consommation en équivalent électrique (en MWh)	Répartition en %
Electricité	547 037	49,48%
Carburants	206 284	18,66%
Pompe à chaleurs	176 602	15,97%
Fioul domestique	60 843	5,50%
Gaz naturel	60 000	5,43%
Froid à distance	35 000	3,17%
Chaleur à distance	18 000	1,63%
Gaz de pétrole butane propane	1 400	0,13%
Fioul Lourd	50	0,00%
Capteurs solaires	378	0,03%
Total	1 105 594	100%

Quantité en MWh et répartition de la consommation énergétique par type d'énergie en 2011



Répartition de la consommation énergétique par type d'énergie en 2011

2.1.1 Consommation d'électricité

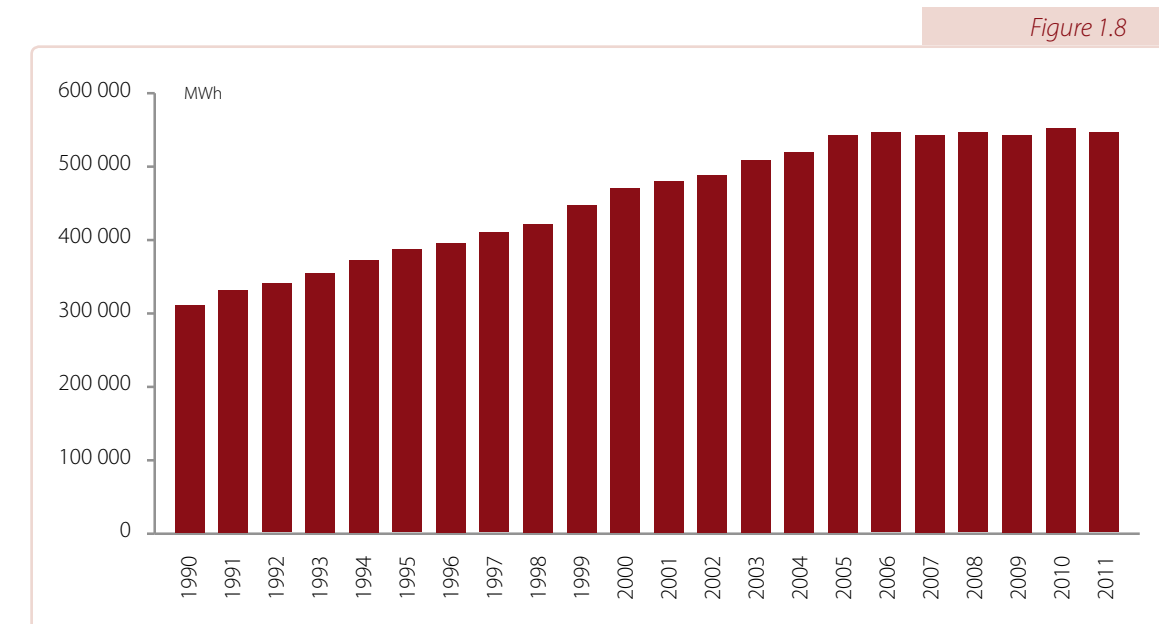
La Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) exploite depuis plus d'un siècle la distribution publique de l'énergie électrique sur le territoire de la Principauté de Monaco, à laquelle s'est ajoutée la distribution du gaz naturel.

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

Tableau 1.7

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

Consommation annuelle d'électricité, en MWh, de 1990 à 2011



Consommation annuelle d'électricité, en MWh, de 1990 à 2011

L'électricité distribuée par la SMEG est très majoritairement importée de France (99,5 %). Le complément est constitué par la production d'électricité issue de l'incinération des déchets ainsi que par les capteurs solaires.

En 2011, l'électricité fournie par la France était produite à 79 % par le nucléaire, à 10 % par le thermique classique, 9 % par l'hydraulique, 2 % par l'éolien et le photovoltaïque.

Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2006, la consommation annuelle d'électricité en Principauté de Monaco s'est stabilisée au cours de ces 5 dernières années, on observe même une diminution de 2010 à 2011.

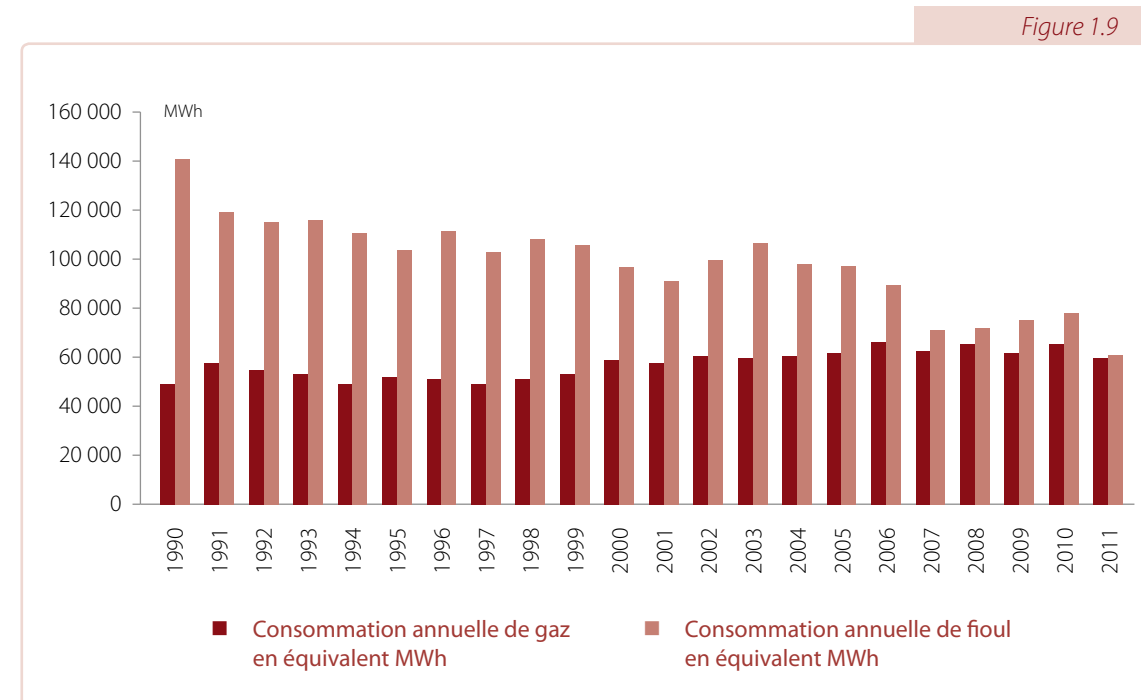
L'électricité produite à Monaco par les panneaux solaires photovoltaïques est très majoritairement autoconsommée, elle n'est pas comptabilisée dans les tableaux suivants.

2.1.2 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 en fioul a fortement diminué. Elle s'est stabilisée depuis 2007 et décroît en 2011, année très douce*, sur le plan climatique.

La consommation de fioul comprend essentiellement le fioul domestique et, pour une très faible quantité (0,1%), 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 semble se stabiliser.



Consommation annuelle de fioul et de gaz, en MWh, de 1990 à 2011

* Entre 2010 et 2011 la baisse de consommations de fioul atteint 22%. Pour autant, après correction climatique, le chiffre se rapproche de 10% en raison du fort contraste ayant existé entre les deux années.

Tableau 1.8

Années	Consommation annuelle de gaz (en éq MWh)	Consommation annuelle de fioul (en éq MWh)	Consommation annuelle de gaz et de fioul (en éq 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

Consommation annuelle de fioul et de gaz naturel, en équivalent de MWh, de 1990 à 2011

2.2 ÉNERGIE PRODUITE

La production énergétique de Monaco sur son territoire est composée par :

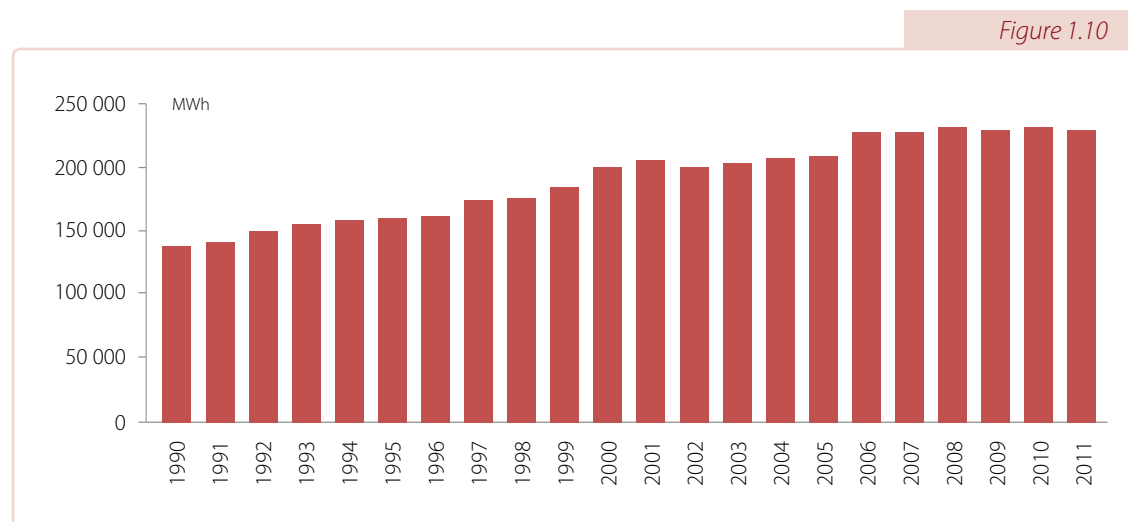
- les pompes à chaleur sur eau de mer ;
- l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (Trigénération : Chaud-Froid-Electricité) ;
- l'énergie solaire thermique et photovoltaïque (moins de 1%).

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

Tableau 1.9

Années	Production énergétique annuelle (en MWh)	Années	Production énergétique annuelle (en MWh)
1990	138 400	2001	206 867
1991	142 920	2002	201 847
1992	150 870	2003	204 281
1993	156 043	2004	208 948
1994	159 924	2005	209 887
1995	162 147	2006	228 799
1996	163 642	2007	228 486
1997	174 715	2008	233 009
1998	177 293	2009	231 751
1999	185 840	2010	232 643
2000	202 168	2011	230 920

Production annuelle d'énergie, en MWh, de 1990 à 2011



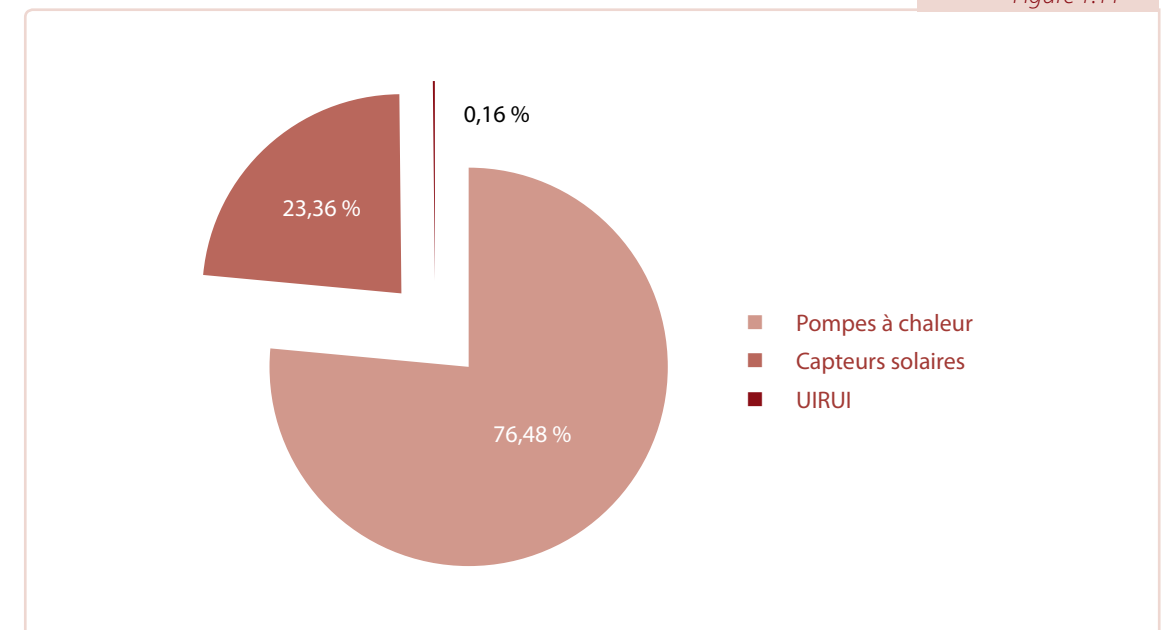
Production annuelle d'énergie, en MWh, de 1990 à 2011

Tableau 1.10

	Production énergétique en 2011 (en MWh)	Répartition (en %)
Pompes à chaleur	176 602	76,48 %
UIRUI	53 940	23,36 %
Capteurs solaires	378	0,16 %
Total	230 920	100,00 %

Quantité et répartition de la production énergétique par type d'énergie en 2011

Figure 1.11



Répartition des différents modes de production d'énergie, en MWh, en 2011

2.2.1 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.

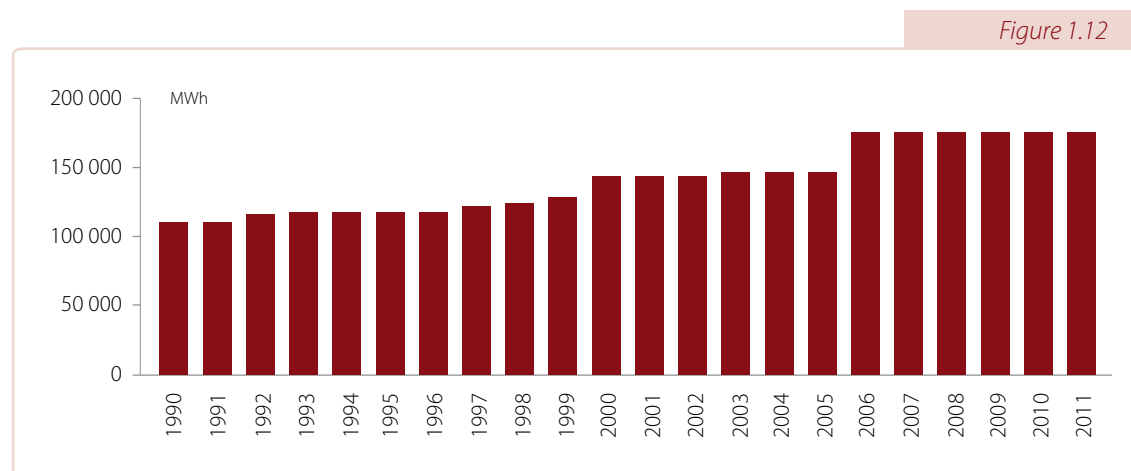
Depuis les années 1960 la Principauté est précurseur de la technologie des pompes à chaleur de par sa situation en zone littorale.

La technologie PAC eau de mer permet d'accroître significativement l'efficacité énergétique d'un système de production d'énergie. 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 1.11

Années	Production énergétique annuelle des pompes à chaleur (en MWh)	Années	Production énergétique annuelle des pompes à chaleur (en MWh)
1990	111 756	2001	144 611
1991	111 756	2002	144 611
1992	117 285	2003	147 444
1993	117 861	2004	147 444
1994	117 861	2005	147 444
1995	117 861	2006	176 602
1996	117 861	2007	176 602
1997	122 469	2008	176 602
1998	125 165	2009	176 602
1999	129 704	2010	176 602
2000	144 611	2011	176 602

Production annuelle d'énergie par les pompes à chaleur, en MWh, de 1990 à 2011



Production annuelle d'énergie par les pompes à chaleur, en MWh, de 1990 à 2011

2.2.2 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 de la vapeur haute pression générée par l'incinération des déchets.

Cette production est d'abord 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.

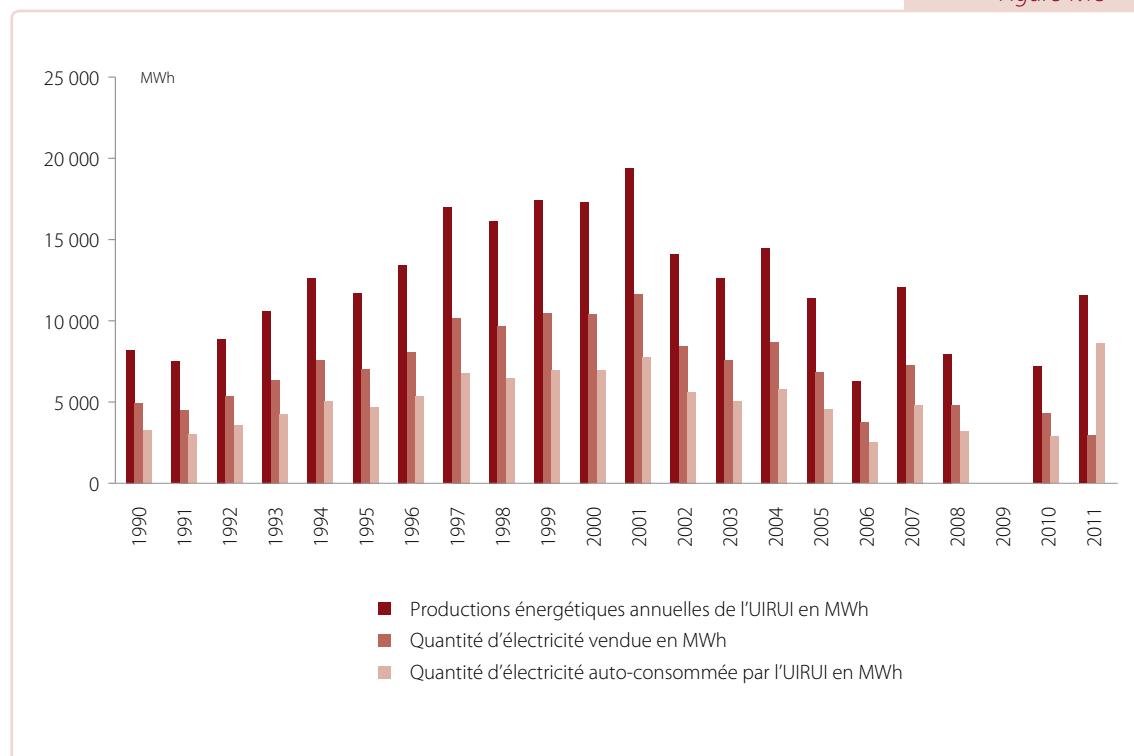
Pour fixer un ordre de grandeur, la quantité réinjectée sur le réseau correspond approximativement à la consommation de l'éclairage public de Monaco.

Tableau 1.12

Années	Productions énergétiques annuelles 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

Production énergétique annuelle de l'UIRUI, en MWh, de 1990 à 2011

Figure 1.13



Production énergétique annuelle de l'UIRUI, en MWh, de 1990 à 2011

En 2006, la production d'électricité est plus faible que les autres années du fait d'un arrêt prolongé de l'usine d'incinération pour l'amélioration de son système de traitement des fumées.

Depuis 2006, les nouveaux dispositifs de filtration installés dans le cadre de ce renforcement sont plus fortement consommateur en électricité. Ainsi la part d'électricité réinjectée s'en trouve diminuée.

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

Production de chaud et de froid

La Centrale de Production de Chaud et de Froid de Fontvieille (CCF) permet, à partir de la vapeur produite par l'UIRUI, d'alimenter les réseaux de chaleur et de froid du quartier de Fontvieille. Il est prévu que cette centrale alimente également les futurs immeubles situés sur les terrains délaissés par la SNCF, dans le cadre d'une extension de sa capacité de production et du réseau urbain de distribution de l'énergie.

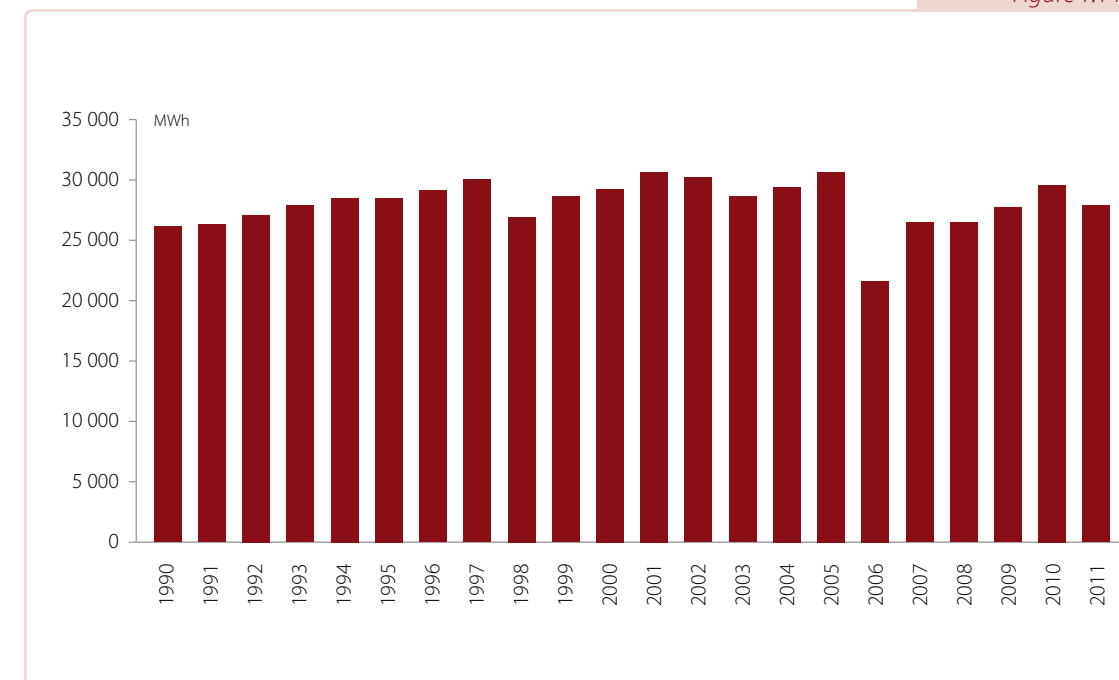
Comme pour la production électrique, la production de vapeur en 2006 a été plus faible que pour les autres années du fait de l'arrêt technique de l'usine.

Tableau 1.13

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	2001	30 709
1991	26 319	2002	30 183
1992	27 116	2003	28 661
1993	27 817	2004	29 372
1994	28 504	2005	30 658
1995	28 481	2006	21 565
1996	29 037	2007	26 431
1997	30 023	2008	26 488
1998	26 865	2009	27 655
1999	28 676	2010	29 496
2000	29 246	2011	27 875

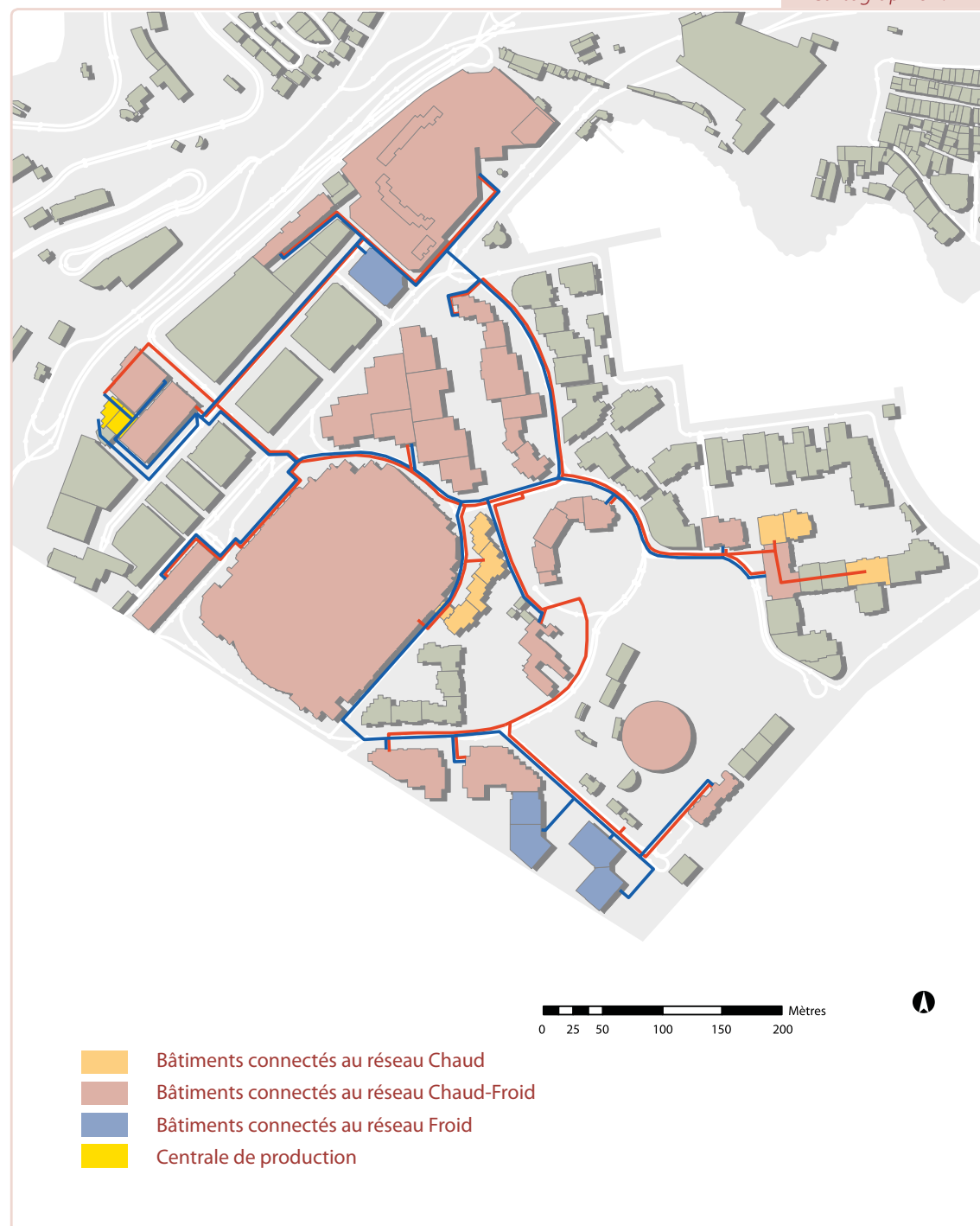
Vapeur annuelle produite et vendue par l'UIRUI, en MWh, de 1990 à 2011

Figure 1.14



Vapeur annuelle produite et vendue par l'UIRUI, en MWh, 1990 à 2011

Cartographie 1.1



Réseau de distribution de chaud et de froid sur le quartier de Fontvieille

TRAITEMENT ET VALORISATION DES DÉCHETS MÉNAGERS

En Principauté, la gestion des déchets est de la compétence du Gouvernement Princier. Celui-ci fait appel aux services de la Société Monégasque d'Assainissement (SMA), en tant que concessionnaire de l'Etat.

Les axes de la politique de gestion des déchets du Gouvernement monégasque ont été traduits dans les deux contrats de concession qui le lient à la SMA et qui ont été renouvelés en 2011.

Ainsi, dans le cadre de sa concession « collecte et traitement des déchets », la SMA assure trois activités :

- la collecte des déchets ménagers et assimilés (dont les Emballages Ménagers Recyclables, le verre, les papiers/journaux/magazines et les encombrants) et la collecte des déchets industriels banals (Déchets Non Dangereux d'Activités Economiques : DNDAE).
- Le traitement des déchets valorisables énergétiquement par une usine d'incinération permettant une tri-génération énergétique (réseau chaud, réseau froid et électricité). Cette dernière assure également le traitement des boues issues de l'épuration des eaux usées.
- La SMA assure le suivi des déchets recyclables collectés par leurs soins. La société sous-traite le tri et le recyclage du verre, des papiers/journaux/magazines et des Emballages Ménagers Recyclables (EMR), (c'est à dire les cartons, cartonnets, flacons plastiques, barquettes en métal et canettes). Les encombrants sont également triés et suivent les filières de traitement adéquates.

Les principes directeurs de l'élimination des déchets à Monaco sont :

Le traitement systématique des déchets toxiques et dangereux dans des filières appropriées hors du territoire (qui sont à ce jour françaises).

L'intensification de la collecte sélective des déchets dont la valorisation matière est possible, dans l'optique d'économiser les ressources en matières premières et de réduire les émissions des gaz à effet de serre directs.

La valorisation énergétique des déchets pour lesquels il ne peut pas y avoir de valorisation matière. Cette valorisation énergétique permet d'exploiter le réseau urbain de distribution de chaleur et de froid s'étendant sur le quartier de Fontvieille et sur les délaissés SNCF tout en produisant de l'électricité.

La collecte sélective à Monaco :

La collecte sélective existe pour le verre, les ferrailles, les déchets toxiques (DTQD¹, piles, cartouches, batteries, DASRI²,...), les papiers/journaux/magazines, les Emballages Ménagers Recyclables et les cartons.

La collecte sélective est mise en avant auprès des particuliers à l'occasion des nombreuses manifestations organisées sur le territoire de la Principauté. Une ambassadrice du tri permanente a été recrutée en 2008 et des actions de sensibilisation sont régulièrement menées par le Gouvernement à ce sujet.

Atouts et particularités du traitement des déchets à Monaco

Monaco a été un territoire pionnier de la valorisation énergétique des déchets. La première usine d'incinération a été construite en 1898 et possédait un système de récupération d'énergie pour le chauffage des douches du personnel. Une autre usine lui a succédé en 1939 et celle-ci a fonctionné jusqu'à son remplacement en 1980 par l'actuelle usine de traitement, particulièrement novatrice pour son époque grâce à son équipement de trigénération permettant de produire à la fois de la chaleur, du froid et de l'électricité.

Cette avance technologique explique que l'unité de traitement sert encore d'exutoire à la majeure partie des déchets de la Principauté de Monaco. La croissance de la collecte sélective, dont les tonnages sont envoyés dans des centres de recyclage, permet cependant de stabiliser ces apports et bientôt de les réduire (tableaux 2.1).

Les déchets valorisables énergétiquement produits sur le territoire monégasque sont complétés par des apports en provenance des communes limitrophes, ce qui permet de réduire les coûts de traitement et d'augmenter la production énergétique. La quantité maximale de ces apports a par

ailleurs été dimensionnée en 2009, par décision souveraine, en tenant compte de l'optimisation de l'outil d'incinération et de collecte, des besoins de production énergétique ainsi que des engagements de réductions des émissions de gaz à effet de serre.

1. COLLECTES

1.1 LES COLLECTES GÉNÉRALES

Le service public de collecte générale se compose de la collecte principale des ordures ménagères par bennes et d'une collecte complémentaire des restaurants et établissements de nuit réalisée le matin.

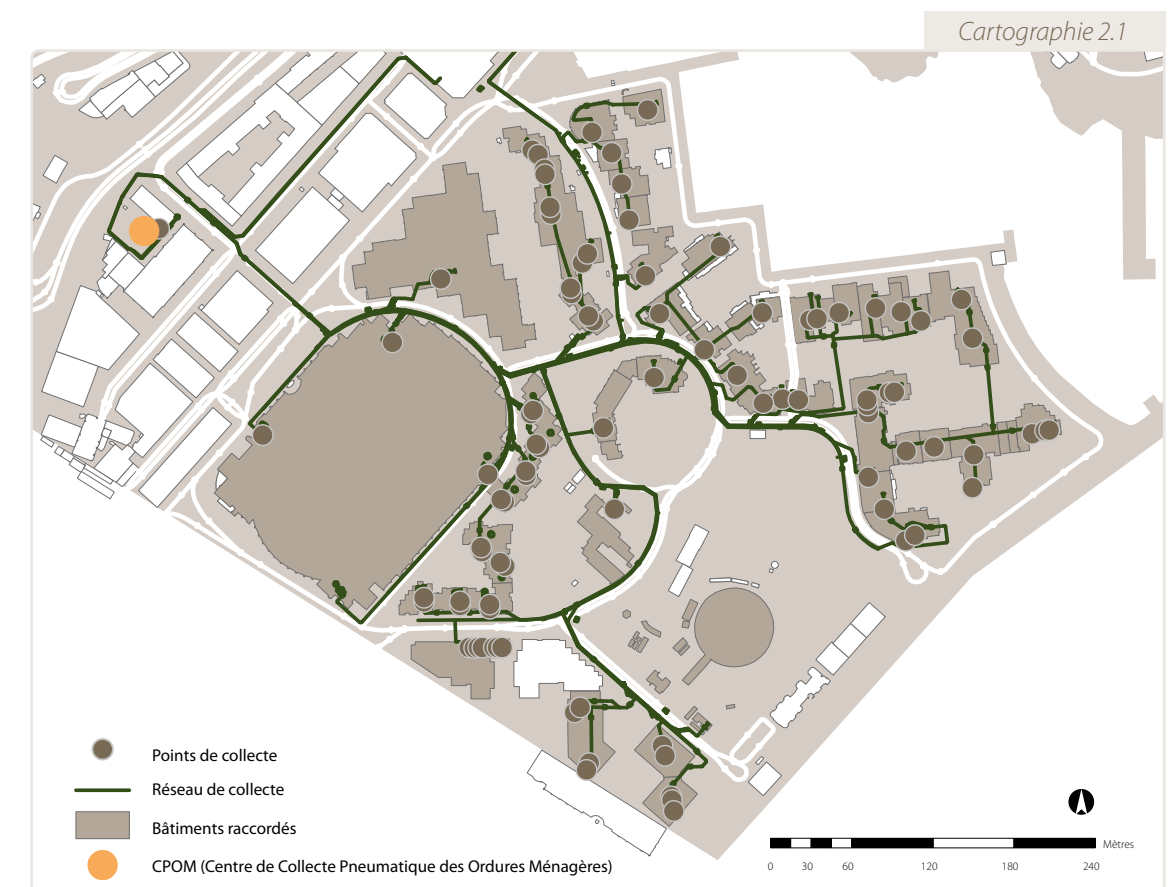
1.2 LA COLLECTE PNEUMATIQUE DES ORDURES MÉNAGÈRES (CPOM)

L'installation de collecte pneumatique d'ordures ménagères couvre la majeure partie du quartier de Fontvieille. Ce réseau de canalisations souterraines permet de transporter les ordures ménagères depuis les immeubles vers la fosse de stockage de l'usine en vue de leur incinération. Il a été installé lors de la création du quartier, dans les années 70.

Ce réseau a permis le transfert de 2 338 tonnes d'ordures ménagères en 2011.

Le réseau installé est de 7 000 m, dont 5 000 m sont en fonctionnement.

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



Réseaux de collecte pneumatique des ordures ménagères du quartier Fontvieille

¹ DTQD : Déchets Toxiques en Quantités Dispensées - ² DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux

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 de la collecte des papiers. En mars 2008, la Principauté a renforcé le dispositif de collecte sélective par la mise en place de bacs d'apports volontaires 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).

A ce jour une cinquantaine d'enclos ou conteneurs enterrés (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. Plus d'une centaine de résidences sont par ailleurs équipées de 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 dans une plate-forme de dispersion à Carros. Les Emballages Ménagers Recyclables sont envoyés au centre de tri du SIVADES à Cannes tandis que le verre est refondu en Ardèche.

La figure d'évolution des collectes annuelles (figure 2.1) fait apparaître une forte augmentation de la collecte due à la mise en place des apports volontaires en ville en 2008.

La tendance sur les dernières années montre l'augmentation continue de la collecte du verre (+16%) que l'on peut attribuer aux efforts de sensibilisation réalisés dans les établissements de restauration par l'ambassadrice du tri. A ce jour une soixantaine de commerces, hôtels et restaurants ont mis en place une démarche de tri.

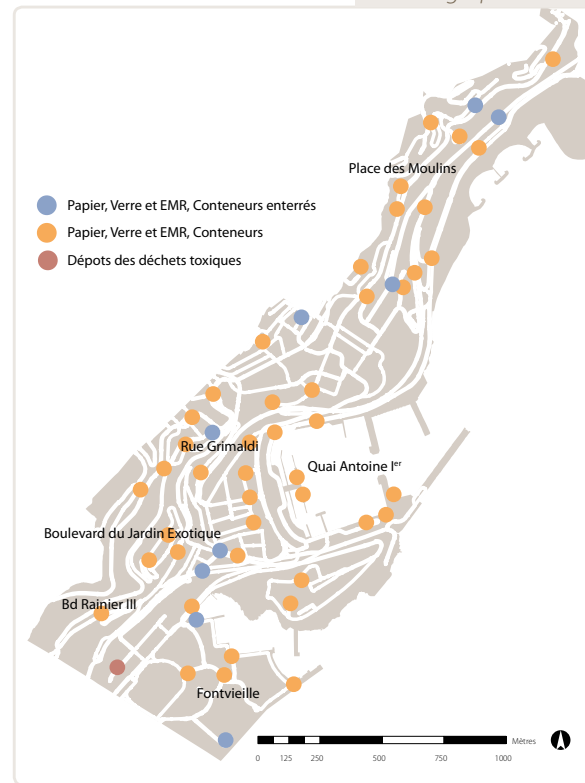
On observe par ailleurs une décroissance de la collecte de papier (-5.2% en 2011 par rapport à 2010) que l'on peut probablement attribuer en partie à une légère baisse de la mise en circulation de papier observable sur d'autres territoires¹.

La collecte d'emballages ménagers recyclables baisse de 15%, malgré l'augmentation de l'activité économique à Monaco en 2011 (+10.1% de chiffre d'affaires réalisé en Principauté par rapport à 2010 et +1280 salariés dans le secteur privé²). Cette baisse est attribuée à un essoufflement de la dynamique de tri qui conduit l'Administration à entreprendre de nouvelles démarches de sensibilisation pour relayer celles qui ont été entreprises en 2008.

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

² Source : Monaco en chiffres 2012

Cartographie 2.2



Localisation des points publics d'apport en collecte sélective



Conteneurs d'apport volontaire enterrés

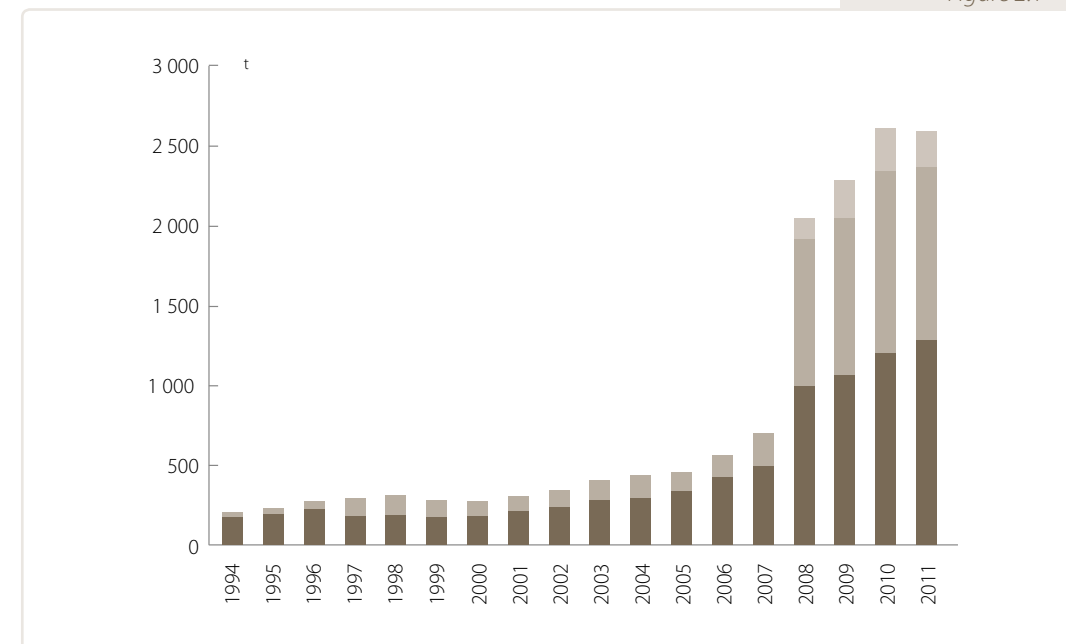
Tableau 2.1

Années	Verre (en t)	Papier (en t)	EMR (en t)
1994	180	28	*
1995	196	33	*
1996	227	49	*
1997	181	112	*
1998	187	124	*
1999	181	102	*
2000	184	94	*
2001	213	94	*
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

Collectes annuelles pour le papier, le verre et les EMR, en tonnes, de 1994 à 2011

* Non évaluées

Figure 2.1



Evolution des collectes annuelles pour le papier, le verre et les EMR, en tonnes, de 1994 à 2011

■ Verre
■ Papier
■ EMR

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.

En 2013 une réglette de tri, adaptée à la gestion spécifique des déchets à Monaco a été diffusée aux résidents pour faciliter l'identification du lieu de collecte ou d'apport volontaire de chaque déchet.

Il est interdit à Monaco de mettre des déchets toxiques dans les bacs habituels afin de réduire les risques de nocivité des fumées émanant de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI).

Métaux et encombrants ménagers

- la collecte des encombrants est réalisée par la SMA sur rendez-vous. Ce service est gratuit pour les particuliers. Les encombrants sont aussi repris directement à l'usine d'incinération ;
- la récupération de dépôts sauvages par la SMA. Ces déchets sont ensuite dirigés vers des filières adaptées.

Déchets d'Équipement Électrique et Électrotechnique (DEEE)

La collecte des DEEE ou D3E est organisée sous deux formes :

- les apports volontaires : les particuliers peuvent déposer les DEEE directement à l'UIRUI ;
- 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 a été largement renforcée et accompagnée d'une campagne d'information. Il est probable que les particuliers et entreprises aient profité de la découverte de cette filière pour se séparer largement cette année-là des appareils électroniques qu'ils n'utilisaient plus.

Batteries et huiles de moteur diesel

Les batteries, tout comme les huiles de moteur, sont collectées 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.

La baisse des tonnages enregistré est due au développement du rachat des batteries par les entreprises de retraitement.

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.

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.

Ampoules

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

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 ne sont alors pas comptabilisées par l'Administration.

Cartons

Une tournée de collecte spécifique des cartons bruns ondulés a été mise en place en janvier 2011 à destination des entreprises industrielles du quartier de Fontvieille. Cette première année de collecte a permis de récupérer 391 tonnes de carton ondulé.

Figure 2.2

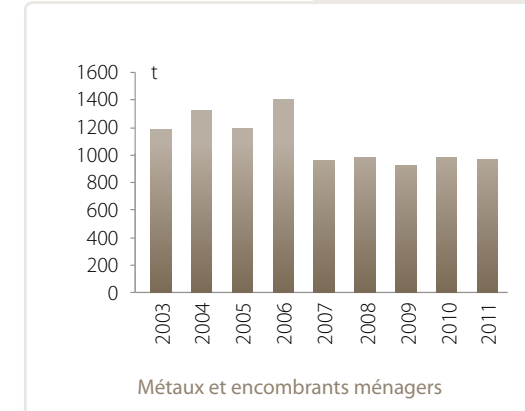


Figure 2.3

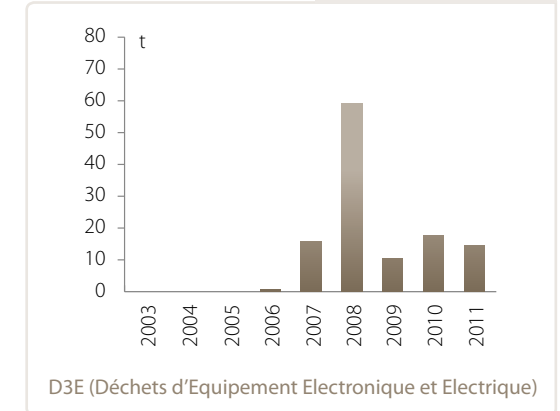


Figure 2.4

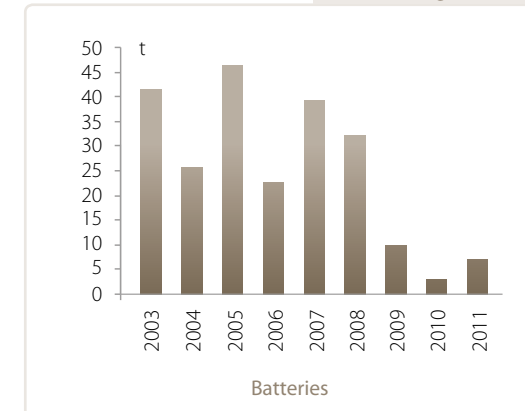


Figure 2.5

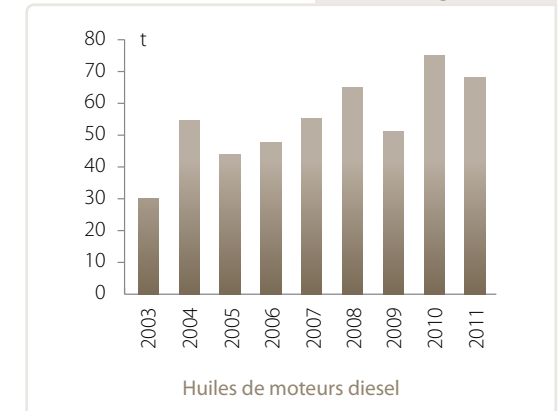


Figure 2.6

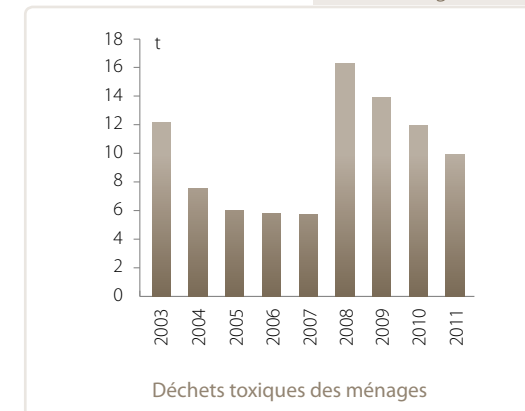


Figure 2.7

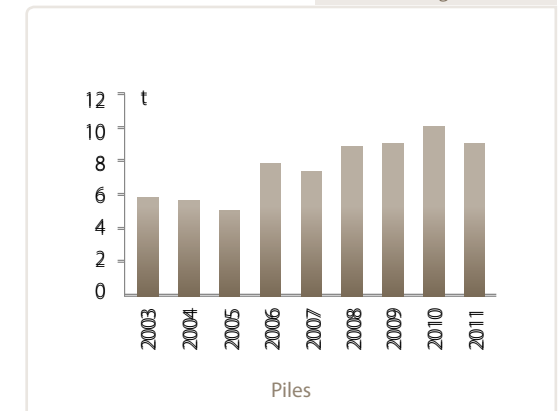


Figure 2.8

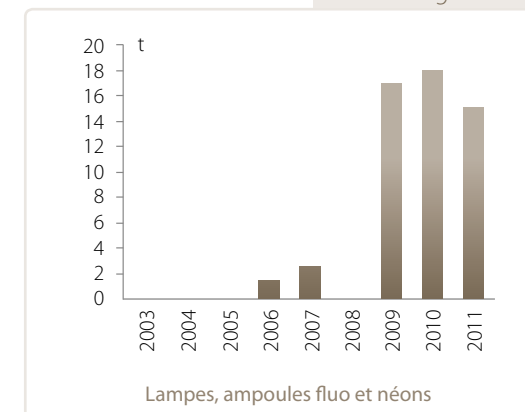
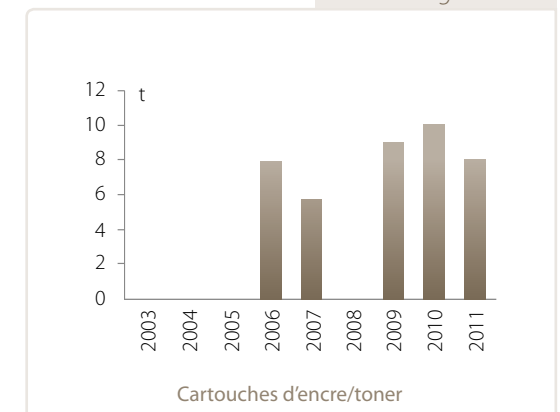


Figure 2.9



Collectes annuelles, en tonnes, de 2003 à 2011

Tableau 2.2

Nature des déchets collectés (tonnes)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Métaux et encombrants ménagers	1 186	1 326	1 195	1 399	964	977	919	978	971
D3E (Déchets d'Équipement Electronique et Electrique)	*	*	*	1,3	20,3	77,1	14	23	19
Batteries	41,5	25,5	46,5	22,7	39,3	32,3	10	3	7
Huiles moteurs diesel	30,1	54,6	43,9	47,4	54,8	64,9	51	75	68
Déchets toxiques ménagers	12,2	7,6	6,1	5,9	5,8	16,4	14	12	10
Piles	5,8	5,6	5,0	7,8	7,3	8,8	9	10	9
Lampes, fluos, néons	*	*	*	1,5	2,6	*	17	18	15
Cartouches d'encre / toner	*	*	*	7,9	5,7	*	9	10	8
Cartons	*	*	*	*	*	*	*	*	390,98

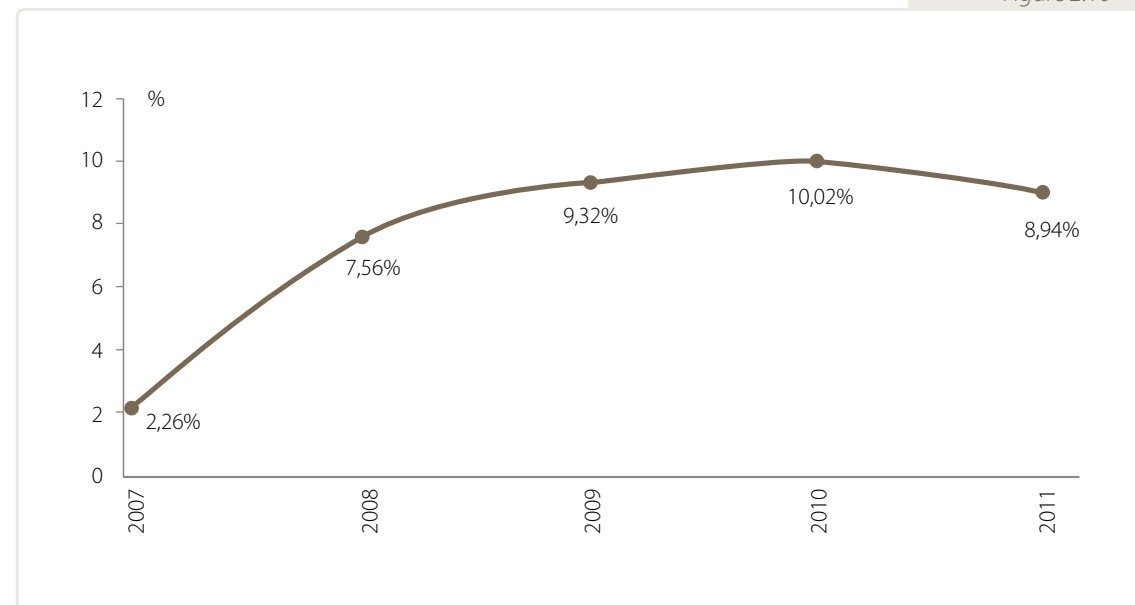
* Non évaluées

Tonnes annuels collectés pour les collectes sélectives, de 2003 à 2011

1.5 EVOLUTION DE LA PERFORMANCE DE COLLECTE GÉNÉRALE SÉLECTIVE

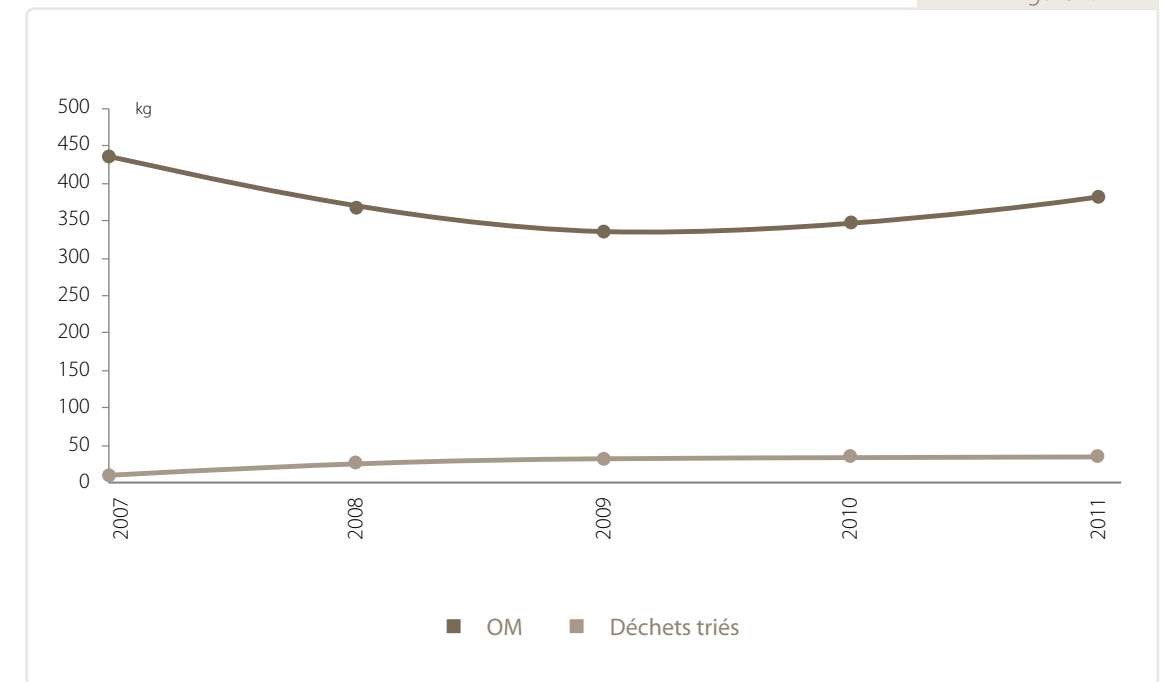
Ces indicateurs permettent de suivre l'évolution de la part de déchets triés par rapport à la production de déchets collectés.

Figure 2.10



Part de la collecte des déchets triés sur la quantité d'ordures ménagères collectée à Monaco

Figure 2.11



Evolution comparative des tonnages d'Ordures Ménagères (OM) et de déchets triés par habitant plus pendulaires, en kg

On peut noter que la quantité d'ordures ménagères totale produite à Monaco, rapportée à la somme du nombre d'habitants et de pendulaires, est de 384 kg en 2011, alors que la quantité de collecte en tri sélectif est de 34 kg.

En France, l'ordre de grandeur annuel de la quantité de déchets ordures ménagères totale produite est de 300 kg/an et les déchets triés s'élèvent à 48 kg/habitant.

Ces chiffres ne sont cependant pas directement comparables. D'une part, parce que la collecte générale en Principauté inclut à la fois les ordures ménagères et les déchets industriels, et d'autre part parce que la population à considérer est très difficile à établir en raison de variations très importantes, journalières (actifs pendulaires) et saisonnières (tourisme) de la population de Monaco.

1.6 COLLECTES ÉVÉNEMENTIELLES, ENTREPRISES ET INDUSTRIES

La collecte des déchets dans le cadre de manifestations événementielles, foires ou salons relève d'une prestation proposée à titre privé par la SMA hors de sa concession de service public.

Les collectes de déchets toxiques spécifiques des entreprises, produits dans le cadre de leur activité industrielle, ne sont pas non plus 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 apportés directement vers des centres de retraitement en France et les tonnages ne sont pas comptabilisés par l'Administration.

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

2. USINE D'INCINÉRATION DES RÉSIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS (UIRUI)

L'Usine d'Incineration des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI), unité de traitement et de valorisation des ordures, est équipée de trois fours chaudières dont deux peuvent fonctionner simultanément, complétés par deux lignes de traitement des fumées qui assurent un traitement conforme, et même supérieur, aux directives européennes*.

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'UIRUI, 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 :

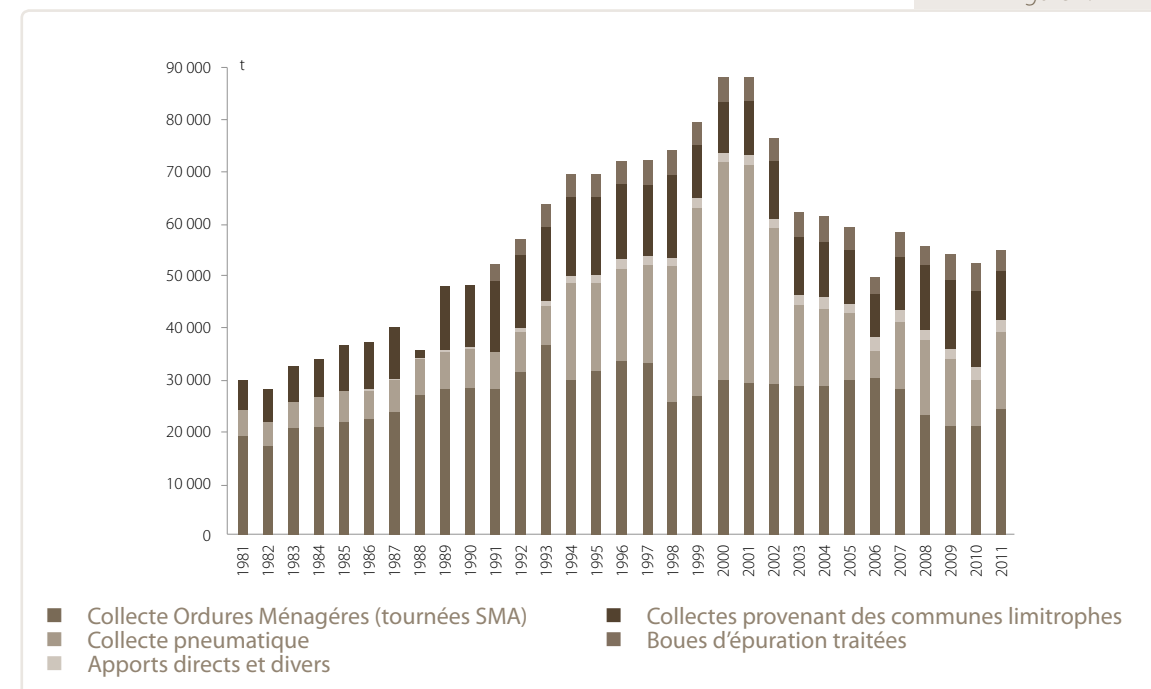
- améliorer la combustion des trois fours chaudières d'incinération ;
- modifier les deux lignes d'épuration des fumées ;
- construire un bâtiment enveloppe, pour accueillir les installations.

2.1 APPORTS DES RÉSIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS POUR L'INCINÉRATION

Actuellement, l'UIRUI incinère environ 53 000 tonnes de déchets par an dont 38 000 tonnes de déchets en provenance de la Principauté (boues d'épuration incluses) et environ 15 000 tonnes d'ordures ménagères en provenance des communes françaises limitrophes faisant partie de la communauté d'agglomération de la Riviera Française (la compétence en traitement des déchets a été transférée à la communauté d'agglomération depuis 2003).

Il faut noter que l'UIRUI 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 juxtaposés.

Figure 2.12



Evolution des flux d'apports de déchets à l'UIRUI, en tonnes, de 1981 à 2011

* Directive européenne n°2000/76/CE du 4 décembre 2000, concernant les émissions de polluants causées par l'incinération des déchets (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, carbone organique total, poussières, dioxines et furannes, métaux lourds)

Années	Apports solides					Boues d'épuration traitées* (en t)	Total des apports à l'UIRUI (en t)	Evacuations du hall de l'UIRUI* (Ferrailles, D3E, batteries) (en t)	Total incinéré (en t)
	Collecte Ordures Ménagères (tournées SMA) (en t)	Collectes provenant des communes limitrophes (en t)	Collecte pneumatique (en t)	Apport direct et divers (en t)	Total des apports solides à l'UIRUI (en t)				
1981	19 093	5 016	0	5 632	29 741	0	29 741	600	29 141
1982	16 909	4 802	0	6 361	28 072	0	28 072	750	27 322
1983	20 560	4 949	0	6 771	32 280	0	32 280	8 000	24 280
1984	20 857	5 555	0	7 462	33 874	0	33 874	416	33 458
1985	21 855	5 821	0	8 890	36 566	0	36 566	416	36 150
1986	22 192	5 658	51	9 028	36 929	0	36 929	416	36 513
1987	23 670	6 156	133	10 038	39 997	0	39 997	416	39 581
1988	27 074	6 638	274	1 434	35 420	0	35 420	509	34 911
1989	28 081	7 108	423	12 200	47 812	0	47 812	650	47 162
1990	28 337	7 310	508	11 883	48 038	0	48 038	632	47 406
1991	27 929	7 362	82	13 361	48 734	3 147	51 881	472	51 409
1992	31 375	7 511	821	13 926	53 633	3 137	56 770	438	56 332
1993	36 559	7 435	1 087	14 105	59 186	4 390	63 576	1 246	62 330
1994	29 734	18 838	1 239	15 132	64 943	4 289	69 232	1 950	67 282
1995	31 396	17 042	1 511	15 006	64 955	4 230	69 185	2 151	67 034
1996	33 512	17 706	1 722	14 574	67 514	4 361	71 875	2 132	69 743
1997	32 945	19 176	1 673	13 533	67 327	4 697	72 023	1 007	71 016
1998	25 474	26 169	1 707	15 831	69 181	4 699	73 880	969	72 911
1999	26 741	36 175	1 741	10 350	75 006	4 315	79 322	1 052	78 270
2000	29 741	42 045	1 794	9 752	83 332	4 619	87 951	1 131	86 820
2001	29 311	42 026	1 748	10 520	83 605	4 406	88 011	1 186	86 825
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

Flux de déchets de l'UIRUI, en tonnes, de 1981 à 2011

* Les chiffres de cette colonne incluent le dévoisement d'OM pour certaines années lorsqu'il y a arrêt total des fours.

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-ferrallés sont apportés en décharge de Classe 1.

Sous-produits issus du traitement des fumées, composés des cendres volantes d'électrofiltre et des résidus d'épuration des fumées (gâteau)

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

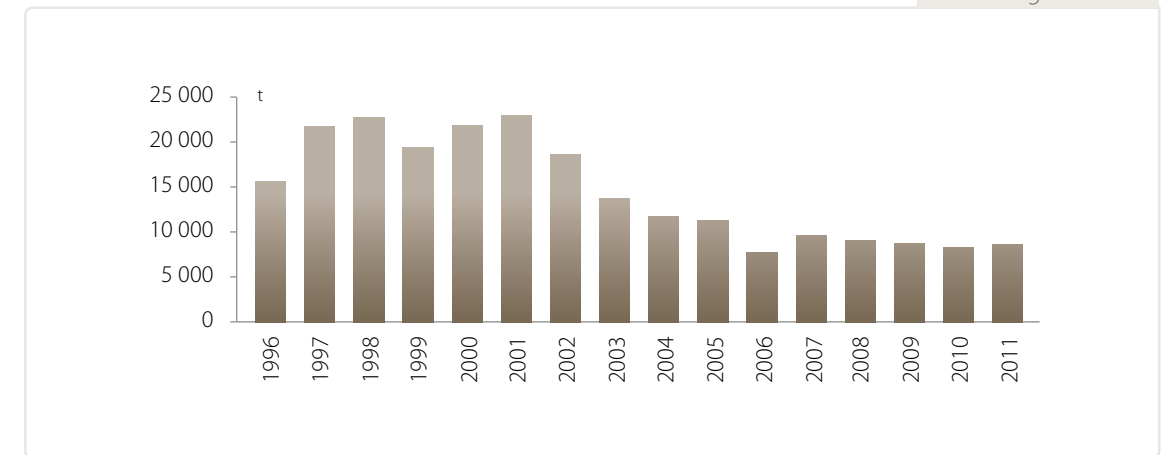
Tableau 2.4

Années	Mâchefers (en t)	Cendres volantes + gâteau (en t)	Résidus de déferrailage des mâchefers (en t)
1996	15 663	1 259	*
1997	21 797	1 575	*
1998	22 700	1 443	*
1999	19 375	1 613	*
2000	21 884	1 760	*
2001	22 935	1 733	*
2002	18 609	1 622	*
2003	13 645	1 454	917
2004	11 726	1 474	959
2005	11 351	1 438	974
2006	7 648	1 025	519
2007	9 690	1 442	700
2008	9 160	1 336	689
2009	8 701	1 381	743
2010	8 279	1 319	663
2011	8 581	1 131	672

* Non évaluées

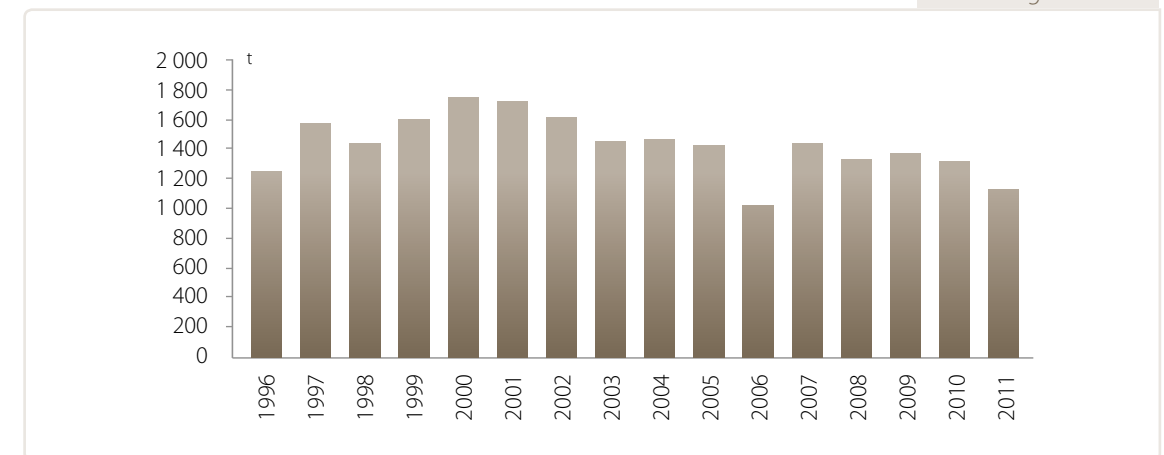
Tonnages annuels de sous-produits générés par l'usine, de 1996 à 2011

Figure 2.13



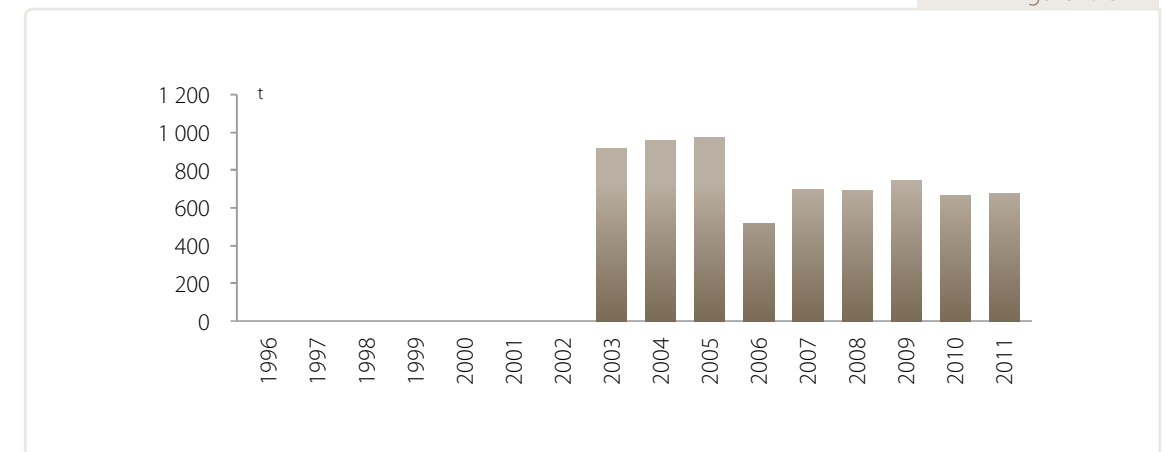
Evolution des tonnages annuels de mâchefers générés par l'usine, de 1996 à 2011

Figure 2.14



Evolution des tonnages annuels de cendres volantes d'électrofiltres et de résidus d'épuration des fumées (gâteau) générés par l'usine, de 1996 à 2011

Figure 2.15



Evolution des tonnages annuels de ferrailles extraites des mâchefers générés par l'usine, de 2003 à 2011

2.3 VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE L'INCINÉRATION

Production d'électricité

L'UIRUI 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'Electricité 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'UIRUI 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 pouvoir alimenter les bâtiments en cours de construction sur les terrains délaissés par la SNCF (îlot Canton et îlot Rainier III) ainsi que les autres bâtiments planifiés sur ces terrains (futur collège).

Le détail des quantités d'électricité produites et de vapeur fournies sont disponibles au Chapitre I Énergie.

MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT

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 au sein d'un bassin versant côtier de très petite taille (11 Km²), Monaco est sous l'influence directe de la mer, qui rend les températures particulièrement tempérées avec une moyenne de 16,35°C et une amplitude inférieure à 15°C.

La pluviométrie annuelle est en moyenne de 735.5 mm. Sa répartition annuelle est caractéristique du climat méditerranéen avec les précipitations les plus importantes en automne. Une de ses caractéristiques est également les fortes intensités pluviométriques qui sont observées, car si le cumul annuel est assez important, la fréquence des jours pluies, qui est de moins de 63 jours par an, reste assez faible.

Ce chapitre propose un bilan climatique et météorologique à partir des données relevées par des stations météorologiques présentes sur le territoire de la Principauté. Il s'agit de la station météorologique du Musée Océanographique, station automatisée depuis 1993, et de la station manuelle du Jardin Exotique qui présente une série climatique de température et de pluviométrie mensuelle 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

1. NORMALES CLIMATIQUES

Le climatogramme 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).

Un diagramme ombrothermique possède une gradation de l'échelle des précipitations qui correspond à deux gradations de l'échelle des températures ($P = 2T$). Il permet de mettre en évidence les périodes de sécheresse lorsque la courbe de température est au-dessus des précipitations.

La période de sécheresse est, en Principauté, mise en évidence les mois de juin, juillet et août.

Figure 3.1

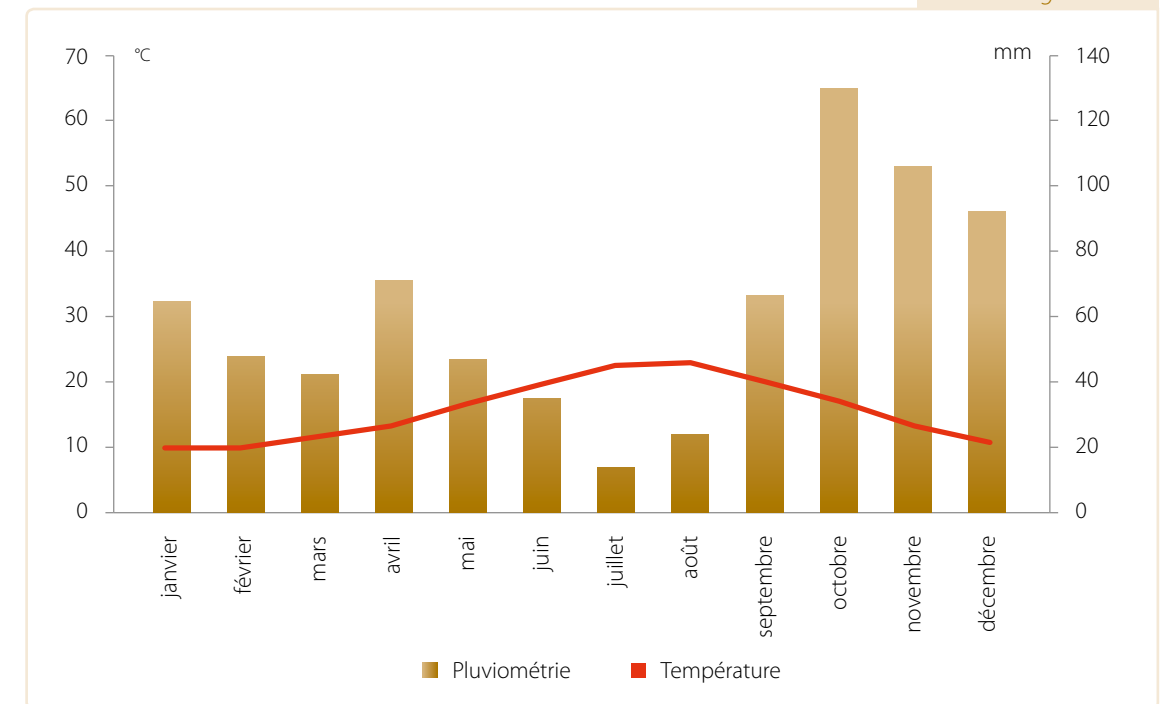


Diagramme ombrothermique des normales climatiques sur la période 1981-2010

Tableau 3.1

	Températures moyennes (en °C)	Pluviométries mensuelles (en mm)	Nombres de jours de pluie (> 1 mm)
janvier	10,3	64,3	6
février	10,3	47,4	4
mars	12,0	41,9	4
avril	13,9	70,3	7
mai	17,5	46,8	5
juin	20,9	34,6	4
juillet	23,8	13,5	2
août	24,3	23,6	2
septembre	21,4	66,5	6
octobre	18,1	129,1	8
novembre	14,0	105,4	8
décembre	11,3	92,1	7
Années	16,5	735,5	63

Diagramme ombrothermique des normales climatiques sur la période 1981-2010

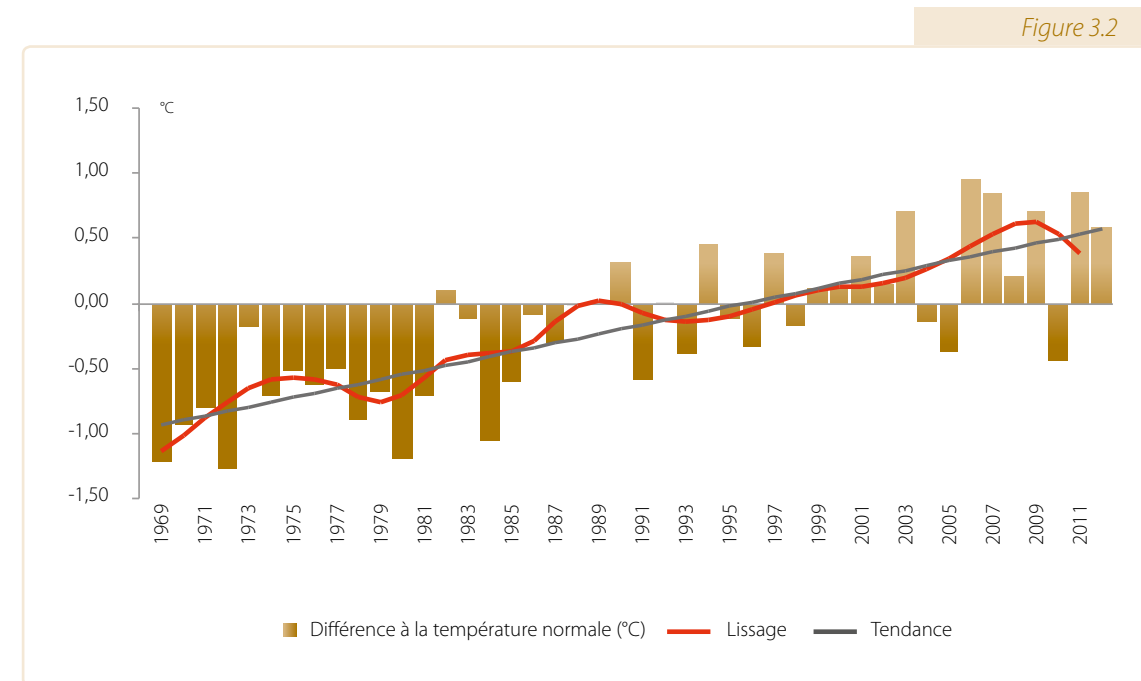
2. TEMPÉRATURE

2.1 TENDANCE D'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES 1969-2012

Si l'on compare, les moyennes annuelles observées depuis 1969 à la normale sur la période 1981-2010, on remarque que la majorité des années les plus chaudes sont observées après 2000, l'année la plus chaude ayant été 2006.

Les années 2011 et 2012 font partie des années les plus chaudes observées depuis 1969, respectivement 2^{ème} et 6^{ème} place. En 2011, il a été enregistré la moyenne des minimales la plus chaude depuis 1969 avec 14,8°C.

La tendance montre également un réchauffement progressif, qui s'est opéré depuis le début des mesures, de l'ordre de 1,5°C.



Différences aux normales climatiques (1981-2010) des moyennes des températures annuelles 1969-2012

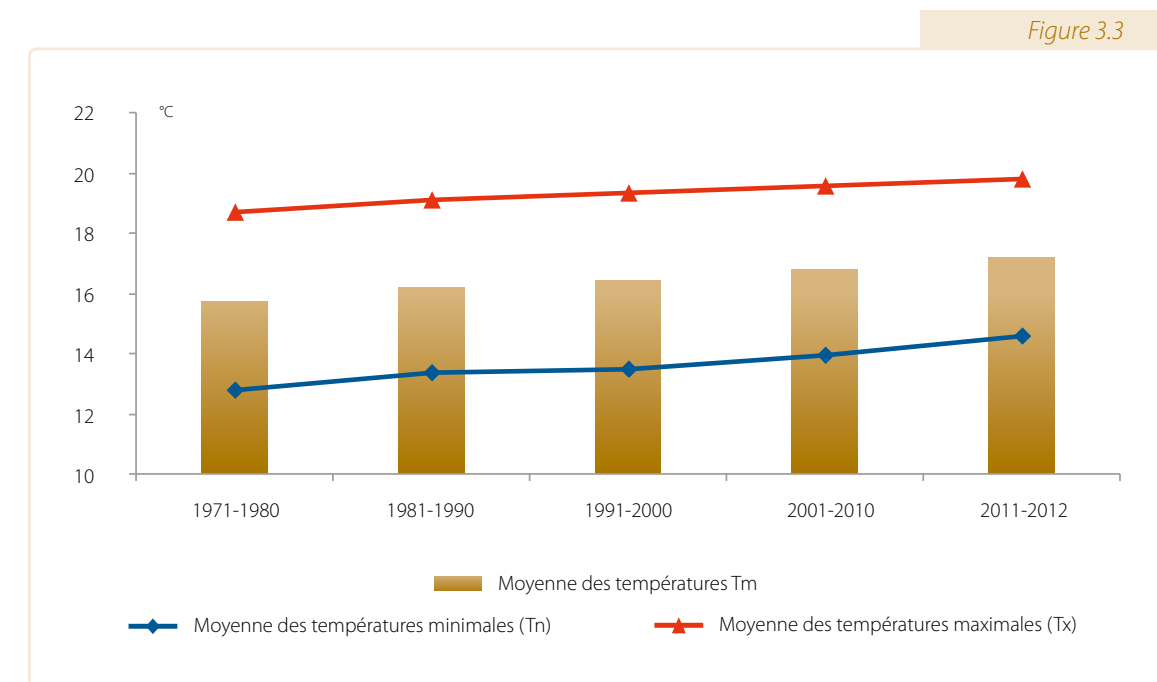
2.2 BILANS DÉCENNAUX D'ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES 1969-2011

Cette tendance à l'augmentation des températures est également mise en évidence par l'analyse des moyennes des températures décennales. Cette élévation des températures est régulière et plus importante sur les températures minimales.

Tableau 3.2

Périodes	Températures Moyennes (Tm) (en °C)	Moyennes des températures minimales (Tn) (en °C)	Moyennes des températures maximales (Tx) (en °C)
1971-1980	15,73	12,79	18,68
1981-1990	16,23	13,37	19,08
1991-2000	16,42	13,51	19,34
2001-2010	16,77	13,96	19,57
2011-2012	17,19	14,58	19,79
1969-2012	16,29	13,41	19,16

Moyennes décennales des températures



Moyennes décennales des températures

2.3 MOYENNES ANNUELLES DES TEMPÉRATURES

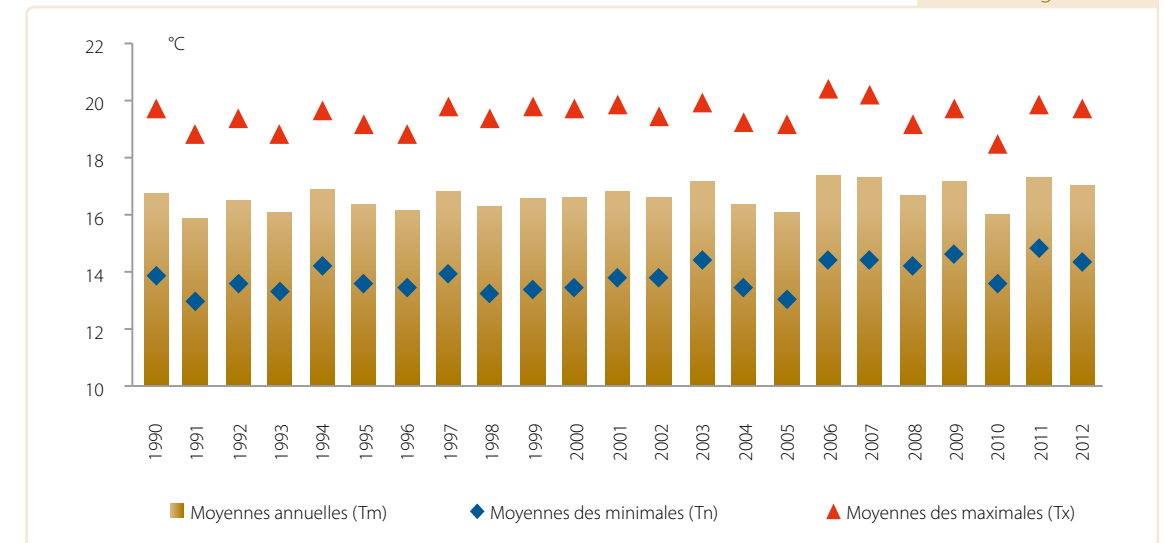
Les tableaux et graphiques suivants représentent les moyennes arithmétiques des températures minimales (Tn) et maximales (Tx) ainsi que de la moyenne (Tm=(Tn+Tx)/2) pour la période 1990-2012.

Tableau 3.3

Années	Moyennes annuelles (Tm) (en °C)	Moyennes minimales (Tn) (en °C)	Moyennes maximales (Tx) (en °C)	Minimales absolues (Tnn) (en °C)	Maximales absolues (Txx) (en °C)
1990	16,8	13,8	19,7	5,0	33,5
1991	15,9	13,0	18,8	-1,5	30,8
1992	16,5	13,6	19,4	3,0	33,7
1993	16,1	13,3	18,9	0,2	31,1
1994	16,9	14,2	19,6	1,0	32,1
1995	16,4	13,6	19,2	2,5	32,0
1996	16,1	13,5	18,8	-1,0	29,8
1997	16,9	13,9	19,8	3,8	30,2
1998	16,3	13,2	19,4	0,4	31,7
1999	16,6	13,4	19,8	-0,5	31,5
2000	16,6	13,4	19,8	-0,2	29,6
2001	16,8	13,8	19,9	0,1	29,5
2002	16,6	13,8	19,4	1,0	32,5
2003	17,2	14,4	19,9	0,8	34,0
2004	16,3	13,4	19,3	2,9	28,3
2005	16,1	13,0	19,2	-1,5	31,0
2006	17,4	14,4	20,4	2,5	32,8
2007	17,3	14,4	20,2	-0,5	31,9
2008	16,7	14,2	19,2	3,7	30,6
2009	17,2	14,6	19,7	0,5	34,5
2010	16,0	13,6	18,5	-0,5	31,8
2011	17,3	14,8	19,8	4,8	34,2
2012	17,1	14,4	19,7	-0,1	33,7

Températures annuelles 1990-2012

Figure 3.4



Températures annuelles 1990-2012

2.4 OCCURRENCES DES PHÉNOMÈNES DE CHAUD ET DE FROID

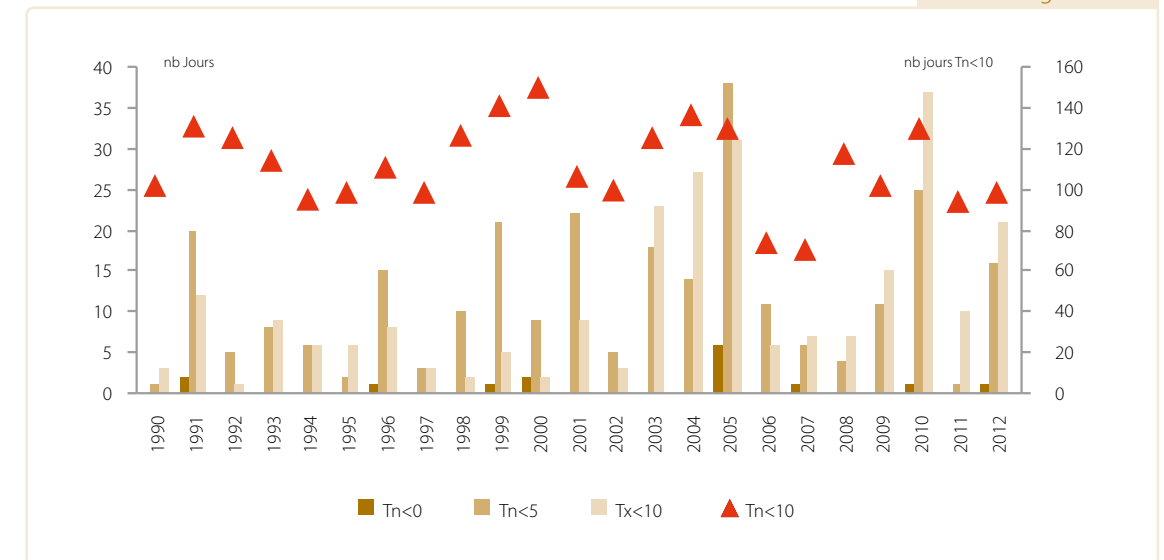
Depuis 1990, les données minimales et maximales journalières de température ont été comparées à des seuils permettant d'identifier les occurrences des phénomènes de chaud et de froid.

Pour identifier ces occurrences, des seuils ont été choisis en fonction des caractéristiques très tempérées de Monaco.

Pour les phénomènes de froid, il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été inférieures aux seuils de 0-5°C et 10°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été inférieures à 10°C.

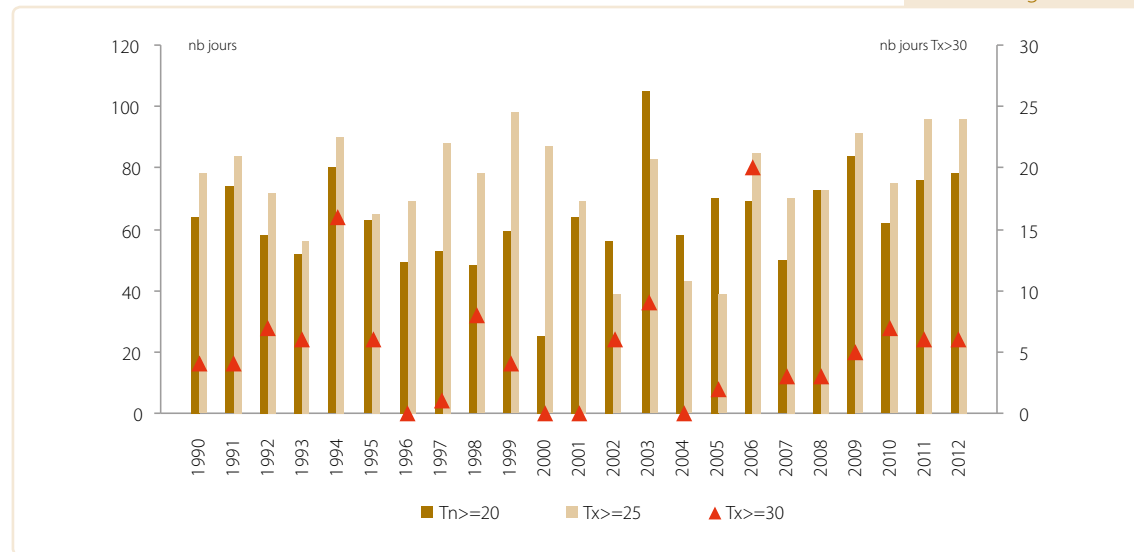
Pour les phénomènes de chaud, il a été compté le nombre de jours où les températures minimales (Tn) ont été supérieures à 20°C et le nombre de jours où les températures maximales (Tx) ont été supérieures à 25°C et 30°C.

Figure 3.5



Occurrences et évolutions annuelles des phénomènes de froid

Figure 3.6



Occurrences et évolutions annuelles des phénomènes de chaud

Tableau 3.4

Années	Occurrences de froid				Occurrences de chaleur		
	Tn<0 (en nb jours)	Tn<5 (en nb jours)	Tn<10 (en nb jours)	Tx<10 (en nb jours)	Tn>=20 (en nb jours)	Tx>=25 (en nb jours)	Tx>=30 (en nb jours)
1990	0	1	102	3	64	78	4
1991	2	20	131	12	74	84	4
1992	0	5	125	1	58	72	7
1993	0	8	114	9	52	56	6
1994	0	6	95	6	80	90	16
1995	0	2	99	6	63	65	6
1996	1	15	111	8	49	69	0
1997	0	3	98	3	53	88	1
1998	0	10	126	2	48	78	8
1999	1	21	141	5	59	98	4
2000	2	9	150	2	25	87	0
2001	0	22	106	9	64	69	0
2002	0	5	100	3	56	39	6
2003	0	18	125	23	105	83	9
2004	0	14	137	27	58	43	0
2005	6	38	130	31	70	39	2
2006	0	11	74	6	69	85	20
2007	1	6	71	7	50	70	3
2008	0	4	118	7	73	73	3
2009	0	11	102	15	84	91	5
2010	1	25	130	37	62	75	7
2011	0	1	94	10	76	96	6
2012	1	16	99	21	78	96	6
Moyenne	0,7	11,8	112,1	11,0	63,9	75,0	5,3

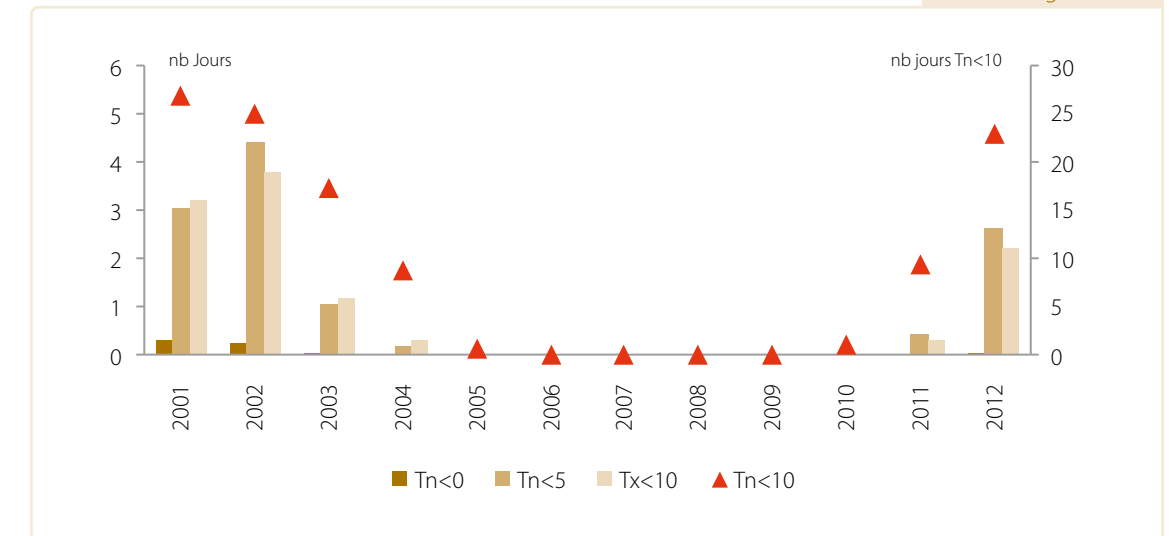
Occurrences et évolutions annuelles des phénomènes de chaud et de froid

Les températures négatives restent très rares ainsi que le nombre de jours où les températures minimales sont inférieures à 5°C, environ 12 jours par an. Depuis 1990, 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 occurrences de chaleurs extrêmes sont également assez rares, 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.

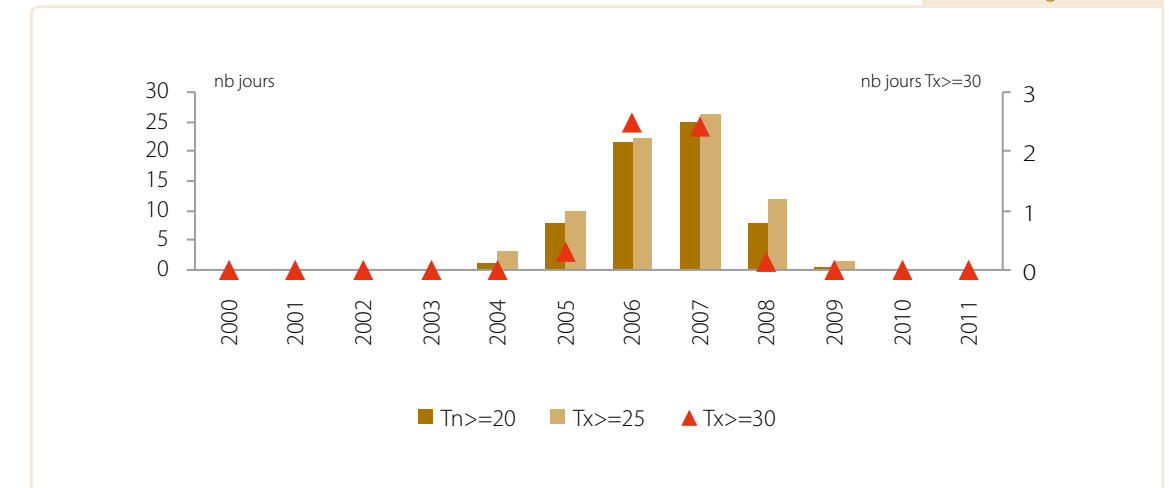
Une période de canicule correspond pour la zone des Alpes-Maritimes à une période successive minimale de 3 jours où les températures maximales diurnes sont supérieures à 31°C et les températures minimales nocturnes ne descendent pas en dessous de 24°C.

Figure 3.7



Occurrences et répartitions mensuelles des phénomènes de froid

Figure 3.8



Occurrences et répartitions mensuelles des phénomènes de chaud

Tableau 3.5

Années	Occurrences de froid				Occurrences de chaleur		
	Tn<0 (en nb jours)	Tn<5 (en nb jours)	Tn<10 (en nb jours)	Tx<10 (en nb jours)	Tn>=20 (en nb jours)	Tx>=25 (en nb jours)	Tx>=30 (en nb jours)
2001	0,3	3,0	26,8	3,2	0	0	0
2002	0,3	4,4	25,1	3,8	0	0	0
2003	0	1,0	17,4	1,2	0	0,1	0
2004	0	0,2	8,7	0,3	0	0,1	0
2005	0	0	0,7	0	1,0	2,9	0
2006	0	0	0	0	7,9	9,9	0,3
2007	0	0	0	0	21,5	22,3	2,5
2008	0	0	0	0	25,0	26,4	2,4
2009	0	0	0	0	8,0	12,0	0,1
2010	0	0	1,1	0	0,5	1,3	0
2011	0	0,4	9,3	0,3	0	0	0
2012	0	2,6	23,0	2,2	0	0	0

Occurrences et évolutions mensuelles des phénomènes de chaud et de froid

2.5 DEGRÉS-JOURS

Le degré-jour est une unité utilisée pour évaluer 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 (Tm) 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 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, mois et jours.

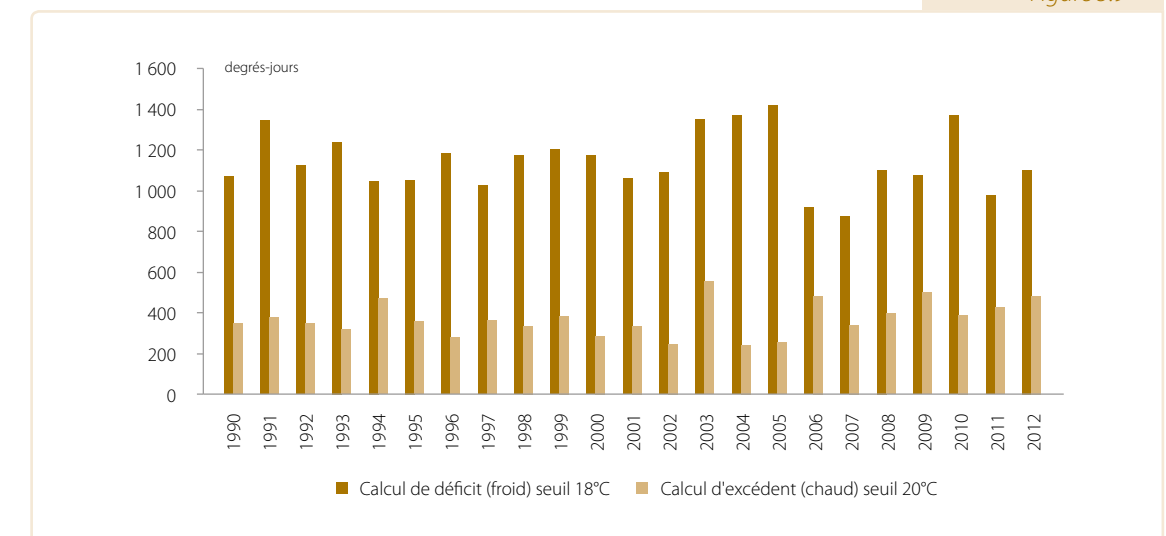
Les degrés-Jours, ci-après, calculés selon la méthode météorologique, permettent ainsi de donner une première indication et de faire des comparaisons entre les différentes périodes étudiées (année ou mois).

Tableau 3.6

Années	Calcul de déficit (froid) seuil 18°C (en degrés-jours annuels °C)	Calcul d'excédent (chaud) seuil 20°C (en degrés-jours annuels °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
Moyenne	1 144	370

Degrés-jours annuels de déficit et d'excédent sur la période 1990-2012

Figure 3.9

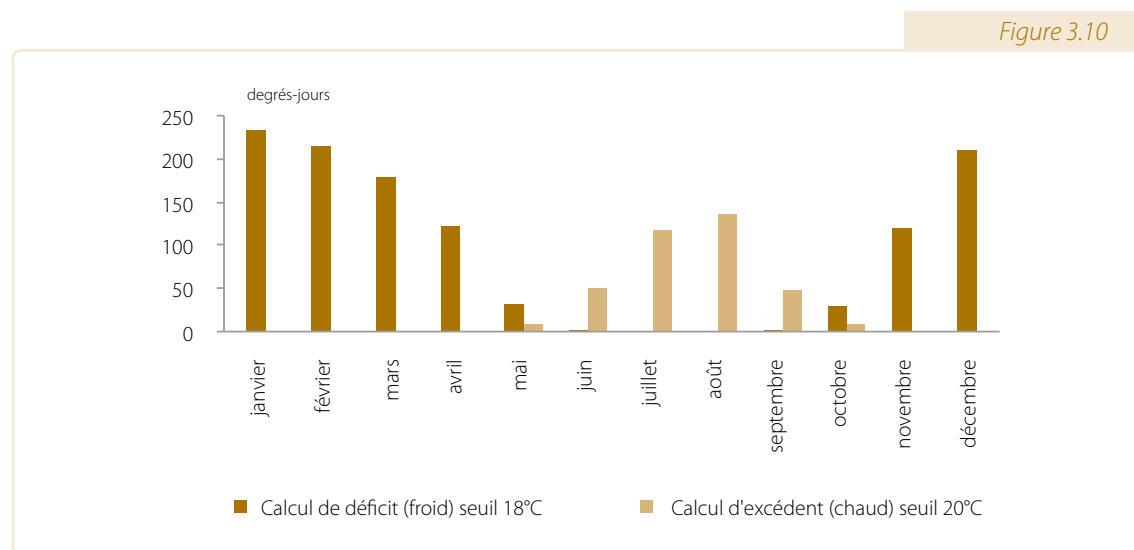


Degrés-jours annuels de déficit et d'excédent sur la période 1990-2012

Tableau 3.7

Mois	Calcul de déficit (froid) seuil 18°C (en degrés-jours mensuels °C)	Calcul d'excédent (chaud) seuil 20°C (en degrés-jours mensuels °C)
janvier	232	-
février	215	-
mars	178	-
avril	122	-
mai	31	9,2
juin	2	49,6
juillet	-	117,5
août	-	136,7
septembre	3	49,2
octobre	30	7,5
novembre	120	-
décembre	210	-

Degrés-jours mensuels moyens de déficit et d'excédent sur la période 1990-2012



Degrés-jours annuels de déficit et d'excédent sur la période 1990-2012

3. PRÉCIPITATIONS

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 les quantités tombées en un mois.

3.1 TENDANCE 1969-2012 - ÉCARTS AUX NORMALES POUR LES PRÉCIPITATIONS ET LE NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

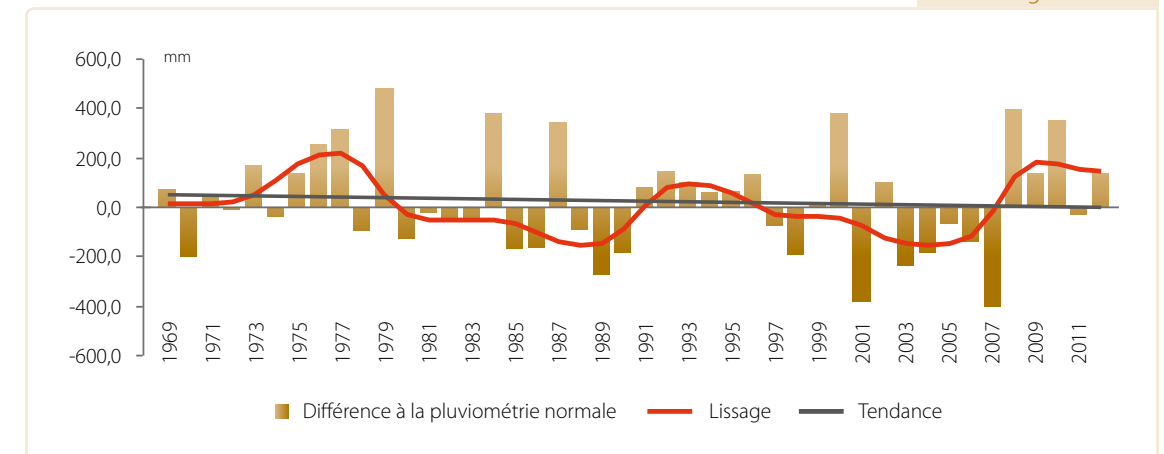
Le cumul de pluviométrie annuel sur la période normale 1981 à 2010 est de 735,4 mm

De 1990 à 2010 on a compté une moyenne de 63 jours de pluie¹ par an.

La moyenne annuelle des précipitations établie entre 1911 et 1985, à Monaco, est de 763 mm². Or nous observons que le bilan hydrique de la période normale est en moyenne déficitaire (735,42 mm), tout particulièrement pour les années 1989, 2001 et la période 2003 - 2007. Cependant, depuis 2008, on note 4 années où la pluviométrie a été excédentaire.

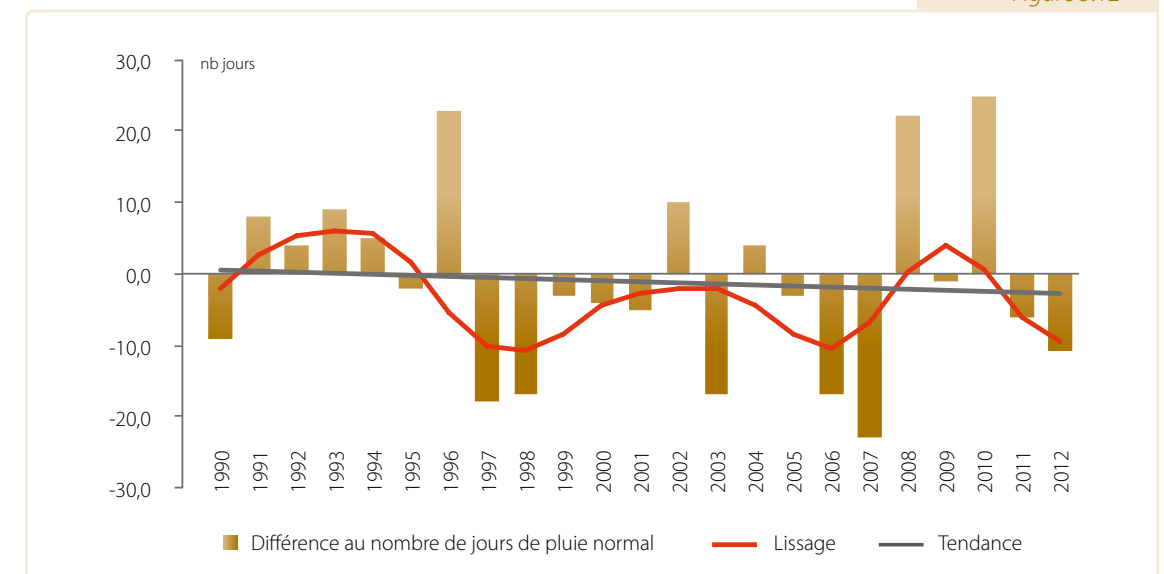
Tout comme pour la moyenne annuelle des précipitations, on observe au niveau de la tendance du nombre de jours de pluie annuel une baisse depuis 1990.

Figure 3.11



Écarts à la normale 1981-2010 pour les précipitations sur la période 1969-2012

Figure 3.12



Écarts à la normale 1991-2010 pour les précipitations sur la période 1990-2012

¹ est considéré jour de pluie un jour où le cumul des précipitations est supérieur ou égal à 1 mm

² Source : "Un siècle d'Observations Météorologiques à Monaco" Bulletin du Centre Scientifique de Monaco - Volume 3,1988

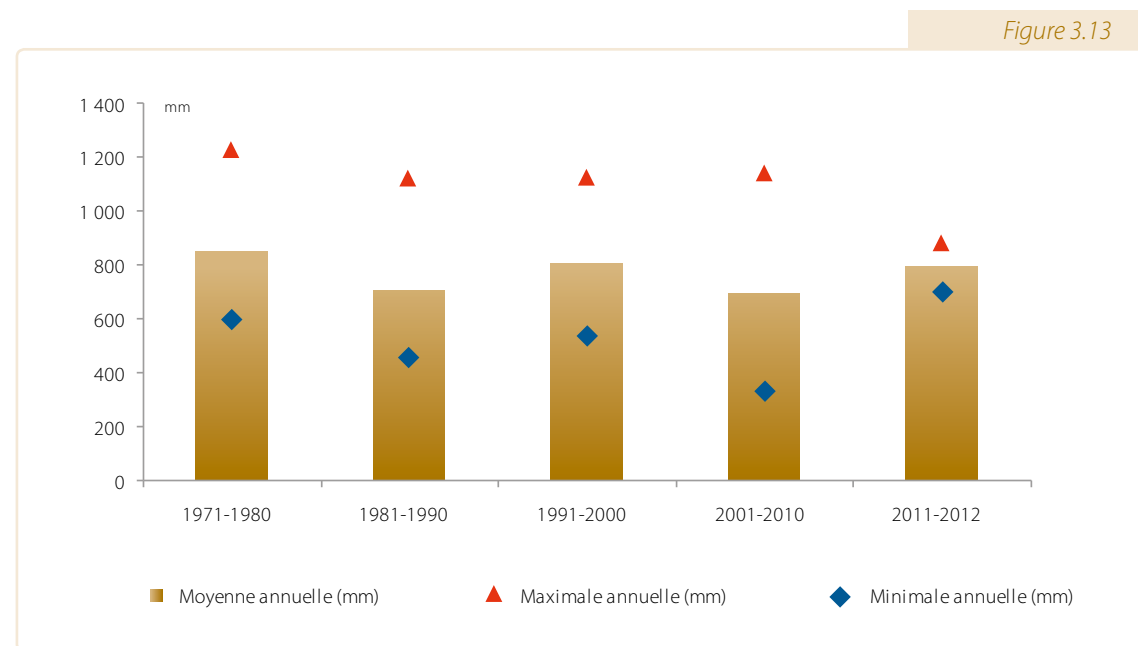
3.2 BILANS PLUVIOMÉTRIQUES DÉCENNAUX 1971-2011

L'évolution du cumul pluviométrique moyen sur les quatre dernières décennies présente également une tendance légèrement à la baisse. On note cependant une alternance entre des décennies globalement plus pluvieuses, et d'autres légèrement moins.

Tableau 3.8

Années	Pluviométries moyennes en mm	Pluviométries minimales en mm (année)	Pluviométries maximales en mm (année)	Nombres de jours de pluie (>= 1mm)	Minimums de jours de pluie en mm (année)	Maximums de jours de pluie en mm (année)	Quantité maximale d'eau tombée en une journée en mm (date)
1971-1980	848,45	609 (1980)	1217 (1979)				
1981-1990	706,04	465 (1989)	1113 (1984)				
1991-2000	805,12	542 (1998)	1116 (2000)	63,5	45 (1997)	86 (1996)	115,2 (25/10/1999)
2001-2010	695,09	337 (2007)	1134 (2008)	62,5	40 (2007)	88 (2010)	110,0 (5/11/2008)
2011-2012	790,9	705 (2011)	877 (2012)	54,5	52	57 (2011)	85,2 (11/11/2012)

Bilan pluviométrique décennal, cumul et nombre de jours de pluie 1971-2012



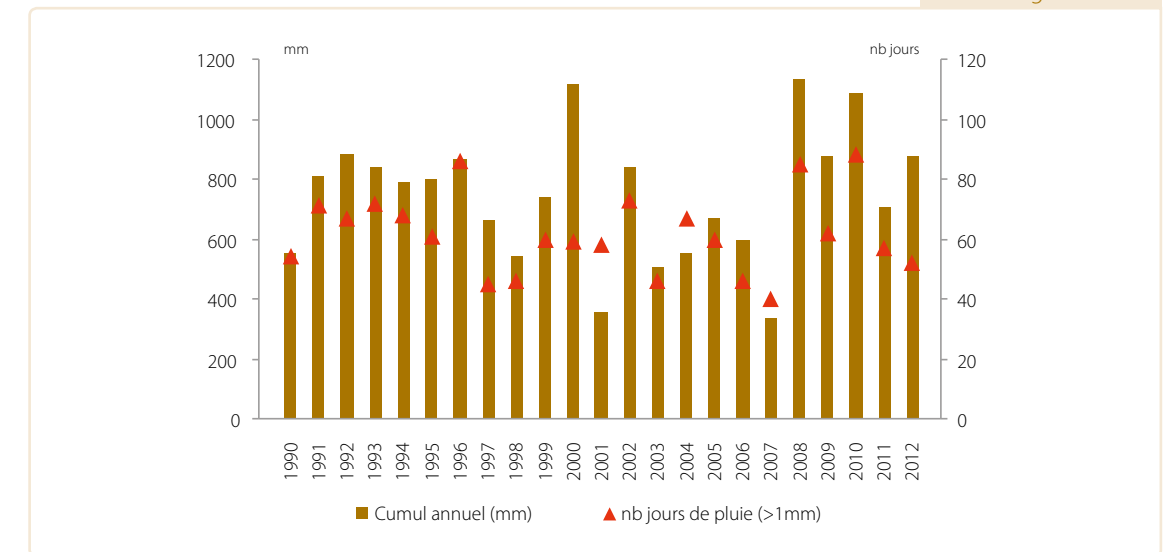
Evolution des cumuls pluviométriques par décennies 1971-2012

3.3 PLUVIOMÉTRIE ANNUELLE 2000-2012

Mis à part pour les années 2000 et 2002, le début du millénaire a globalement été plus sec que la normale, et ce jusqu'en 2007. A contrario, depuis 2008 le cumul pluviométrique est supérieur, voire très supérieur, à la normale (en 2008 et 2010 notamment).

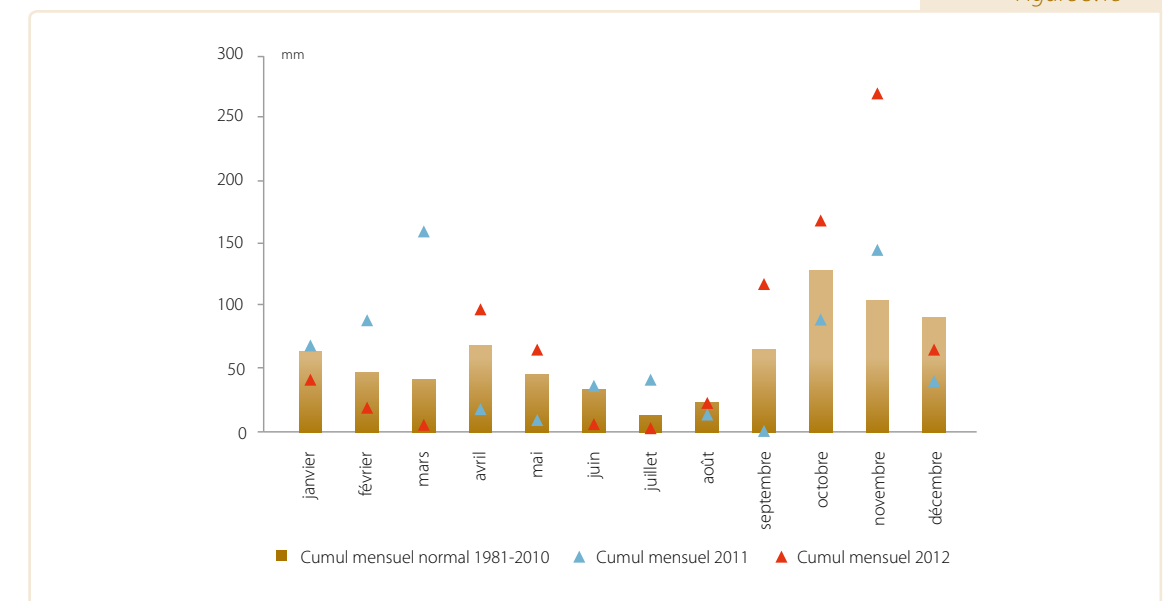
La pluviométrie des années de la décennie en cours est conforme à la normale. On note néanmoins des mois de mars et de novembre très pluvieux alors que pour le mois de décembre, le cumul mensuel des précipitations est inférieur à la normale.

Figure 3.14



Bilan des cumuls pluviométrique 1990-2012

Figure 3.15



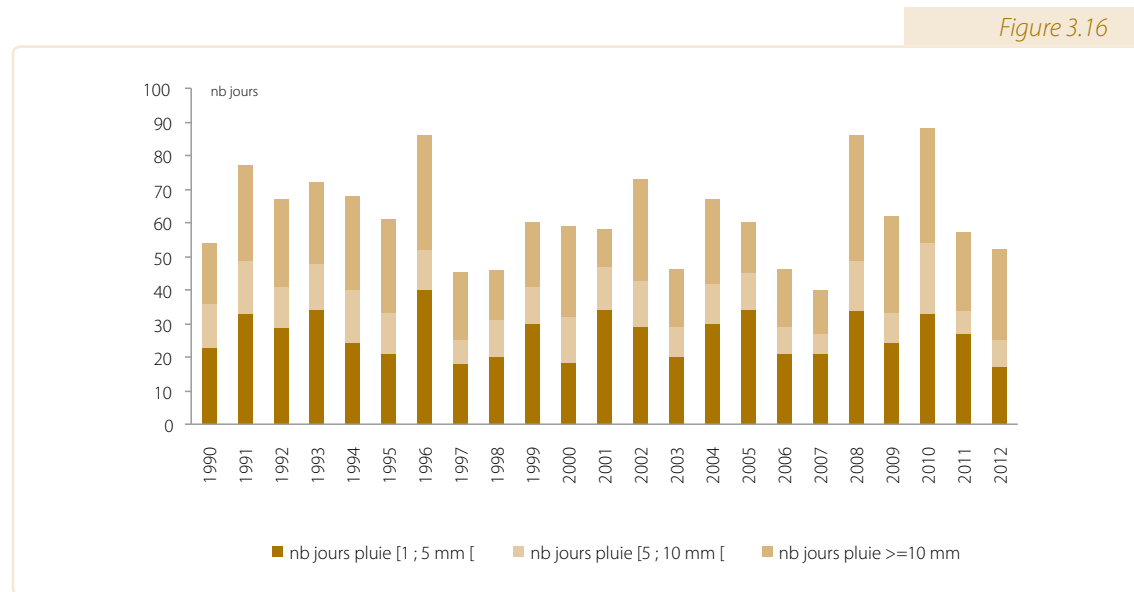
Comparaison de la pluviométrie de 2011 et 2012 par rapport à la normale (1981-2010)

3.4 ANALYSE DES CUMULS PLUVIOMÉTRIQUES JOURNALIERS SUPÉRIEURS À 1-2 ET 10 MM ET PLUIES MAXIMALES JOURNALIÈRES

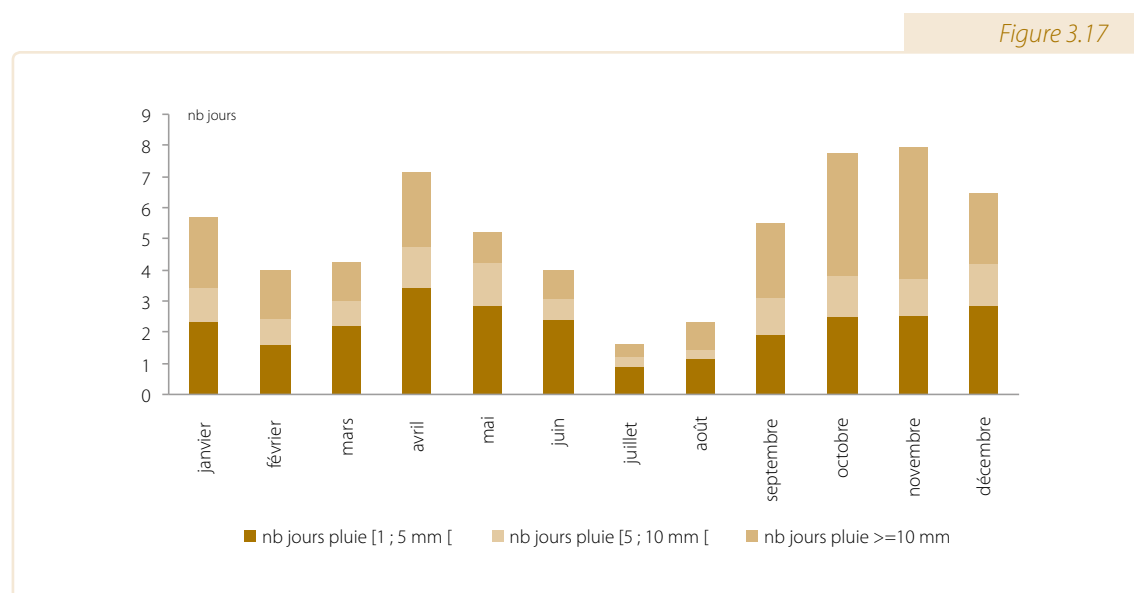
Comme cela était évoqué au début de ce chapitre, les précipitations rares mais intenses sont caractéristiques du climat méditerranéen, où les hauteurs d'eau peuvent égaler en une seule journée les quantités tombées en un mois.

On peut noter que la proportion des pluies dont le cumul journalier est supérieur à 10 mm est assez importante car elle est de l'ordre de 40% des événements observés.

On note une variation saisonnière du nombre de jours de pluie et une occurrence des pluies plus importantes en automne (au cours des mois d'octobre et novembre plus de 50% des jours de pluie présentent un cumul de précipitations journalier supérieur à 10 mm).



Nombre et caractéristiques des cumuls pluviométriques journaliers de 1990 à 2012



Répartition mensuelle du nombre et des caractéristiques des cumuls pluviométriques journaliers de 1990 à 2012

4. VENTS

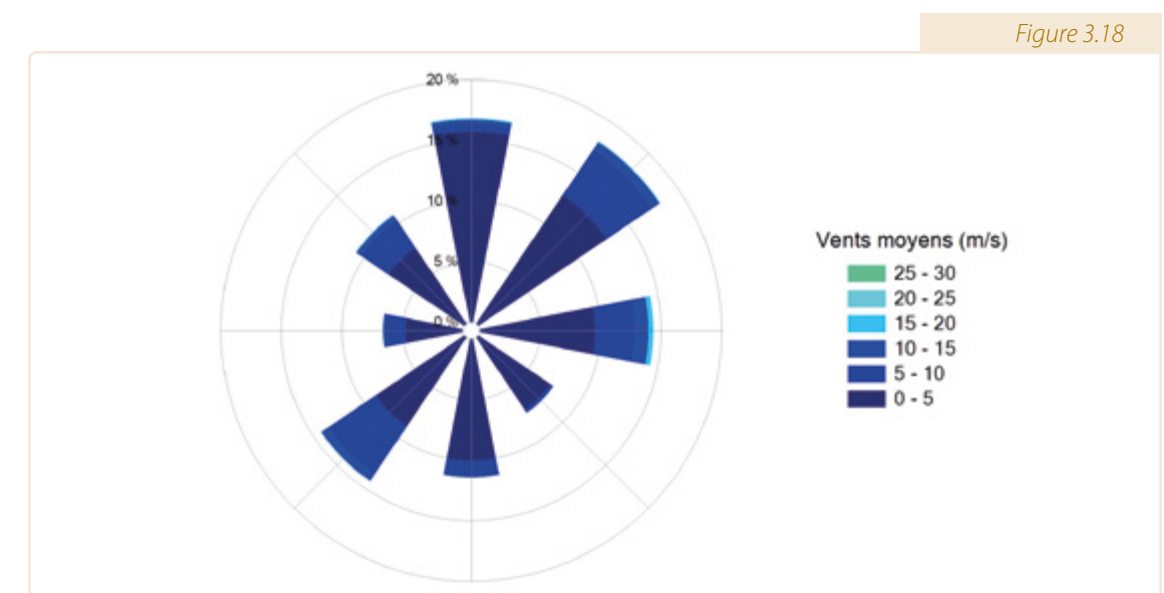
On retrouve à Monaco les principaux vents caractéristiques du bassin méditerranéen :

- le Mistral, ou « Mistrau » 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 ci-dessous :



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 couleur.



Rose des vents moyens observés à Monaco sur la période 2000 à 2010

4.1 VITESSE DES VENTS

Pour la période 2000 à 2012, la vitesse moyenne annuelle* des vents, relevée en Principauté, est de 3,22 m/s (11,6 km/h) : cette vitesse moyenne annuelle peut varier de 3 à 3,5 m/s (10,8 à 12,6 km/h).

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

La moyenne des vitesses maximales* sur la même période est de 5,63 m/s (20,3 km/h) et les rafales maximales observées annuellement peuvent varier de 28 à 39 m/s (soit de 100 à 140 km/h).

4.1.1 Fréquence de la vitesse des vents moyens annuels

Les vitesses des vents moyens varient assez peu en terme de bilan annuel et ainsi on observe les vitesses suivantes :

- les vents nuls représentent 6 % des observations, soit 22 jours par an ;
- les vents faibles (<3m/s ou 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 23 % des observations, soit environ 84 jours par an ;
- les vents de vitesses plus élevées, entre 6 et 15 m/s (compris entre 22 et 54 km/h), représentent 10,5 % des observations, soit 38 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 2,75 jours par an par an.

4.1.2 Vents violents

Les vents violents, dont les vitesses moyennes sont supérieures à 22 m/s (80km/h), ne sont observés que très rarement.

Le tableau suivant montre le nombre d'heures par an où sont observés ces phénomènes, ainsi que les vitesses maximales observées pour les vents moyens et pour les rafales (vents maximums).

On note que des vitesses de rafales très importantes peuvent être observées, mais la brièveté du phénomène (orage d'été par exemple) ne se traduit pas par un dépassement du critère de vents violents, basé sur une moyenne de 10 minutes.

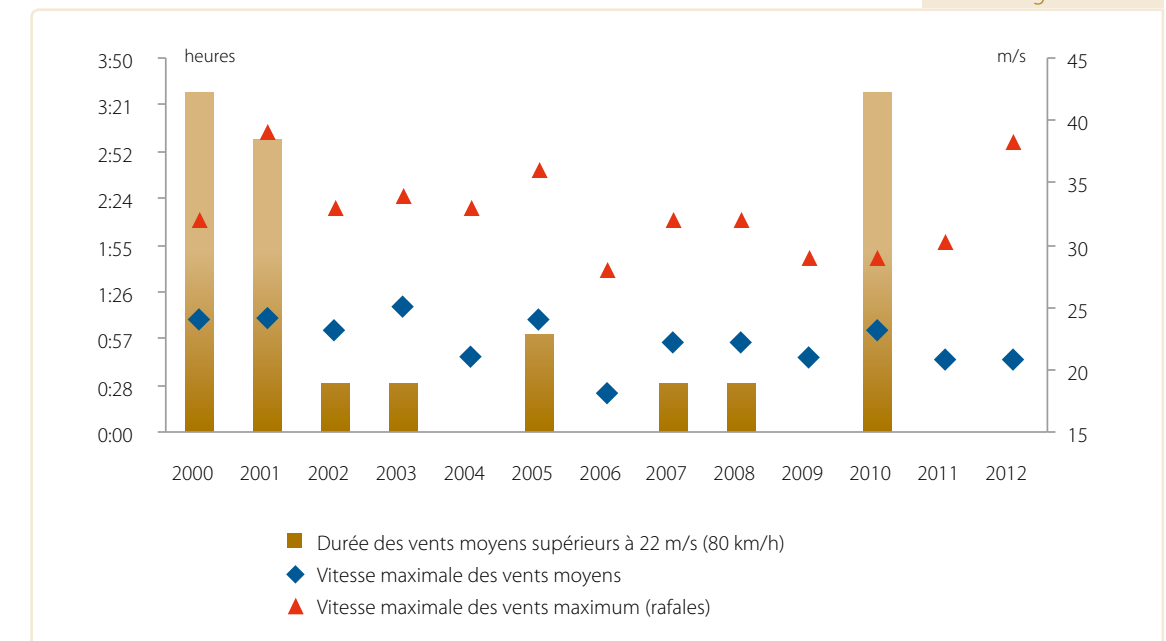
* La vitesse moyenne est calculée sur une période de 10 minutes, la vitesse maximale est celle observée sur la même période.

Tableau 3.9

Années	Durées des vents moyens supérieurs à 22 m/s (80 km/h) (heures : minutes)	Vitesses maximales des vents moyens en m/s (km/h)	Vitesses maximales des vents (rafales) en m/s (km/h)
2000	3:30	24 (86.4)	32 (115.2)
2001	3:00	24 (86.4)	39 (140.4)
2002	0:30	23 (82.8)	33 (118.8)
2003	0:30	25 (90.0)	34 (122.4)
2004	0:00	21 (75.6)	33 (118.8)
2005	1:00	24 (86.4)	36 (129.6)
2006	0:00	18 (64.8)	28 (100.8)
2007	0:30	22 (79.2)	32 (115.2)
2008	0:30	22 (79.2)	32 (115.2)
2009	0:00	21 (75.6)	29 (104.4)
2010	3:30	23 (82.8)	29 (104.4)
2011	0:00	21 (75.6)	30 (108.0)
2012	0:00	21 (75.6)	38 (136.8)

Vents violents : durées, vitesses et rafales maximales

Figure 3.19



Vents violents : durées, vitesses moyennes et maximales

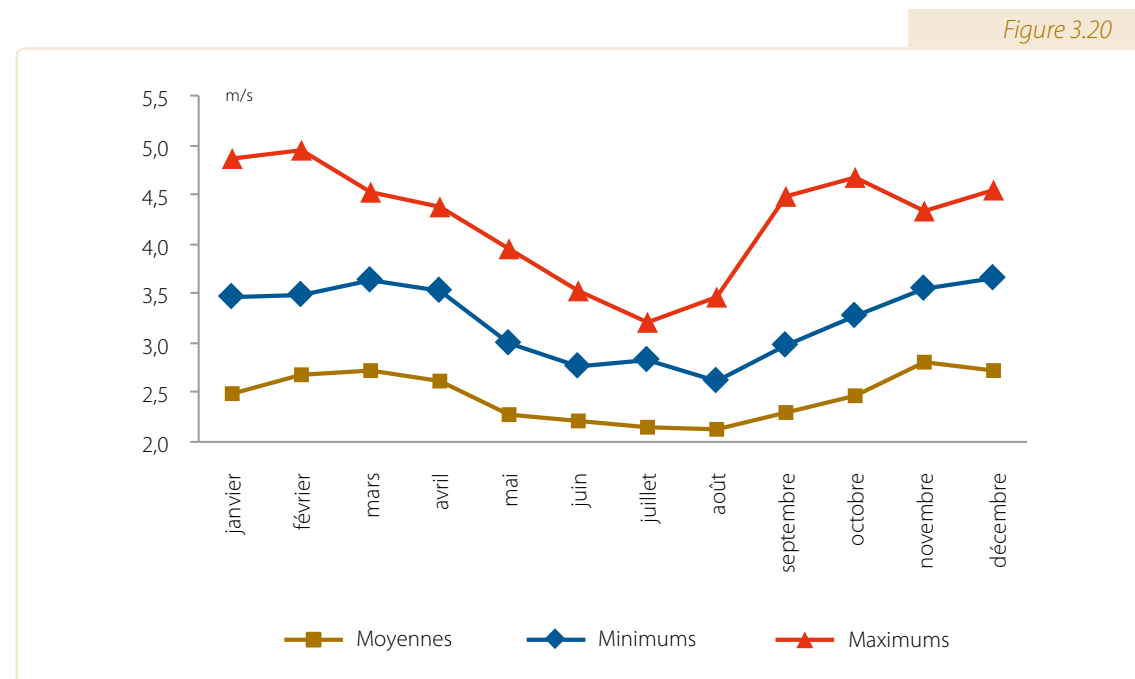
4.1.3 Répartition mensuelle de la vitesse des vents

La répartition mensuelle de la vitesse des vents est marquée par la saisonnalité : les vents les plus faibles sont observés de juin à août. Dès septembre des vitesses plus importantes peuvent être enregistrées pour certaines années. Si la moyenne des vitesses reste constante de novembre à avril, les mois d'hiver et principalement les mois de janvier et février présentent les vitesses les plus importantes.

Tableau 3.10

Mois	Moyennes (en m/s)	Minimums (en m/s)	Maximums (en m/s)
janvier	2,49	3,46	4,86
février	2,69	3,49	4,95
mars	2,72	3,64	4,52
avril	2,63	3,53	4,38
mai	2,28	2,99	3,96
juin	2,21	2,77	3,53
juillet	2,14	2,82	3,22
août	2,14	2,61	3,46
septembre	2,29	2,98	4,49
octobre	2,47	3,26	4,66
novembre	2,80	3,55	4,33
décembre	2,71	3,66	4,55

Vitesses moyennes mensuelles, minimales et maximales des vents pour la période 2000-2012

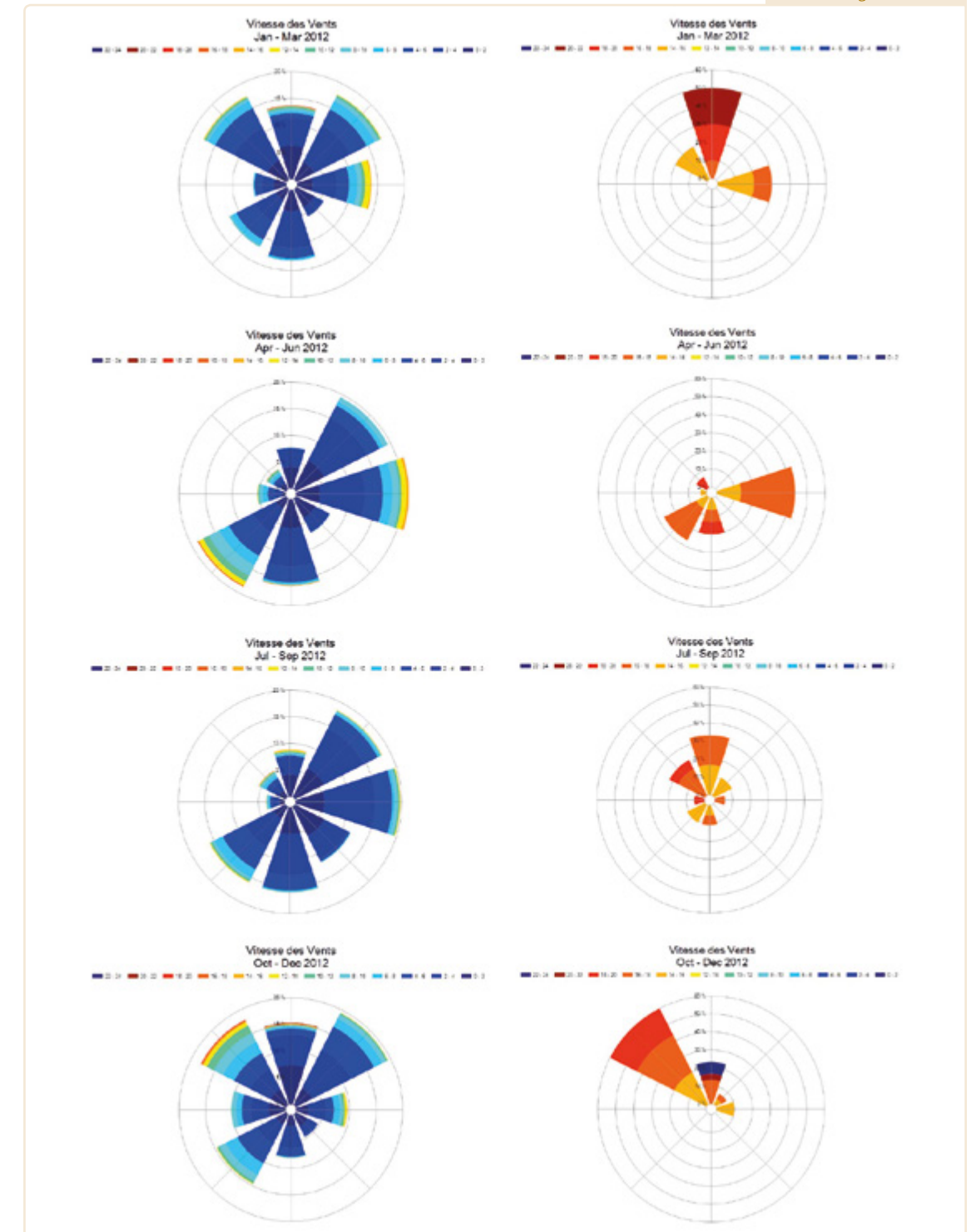


Vitesses des vents moyennes mensuelles, minimales et maximales pour la période 2000-2012

4.2 SAISONNALITÉ ET DIRECTION DES VENTS MOYENS

Les figures suivantes montrent pour chaque saison de l'année 2012 (sur une base trimestrielle) les roses des vents établies pour les vents moyens ainsi que pour les vents maximums supérieurs à 15 m/s.

Figure 3.21



Roses des vents saisonnières de l'année 2012 pour les vents moyens et les vents forts

5. IRRADIATION SOLAIRE

5.1 BILAN ÉNERGÉTIQUE SOLAIRE

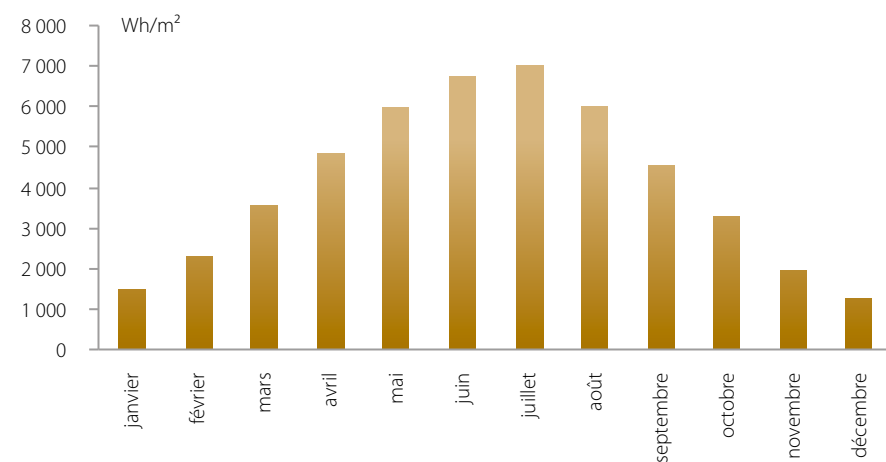
La Côte d'Azur compte parmi les régions les plus ensoleillées de France. L'irradiation solaire correspond à l'énergie reçue par unité de surface pendant une période donnée. Cette énergie reçue contribue à la douceur des hivers de la Côte d'Azur et de Monaco. La comptabilisation de cette énergie permet également de déterminer le potentiel de production d'énergies solaires (photovoltaïques et thermiques) par unité de surface.

Tableau 3.11

Bilan moyen journalier en Wh/m ²											
Mois	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Moyenne
janvier	1 796	2 133	2 148	1 381	2 075	1 301	957	1 058	602	1 417	1 487
février	2 994	2 961	2 961	1 859	2 786	2 700	1 604	2 188	666	2 145	2 287
mars	3 807	4 079	4 643	2 183	4 095	3 948	3 245	3 550	2 624	3 462	3 563
avril	5 473	4 753	5 161	4 614	4 649	5 419	4 303	4 553	4 505	4 815	4 824
mai	5 445	6 075	6 177	6 108	6 556	6 320	5 362	4 910	6 376	6 354	5 968
juin	7 308	7 049	7 242	6 596	6 798	6 510	5 894	6 058	6 961	7 028	6 745
juillet	7 164	6 728	7 521	7 063	7 381	5 878	6 667	7 092	7 124	7 462	7 008
août	6 302	5 881	5 944	6 509	5 979	5 680	5 236	6 404	6 242	5 888	6 007
septembre	4 856	4 656	4 599	4 761	4 576	3 554	4 228	5 291	4 517	4 481	4 552
octobre	3 481	3 211	2 742	4 231	3 231	2 860	2 680	4 229	3 094	2 951	3 271
novembre	2 258	1 907	1 482	2 404	2 001	1 621	1 704	2 726	1 640	1 805	1 955
décembre	2 003	1 523	1 457	1 893	663	1 076	1 009	583	1 062	1 067	1 234
Bilan annuel en kWh/m ²											
Période 2000-2010	1 611	1 552	1 587	1 514	1 548	1 428	1 309	1 483	1 388	1 491	1 491

Bilan des irradiations journalières et annuelles de 2000 à 2010

Figure 3.22



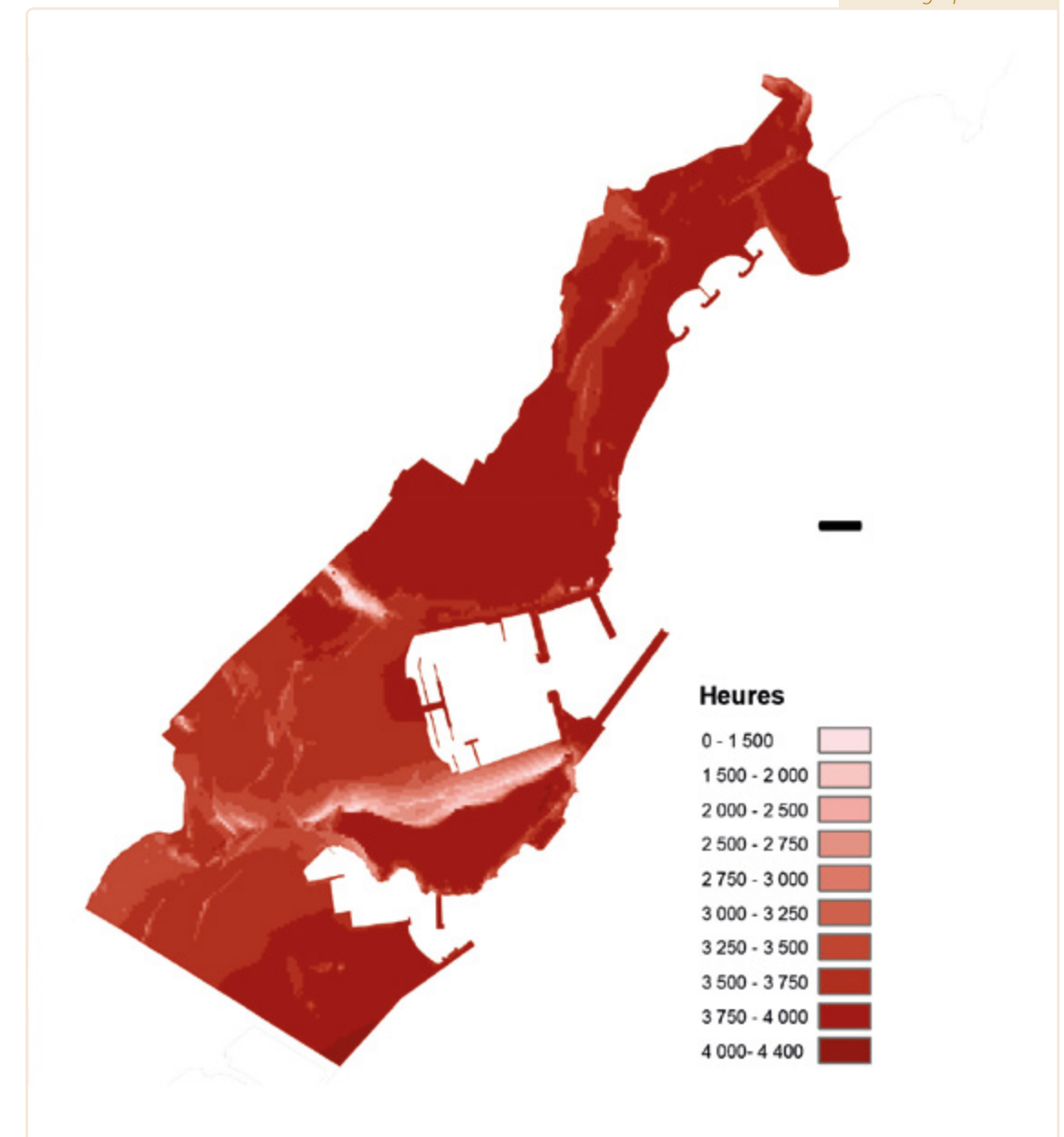
Bilan mensuel des irradiations journalières de 2000 à 2010

5.2 HEURES D'ENSOLEILLEMENT SUR LE TERRITOIRE

La Principauté est orientée vers le Sud-Est et la configuration topographique en cirque lui permet de bénéficier d'un potentiel d'ensoleillement direct important (supérieur à 3500 heures) pour la quasi-totalité du territoire.

Seuls les reliefs orientés au Nord (glacis du Rocher - quelques falaises du Jardin Exotique) ou les vallons encaissés (St Devote - La Rousse) sont défavorisés en ensoleillement.

Cartographie 3.1



Heures d'ensoleillement direct théoriques annuelles sur le territoire de Monaco

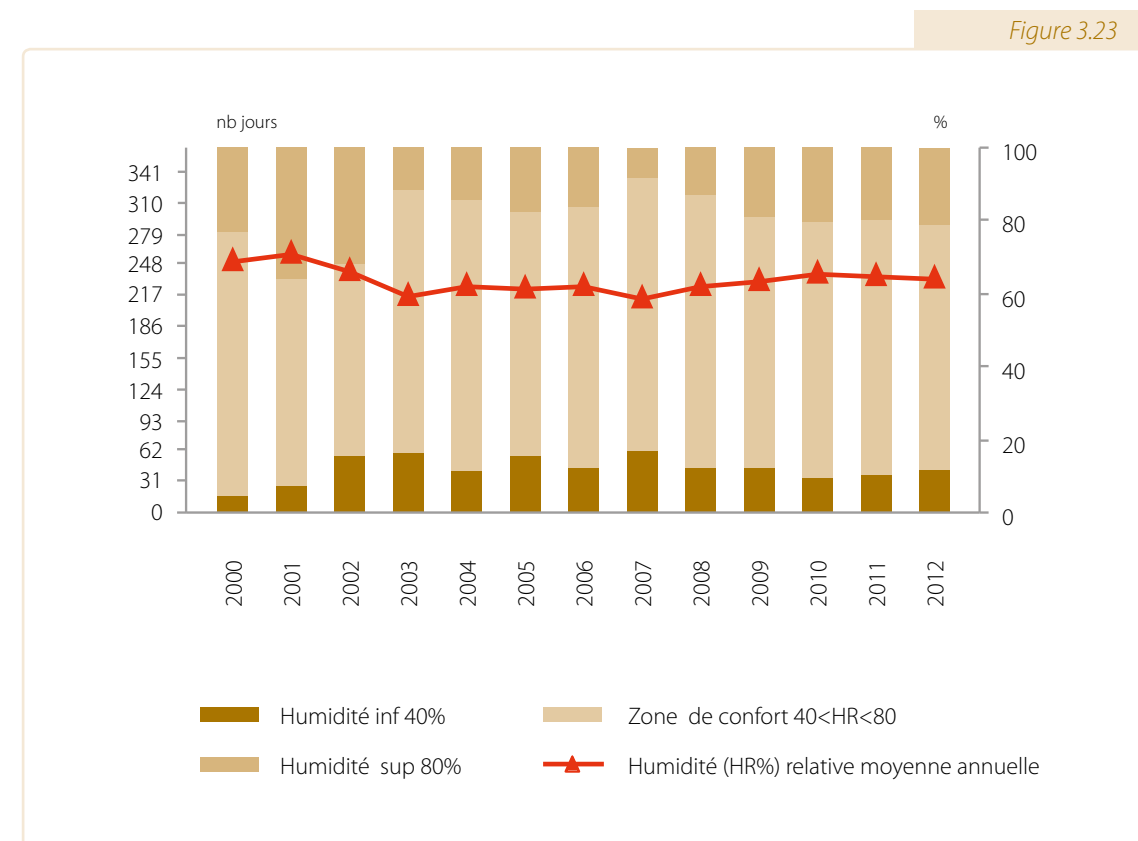
6. HYGROMÉTRIE

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

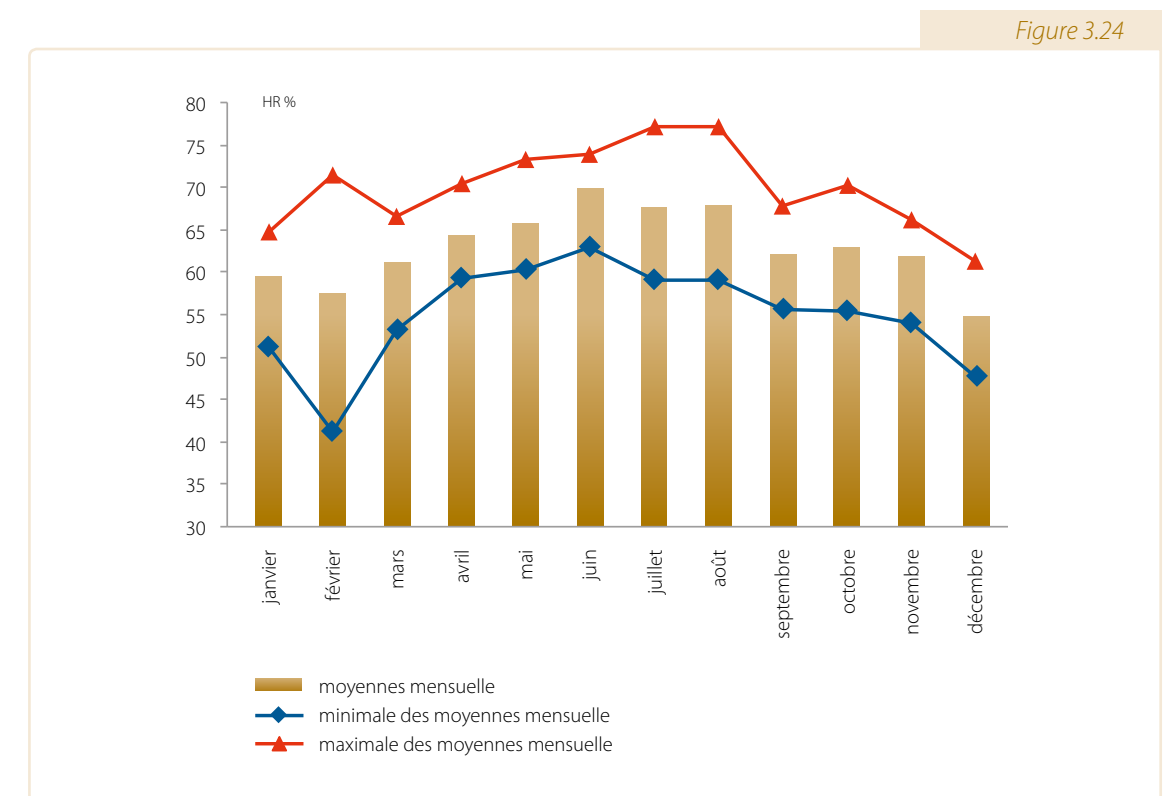
Cette observation s'explique par la topographie en cirque du bassin versant de Monaco (hauts reliefs de la Tête de Chien et du Mont Agel), où l'air chaud chargé d'humidité (provenant de l'évaporation de l'eau de mer) est maintenu sur la Principauté. Le faible vent estival ne suffit pas à chasser cet 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 30 % (air sec) ou supérieure à 80% (air humide) correspondant à des valeurs d'hygrométrie moins confortables.

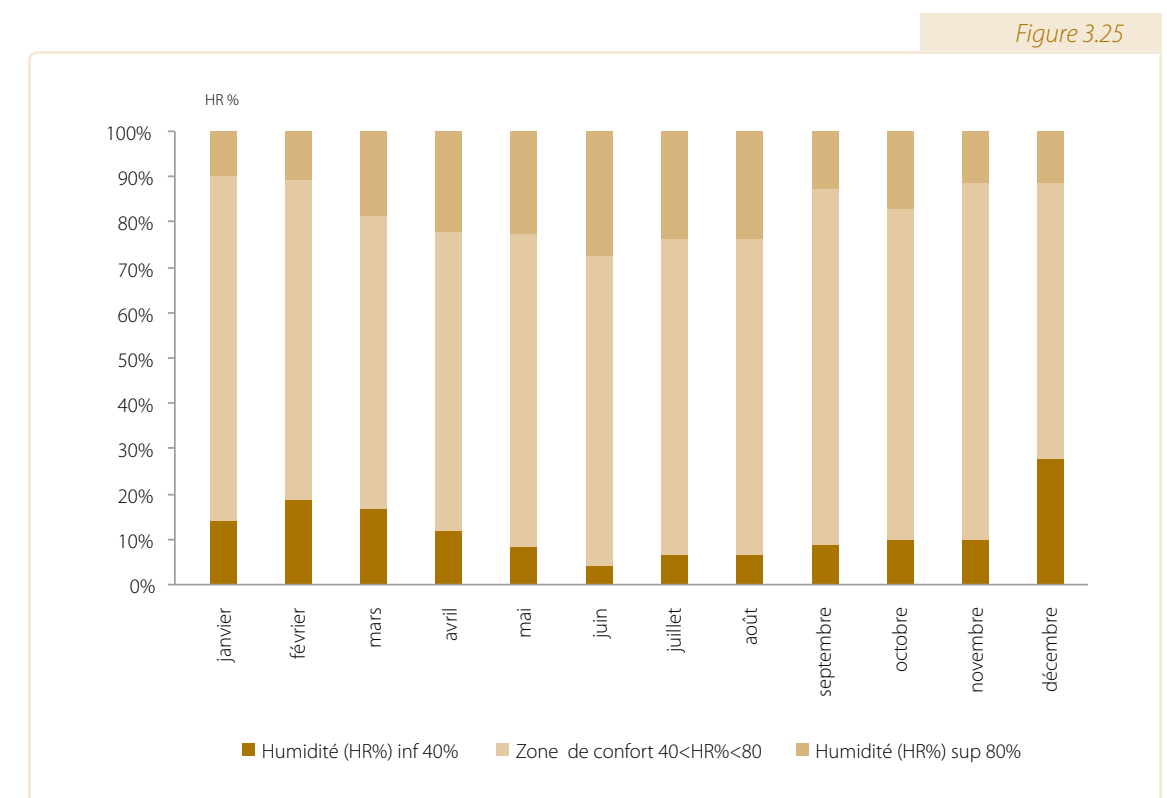
La moyenne annuelle d'humidité relative (HR) en Principauté est relativement constante et très légèrement supérieure à 60%. On observe un air sec (HR<40%) entre 10 et 15% de l'année, soit environ 48 jours par an. L'air humide (HR>80%) est plus fréquent, de l'ordre de 20% du temps, soit environ 65 jours par an. Ainsi, on retrouve une zone de confort hygrométrique pendant 250 jours par an.



Evolution de l'hygrométrie moyenne annuelle (HR %) et répartition annuelle des périodes de confort, d'air sec et d'air humide sur la période 2000-2012

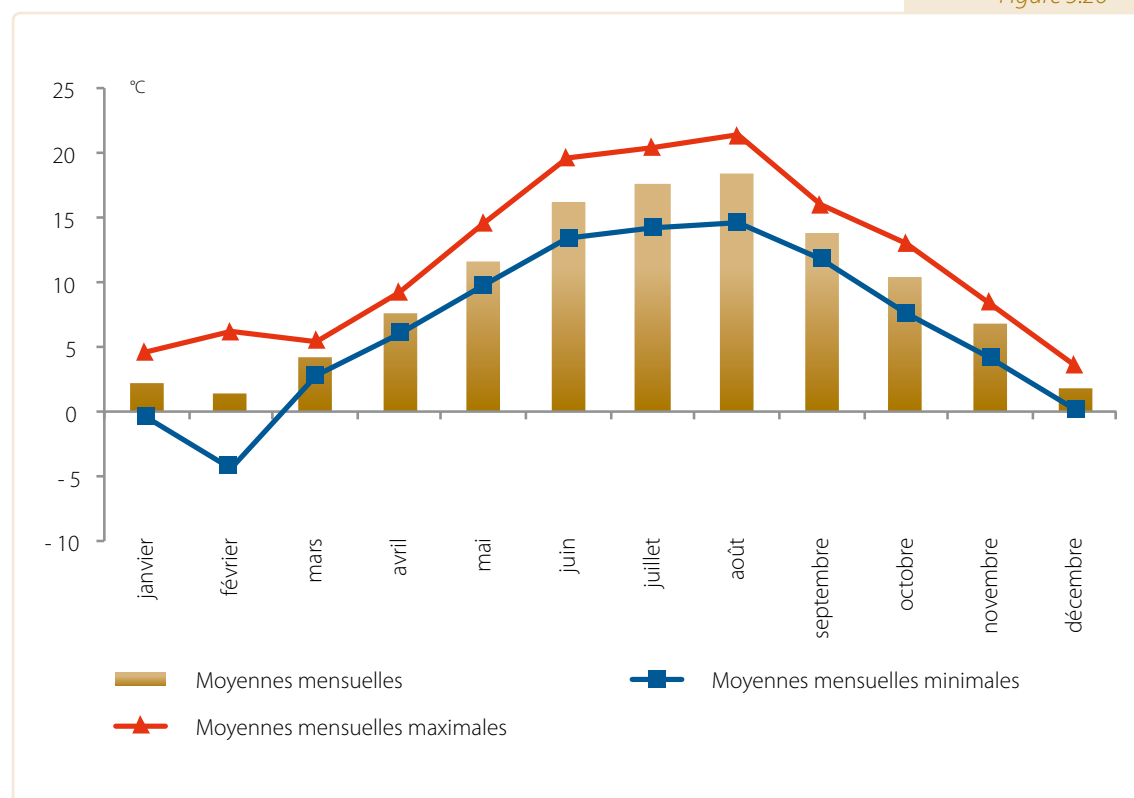


Variations mensuelles moyennes (période 2000-2012) de l'humidité relative (HR%)



Répartition annuelle en % des périodes de confort, d'air sec et d'air humide sur la période 2000-2012

Figure 3.26



Variations mensuelles moyennes (période 2000-2012) du point de rosée

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).

Tableau 3.12

Mois	Bilans			Durées en jours de			Points de rosée (°C)		
	Moyennes mensuelles	Moyennes mensuelles minimales	Moyennes mensuelles maximales	HR% < 40%	40% < HR% < 80%	HR% > 80%	Moyennes mensuelles	Moyennes mensuelles minimales	Moyennes mensuelles maximales
janvier	59	51	65	4,4	23,5	3,1	2,2	-0,4	4,7
février	57	41	71	5,2	19,8	3,0	1,3	-4,4	6,1
mars	61	53	67	5,2	20,0	5,8	4,3	2,7	5,4
avril	64	59	70	3,6	19,8	6,6	7,6	5,9	9,2
mai	66	60	73	2,6	21,4	7,0	11,6	9,7	14,6
juin	70	63	74	1,2	20,5	8,3	16,1	13,5	19,6
juillet	68	59	77	2,0	21,7	7,3	17,7	14,2	20,4
août	68	59	77	2,0	21,6	7,4	18,3	14,6	21,4
septembre	62	56	68	2,7	23,6	3,8	13,8	11,8	15,9
octobre	63	55	70	3,1	22,6	5,4	10,5	7,6	12,9
novembre	62	54	66	3,0	23,6	3,4	6,8	4,1	8,4
décembre	55	48	61	8,6	18,9	3,6	1,7	0,2	3,5
Moyennes	63	55	70				9	7	12
Sommes				43,7	257,0	64,5			

Variation interannuelle (2000-2012) de l'humidité relative (HR%), de la zone de confort hygrométrique et du point de rosée (°C)

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 et sur l'environnement dans son ensemble.

La lutte contre la pollution de l'air, si elle est entreprise par des mesures réglementaires et des évolutions technologiques, 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, et doit s'envisager au plan local et international.

Ainsi, ce chapitre a pour objectif de présenter les différents aspects de gestion de la pollution atmosphérique, qui se traduisent par la réalisation d'inventaires d'émissions de polluants, la mise en œuvre de réseaux de surveillance ainsi que les mesures phares entreprises pour la lutte contre la pollution de l'air.

Dans le but d'abaisser les émissions et d'améliorer la qualité de l'air, Monaco s'est engagé par la signature d'accords internationaux imposant des réductions des émissions :

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

En parallèle, la surveillance des concentrations en polluants dans le milieu constitue une composante essentielle de la lutte contre la pollution de l'air. Cette surveillance 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 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'Incineration des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI).

Enfin, pour lutter contre la pollution atmosphérique, en particulier celle qui est issue de la circulation automobile, Monaco favorise les modes de transport en commun, la circulation piétonnière, l'achat de véhicules écologiques 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, on sait que les transports, majoritairement routiers, et en particulier l'automobile, sont une source significative de pollution de l'air.

• La production d'énergie thermique

Au niveau individuel ou tertiaire (chauffage des logements et des bureaux) comme au niveau industriel (production de vapeur ou d'électricité), l'utilisation de combustibles fossiles (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, elle est 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 furannes. 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 cardiovasculaire. Les effets, variables selon les personnes, sont accentués par l'exercice physique. Cette pollution provoque aussi à forte concentration des nécroses sur les végétaux et des baisses de rendement sur les céréales.

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...).

• Les oxydes d'azote (NO_x)

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 leur conférant des propriétés mutagènes et cancérigènes.

• 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 contenant du soufre, tels que le fuel et le charbon. 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)

C'est un gaz inodore et incolore. A haute concentration, il 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 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). Ces instruments internationaux 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.

Cet inventaire est réalisé chaque année, et les données présentées en 2012 représentent les émissions de l'année 2010.

• 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 des autres substances appauvrissant la couche d'ozone (HydroChloroFluoroCarbures ou HCFC, tétrachlorométhane, bromochlorométhane, hydrobromofluorocarbure, méthylchloroforme, etc.).

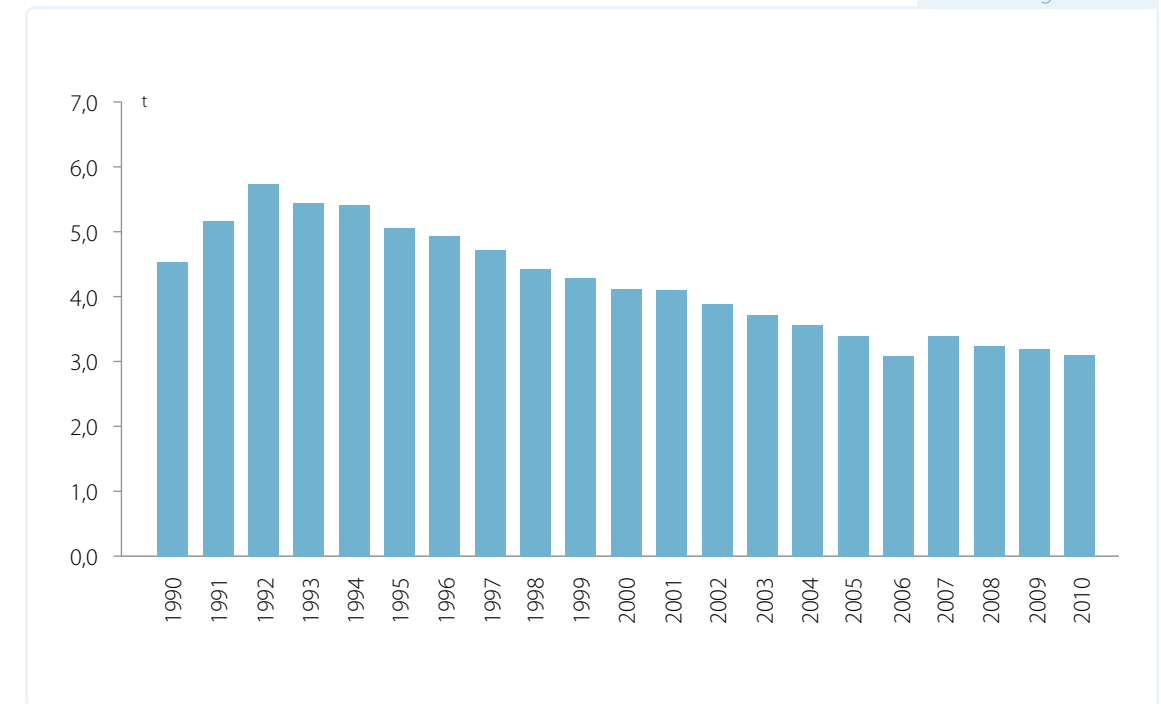
Monaco a adhéré à la Convention de Vienne et au protocole de Montréal le 12 mars 1993.

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

Les graphiques 4.1, 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.

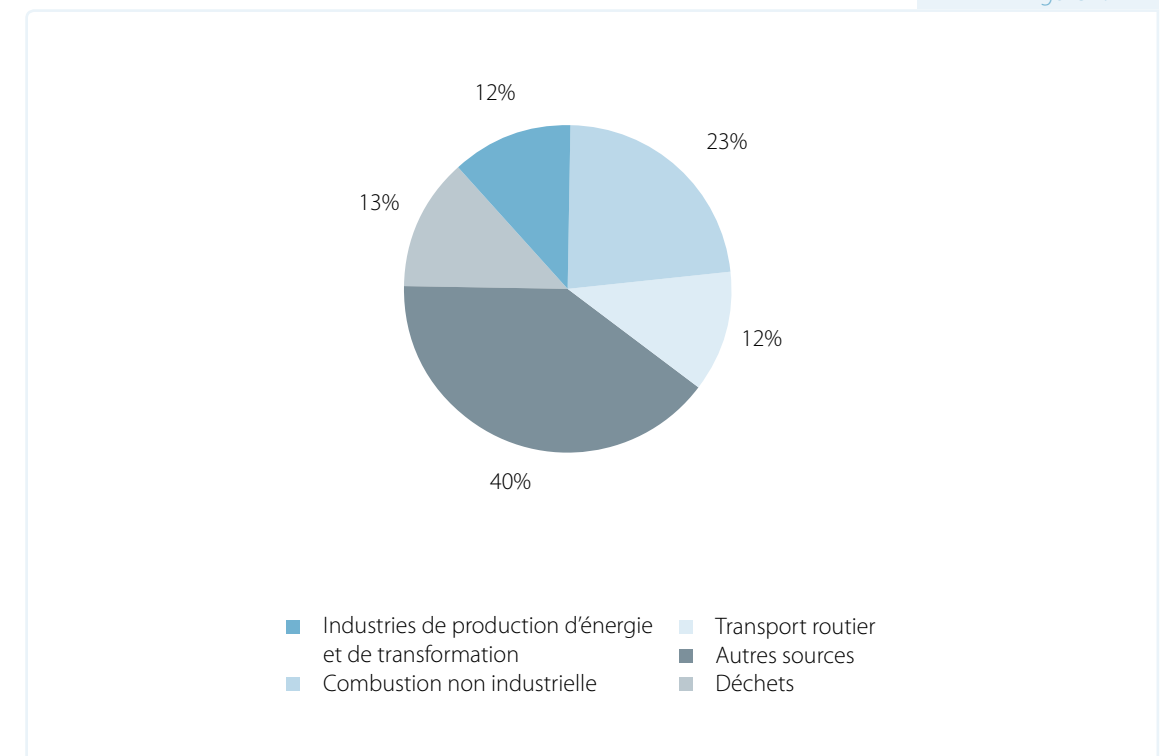
1.1 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – OXYDES D'AZOTE (NO_x)

Figure 4.1



Evolution des émissions d'oxyde d'azote, en tonnes, de 1990 à 2010

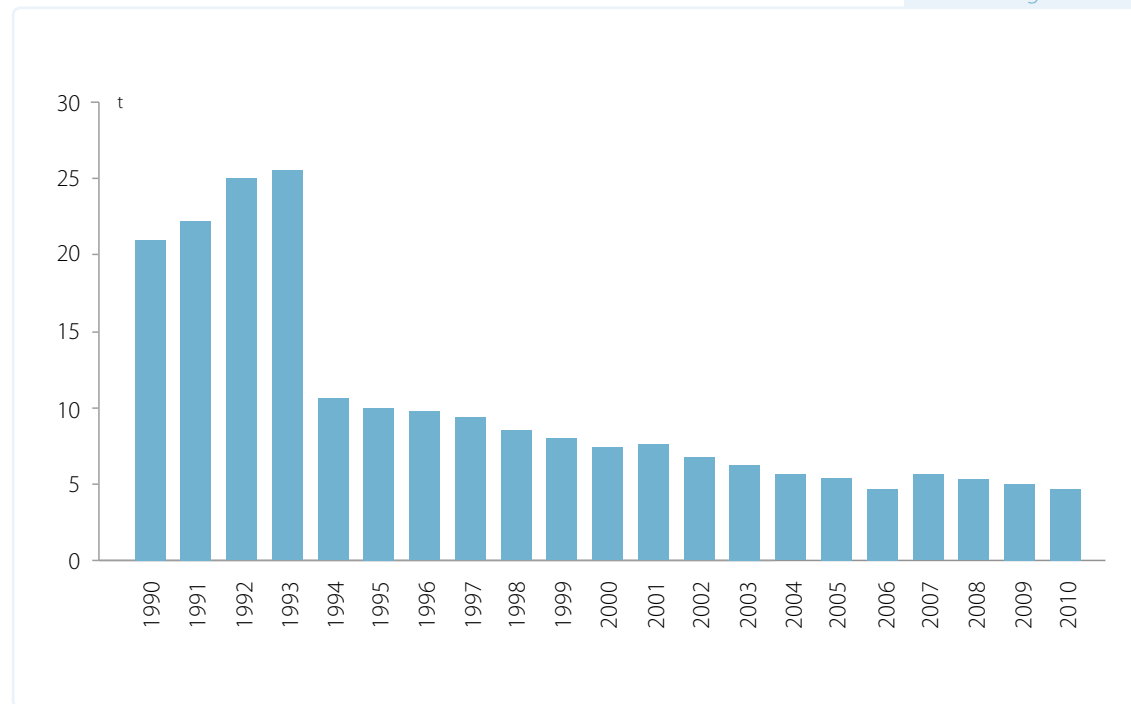
Figure 4.2



Répartition des émissions d'oxyde d'azote par secteurs d'activité, en 2010

1.2 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – PARTICULES (PM)

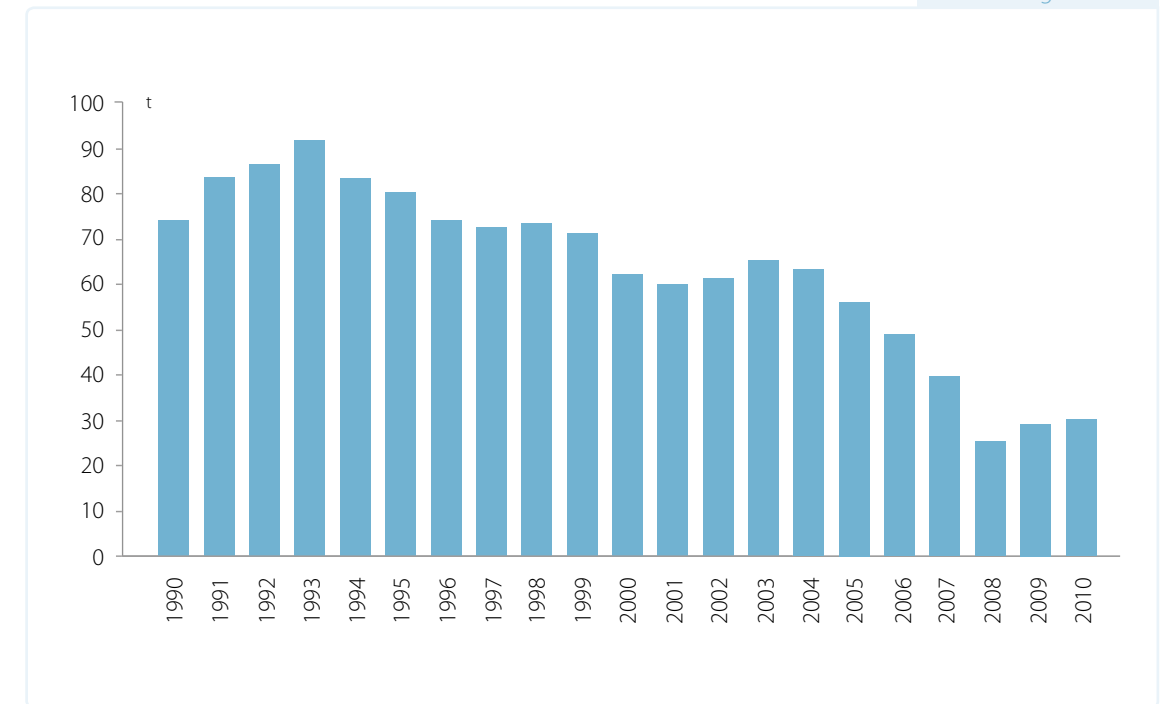
Figure 4.3



Evolution des émissions des particules, en tonnes, de 1990 à 2010

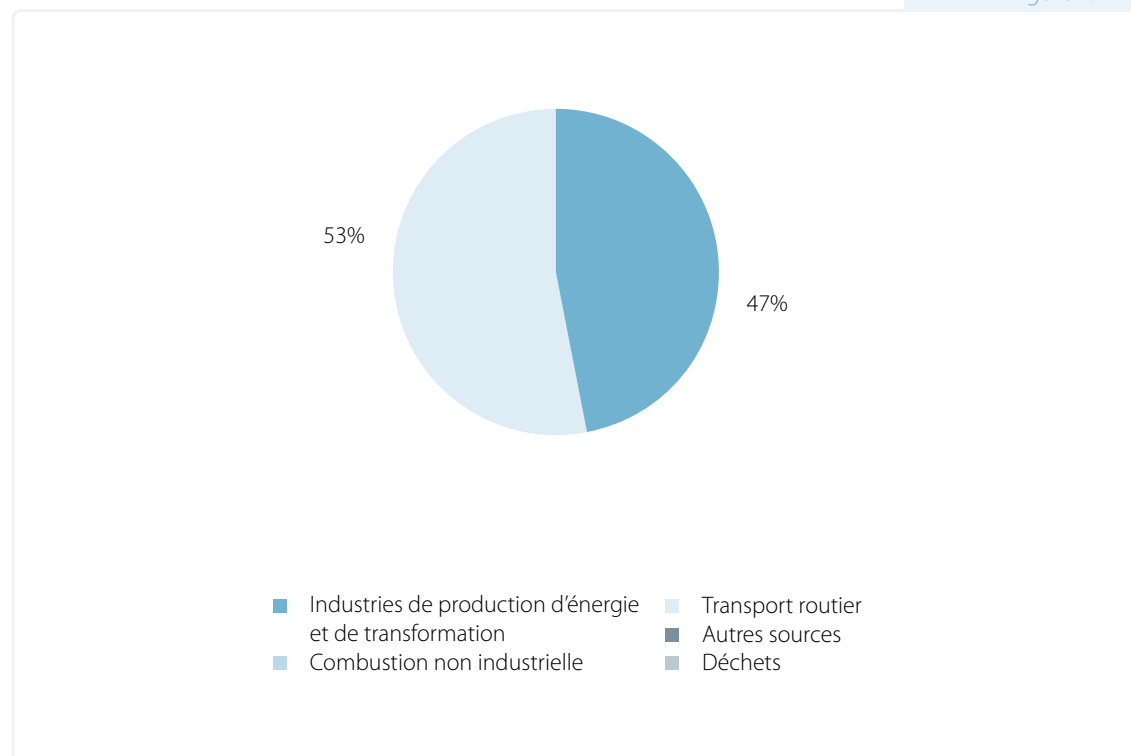
1.3 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS - DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

Figure 4.5



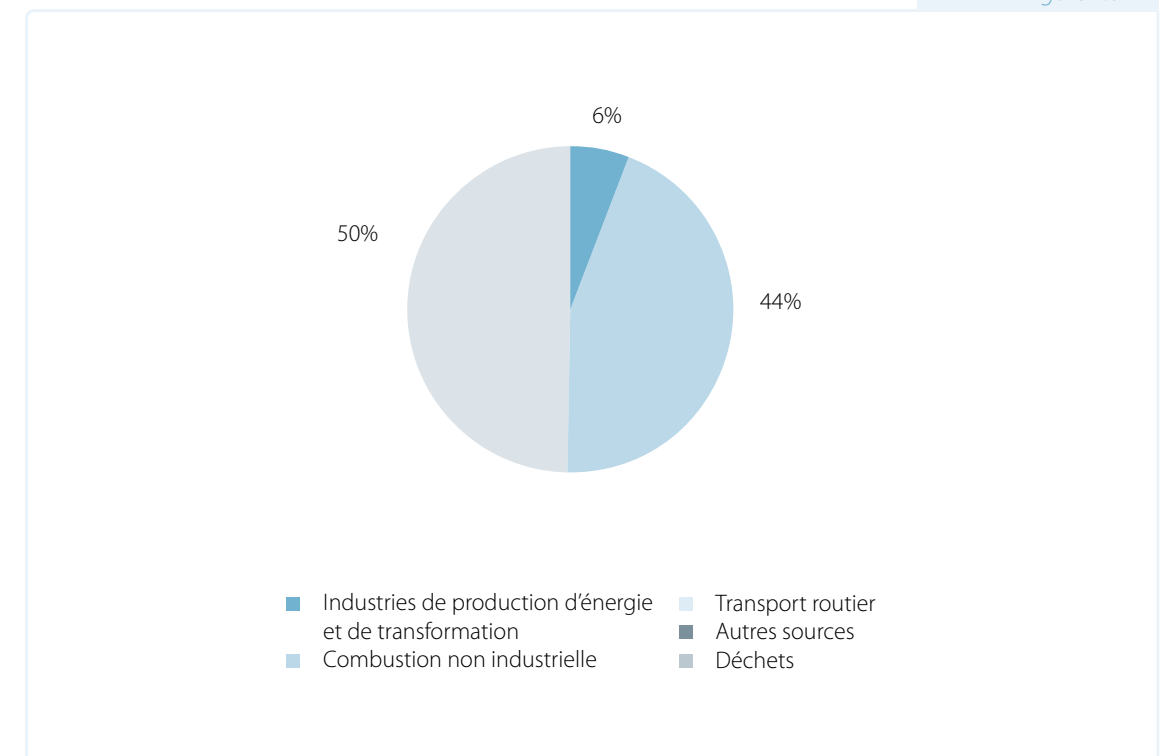
Evolution des émissions de dioxyde de soufre, en tonnes, de 1990 à 2010

Figure 4.4



Répartition des émissions des particules par secteurs d'activité, en 2010

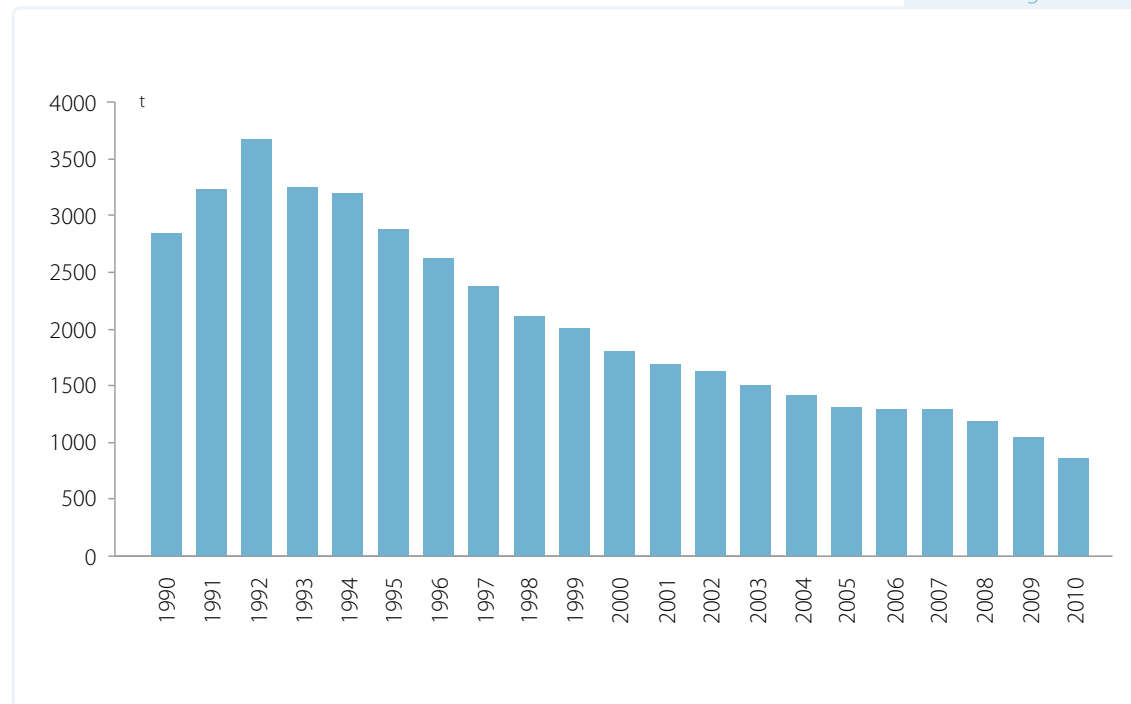
Figure 4.6



Répartition des émissions de dioxyde de soufre par secteurs d'activité, en 2010

1.4 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – MONOXYDE DE CARBONE (CO)

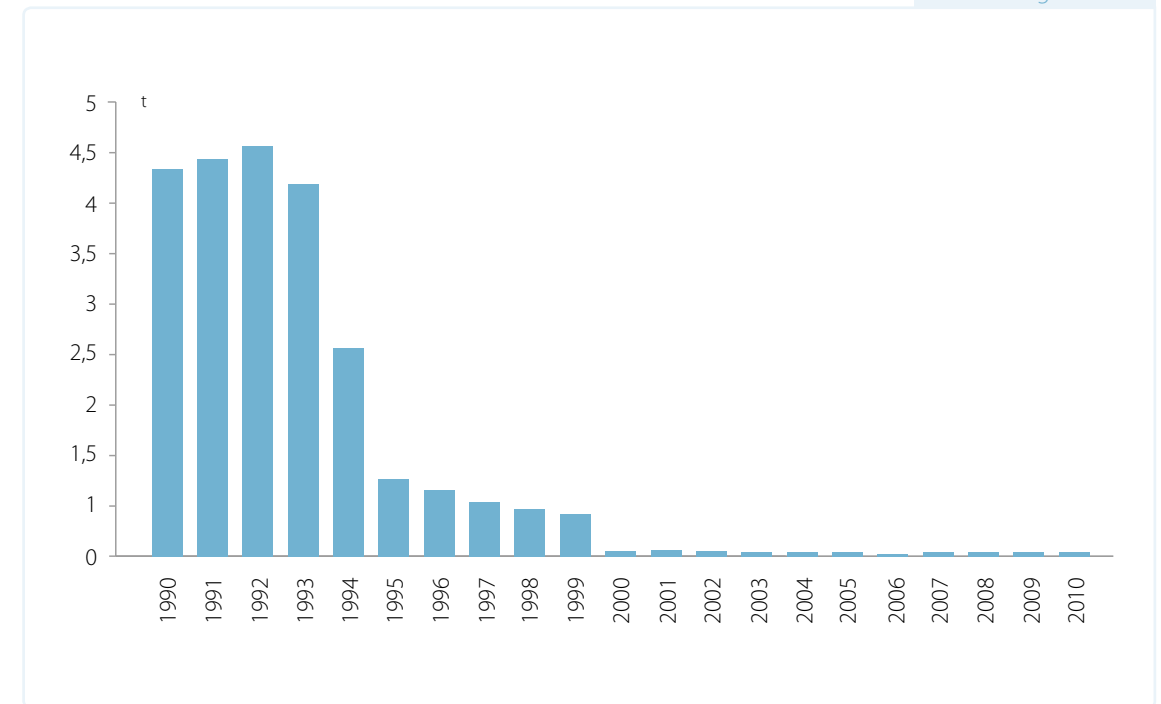
Figure 4.7



Evolution des émissions de monoxyde de carbone, en tonnes, de 1990 à 2010

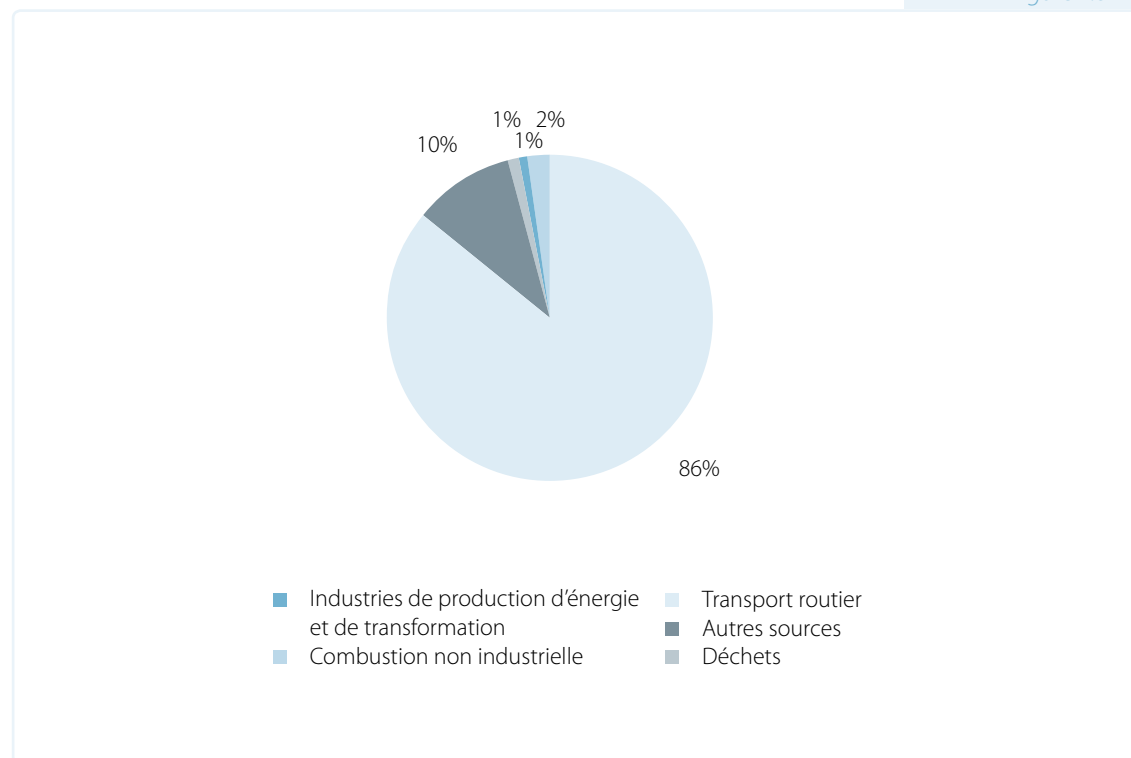
1.5 INVENTAIRE DES ÉMISSIONS – PLOMB (PB)

Figure 4.9



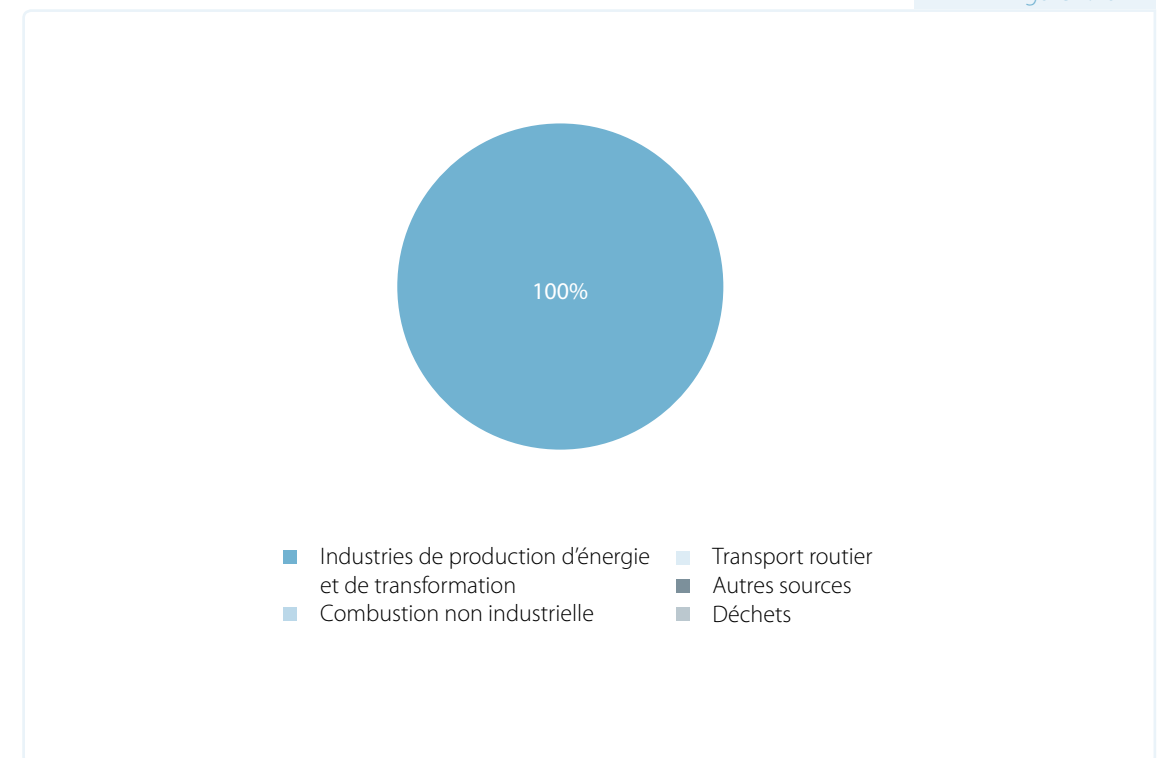
Evolution des émissions de plomb, en tonnes, de 1990 à 2010

Figure 4.8



Répartition des émissions de monoxyde de carbone par secteurs d'activité, en 2010

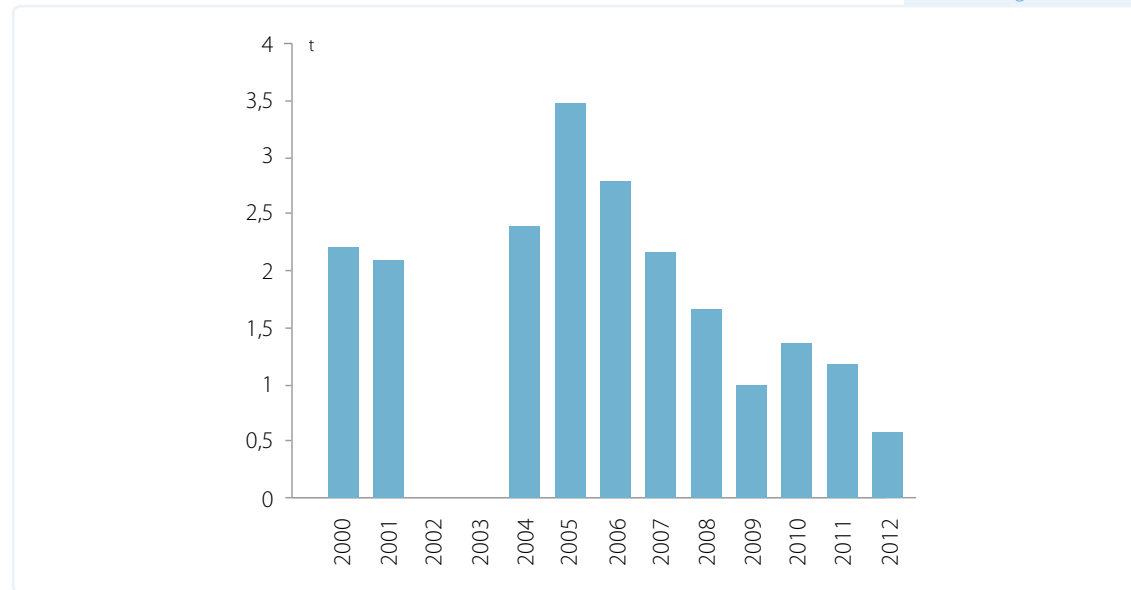
Figure 4.10



Répartition des émissions de plomb par secteurs d'activité, en 2010

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

Figure 4.11



Importation de Substances de transition*, en tonnes, de 2000 à 2012

* Gaz industriel et réfrigérant importé (HCFC-22/R22 ; HFC-407c/R407C ; HCFC-141b/R141b ; HFC-134/R134 ; HFC-404c/R404c ; HFC-410a/R410a ; R403b). À 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).

Les données qui sont relevées par ce réseau sont interprétées pour être comparées aux critères définis par la Directive européenne 2008/50/CE afin de fournir, notamment, une information journalière sur la qualité de l'air.

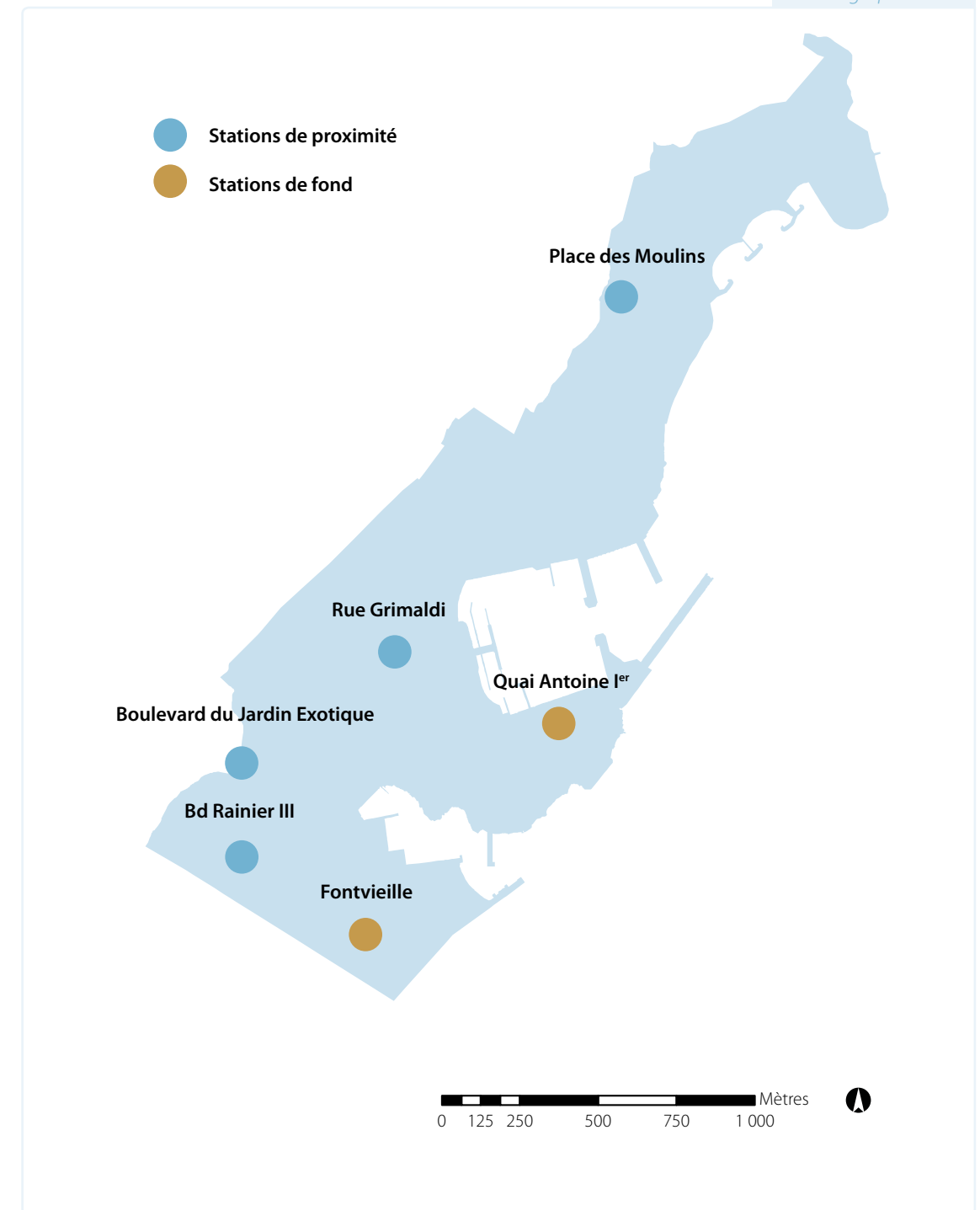
2.1.1 Le réseau de mesure

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, d'azote, ...).

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.

Cartographie 4.1



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
Protection de la santé Humaine (objectif à long terme date de mise en œuvre non précisée)	Maximum journalier de la moyenne sur huit heures	120 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 25 fois par année civile

Seuil d'alerte et d'information

Pour toute l'année 2011, les valeurs maximales des moyennes horaires mesurées sur les stations de la Principauté n'ont pas franchi les seuils d'information et par conséquent les seuils d'alerte à la population.

Objectif à long terme

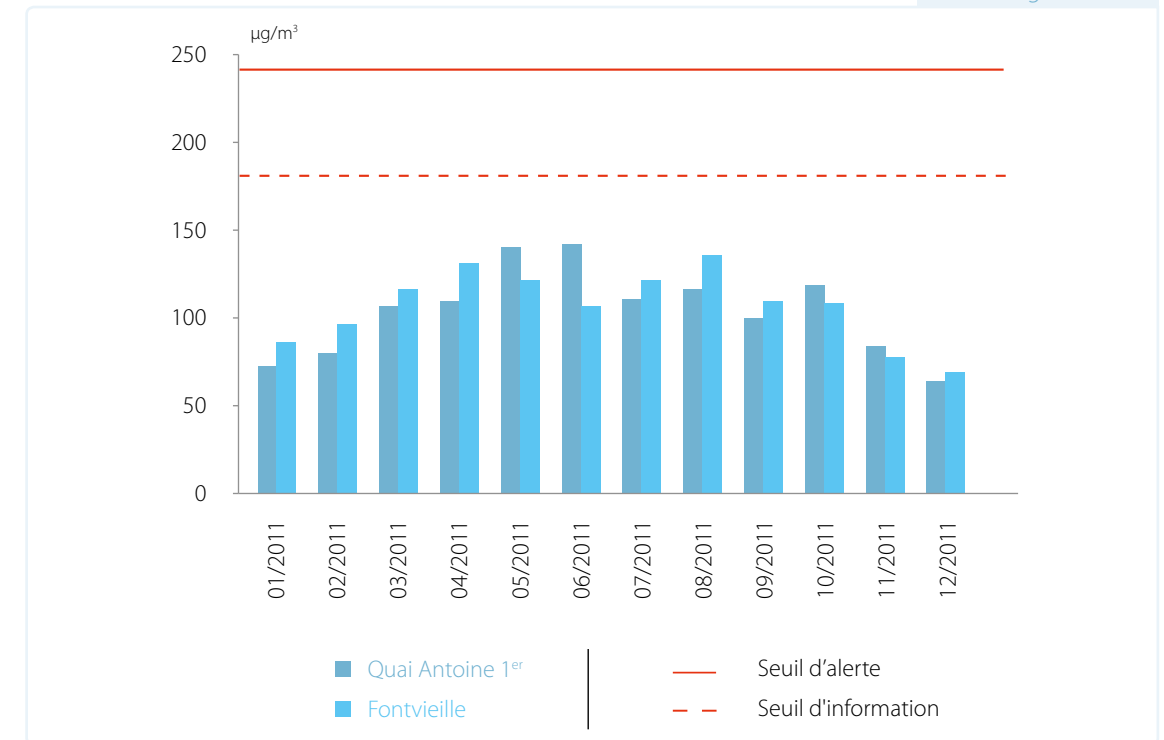
En 2011, seuls deux dépassements du maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ont été observés sur la station du quai Antoine 1^{er} ; le 11/05/2011 (121µg/m³) et le 26/06/2011 (125µg/m³).

Tableau 4.1

Mois	Quai Antoine 1 ^{er} (en µg/m ³)	Fontvieille (en µg/m ³)
janv-11	71	85
févr-11	79	96
mars-11	106	117
avr-11	108	130
mai-11	140	121
juin-11	141	105
juil-11	111	121
août-11	116	135
sept-11	100	108
oct-11	118	107
nov-11	84	78
déc-11	63	69

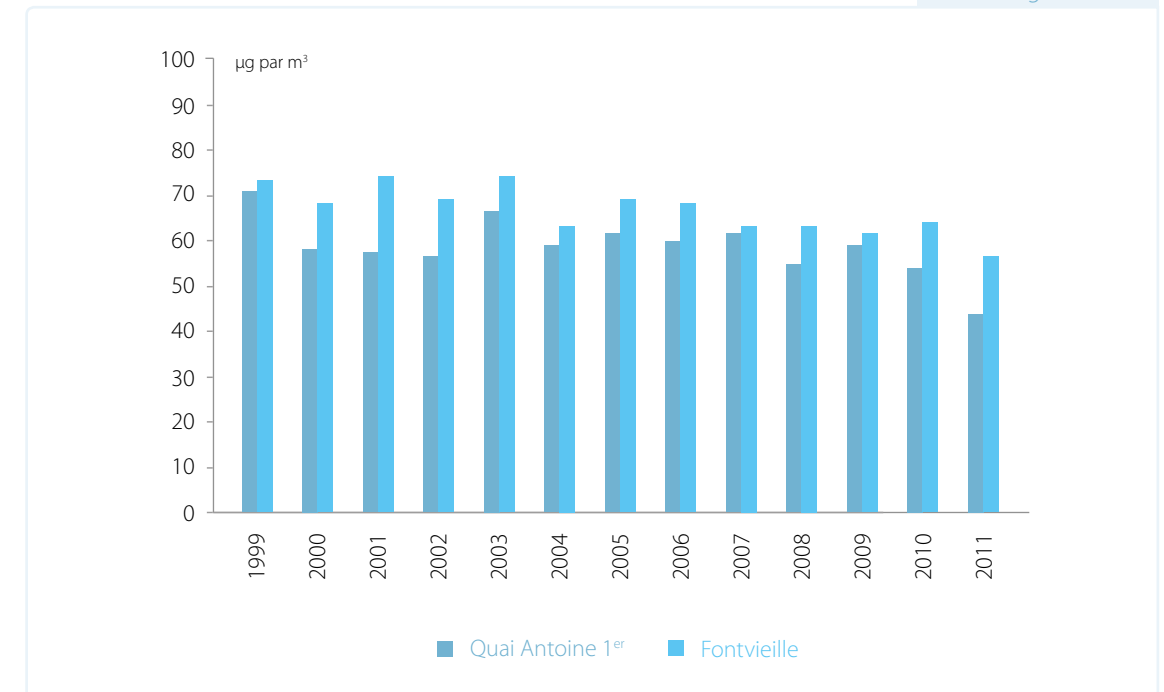
Valeurs maximales des moyennes horaires d'ozone en µg/m³ en 2011

Figure 4.12



Valeurs mensuelles maximales des moyennes horaires d'ozone, en µg/m³, en 2011

Figure 4.13



Evolution des moyennes annuelles d'ozone, en µg par m³, de 1999 à 2011

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) n'est à signaler. En 2011, la valeur limite horaire préconisée par la Directive européenne pour la protection de la santé humaine n'a été dépassée que deux fois à la station « Grimaldi » (216 µg/m³ le 25/05 à 17h00 et 217 µg/m³ le 25/05 à 18h00), une fois à la station du boulevard du Jardin Exotique (212 µg/m³ le 29/05 à 17h00), et une fois à la station du quai Antoine 1^{er} (le 25/05 ; 207 µg/m³ à 17h00) pour une limite de 18 dépassements. Ces dépassements ont été observés préalablement et pendant la période du Grand Prix de F1 2011.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	400 µg/m ³ relevés sur trois heures consécutives.
Valeurs limites pour la protection de la santé	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	Année civile	A partir de 2010 : 40 µg/m ³
Valeurs limites pour la protection de la végétation	Année civile	A partir de 2010 : 30 µg/m ³

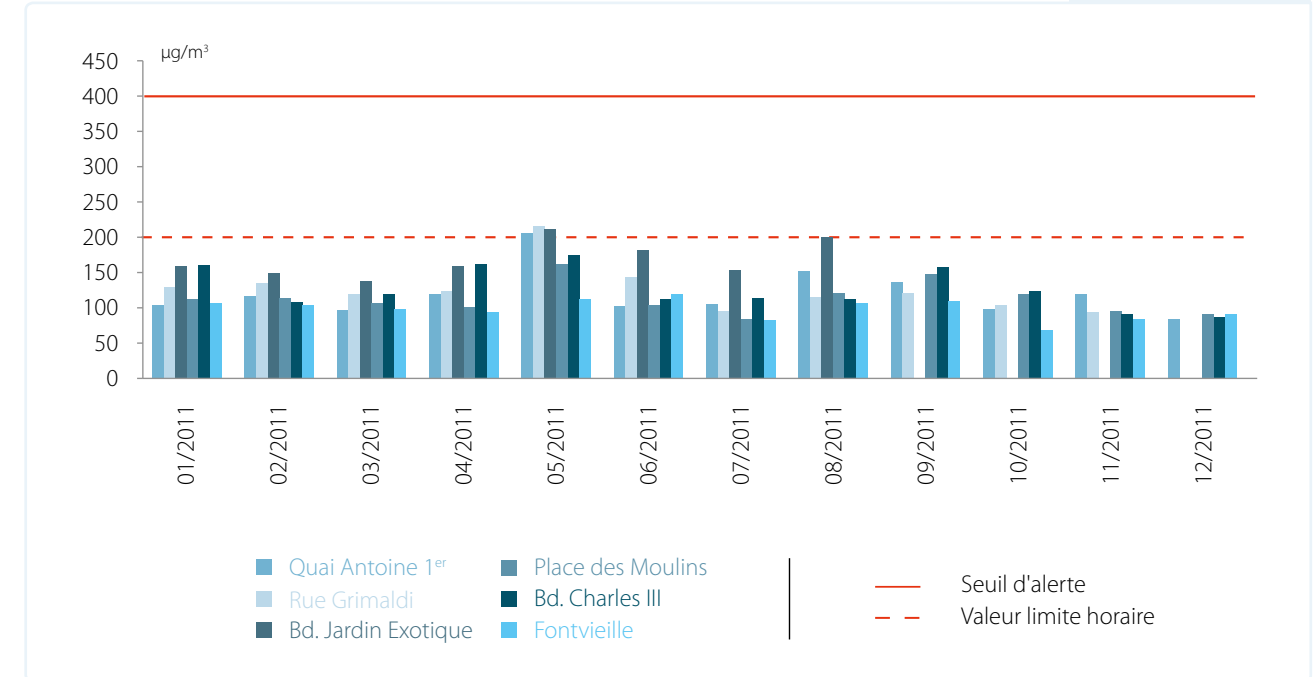
Tableau 4.2

Mois	Quai Antoine 1 ^{er} (en µg/m ³)	Rue Grimaldi (en µg/m ³)	Bd. du Jardin Exotique (en µg/m ³)	Pl. des Moulins (en µg/m ³)	Bd. Charles III (en µg/m ³)	Fontvieille (en µg/m ³)
janv-11	103	127	158	110	160	106
févr-11	116	134	147	113	108	103
mars-11	95	117	137	106	118	97
avr-11	117	122	157	99	161	92
mai-11	207	217	212	162	175	110
juin-11	100	143	181	102	110	75
juil-11	104	94	153	83	112	80
août-11	151	115	199	120	110	106
sept-11	136	119	*	148	157	108
oct-11	98	102	*	117	122	67
nov-11	117	92	*	94	90	83
déc-11	83	*	*	91	85	89

* Non évaluées

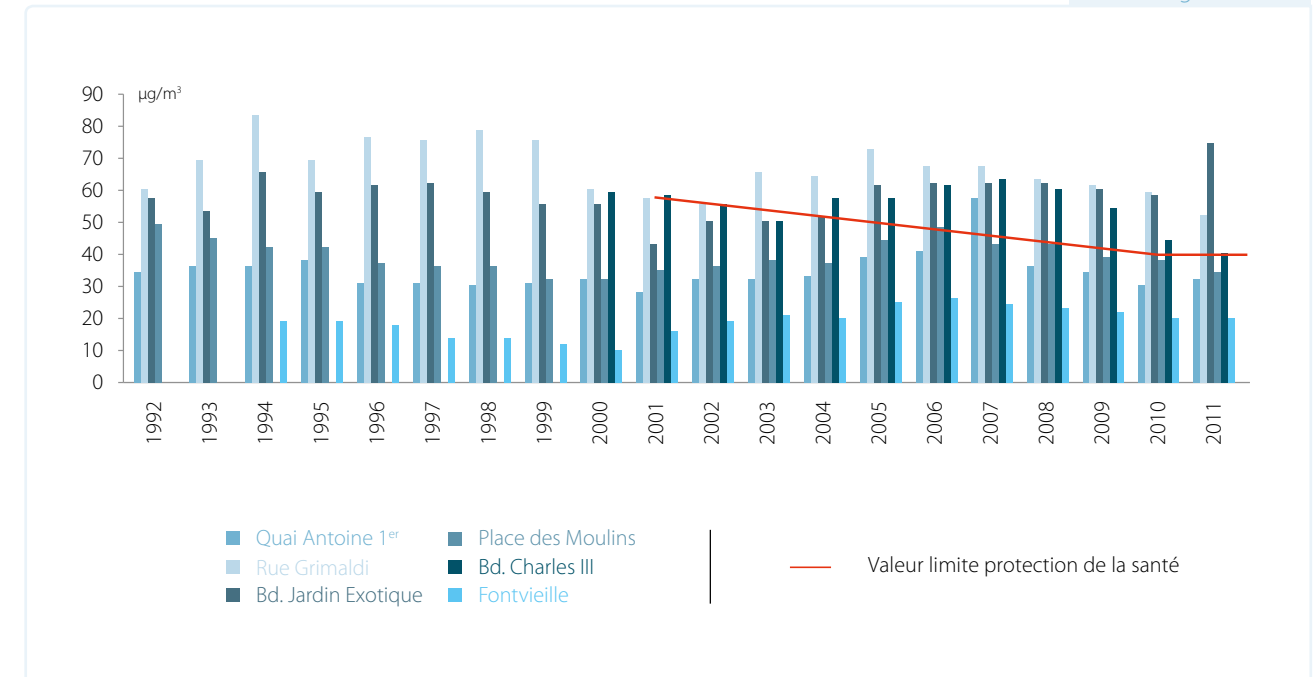
Maximales des moyennes horaires mensuelles de dioxyde d'azote, en µg/m³, en 2011

Figure 4.14



Maximales des moyennes horaires mensuelles de dioxyde d'azote, en µg/m³, en 2011

Figure 4.15



Maximales des moyennes horaires de dioxyde d'azote, en µg/m³, en 2011

Les stations de proximité (rue Grimaldi, bd du Jardin Exotique, place des Moulins et bd Charles III) mesurent directement la pollution émise par le trafic routier. Pour 2011, bien que trois stations montrent encore des valeurs qui dépassent celles de la Directive européenne, la moyenne annuelle continue de diminuer par rapport à ces dernières années.

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.

Un dépassement de la valeur limite a été constaté le 29/07/2011 sur la station de Fontvieille. On note une absence de mesure sur la station de Fontvieille de janvier à février 2011 pour des raisons de travaux.

	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	Année civile	40 µg/m ³ marge de dépassement : 20%

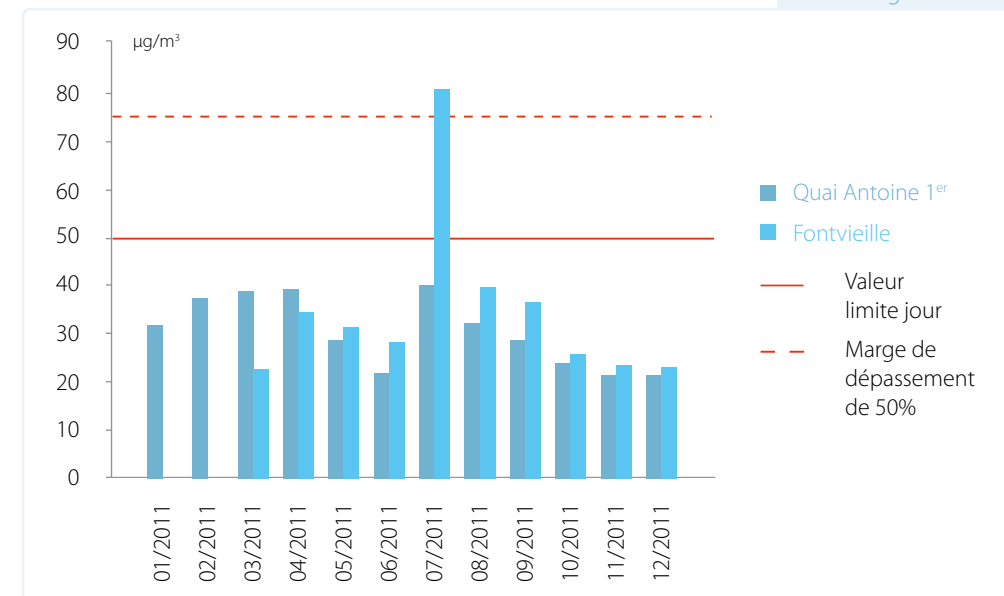
Tableau 4.3

	Quai Antoine 1 ^{er} (en µg/m ³)	Fontvieille (en µg/m ³)
janv-11	32	*
févr-11	37	*
mars-11	39	23
avr-11	39	35
mai-11	29	32
juin-11	22	28
juil-11	40	81
août-11	32	40
sept-11	29	37
oct-11	24	26
nov-11	22	24
déc-11	21	23

Valeurs maximales des moyennes journalières mensuelles de poussières, en µg/m³, en 2011

* Non évalués

Figure 4.16



Concentrations maximales des moyennes journalières mensuelles de poussières en µg/m³, en 2011

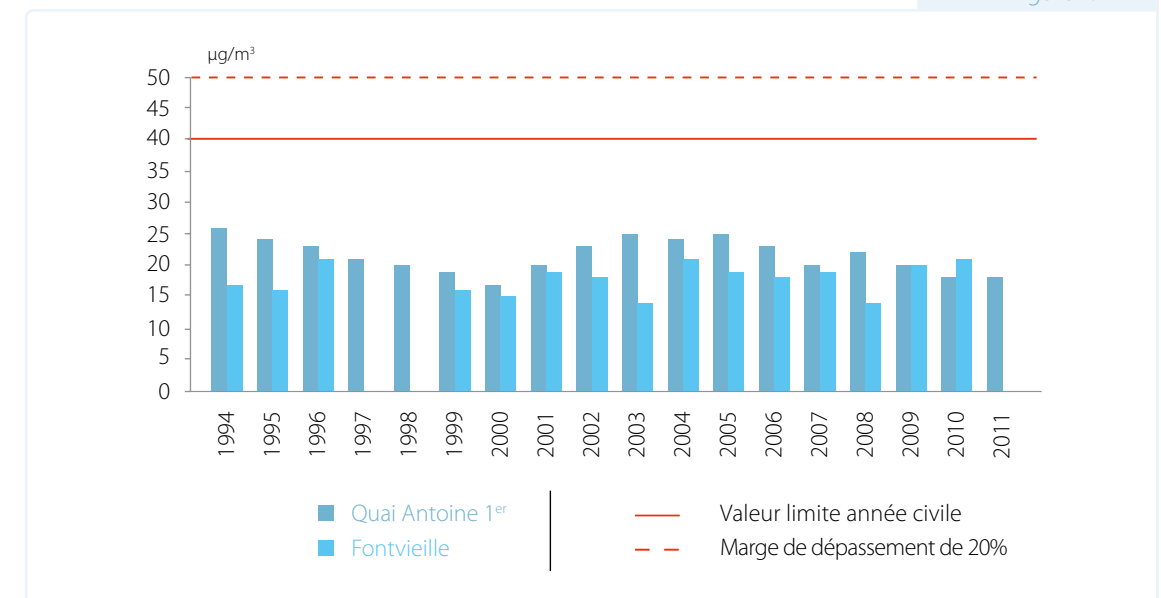
Tableau 4.4

Années	Quai Antoine 1 ^{er} (en µg/m ³)	Fontvieille (en µg/m ³)
1994	26	17
1995	24	16
1996	23	21
1997	21	*
1998	20	*
1999	19	16
2000	17	15
2001	20	19
2002	23	18
2003	25	14
2004	24	21
2005	25	19
2006	23	18
2007	20	19
2008	22	14
2009	20	20
2010	18	21
2011	18	*

Concentrations annuelles moyennes de poussières, en µg/m³, de 1994 à 2011

* Non évalués

Figure 4.17



Concentrations annuelles moyennes de poussières, en µg/m³, de 1994 à 2011

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 µg/m³.

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	Moyenne horaire	500 µg/m ³
Valeurs limites pour la protection de la santé	Moyenne horaire	350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile
Valeurs limites pour la protection de la santé	Moyenne journalière	125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile

Les valeurs maximales horaires mesurées sur les stations de la Principauté, pour le dioxyde de soufre, sont très largement inférieures à la valeur limite fixée par les Directives européennes pour toute l'année 2011.

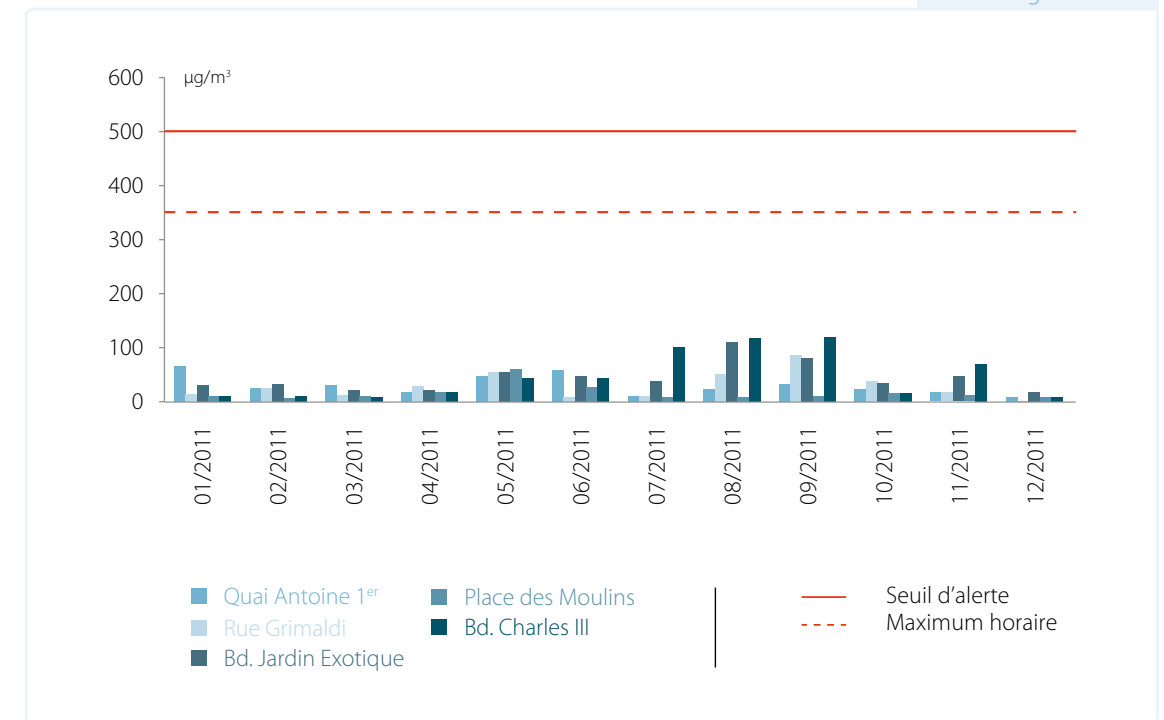
Les moyennes journalières des valeurs maximales horaires mesurées sur les stations de la Principauté, pour le dioxyde de soufre, sont aussi très largement inférieures à la valeur limite fixée par les Directives européennes pour toute l'année 2011.

Tableau 4.5

Stations	Quai Antoine 1 ^{er}		Rue Grimaldi		Bd. du Jardin Exotique		Pl. des Moulins		Bd. Charles III	
	Maximales horaires (en µg/m ³)	Maximales journalières (en µg/m ³)	Maximales horaires (en µg/m ³)	Maximales journalières (en µg/m ³)	Maximales horaires (en µg/m ³)	Maximales journalières (en µg/m ³)	Maximales horaires (en µg/m ³)	Maximales journalières (en µg/m ³)	Maximales horaires (en µg/m ³)	Maximales journalières (en µg/m ³)
janv-11	66	2	14	5	31	8	9	4	10	5
févr-11	25	3	28	5	34	7	7	4	12	7
mars-11	32	4	13	5	23	8	9	3	10	6
avr-11	18	4	30	5	22	7	19	5	18	8
mai-11	47	8	54	5	55	12	61	5	44	11
juin-11	60	13	9	5	48	8	27	5	42	11
juil-11	12	17	12	6	38	9	10	4	101	4
août-11	26	8	52	7	110	10	9	8	118	7
sept-11	35	20	85	5	82	20	12	11	120	10
oct-11	24	11	39	33	36	10	15	6	16	9
nov-11	15	6	16	15	45	11	12	11	70	3
déc-11	8	23		12	17	14	9	2	9	2

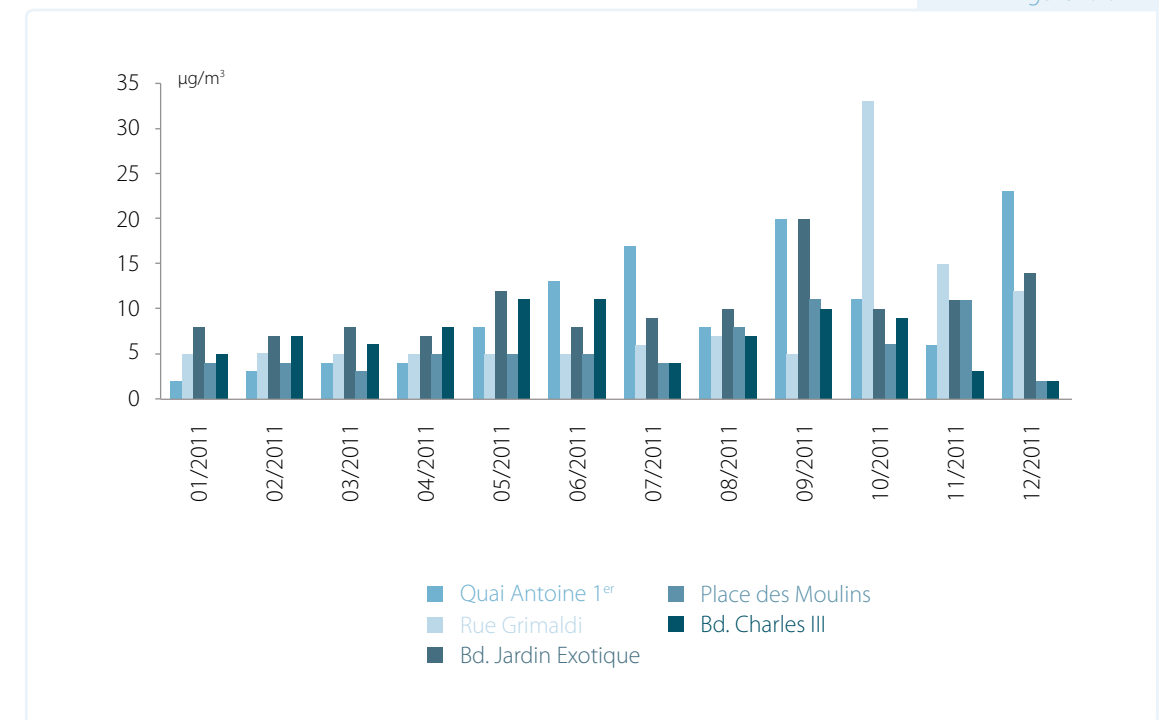
Valeurs maximales des moyennes horaires et journalières de dioxyde de soufre en µg/m³, en 2011

Figure 4.18



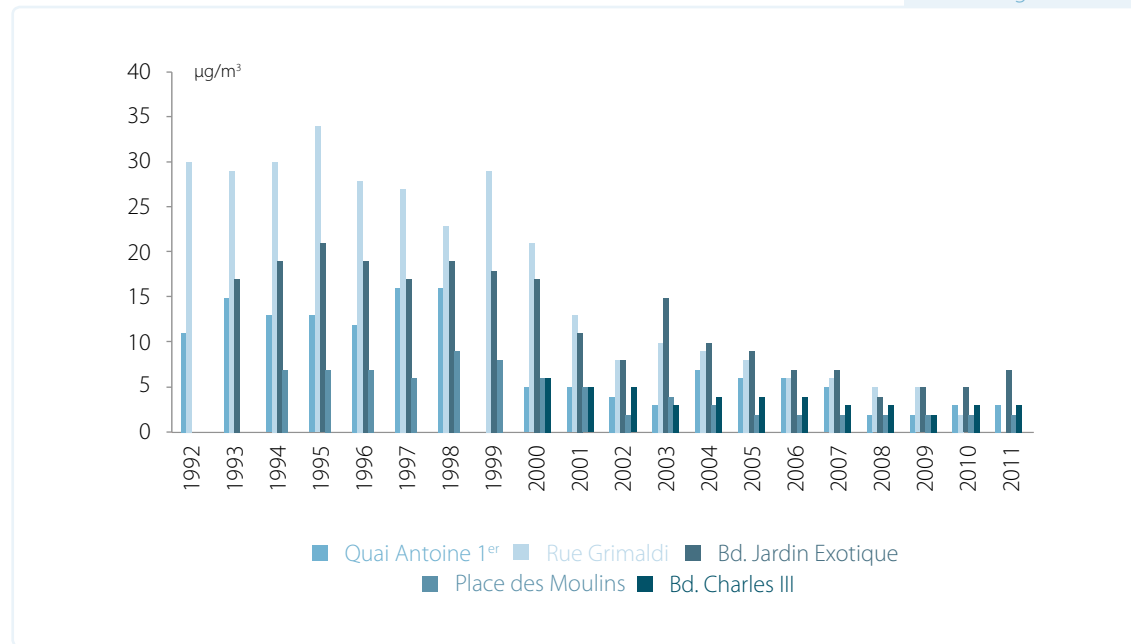
Valeurs mensuelles maximales des moyennes horaires de dioxyde de soufre, en µg/m³, en 2011

Figure 4.19



Valeurs mensuelles maximales des moyennes journalières de dioxyde de soufre, en µg/m³, en 2011

Figure 4.20



Evolution des moyennes annuelles de dioxyde de soufre, en µg/m³, de 1992 à 2011

Une baisse des concentrations moyennes en dioxyde de soufre est enregistrée principalement du fait 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	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	10 mg/m ³ Marge de dépassement de 60%

Les diverses stations de la Principauté affichent, pour l'année 2011, 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 sur 8 heures n'a été observé.

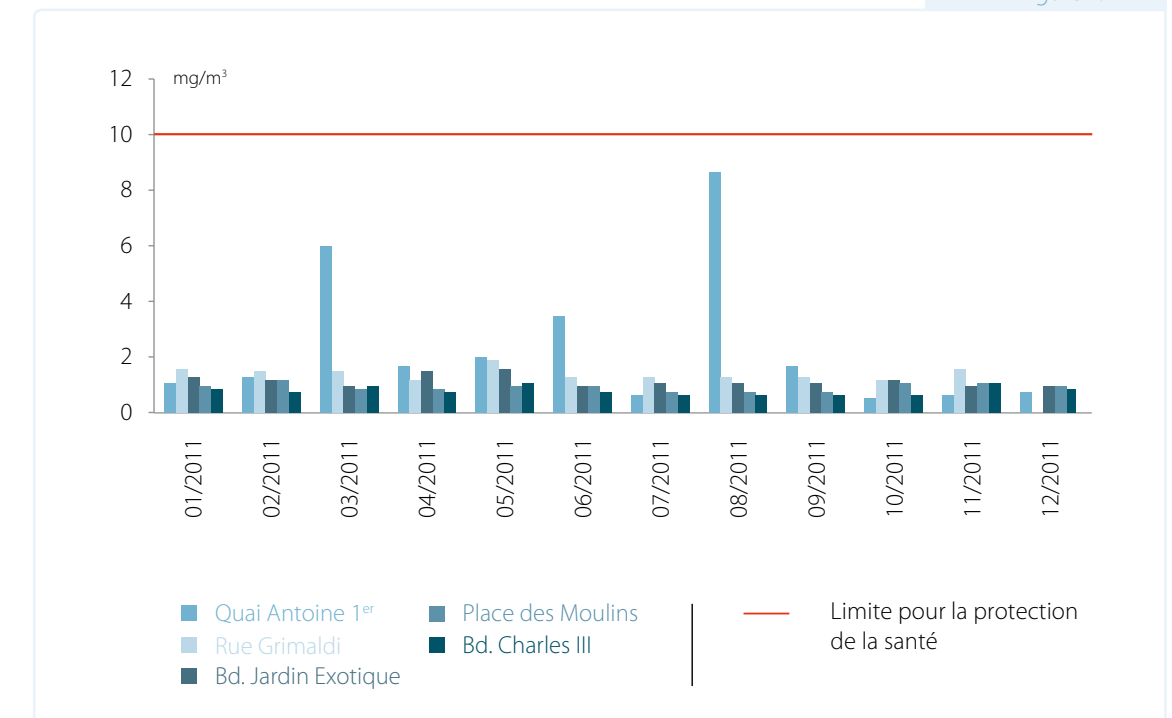
Tableau 4.6

Stations	Quai Antoine 1 ^{er}		Rue Grimaldi		Bd. du Jardin Exotique		Pl. des Moulins		Bd. Charles III	
	Maximales horaires (en mg/m ³)	Moyennes mensuelles (en mg/m ³)	Maximales horaires (en mg/m ³)	Moyennes mensuelles (en mg/m ³)	Maximales horaires (en mg/m ³)	Moyennes mensuelles (en mg/m ³)	Maximales horaires (en mg/m ³)	Moyennes mensuelles (en mg/m ³)	Maximales horaires (en mg/m ³)	Moyennes mensuelles (en mg/m ³)
janv-11	1,1	0,3	1,6	0,7	1,2	0,5	0,9	0,3	0,9	0,4
févr-11	1,3	0,3	1,5	0,7	1,1	0,5	1,2	0,4	0,7	0,3
mars-11	6,0	0,5	1,4	0,6	1,0	0,5	0,9	0,4	0,9	0,4
avr-11	1,7	0,1	1,2	0,6	1,5	0,6	0,9	0,3	0,8	0,4
mai-11	2,0	0,2	1,9	0,6	1,6	0,6	0,9	0,4	1,1	0,5
juin-11	3,5	0,3	1,3	0,6	1,0	0,5	1,0	0,4	0,8	0,4
juil-11	0,6	0,2	1,2	0,5	1,0	0,5	0,7	0,4	0,6	0,2
août-11	8,7	0,4	1,3	0,6	1,1	0,5	0,8	0,5	0,7	0,3
sept-11	1,7	0,2	1,3	0,6	1,1	0,6	0,8	0,5	0,6	0,3
oct-11	0,5	0,2	1,2	0,6	1,1	0,5	1,0	0,4	0,6	0,2
nov-11	0,6	0,3	1,6	0,6	1,0	0,4	1,1	0,4	1,1	0,3
déc-11	0,7	0,3	*	*	0,9	0,4	1,0	0,4	0,8	0,3

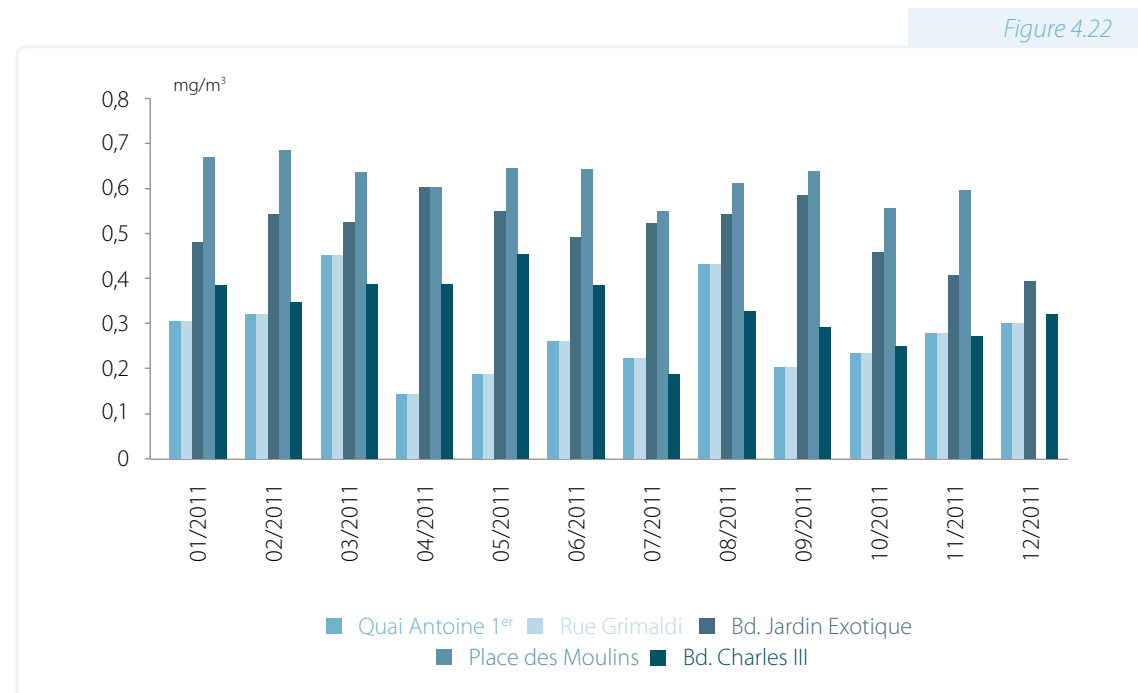
* Non évaluées

Valeurs maximales des moyennes horaires sur 8 heures et moyennes mensuelles du monoxyde de carbone, en mg/m³, en 2011

Figure 4.21

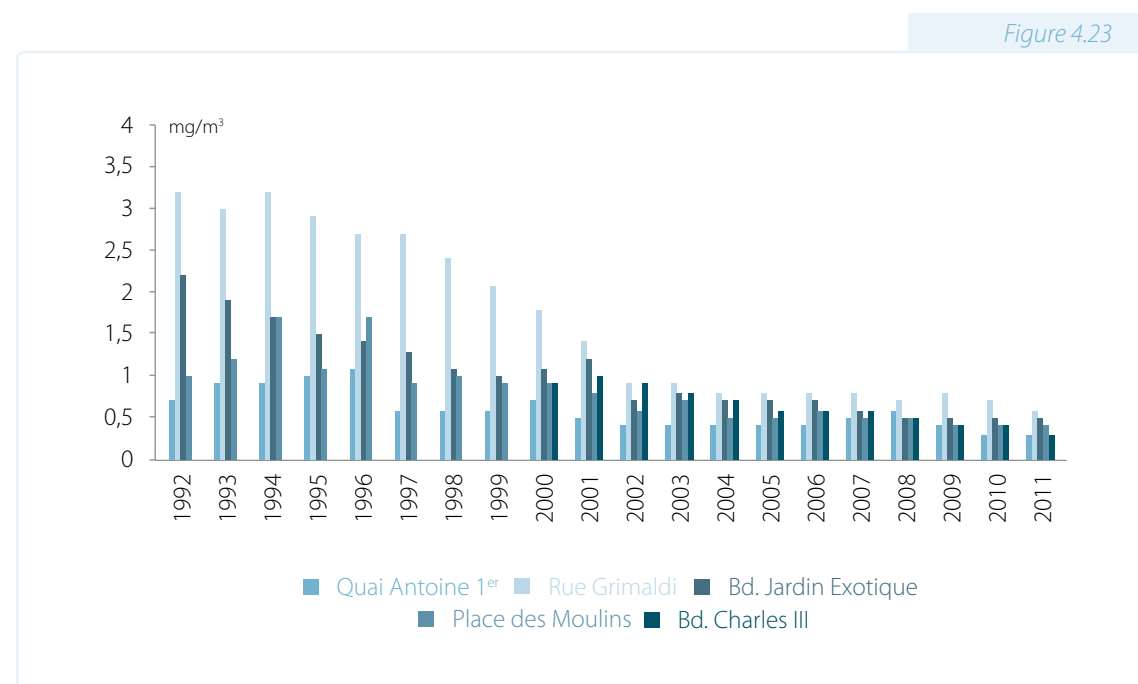


Valeurs maximales des moyennes horaires sur 8 heures du monoxyde de carbone, en mg/m³, en 2011



Valeurs moyennes mensuelles du monoxyde de carbone, en mg/m³, en 2011

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.



Moyennes annuelles des concentrations en monoxyde de carbone, en mg/m³, de 1992 à 2011

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 chute des valeurs en 2000 due à 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.

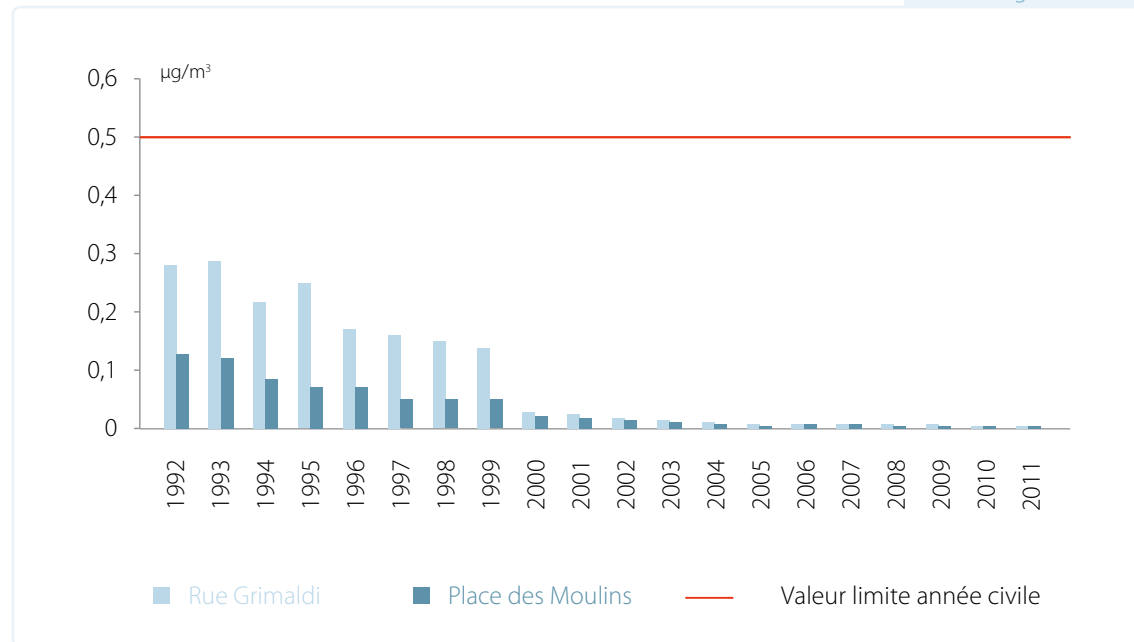
	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé	Année civile	0,5 µg/m³ Marge de dépassement : 100%

Tableau 4.7

Années	Grimaldi (en µg/m³)	Moulins (en µg/m³)
1992	0,281	0,127
1993	0,289	0,121
1994	0,215	0,086
1995	0,250	0,070
1996	0,170	0,070
1997	0,160	0,050
1998	0,150	0,050
1999	0,140	0,050
2000	0,030	0,020
2001	0,025	0,017
2002	0,018	0,014
2003	0,015	0,011
2004	0,009	0,007
2005	0,007	0,005
2006	0,007	0,008
2007	0,007	0,006
2008	0,007	0,005
2009	0,007	0,004
2010	0,003	0,002
2011	0,005	0,003

Concentrations moyennes annuelles de plomb, en µg/m³, de 1992 à 2011

Figure 4.24



Concentrations moyennes annuelles de plomb, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de 1992 à 2011

2.2 SUIVI DES REJETS DE L'USINE D'INCINÉRATION DES RÉSIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS (UIRUI)

L'usine de Monaco construite en 1980 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 78 000 tonnes de déchets par an. L'incinération permet une réduction de 90% du volume des déchets et de 75% de leur masse.

Cette technique de traitement des déchets provoque l'émission de gaz de combustion qui sont dépollués avant leurs rejets dans l'atmosphère.

En 2006, des travaux d'amélioration du système de traitement des fumées de l'usine ont été conduits pour un montant d'environ 20 millions d'euros, afin de la rendre plus performante que les normes européennes en matière de qualité des rejets gazeux, en particulier pour les dioxines et furannes.

La Direction de l'Environnement a fait appel à l'INERIS (l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) pour assurer la mise en œuvre du suivi des dépôts de dioxines et les furannes (PCCD/F):

- spécifiquement dans le cadre de la mise à niveau de l'UIRUI ;
- dans le cadre d'un suivi annuel.

Ces suivis doivent permettre également de quantifier les apports de l'installation par rapport au bruit de fond.

L'emplacement des six capteurs retenus en Principauté et en périphérie est basé sur une étude préalable de modélisation atmosphérique.

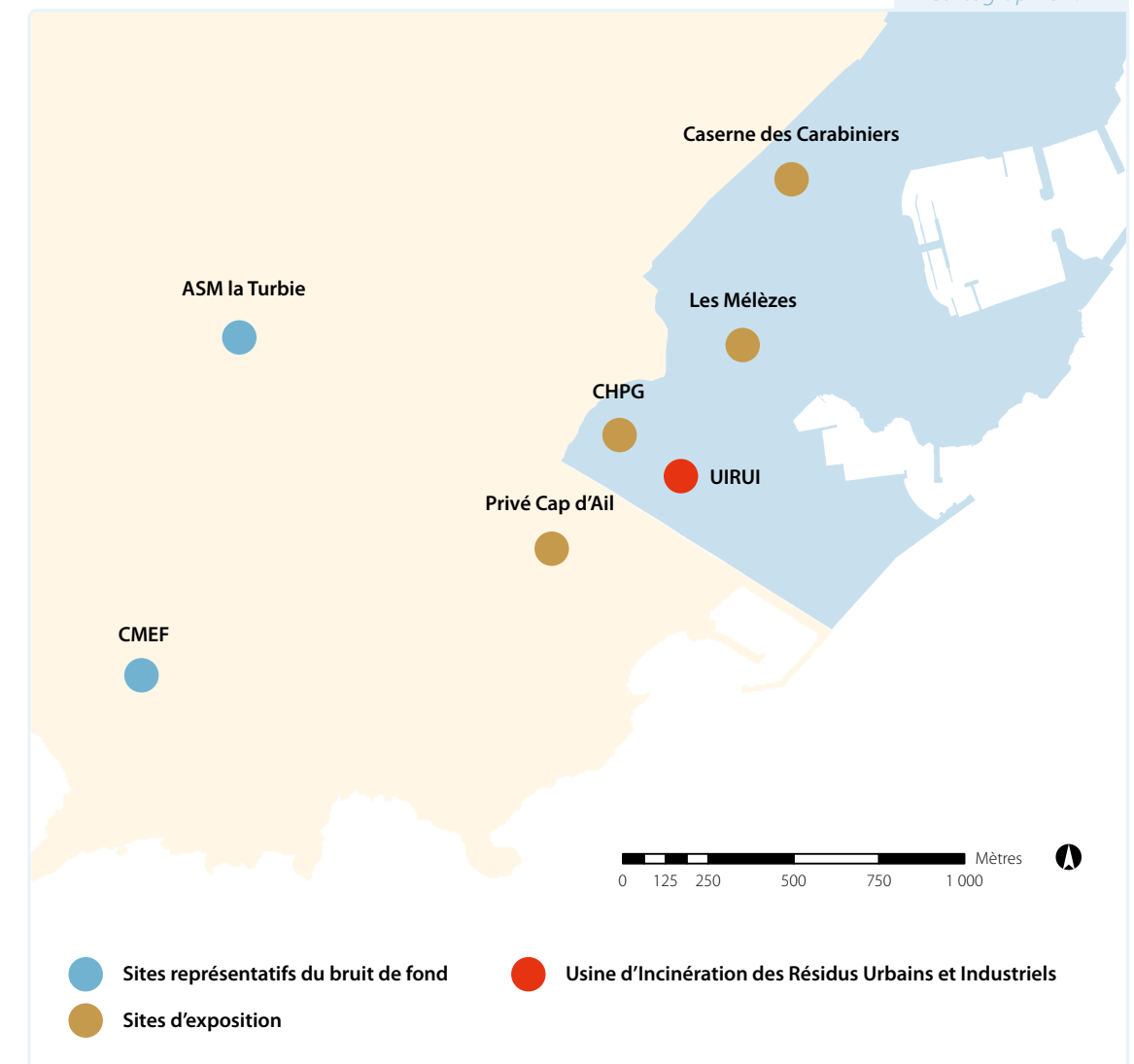
Quatre sites d'exposition en milieu urbain :

- 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, représentatif du bruit de fond montagne.
- site N°6 : Centre Méditerranéen d'Etudes Française à Cap d'Ail (CMEF), représentatif du bruit de fond urbain.

Cartographie 4.2



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

Les résultats obtenus sont comparés aux valeurs de référence de la littérature présentées dans le tableau ci-après :

Milieu de référence	PCDD/F pg I-t éq/m ² .j*
Rural	mai-20
Urbain	oct-85
Voisinage d'une source	1000

2.2.1 Evaluation 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 réalisées 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.

Ainsi, 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

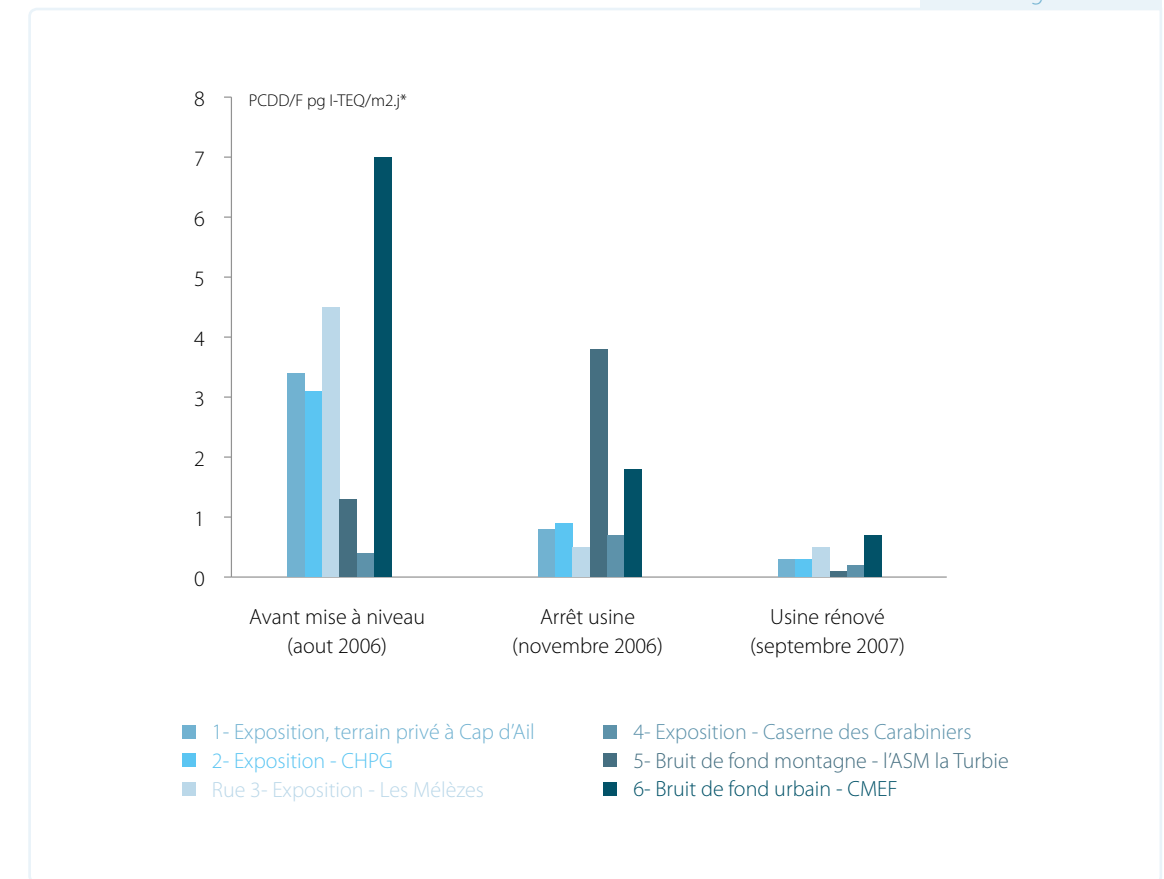
Tableau 4.8

	Avant mise à niveau (août 2006)	Arrêt usine (novembre 2006)	Usine rénovée (septembre 2007)
PCDD/F pg I-t éq/m ² .j*			
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 - l'ASM la Turbie	0,4	0,7	0,2
6- Bruit de fond urbain - CMEF	7,0	1,8	0,7

Evolution des teneurs relevées au cours des trois campagnes exprimées en PCDD/F pg I-t éq./m².j*

* Représente la somme en picogrammes des dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés, exprimée en I-t éq (Quantité d'équivalent toxique) par mètre carré et par jour.

Figure 4.25



Evolution des teneurs relevées au cours des trois campagnes exprimées en PCDD/F pg I-t éq./m².j*

La première campagne d'août 2006 a donné des résultats inférieurs à 7 picogrammes par mètre carré et par jour, d'équivalents toxiques international I-t éq, 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 seconde campagne de novembre 2006, réalisée durant l'arrêt de l'UIRUI, a fait apparaître des chiffres inférieurs aux premiers. Une augmentation observée sur le site N°4 est probablement la conséquence d'une source non identifiée au voisinage de ce point.

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.

* Représente la somme en picogrammes des dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés, exprimée en I-t éq (Quantité d'équivalent toxique) par mètre carré et par jour.

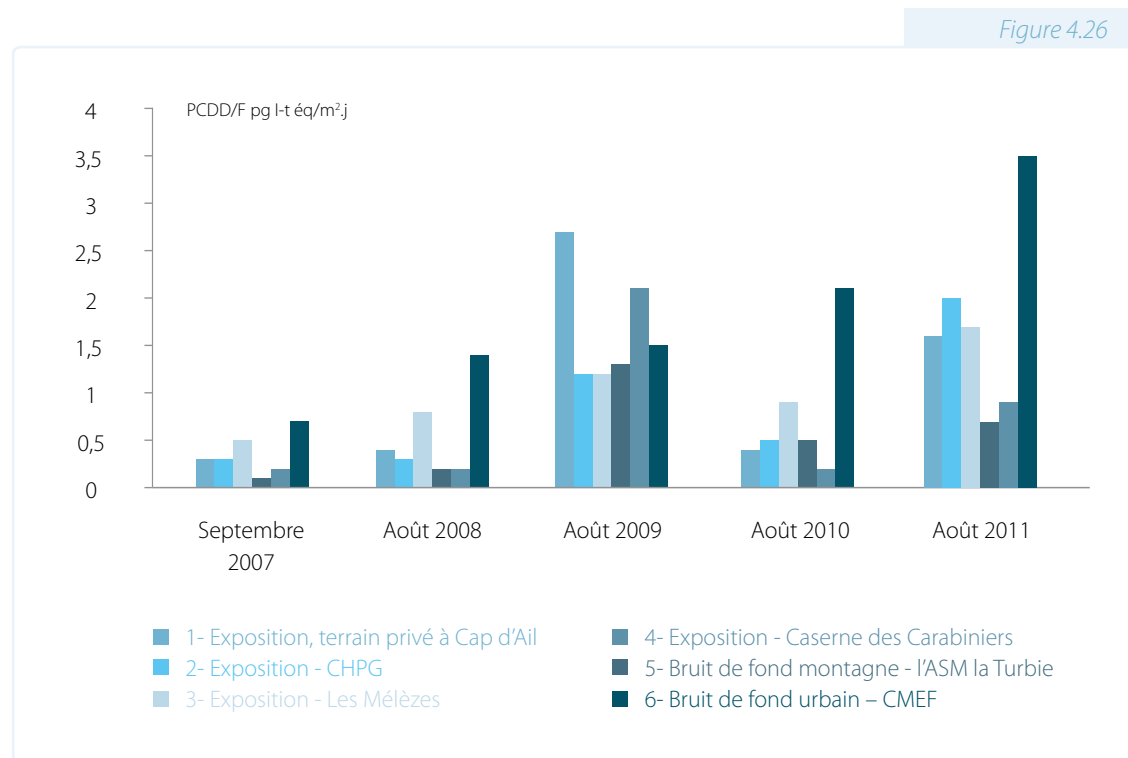
2.2.2 Suivi des rejets de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI)

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.

Tableau 4.9

	Septembre 2007	Août 2008	Août 2009	Août 2010	Août 2011
Valeurs exprimées en PCDD/F pg I-t eq/m ² .j*					
1- Exposition, terrain privé à Cap d'Ail	0,3	0,4	2,7	0,4	1,6
2- Exposition - CHPG	0,3	0,3	1,2	0,5	2,0
3- Exposition - Les Mélèzes	0,5	0,8	1,2	0,9	1,7
4- Exposition - Caserne des Carabiniers	0,1	0,2	1,3	0,5	0,7
5- Bruit de fond montagne - l'ASM la Turbie	0,2	0,2	2,1	0,2	0,9
6- Bruit de fond urbain - CMEF	0,7	1,4	1,5	2,1	3,5

Suivi des teneurs relevées en PCDD/F pg I-t eq/m².j*, de 2007 à 2011



Suivi des teneurs relevées en PCDD/F pg I-t eq/m².j*, de 2007 à 2011

* Représente la somme en picogrammes des dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés, exprimée en I-t eq (Quantité d'équivalent toxique) par mètre carré et par jour

Pour la campagne de 2009, l'ensemble des sites présente des flux de dépôts de PCDD/F légèrement plus élevés depuis la mise en conformité de l'UIRUI de Monaco. Toutefois, les valeurs restent en deçà des valeurs de référence.

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.

L'industrie y contribue dans une moindre mesure : la Principauté ne dispose pas d'unité fortement génératrice de pollution atmosphérique.

La lutte contre la pollution atmosphérique vise principalement à limiter les flux d'émissions par l'intermédiaire de réglementations permettant d'atteindre des objectifs de réduction qui sont fixés notamment par des accords internationaux comme le Protocole de Kyoto ou la Convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance.

Ainsi, certaines des mesures entreprises par Monaco sont présentées ; au chapitre 1 dans le cadre de la réduction des émissions de gaz à effet de serre et au travers de la réduction de l'utilisation des énergies fossiles ; au chapitre 2 pour l'augmentation de la part des déchets recyclables ; ou au sein de ce chapitre s'agissant de l'amélioration du système de filtration de l'usine d'incinération.

S'agissant du transport routier, le territoire monégasque 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.

Parmi celles-ci, certaines sont spécifiques à la nature du territoire, son exigüité et sa topographie. Il s'agit principalement de favoriser les transports en commun, les cheminements piétonniers et l'intermodalité ainsi que d'organiser la gestion de la distribution des marchandises en ville dans un espace contraint.

Parallèlement une politique ambitieuse est entreprise en faveur des véhicules électriques et hybrides par l'intermédiaire d'une subvention à l'achat.

3.1 TRANSPORT EN COMMUN

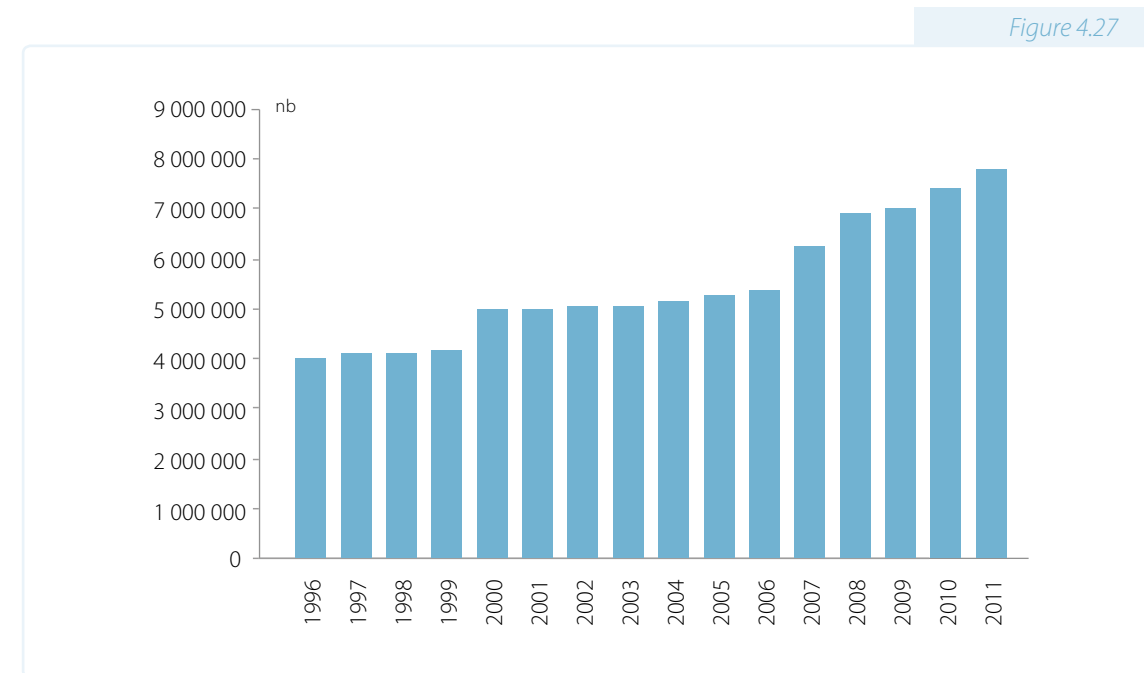
3.1.1 Transports urbains

Les transports urbains à Monaco font l'objet d'une délégation de service public confiée à la Compagnie des Autobus de Monaco (CAM).

L'ensemble des bus mis en œuvre par la CAM fonctionne au diester.

La CAM opère également avec deux bus hybrides, un bateau solaire permettant de traverser le port Hercule ainsi qu'un service de vélos électriques en location.

Sur les dix dernières années (2001-2011), le nombre de passagers transportés a augmenté de plus de 50%.



Nombre de passagers annuels transportés par le réseau de transport en commun de Monaco, de 1996 à 2011

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.

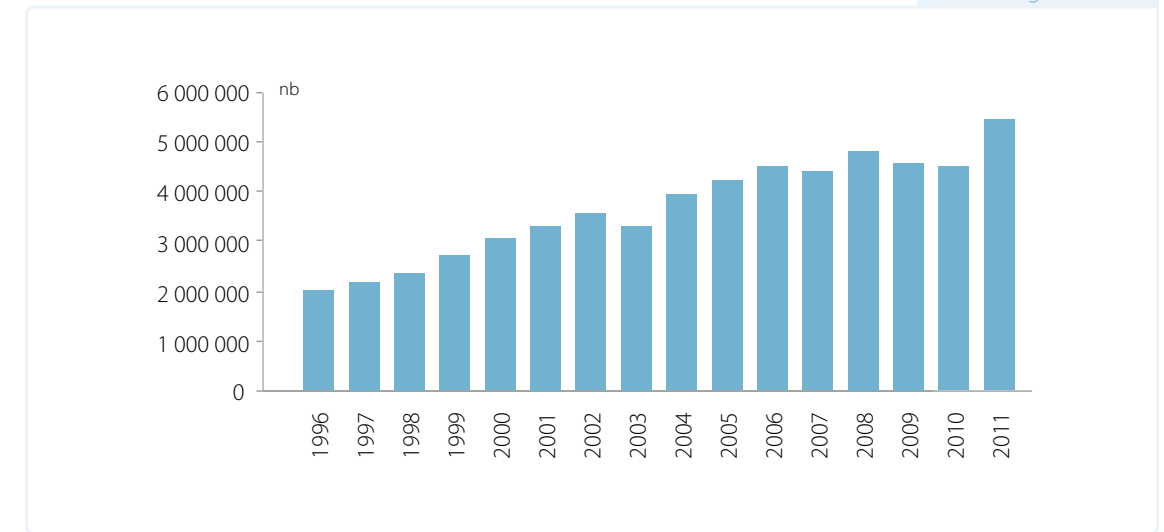
Ainsi, afin de favoriser le trafic des entrants en Principauté par voie ferrée, Monaco a financé, dès 2008, cinq rames de Transports Express Régionaux (TER) permettant d'augmenter les cadences de desserte.

Sur les dix dernières années (2001-2011), le nombre de passagers transportés a augmenté de plus de 65%.

Figure 4.27

Données IMSEE « Monaco en chiffre »

Figure 4.28



Nombre de mouvements de départs et d'arrivées (passagers) en gare de Monaco, de 1996 à 2011

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).



3.3 PARC D'ACTIVITÉ LOGISTIQUE

Monaco est, d'un point de vue du transport de marchandises, un territoire en bout de ligne, contraint géographiquement et réglementairement, il y a notamment une interdiction de circulation des véhicules de plus de 7,5 tonnes.

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 préconsolidation de flux, qui accueille les transporteurs et organise le transfert des marchandises vers Monaco par des navettes remplies à plein. 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.

Selon des estimations* effectuées par l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME) le centre de distribution urbain de Monaco apporterait les gains suivants en termes d'émission de polluants atmosphériques :

Tableau 4.10

	Avec CDU	Sans CDU	Gains
Consommations (en kg éq. pétrol/an)	86 178	135 518	- 36 %
NO _x (en kg/an)	1 817	2 809	- 35 %
CO (en kg/an)	450	793	- 43 %
COVNM (en kg/an)	168	265	- 37 %
PM (en kg/an)	93,6	153	- 39 %
SO ₂ (en kg/an)	25,8	40,4	- 36 %
Gaz à effet de serre (éq CO ₂)	269 693	428 357	- 37 %

* Sources ADEME « Les centres de distribution urbaine : quels outils d'évaluation environnementale ? » Indicateurs expérimentaux.

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, fin 2012, 655 véhicules (363 électriques et 292 hybrides) soit 1,87% du parc de véhicules global.

Ce développement est également possible par la présence de 438 prises de recharge (296 pour les 4 roues et 142 pour les deux roues) disponibles dans les parkings publics de la Principauté, ainsi que de 4 bornes de recharge rapide installées sur la voirie.

Les véhicules électriques bénéficient également de l'exonération du paiement de l'estampille et de la gratuité du stationnement sur la voie publique. Les véhicules faiblement polluants (<130g de CO₂/km) font l'objet d'un tarif réduit pour les abonnements dans les parkings publics.

Tableau 4.11

Nombre de véhicules électriques					
	Véhicules de tourisme	Petits utilitaires	Voiturettes	Deux roues	totaux
Particuliers	7	0	34	56	97
Entreprises	14	36	38	103	191
Administration	16	40	0	19	75
Totaux	37	76	72	178	363

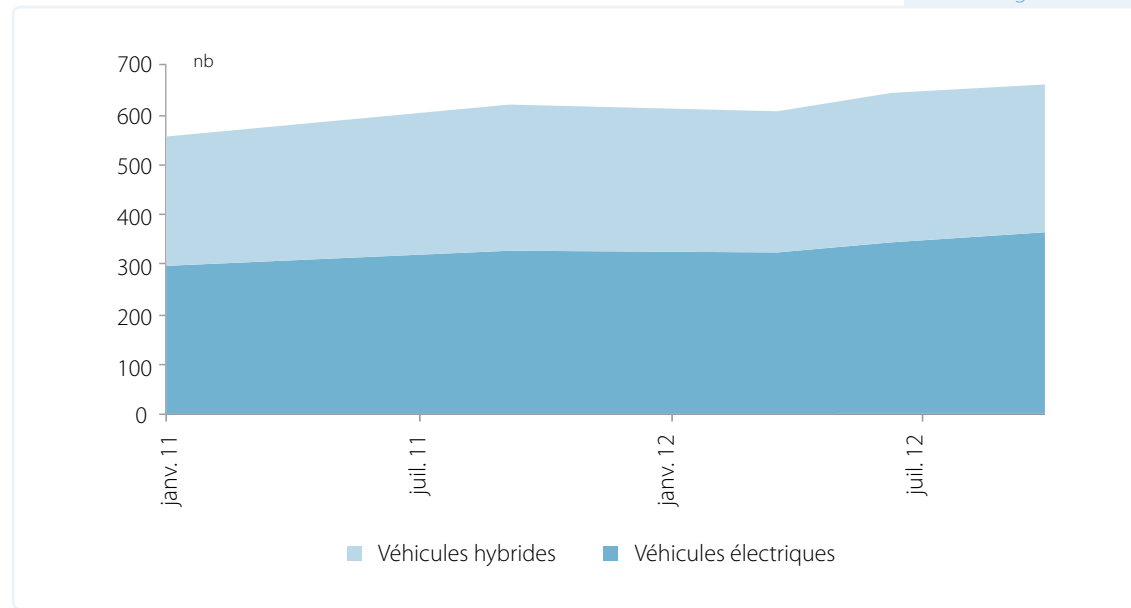
Répartition des véhicules électriques immatriculés en fonction du type de véhicule et du propriétaire en octobre 2012

Tableau 4.12

Nombre de véhicules électriques					totaux VE + VH
	Véhicules de tourisme	Petits utilitaires	Deux roues	totaux	
Particuliers	219	1	2	222	319
Entreprises	58	0	0	58	249
Administration	12	0	0	12	87
Totaux	289	1	2	292	655

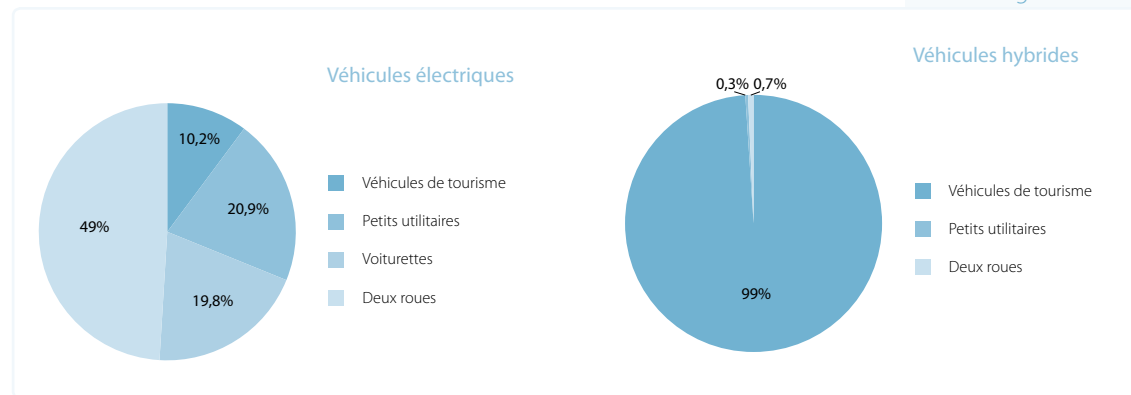
Répartition des véhicules hybrides immatriculés en fonction du type de véhicule et du propriétaire en octobre 2012

Figure 4.29



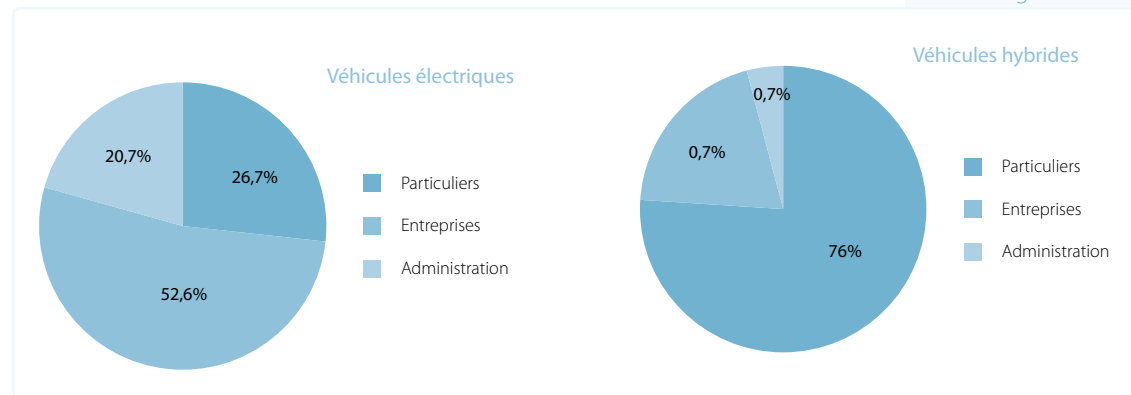
Evolution du nombre de véhicules électriques et hybrides immatriculés en Principauté (véhicules de tourisme, petits utilitaires, voiturettes, deux roues)

Figure 4.30



Répartition des véhicules électriques et hybrides immatriculés en fonction du type de véhicule

Figure 4.31



Répartition des véhicules électriques et hybrides immatriculés en fonction du type de propriétaire

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.

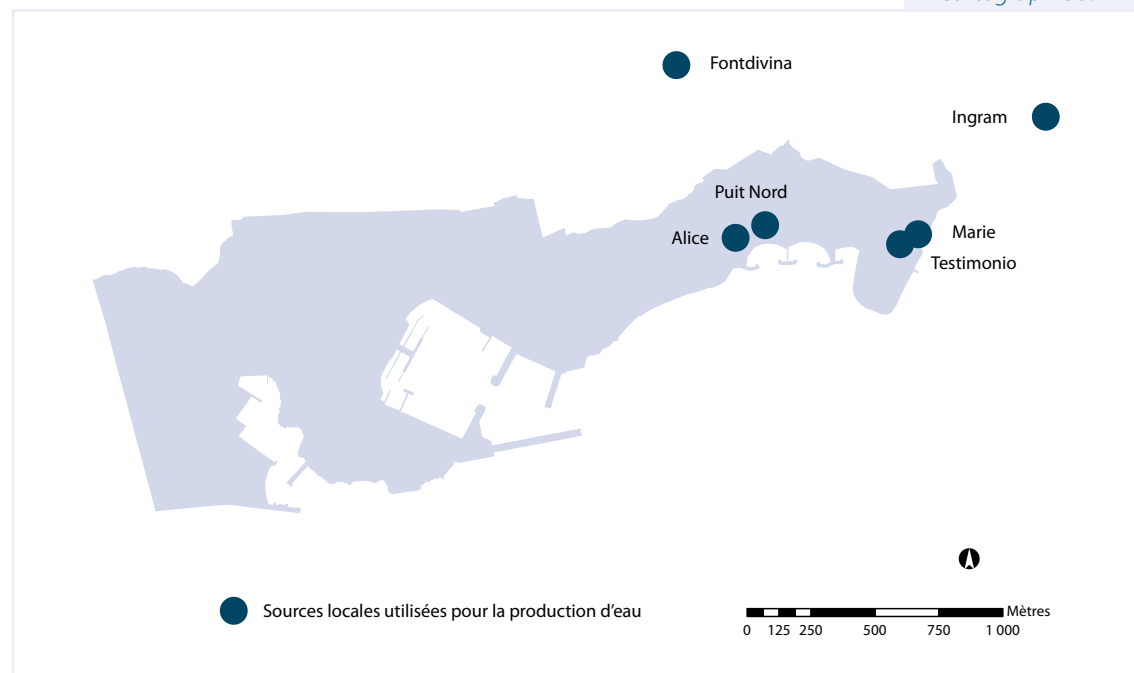
L'eau produite localement provient des sources du bassin hydrogéologique local dont la Principauté constitue un exutoire. Il s'agit d'un bassin hydrogéologique karstique d'une capacité de stockage permettant, les années les plus favorables, d'exploiter, jusqu'à 2,5 millions de mètres cubes d'eau de source, et 54 % 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 sources Alice) ; sources Marie et Testimonio, situées sur le territoire monégasque 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 de 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 le plan 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



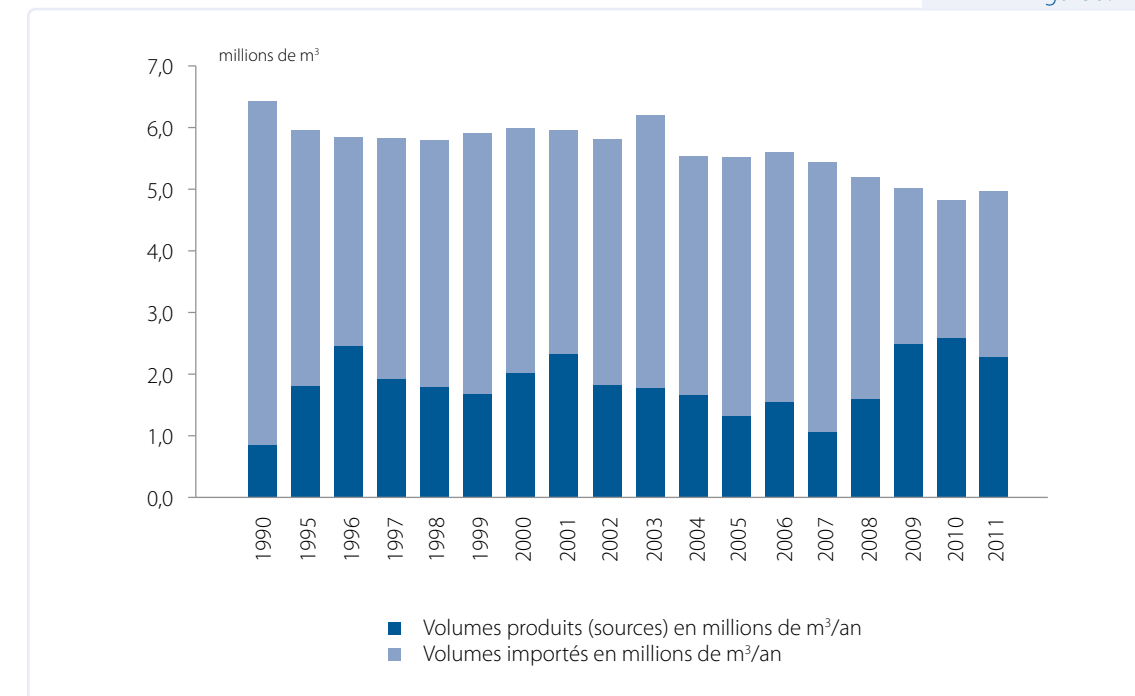
Localisation des sources utilisées pour la production locale d'eau potable

Tableau 5.1

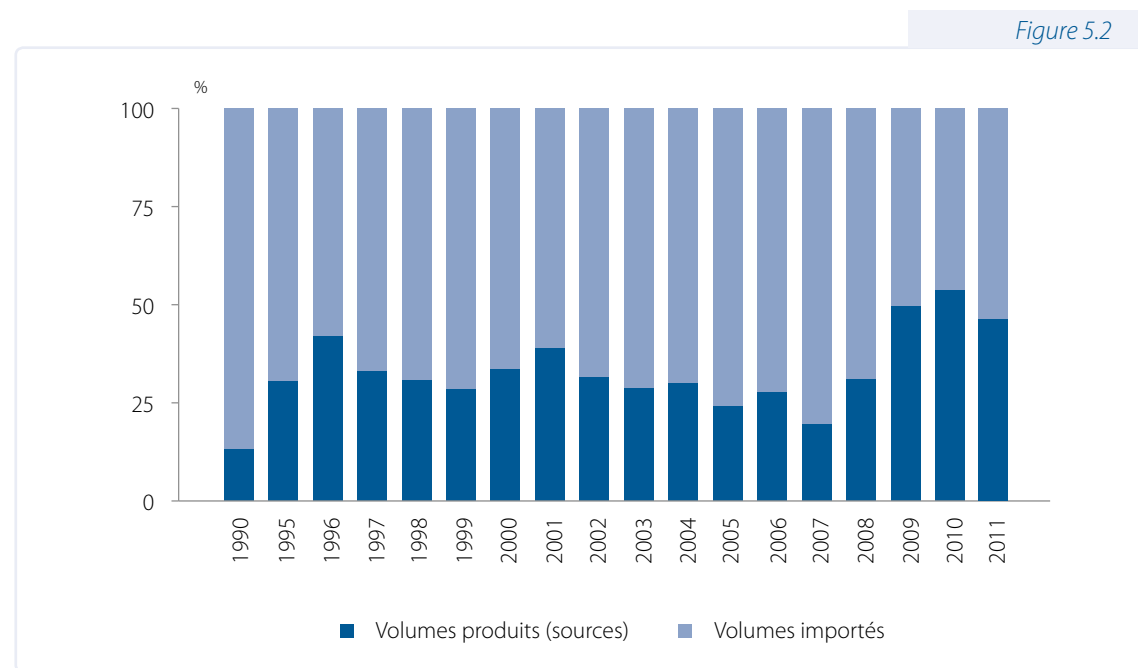
Années	Volumes produits (sources) en millions m ³ /an	Volumes importés en millions m ³ /an	Volumes distribués en millions m ³ /an	Pourcentage d'eau produite
1990	0,86	5,57	6,43	13,4%
1995	1,81	4,14	5,95	30,5%
1996	2,46	3,39	5,85	42,1%
1997	1,93	3,90	5,83	33,1%
1998	1,79	4,00	5,79	30,9%
1999	1,68	4,23	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%
Moyenne	1,84	3,82	5,65	33,0%

Répartitions annuelles des volumes d'eau potable produits importés et distribués, en millions m³/an, de 1990 à 2011

Figure 5.1



Répartitions annuelles des volumes d'eau potable produits importés et distribués, en millions m³/an, de 1990 à 2011



Répartitions annuelles des volumes d'eau potable produits et importés de 1990 à 2011

1.2 QUALITÉ DE L'EAU

Les eaux utilisées par la Principauté sont traitées et contrôlées selon des processus qui diffèrent en fonction de leur provenance :

- l'eau de la Vésubie subit une décantation et une ozonation dans les installations de Nice (Super Rimiez) et Villefranche ;
- l'eau des forages de la Roya subit un traitement au chlore gazeux en Italie ;
- l'eau qui provient des sources monégasques est traitée dans une usine de production en Principauté, comprenant des filtres à sable et une stérilisation au dioxyde de chlore.

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 : les volumes de service (entretien du réseau), les fuites et les volumes consommés non comptabilisés.

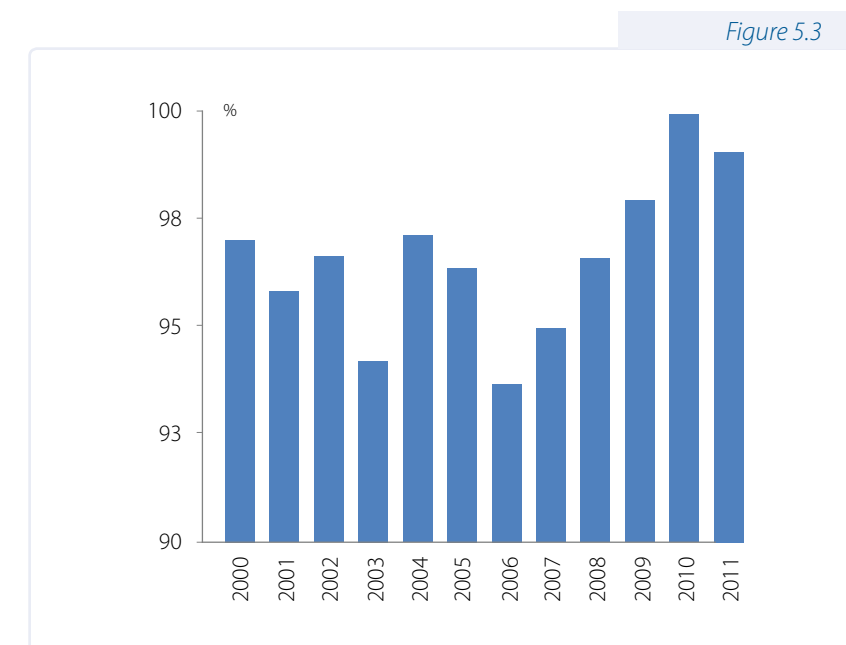
A titre indicatif le rendement des réseaux est de 72% en moyenne en France. Il varie fortement en fonction de la longueur du réseau : très faible pour les communes de moins de 400 habitants, il dépasse 80% en moyenne pour les villes de plus de 20 000 habitants.

A Monaco, le rendement du réseau observé sur la période 2000 à 2011 est toujours supérieur à 80 %, ce qui équivaut à un « bon rendement », en atteignant le chiffre record de 99.9% en 2010.

Tableau 5.2

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Rendements du réseaux	97,0 %	95,8 %	96,6 %	94,2 %	97,1 %	96,4 %	93,7 %	94,9 %	96,6 %	97,9%	99,9%	99,0%

Rendements du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2011



Evolutions du rendement du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2011

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 prolonge 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.

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)
1983	930 999	2 607 900	1 179 540	574 879	5 293 318
1984	881 353	2 879 224	1 148 944	465 455	5 374 976
1985	1 023 043	2 739 387	1 209 017	491 176	5 462 623
1986	1 078 998	2 860 703	1 069 618	571 795	5 581 114
1987	1 145 673	3 000 346	1 082 939	553 292	5 782 250
1988	1 093 558	3 099 850	1 154 162	554 379	5 901 949
1989	1 134 241	3 166 091	1 119 230	549 816	5 969 378
1990	1 105 470	3 183 647	1 208 230	612 640	6 109 987
1991	1 085 063	2 903 160	1 203 554	597 124	5 788 901
1992	1 078 140	2 994 509	1 203 499	471 351	5 747 499
1993	1 118 609	2 896 350	1 311 720	428 753	5 755 432
1994	1 135 138	2 911 365	1 303 721	328 872	5 679 096
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

Consommations annuelles en eau totale et par secteur d'activités, en m³, de 1983 à 2011

Figure 5.4

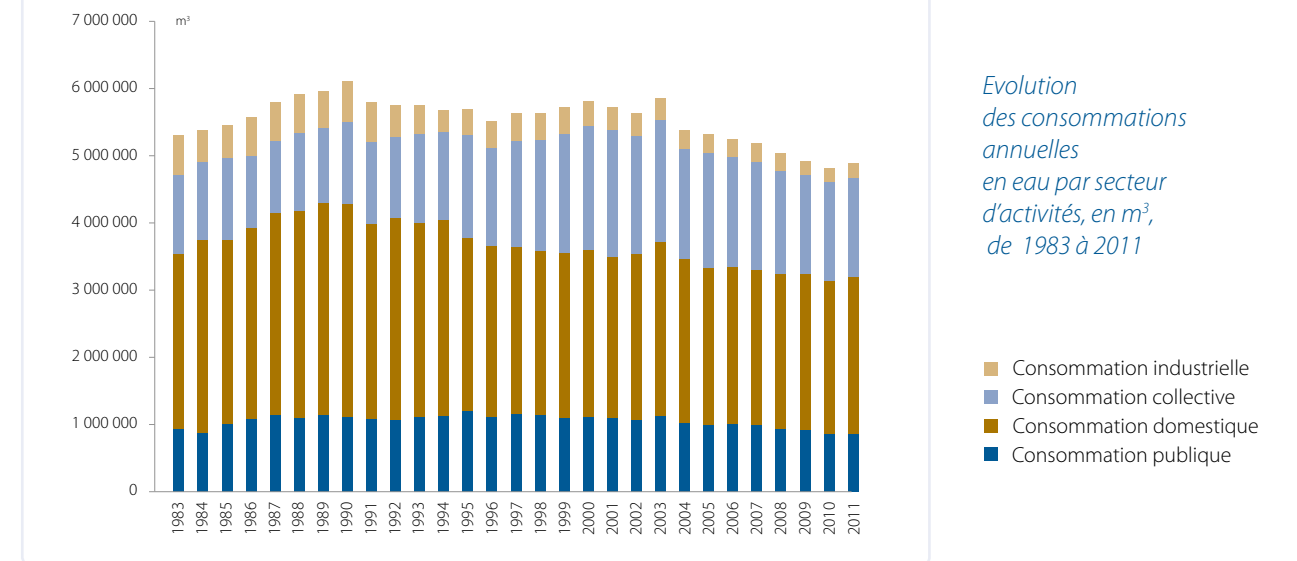
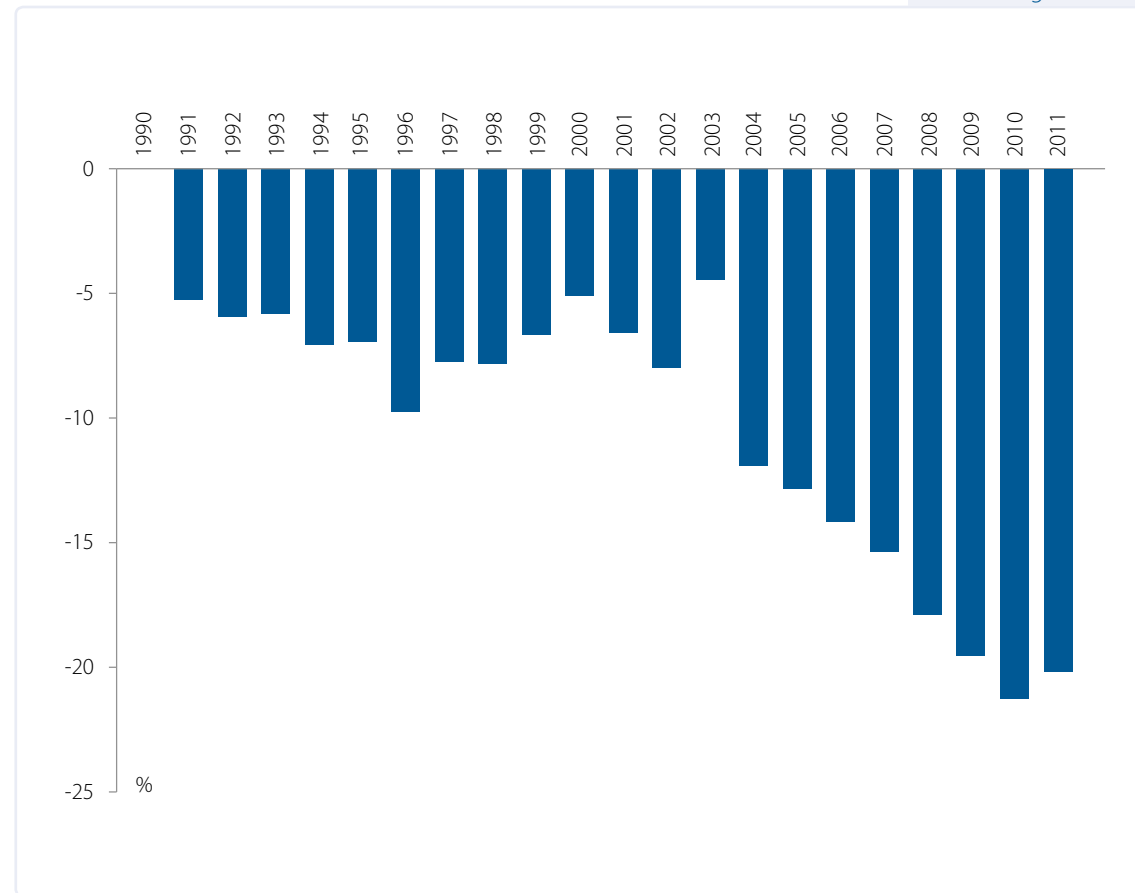


Tableau 5.4

Années	Consommation publique (en %)	Consommation domestique (en %)	Consommation collective (en %)	Consommation industrielle (en %)	Consommation Totale (en %)
1990	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1991	-1,8 %	-8,8 %	-0,4 %	-2,5 %	-5,3 %
1992	-2,5 %	-5,9 %	-0,4 %	-23,1 %	-5,9 %
1993	1,2 %	-9,0 %	8,6 %	-30,0 %	-5,8 %
1994	2,7 %	-8,6 %	7,9 %	-46,3 %	-7,1 %
1995	10,1 %	-19,5 %	27,8 %	-41,2 %	-7,0 %
1996	1,6 %	-20,3 %	21,3 %	-36,7 %	-9,7 %
1997	3,9 %	-21,9 %	31,9 %	-33,5 %	-7,8 %
1998	4,2 %	-23,7 %	37,3 %	-36,0 %	-7,8 %
1999	-1,5 %	-22,2 %	45,6 %	-38,3 %	-6,7 %
2000	0,5 %	-21,7 %	52,4 %	-42,3 %	-5,1 %
2001	-1,8 %	-24,1 %	55,0 %	-45,7 %	-6,6 %
2002	-3,5 %	-22,2 %	45,6 %	-47,8 %	-8,0 %
2003	2,4 %	-19,0 %	50,6 %	-49,7 %	-4,5 %
2004	-5,4 %	-24,2 %	36,6 %	-55,5 %	-11,9 %
2005	-9,9 %	-26,6 %	42,2 %	-55,2 %	-12,9 %
2006	-7,9 %	-27,1 %	36,4 %	-57,6 %	-14,1 %
2007	-10,5 %	-27,4 %	33,7 %	-58,0 %	-15,4 %
2008	-14,8 %	-27,8 %	27,5 %	-61,4 %	-17,9 %
2009	-17,7 %	-26,8 %	22,4 %	-68,2 %	-19,6 %
2010	-21,8 %	-28,9 %	22,7 %	-66,9 %	-21,3 %
2011	-22,0 %	-26,9 %	23,4 %	-66,7 %	-20,1 %

Variations des consommations annuelles d'eau par secteur d'activités en %, enregistrées par rapport à l'année 1990

Figure 5.5



Variations des consommations annuelles totales en eau, en %, enregistrées par rapport à l'année 1990

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*.

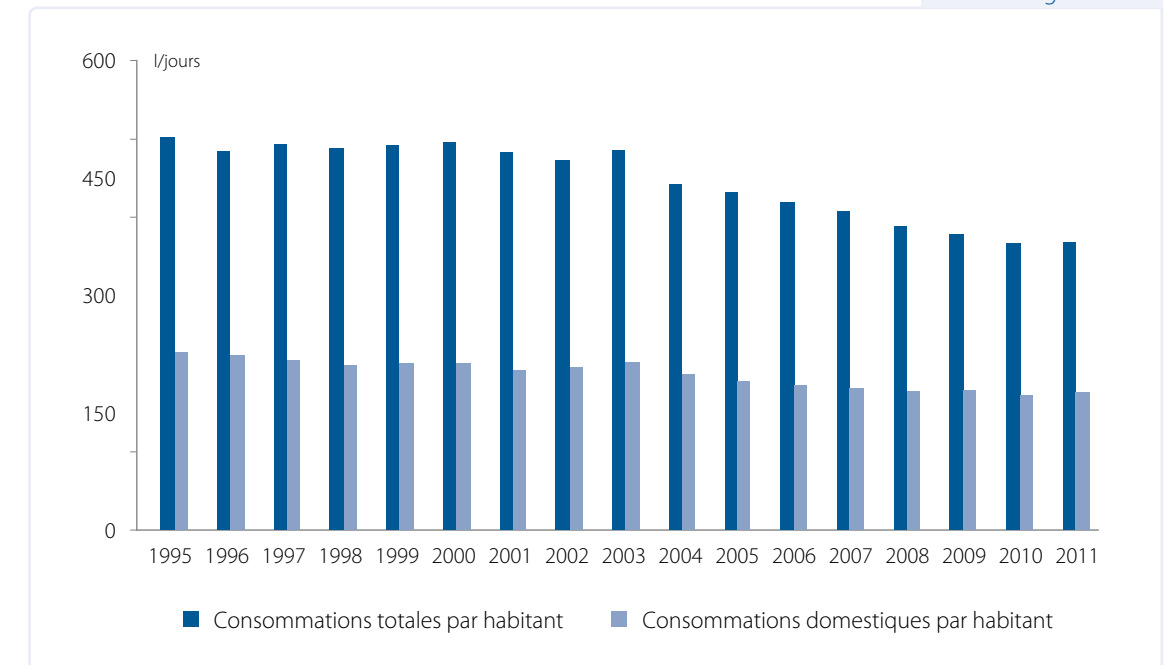
* Source IFEN, SCEES enquêtes eau et assainissement 2004.

Tableau 5.5

Années	Population estimée	Consommation Totale (en m ³)	Consommation domestique (en m ³)	Consommation totale par habitant (en l/jour)	Consommation domestique par habitant (en l/jour)
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	35 646	4 915 203	2 331 026	378	179
2010	35 881	4 811 503	2 262 131	367	173
2011	36 371	4 882 102	2 325 667	368	175

Consommations totales et domestiques, de 1995 à 2011

Figure 5.6



Evolution des consommations totales et domestiques, en litres d'eau par habitant et par jour, de 1995 à 2011

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 Equivalents 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, 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'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires, réalisée en 2008, concernant l'amélioration du traitement de l'eau, avec 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 d'incinération, 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 réseau séparatif de collecte des eaux pluviales est mise en œuvre dans le cadre de la réalisation ou du réaménagement de quartiers (Fontvieille, terrains délaissés SNCF).

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

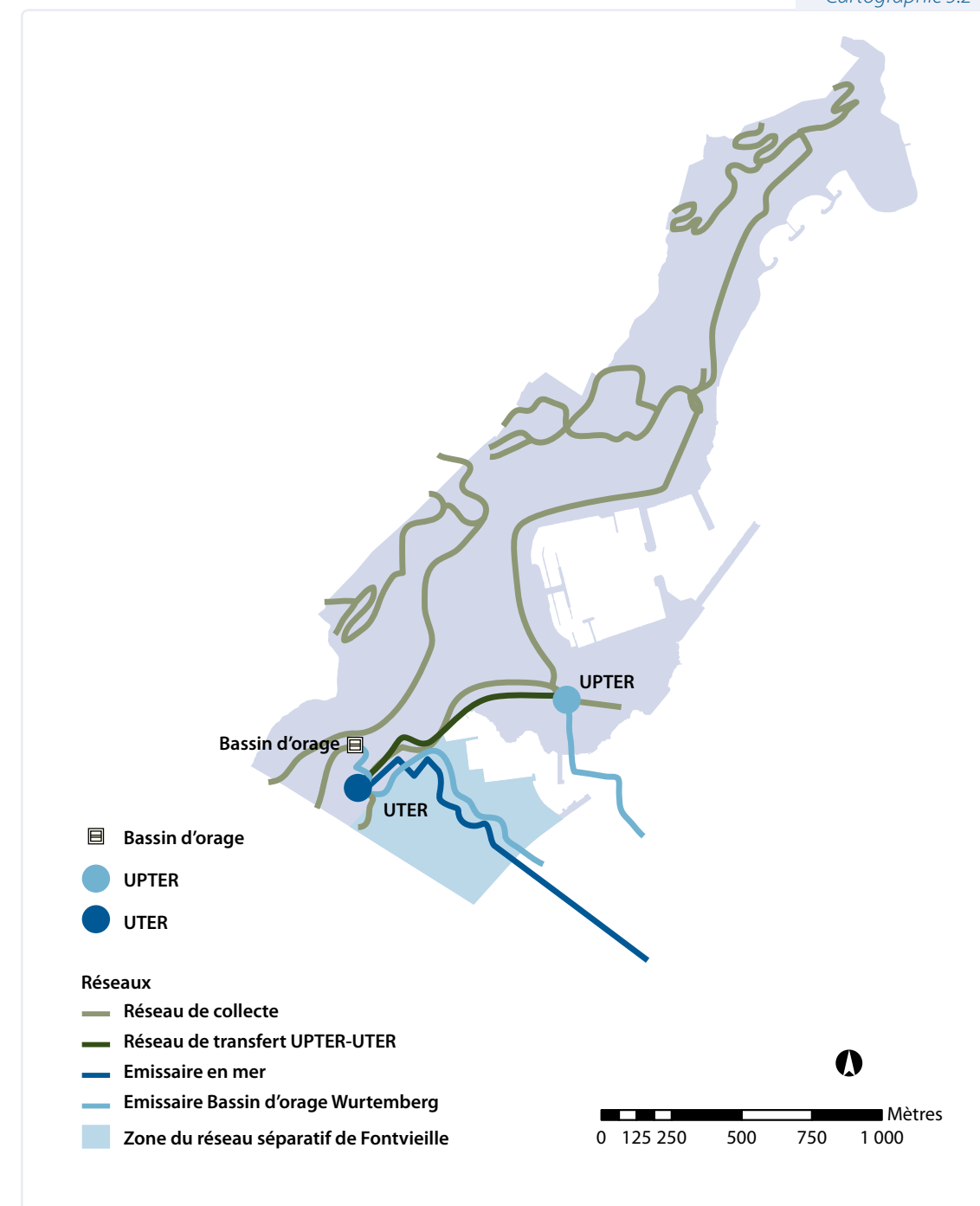
- du réseau d'assainissement de la Principauté ;
- d'une partie des réseaux d'assainissement unitaires des communes françaises limitrophes : La Turbie, Beausoleil et Cap d'Ail.

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%.

Cartographie 5.2



Répartition du réseau de collecte des eaux usées de la Principauté de Monaco

2.2 PRÉTRAITEMENT DES EAUX USÉES

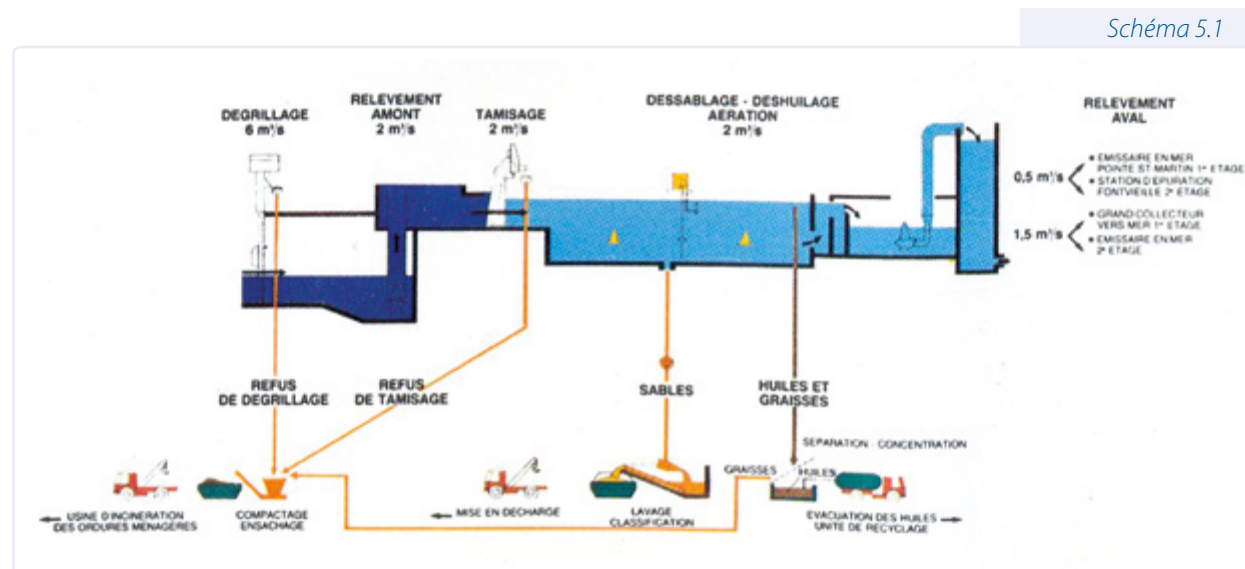
L'Usine de Prétraitement des Eaux Résiduaires (UPTER) a été mise en fonction en 1987. Son rôle est de procéder au premier traitement physique de l'eau usée.

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 microbullage 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.



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.

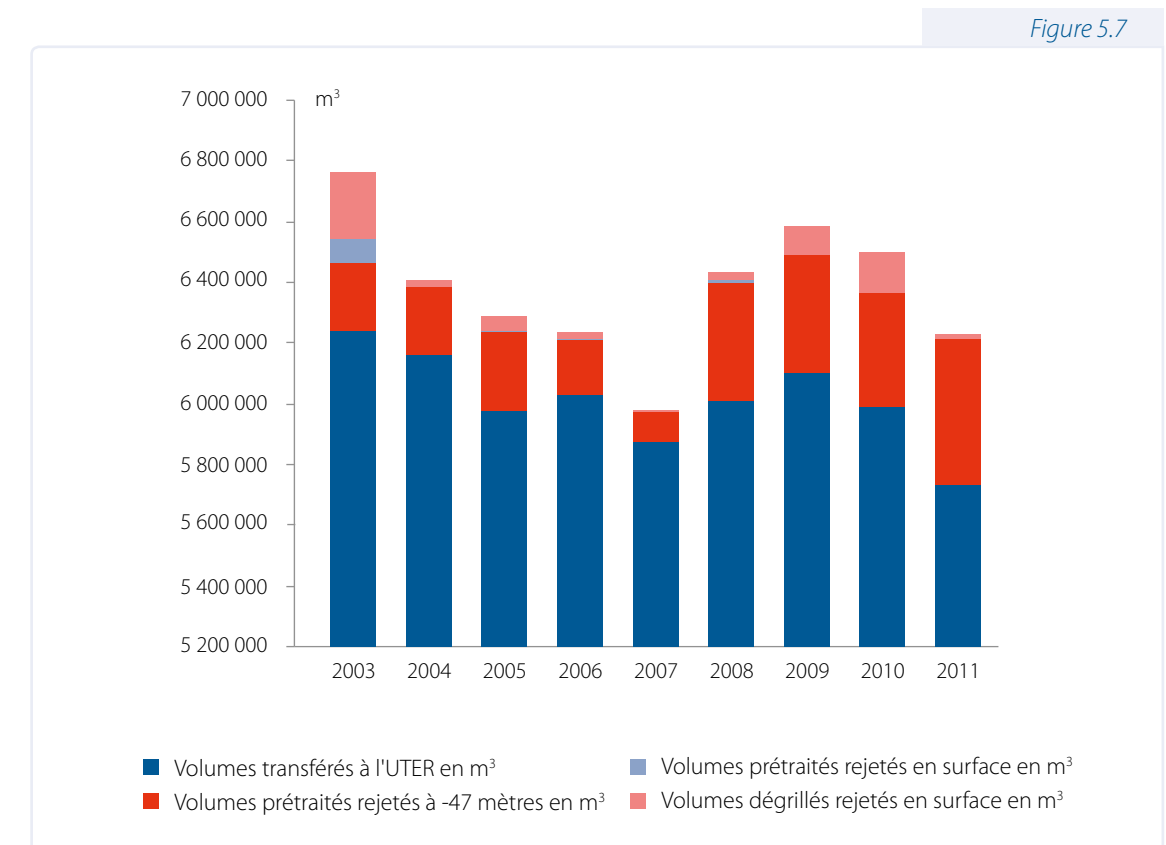
Les volumes supérieurs (observés en cas de fortes pluies) compris entre 2 m³/s et 6 m³/s sont rejetés en mer par un émissaire à - 47 mètres après un prétraitement partiel.

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

Tableau 5.6

Années	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)
2003	6 239 540	228 510	78 374	213 202	6 759 625
2004	6 160 720	227 536	1 055	18 306	6 407 617
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

Volumes d'eau traités annuellement par l'usine de prétraitement, en m³, de 2003 à 2011



Volumes d'eau traités annuellement par l'usine de prétraitement, en m³, de 2003 à 2011

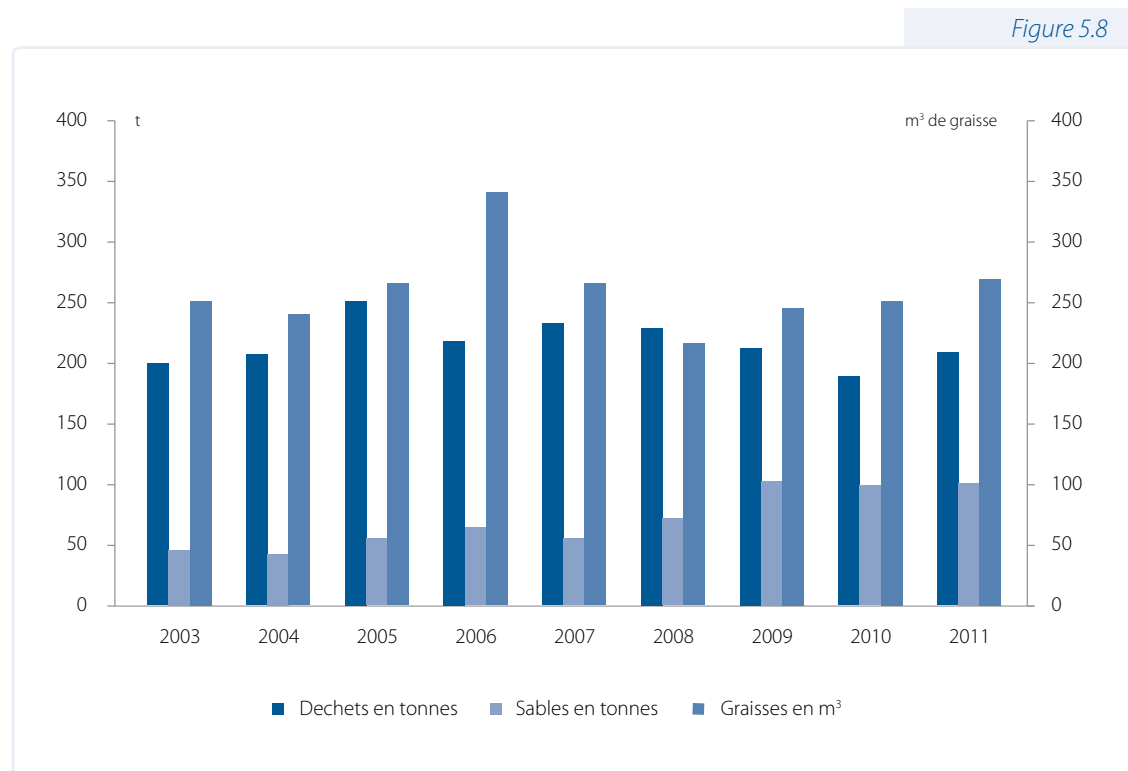
2.2.2 Déchets produits par l'UPTER

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)
2003	225	52	282
2004	233	48	270
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

Déchets extraits des eaux résiduaires par l'usine de prétraitement, en m³, de 2003 à 2011



Déchets, sables et graisses extraits des eaux résiduaires par l'usine de prétraitement, en m³, de 2003 à 2011

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.

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 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).

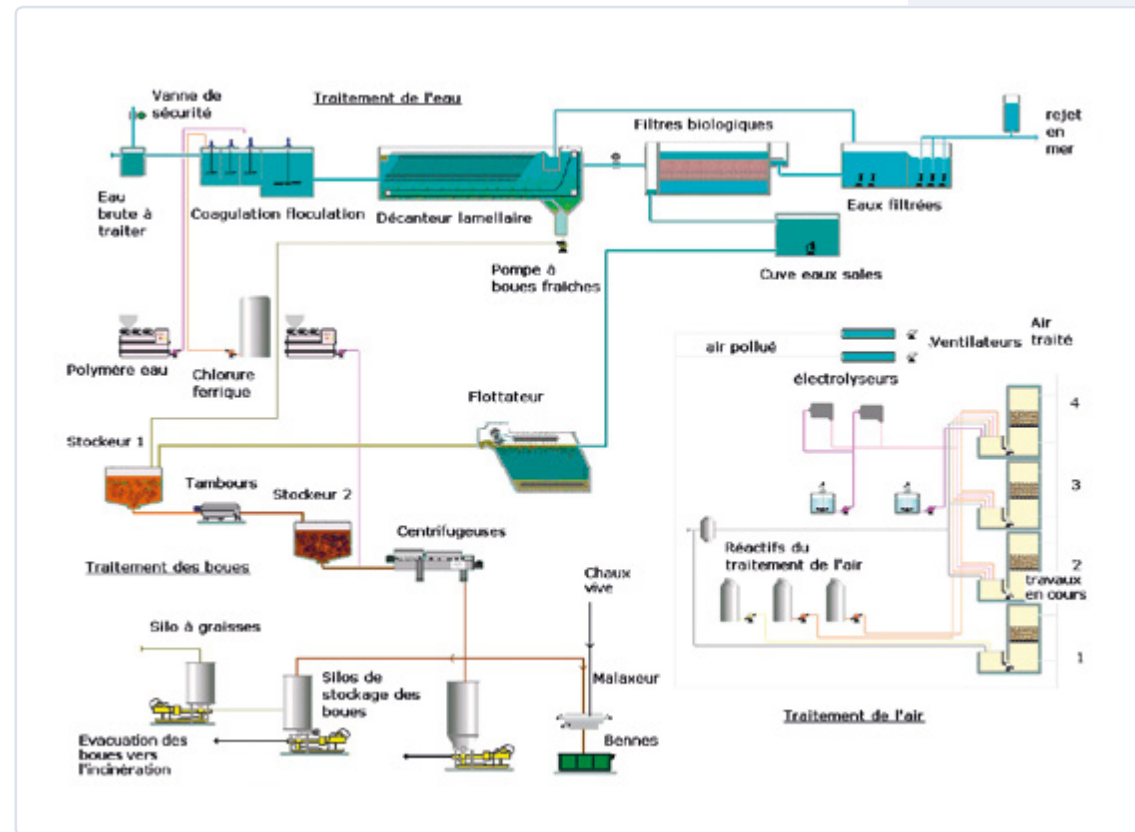
Cette usine a une capacité hydraulique maximale de 31 000 m³/jour et de 1800 m³/heure correspondant à une capacité d'épuration de 100 000 Equivalent Habitants (EH). En 2008, un renforcement des installations de traitements de l'eau et de transfert des boues d'épuration a été réalisée pour satisfaire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

Schéma 5.2



Synoptique des installations de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (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 ;

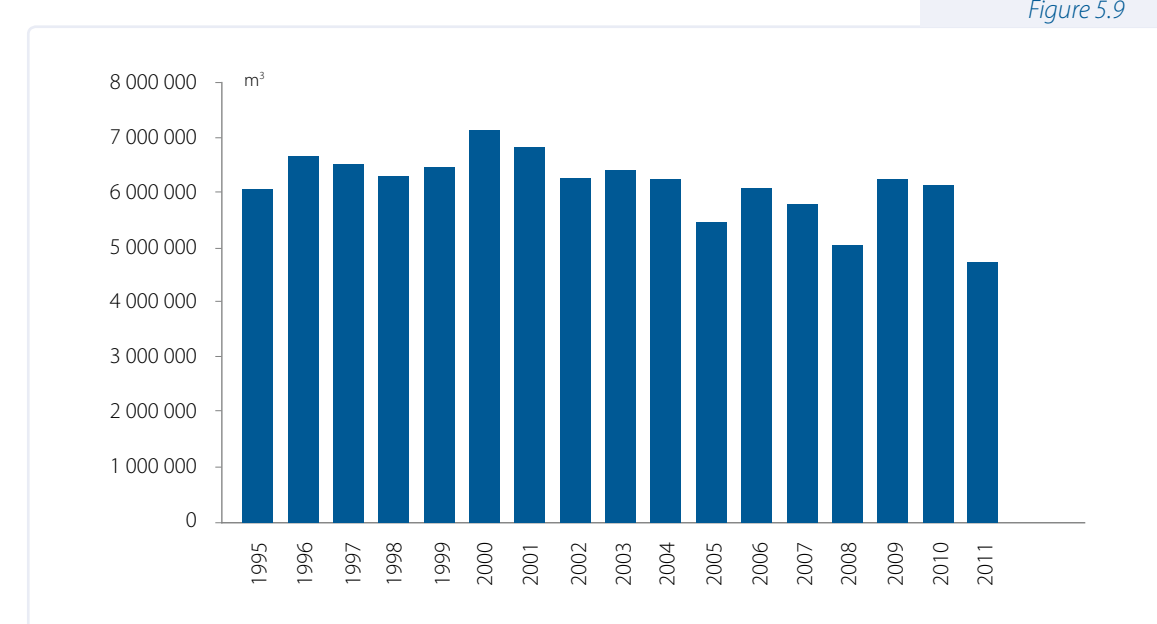
La Demande Chimique en Oxygène (DCO) : désigne la consommation en oxygène des oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante chimique des eaux usées.

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)	Volumes annuels (en m ³)
1995	16 657	6 084 243
1996	18 253	6 682 155
1997	17 891	6 539 677
1998	17 329	6 330 242
1999	17 756	6 489 322
2000	19 605	7 158 935
2001	18 745	6 848 129
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

Volumes annuels traités par l'UTER, en m³, de 1995 à 2011Volumes annuels traités par l'UTER, en m³, de 1995 à 2011

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 :

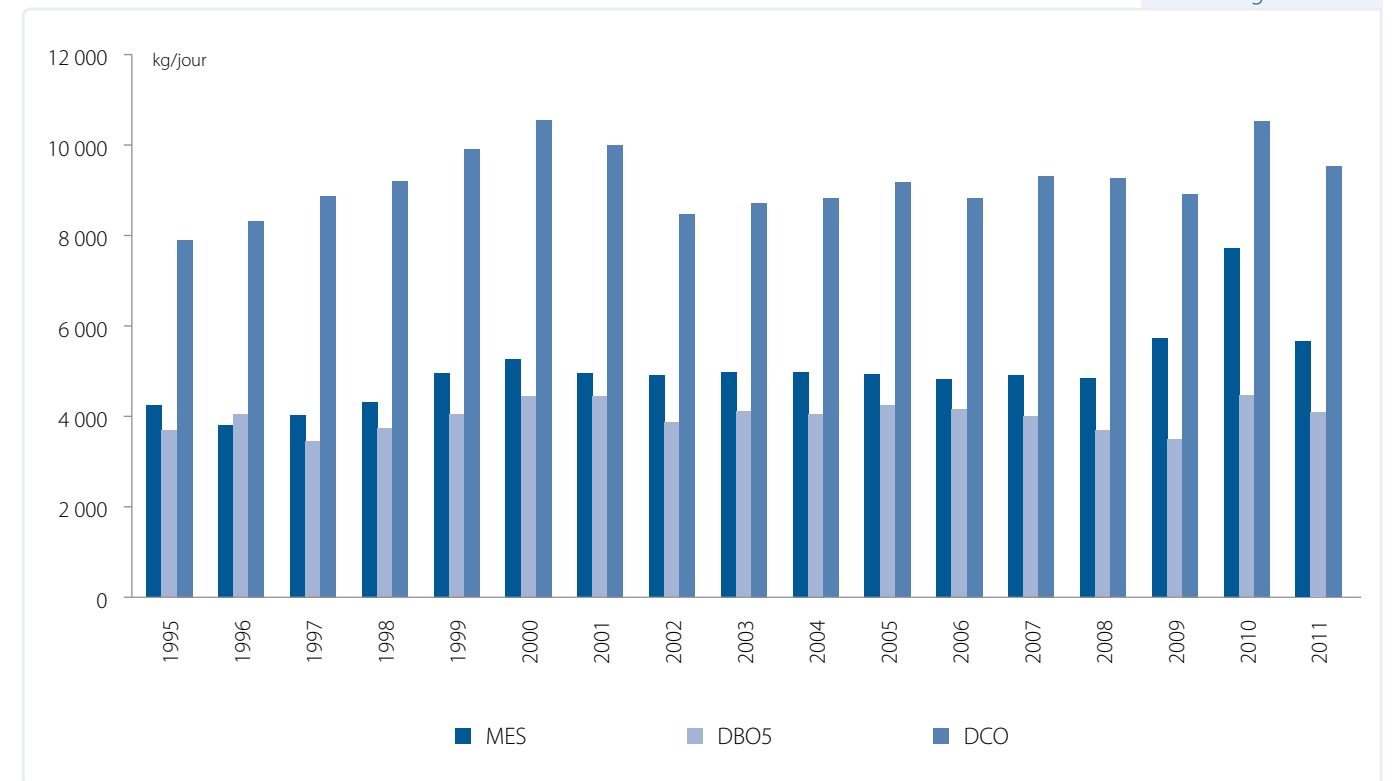
- sur les eaux brutes, en entrée d'usine pour évaluer les quantités globales de matières en suspension et polluants dissous devant être traités. Ces valeurs sont utilisées pour le dimensionnement des installations et dans le cadre de l'application des impératifs de traitement fixés par le cahier des 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)
1995	4 235	3 685	7904	567	626	1 889
1996	3 807	4 039	8316	598	703	2 122
1997	4 031	3 457	8868	629	560	2 323
1998	4 323	3 739	9192	744	639	2 215
1999	4 960	4 056	9902	918	844	2 575
2000	5 270	4 455	10 552	1 054	940	2 860
2001	4 951	4 437	10 005	941	887	2 481
2002	4 905	3 865	8 466	932	928	2 227
2003	4 976	4 104	8 719	846	944	1 918
2004	4 985	4 056	8 812	897	933	2 379
2005	4 940	4 241	9 170	1 037	1 103	2 751
2006	4 831	4 165	8 825	1 111	1 166	2 824
2007	4 900	4 007	9 311	980	1 002	2 607
2008	4 852	3 695	9 261	1 359	1 392	3 356
2009	5 727	3 490	8 916	550	503	1 649
2010	7 728	4 460	10 524	538	580	1 526
2011	5 667	4 073	9 526	522	551	1 592

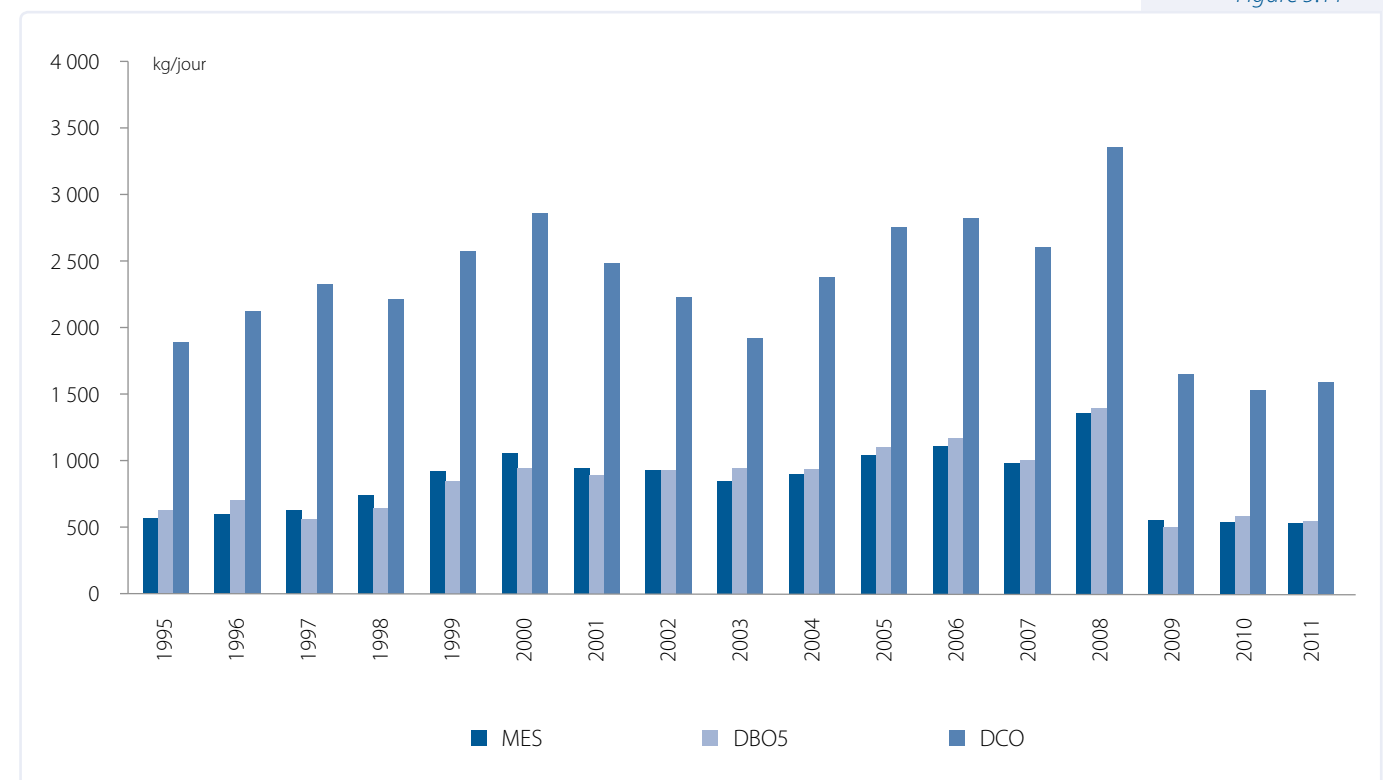
Bilans annuels des charges traitées par l'UTER, en kg/jour, de 1995 à 2011

Figure 5.10



Moyennes annuelles des charges des eaux brutes, en kg/jour, de 1995 à 2011

Figure 5.11



Moyennes annuelles des charges des eaux après traitement par l'UTER, en kg/jour, de 1995 à 2011

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.

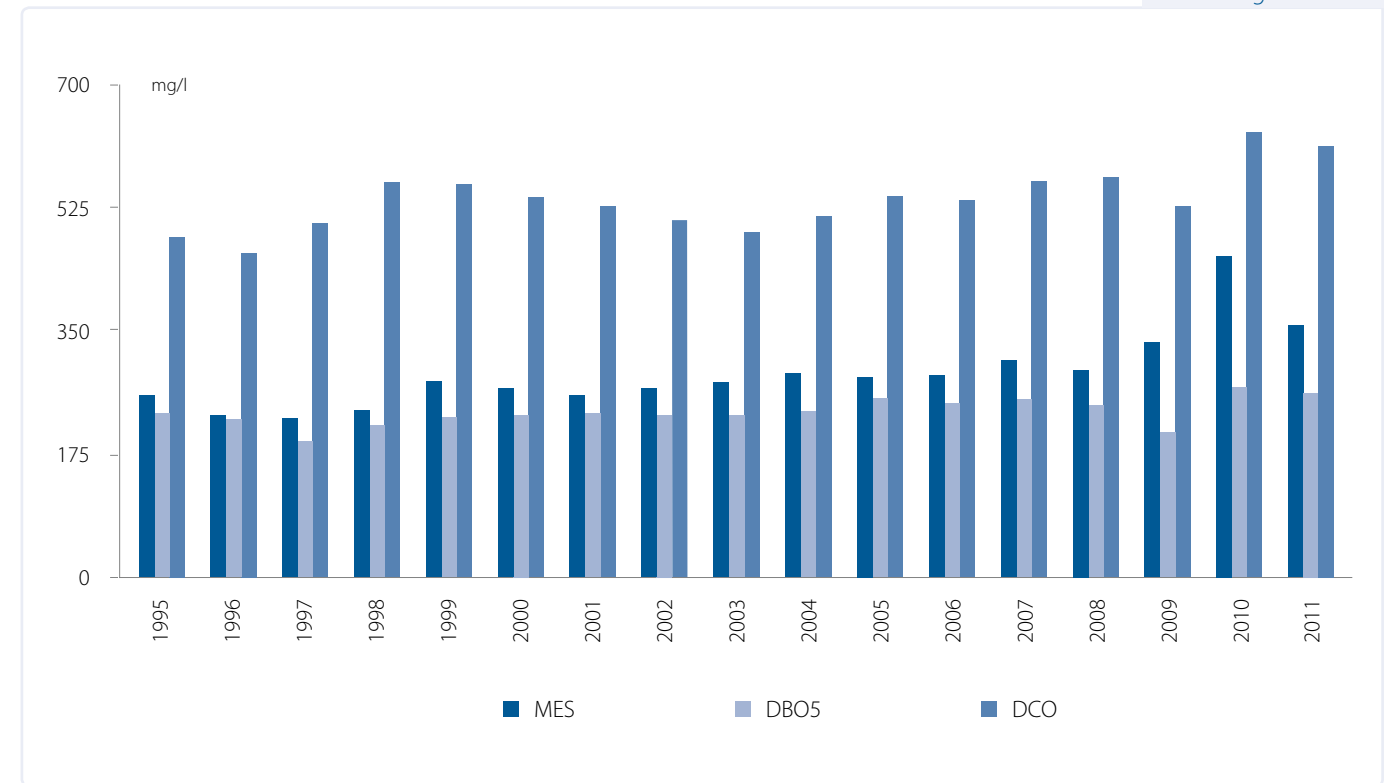
La concentration des eaux traitées constitue le paramètre normatif principal utilisé dans la définition des objectifs de traitement à atteindre.

Tableau 5.10

Années	Concentrations des eaux brutes			Charges 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)
1995	261	235	486	32	41	114
1996	232	227	463	32	39	117
1997	228	196	505	36	32	117
1998	240	218	563	43	37	132
1999	281	229	560	51	49	132
2000	271	233	542	54	49	145
2001	261	235	529	50	47	147
2002	271	233	510	61	55	152
2003	279	232	492	44	45	135
2004	292	238	515	53	55	138
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

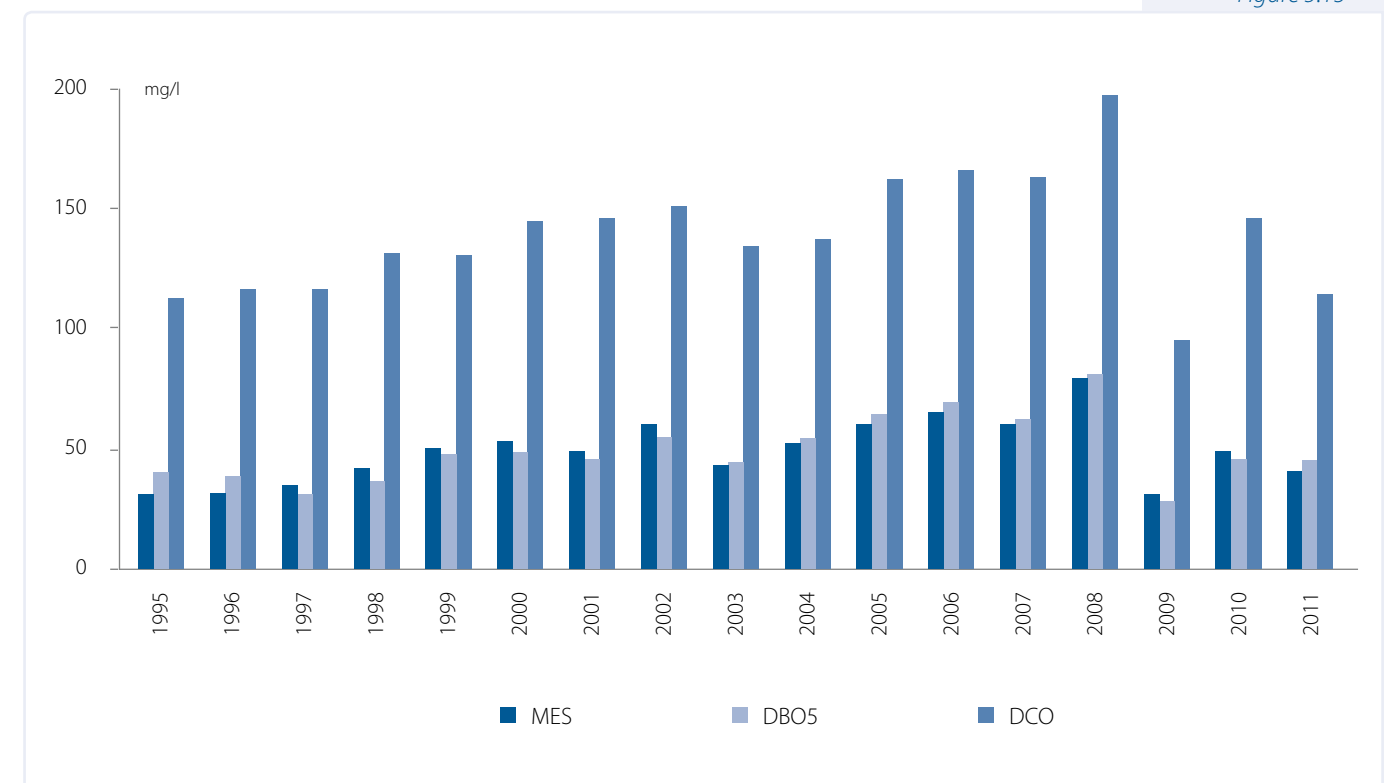
Concentrations des effluents selon les paramètres normatifs, en mg/l, de 1995 à 2011

Figure 5.12



Concentrations des eaux brutes selon les paramètres normatifs, en mg/l, de 1995 à 2011

Figure 5.13



Concentrations des eaux traitées selon les paramètres normatifs, en mg/l, de 1995 à 2011

2.3.6 Rendement de l'épuration

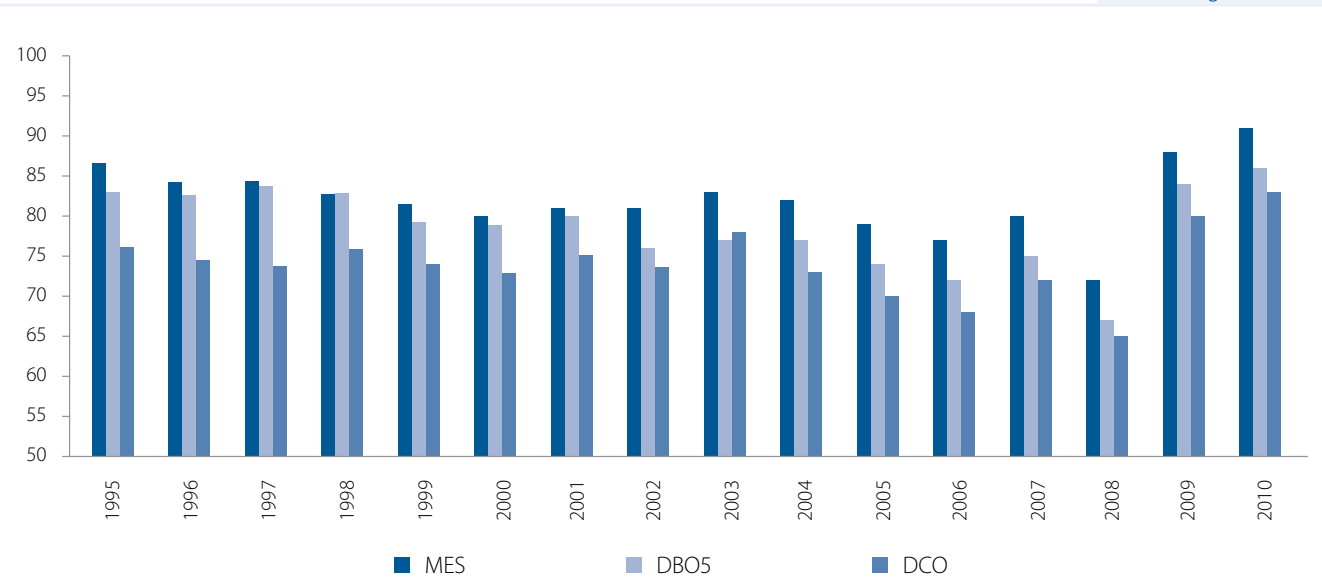
Le rendement d'épuration représente le pourcentage d'abattement des flux de pollution calculé à partir des concentrations des paramètres normatifs. Ce paramètre permet d'évaluer l'efficacité du traitement.

Tableau 5.11

Années	Rendement d'épuration		
	MES	DBO5	DCO
1995	87%	83%	76%
1996	84%	83%	74%
1997	84%	84%	74%
1998	83%	83%	76%
1999	82%	79%	74%
2000	80%	79%	73%
2001	81%	80%	75%
2002	81%	76%	74%
2003	83%	77%	78%
2004	82%	77%	73%
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%

Rendement d'épuration de l'usine de traitement (UTER), de 1995 à 2011

Figure 5.14



Rendement d'épuration de l'UTER, de 1995 à 2011

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 (m³/jour), Qj	31 000	31 000
Débit horaire maximal (m³/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.

Caractéristique 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

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

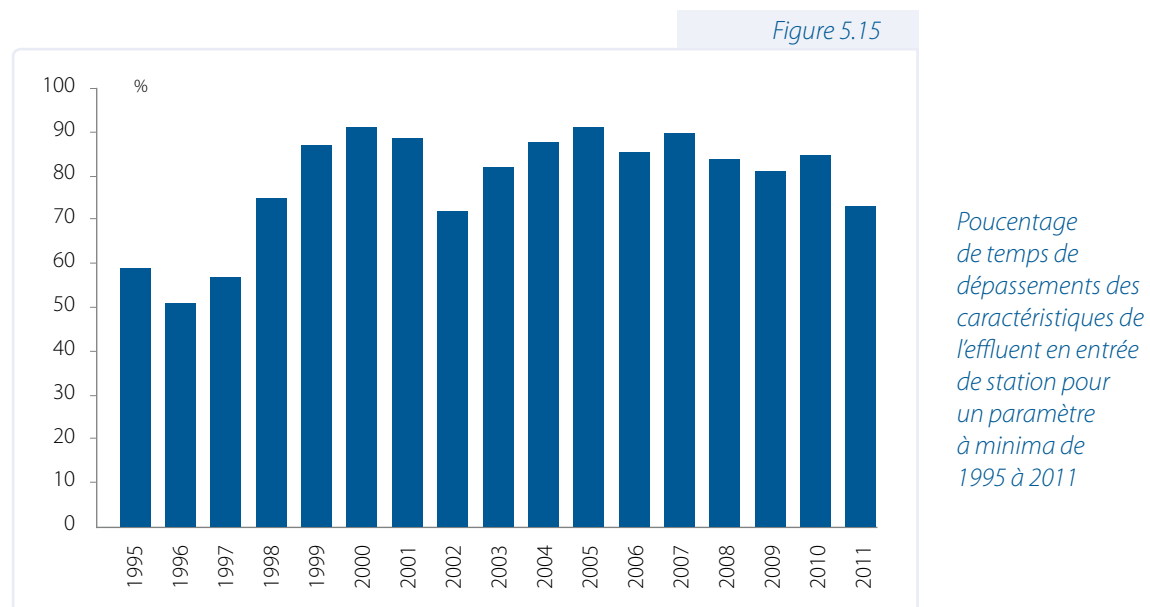
Paramètres	Avant rénovation de 2008	Après rénovation de 2008
	Rendement d'épuration (%)	Rendement d'épuration (%)
Matières en suspension (MES)	< 40 % de la concentration entrante	< 70 % de la concentration entrante
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	< 60 % de la concentration entrante	< 50 % de la 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	DBO5	DCO	DCO/DBO5	Dépassements d'un paramètre à minima		Dépassements
	nb jour nominal	nb jour nominal	nb jour nominal	nb jour nominal	nb jour de dépassement	nb jour d'analyses	% de temps
1995	173	54	22	66	207	348	59
1996	119	57	54	70	187	365	51
1997	138	26	35	102	207	365	57
1998	231	44	45	116	271	361	75
1999	297	101	90	96	317	362	87
2000	324	112	79	85	333	341	91
2001	298	99	31	67	316	353	89
2002	222	92	28	58	263	346	72
2003	258	112	36	67	297	361	82
2004	286	148	38	83	318	363	88
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	85	114	165	95	220	302	73

Dépassements des caractéristiques limites de l'effluent brut à l'entrée de l'usine entre 1995 et 2011



Malgré les surcharges entrantes, la rénovation de l'usine a permis d'atteindre des résultats proches des normes européennes, où le facteur pénalisant est principalement la Demande Biologique en Oxygène (DBO).

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.

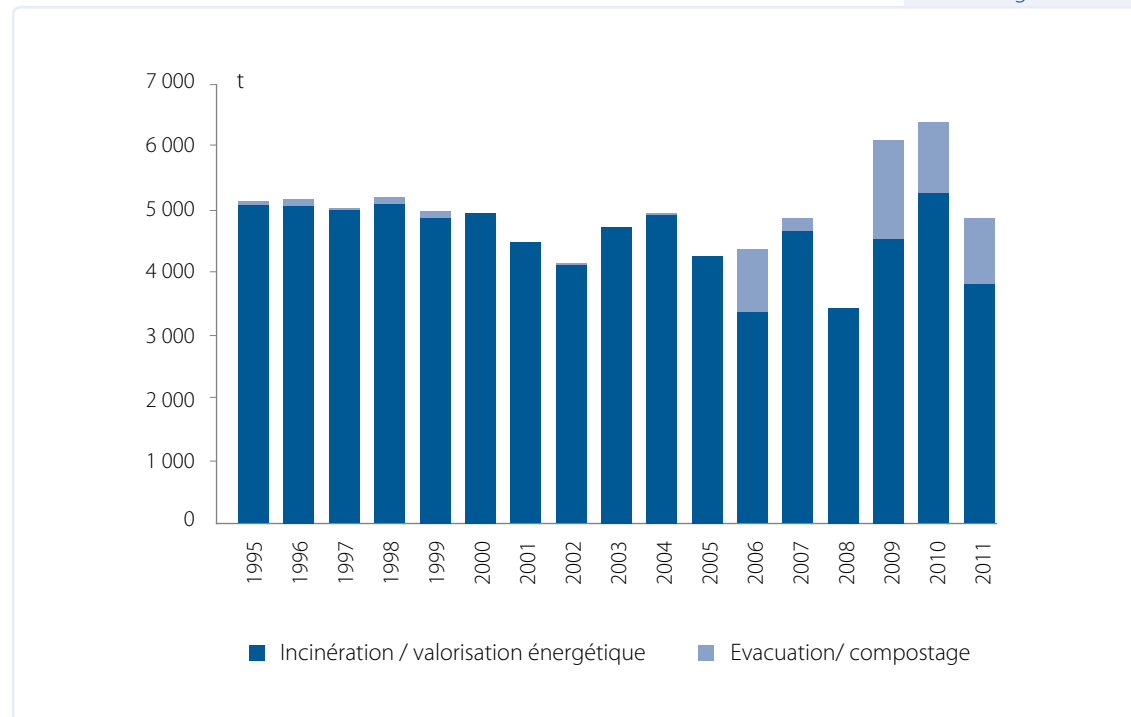
On note une augmentation de 30 % des tonnages de boue produite à la suite de la mise à niveau de l'UTER.

Tableau 5.13

Années	Boues d'épuration		
	Incineration / valorisation énergétique (en t)	Evacuation/ compostage (en t)	Total des boues produites (en t)
1995	5 081	58	5 139
1996	5 049	117	5 166
1997	4 995	23	5 018
1998	5 083	93	5 176
1999	4 860	113	4 973
2000	4 929	0	4 929
2001	4 480	0	4 480
2002	4 117	22	4 139
2003	4 723	0	4 723
2004	4 916	36	4 952
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

Boues d'épuration produites par l'UTER, en tonnes, de 1995 à 2011

Figure 5.16



Boues d'épurations produites par l'UTER, en tonnes, de 1995 à 2011

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 À 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 (articles L.230-1 et suivants et L.221-1 et suivants).

Ce 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, dont 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. SURVEILLANCE CHIMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN

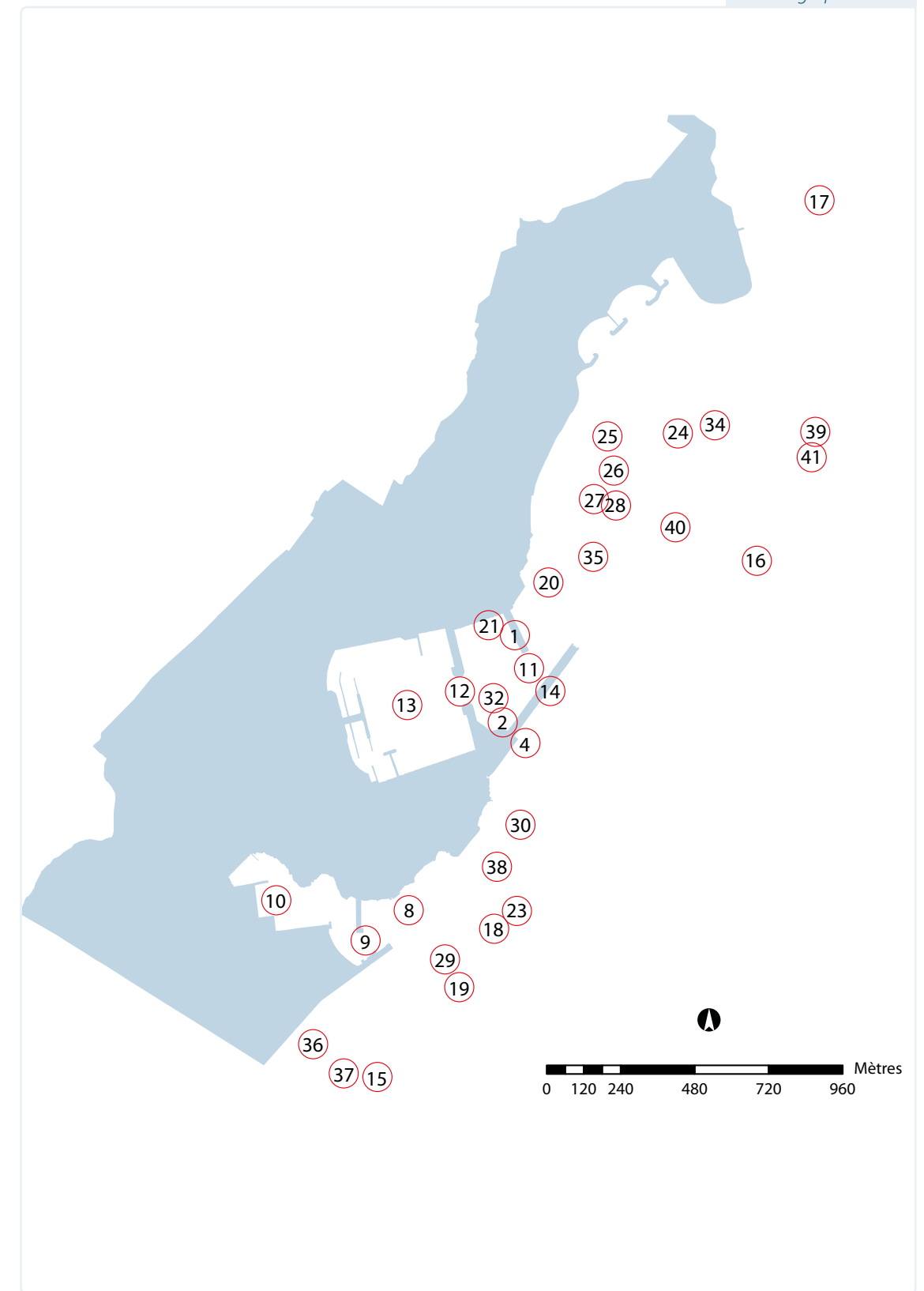
2.1 SURVEILLANCE CHIMIQUE DES SÉDIMENTS

Les sédiments ont un rôle important à jouer dans la surveillance continue de l'environnement, car ils sont considérés comme le réservoir final de la plupart des polluants. Ces sédiments marins entretiennent également des rapports mutuels étroits avec les autres compartiments de l'environnement à savoir l'eau et les organismes vivants.

Chaque année, des prélèvements de sédiments sont réalisés sur des sites de substrat meuble présents dans les fonds marins de la Principauté.

Les prélèvements réalisés depuis 1999 sont représentés sur la cartographie 6.1.

Cartographie 6.1



Positionnement des prélèvements de sédiments en zone côtière de 1999 à 2011

Tableau 6.1

N°	DATE	Localisation	Métaux (en mg/kg)							
			As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
44	nov.-11	Face Musée Océanographique	13	<0,2	15,2	24,1	0,14	13,8	35,8	87,1
43	nov.-11	Face Parking Pêcheurs	16,6	<0,2	27,5	35,4	0,43	22,5	114,3	104,8
42	nov.-11	Face Solarium	7	<0,2	31,5	8,6	0,13	16,1	18,3	29,6
41	nov.-10	Haut fond Larvotto	14	<0,1	23	16	0,1	10	22	40
40	nov.-10	Large Portier	8	0,1	21	24	0,2	10	34	48
39	nov.-10	Haut fond Larvotto	8	<0,1	37	19	0,1	18	29	53
38	nov.-10	Face parking des Pêcheurs	10	0,1	47	26	0,3	23	47	80
37	déc.-09	Fontvieille Héliport -50m	13	0,4	34	49	0,3	21	107	197
36	déc.-09	Fontvieille Héliport -40m	11	0,2	29	10	0,1	23	25	48
35	juil.-07	Portier	10	0,1	44	19	0,4	20	49	75
34	juil.-07	Limite sud Larvotto	24	<0,1	20	5	<0,05	6	14	32
33	juin-06	Fort Antoine	10	0,1	26	13	0,1	12	33	69
32	juin-06	Avant-port	20	<0,1	54	9	0,1	27	25	54
31	juin-06	Crepine AIEA	*	*	*	*	0,2	*	*	*
30	juin-06	Fort Antoine	*	*	*	*	0,1	*	*	*
29	juin-06	Secteur rejet UPTER	*	*	*	*	0,1	*	*	*
28	juin-06	Portier Larvotto 1	8	0,2	32	15	0,1	13	47	71
27	juin-06	Portier Larvotto 2	9	0,2	30	14	0,2	13	45	70
26	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	9	0,2	41	16	0,2	17	47	68
25	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	9	0,2	21	11	0,4	9	35	59
24	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	11	0,2	26	9	0,2	11	35	52
23	juil.-05	Musée océanographique	10	0,1	46	22	1,0	*	40	89
22	juil.-05	Tombant à corail	13	0,2	8	13	0,1	*	91	43
21	juil.-04	Extrémité sud du merlon	7	0,1	19	13	0,2	*	17	55
20	juil.-04	Tombant à corail	14	0,1	14	16	0,2	*	153	47
19	juin-03	Secteur rejet UPTER	13	0,4	59	37	0,6	28	76	185
18	juin-03	Musée océanographique	12	0,1	50	12	0,2	25	26	61
17	juil.-01	Beach	7	<1,2	<40	<40	<0,4	*	<10	<40
16	juil.-01	Baie de Monaco	6	<1,2	43	<40	<0,4	*	23	76,5
15	juil.-01	Devant Fontvieille	10	<1,2	<40	<40	<0,4	*	28	64,5
14	juil.-01	Face Port Hercule	10	<1,2	<40	<40	<0,4	*	28	59,1
13	juil.-00	Intérieur du port Hercule	7	<2	<40	<40	<1	*	<40	<40
12	juil.-00	Entrée du port Hercule	12	<2	<40	50	<1	*	120	239
11	juil.-00	Extérieur du port Hercule	10	<2	<40	<40	<1	*	<40	170
10	juil.-00	Intérieur Port de Fontvieille	15	<2	<40	76	<1	*	68	146
9	juil.-00	Entrée du Port de Fontvieille	7	<2	<40	<40	0,2	*	56	128
8	juil.-00	Extérieur Port de Fontvieille	10	<2	121	45	<1	*	62	121
7	nov.-99	Terre-plein digue du large	11	0,1	32	17,1	0,4	15,6	55,1	48,4
6	nov.-99	Terre-plein digue du large	13	0,1	37	17,4	0,4	17	47,8	41,1
5	nov.-99	Terre-plein digue du large	14	0,1	45	12,4	0,1	19,8	20,6	35,6
4	nov.-99	Terre-plein digue du large	14	0,1	45	15,7	0,2	23	48,4	34,4
3	nov.-99	Terre-plein digue du large	14	0,1	40	16	0,4	20	44,1	32,8
2	nov.-99	Terre-plein digue du large	14	0,1	21	9,66	0,2	9,4	20,7	32,4
1	nov.-99	Extérieur du port Hercule	*	*	*	*	*	*	*	*

* Non évaluées

Tableau 6.2

N°	DATE	Localisation	PCB-Congénère (en µg/kg)						
			28	52	101	118	138	153	180
44	nov.-11	Face Musée Océanographique	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
43	nov.-11	Face Parking Pêcheurs	<5	8	15	17	14	13	<5
42	nov.-11	Face Solarium	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
41	nov.-10	Haut fond Larvotto	<1,0	1,3	7,7	<1,0	5,0	2,3	1,3
40	nov.-10	Large Portier	<1,0	<1,0	2,1	<1,0	1,5	<1,0	<1,0
39	nov.-10	Haut fond Larvotto	<1,0	<1,0	1,5	<1,0	2,0	<5	<1,0
38	nov.-10	Face parking des Pêcheurs	<1,0	<1,0	1,8	<1,0	1,1	<1,0	<1,0
37	déc.-09	Fontvieille Héliport -50m	0,6	3,9	12,7	11,0	18,3	14,6	7,2
36	déc.-09	Fontvieille Héliport -40m	*	*	2,0	2,3	2,8	2,5	1,1
35	juil.-07	Portier	0,2	0,2	0,6	0,1	0,6	0,6	0,2
34	juil.-07	Limite sud Larvotto	0,4	0,7	1,7	1,1	2,4	2,2	1,0
33	juin-06	Fort Antoine	2,5	29,9	13,9	14,0	22,6	18,4	3,7
32	juin-06	Avant-port	4,3	10,5	6,5	12,1	10,7	7,8	0,3
31	juin-06	Crepine AIEA	1,2	1,8	1,0	91,0	1,6	1,3	0,6
30	juin-06	Fort Antoine	5,8	15,3	9,3	7,4	6,1	7,3	1,3
29	juin-06	Secteur rejet UPTER	19,8	45,7	35,3	31,1	70,6	50,0	19,1
28	juin-06	Portier Larvotto 1	1,3	1,4	2,0	2,9	3,3	3,3	1,4
27	juin-06	Portier Larvotto 2	1,0	2,0	2,1	2,8	4,1	3,8	1,5
26	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	1,6	3,8	2,8	3,3	4,2	4,2	1,8
25	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	1,4	3,4	2,7	2,8	3,9	3,9	1,5
24	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	1,5	2,3	2,6	3,1	3,6	3,6	1,2
23	juil.-05	Musée océanographique	1,6	1,9	5,3	1,9	4,4	3,6	1,3
22	juil.-05	Tombant à corail	1,4	0,9	5,4	2,7	7,2	5,8	6,1
21	juil.-04	Extrémité sud du merlon	*	*	*	*	*	*	*
20	juil.-04	Tombant à corail	*	*	*	*	*	*	*
19	juin-03	Secteur rejet UPTER	11,4	167,8	279,9	358,0	304,4	241,0	104,8
18	juin-03	Musée océanographique	1,1	6,9	7,6	7,9	5,3	4,6	1,6
17	juil.-01	Beach	<20	<10	<10	<10	*	<10	<10
16	juil.-01	Baie de Monaco	<20	<10	<10	<10	*	<10	<10
15	juil.-01	Devant Fontvieille	<20	<10	<10	<10	*	<10	<10
14	juil.-01	Face Port Hercule	<20	<10	<10	<10	*	<10	<10
13	juil.-00	Intérieur du port Hercule	*	*	*	*	*	*	*
12	juil.-00	Entrée du port Hercule	*	*	*	*	*	*	*
11	juil.-00	Extérieur du port Hercule	*	*	*	*	*	*	*
10	juil.-00	Intérieur Port de Fontvieille	*	*	*	*	*	*	*
9	juil.-00	Entrée du Port de Fontvieille	*	*	*	*	*	*	*
8	juil.-00	Extérieur Port de Fontvieille	*	*	*	*	*	*	*
7	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,15	0,34	0,33	0,59	0,56	0,33
6	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,02	0,06	0,05	0,07	0,07	0,03
5	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01
4	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
3	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,04	0,12	0,09	0,24	0,23	0,18
2	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	0,04	0,09	0,10	0,13	0,12	0,05
1	nov.-99	Extérieur du port Hercule	*	0,07	0,18	0,19	0,38	0,36	0,19

* Non évaluées

Concentrations en métaux dans les sédiments en zone côtière, en mg/kg, de 1999 à 2011

Concentrations en PolyChloroBiphényle (PCB) dans les sédiments en zone côtière, en µg/kg, de 1999 à 2011

2.2 SURVEILLANCE DANS LES ORGANISMES VIVANTS

L'intérêt d'utiliser des organismes vivants dans le cadre d'une surveillance des niveaux de contamination est multiple :

- les organismes vivants et notamment les moules (mollusques filtreurs) accumulent les polluants souvent présents dans l'eau à des concentrations qui se situent sous les limites de détection ;
- l'accumulation par les organismes vivants permet d'estimer une éventuelle pollution durant une période donnée et représente la pression chimique générale exercée sur une zone précise ;
- la mesure des polluants dans le biota permet de cibler les contaminants dits « biodisponibles », dont l'adsorption et l'accumulation dans les êtres vivants sont les plus importantes.

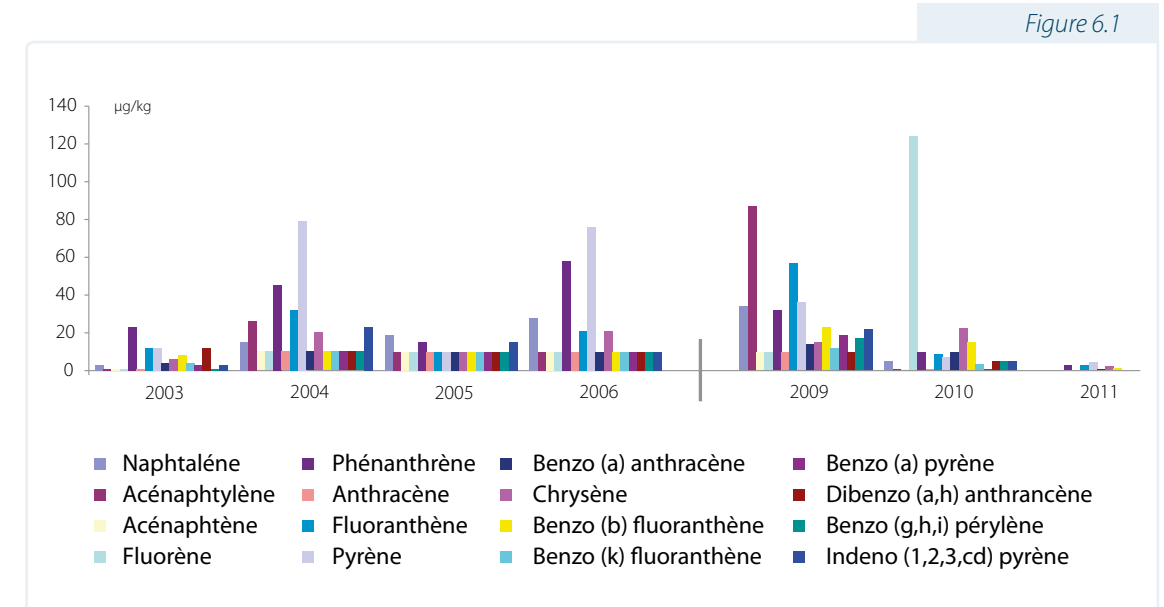
Les mesures dans les organismes filtreurs comme les moules en Principauté de Monaco (digue de Fontvieille) ont débuté en 1989 pour les métaux lourds. Cette surveillance s'est étendue à d'autres polluants persistants comme les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les pesticides du type DichloroDiphénylTrichloroéthane (DDT) et les PolyChloroBiphényles (PCB).

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

Tableau 6.3

HAP (en µg/kg)	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2011
Naphtalène	3	15	19	28	34	5	<0,1
Acénaphthylène	1	26	10	10	87	1	<0,1
Acénaphthène	1	10	10	10	10	1	<0,1
Fluorène	1	10	10	10	10	124	<0,1
Phénanthrène	23	45	15	58	32	10	2,6
Anthracène	1	10	10	10	10	1	<0,1
Fluoranthène	12	32	10	21	57	9	2,4
Pyrène	12	79	10	76	36	7	3,8
Benzo (a) anthracène	4	10	10	10	14	10	0,5
Chrysène	6	20	10	21	15	23	2,2
Benzo (b) fluoranthène	8	10	10	10	23	15	1,2
Benzo (k) fluoranthène	4	10	10	10	12	4	<0,1
Benzo (a) pyrène	3	10	10	10	19	1	<0,1
Dibenzo (a,h) anthracène	12	10	10	10	10	5	<0,1
Benzo (g,h,i) pérylène	1	10	10	10	17	5	<0,1
Indeno (1,2,3,cd) pyrène	3	23	15	10	22	5	<0,1

Concentrations en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les organismes vivants, en µg/kg, de 2003 à 2011



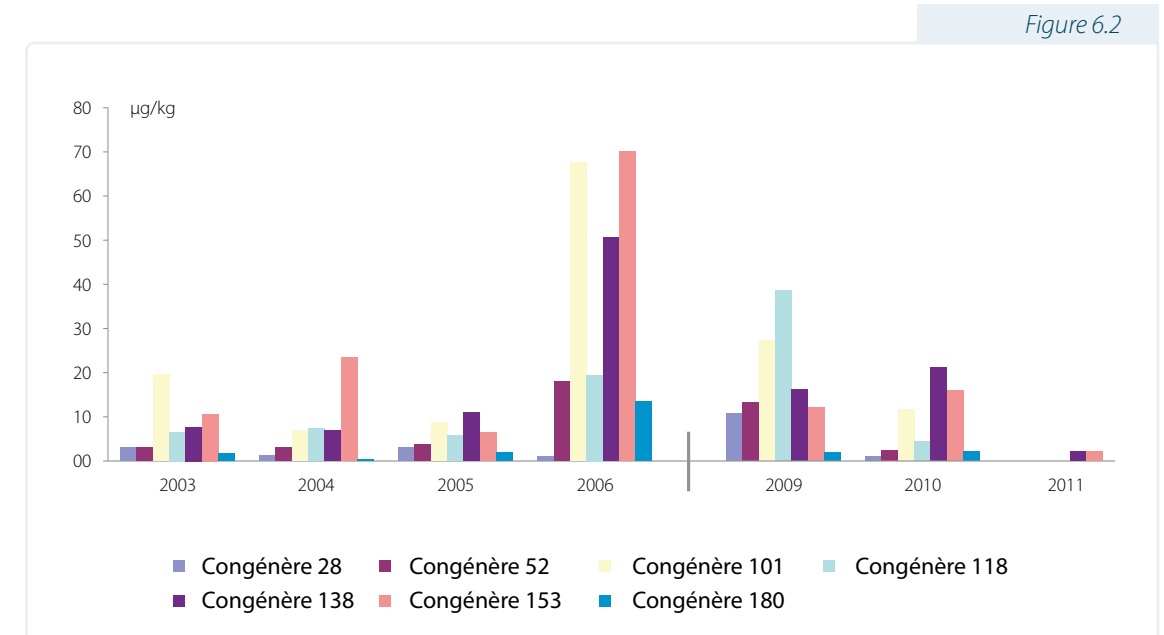
Concentrations en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les organismes vivants, en µg/kg, de 2003 à 2011

POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCB)

Tableau 6.4

PCB (en µg/kg)	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2011
Congénère 28	3,1	1,3	3,1	1,1	10,8	1,0	<1
Congénère 52	3,1	3,2	3,8	18,1	13,1	2,4	<1
Congénère 101	19,6	7,0	8,7	67,7	27,3	11,6	<1
Congénère 118	6,6	7,3	5,8	19,5	38,5	4,4	<1
Congénère 138	7,8	6,8	10,9	50,6	16,3	21,2	2
Congénère 153	10,7	23,4	6,4	70,1	12,1	15,9	2
Congénère 180	1,8	0,3	1,9	13,5	1,9	2,1	<1

Concentrations en PolyChloroBiphényles (PCB) dans les organismes vivants, en µg/kg, de 2003 à 2011



Concentrations en PolyChloroBiphényles (PCB) dans les organismes vivants, en µg/kg, de 2003 à 2011

Tableau 6.5

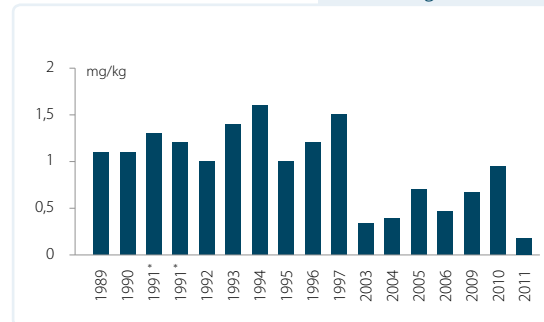
Années	Cadmium (en mg/kg)	Cuivre (en mg/kg)	Mercure (en mg/kg)	Plomb (en mg/kg)
1989	1,1	5,8	0,1	2,0
1990	1,1	6,8	0,1	3,1
1991*	1,3	6,7	0,3	1,3
1991*	1,2	8,6	0,1	3,3
1992	1,0	7,8	0,1	3,3
1993	1,4	7,0	0,1	1,6
1994	1,6	5,5	0,2	2,8
1995	1,0	8,3	0,1	2,1
1996	1,2	5,9	0,1	1,7
1997	1,5	4,9	0,1	0,9
2003	0,3	7,1	0,1	0,1
2004	0,4	5,4	0,4	0,3
2005	0,7	4,9	0,1	1,7
2006	0,5	5,6	0,2	1,6
2009	0,7	3,7	0,1	1,6
2010	1,0	22,9	0,2	2,7
2011	0,18	1,17	0,02	0,27

* Deux campagnes de mesure en 2 points différents de la Principauté

Concentration en métaux dans les organismes vivants, en mg/kg, de 1989 à 2011

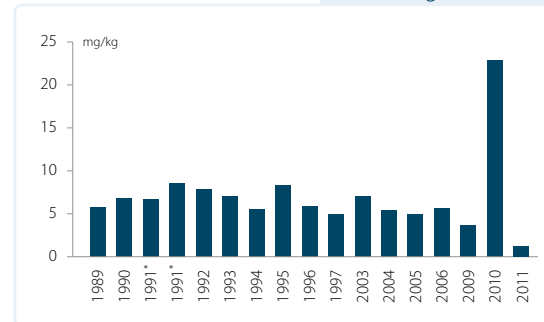
Cadmium

Figure 6.3.1



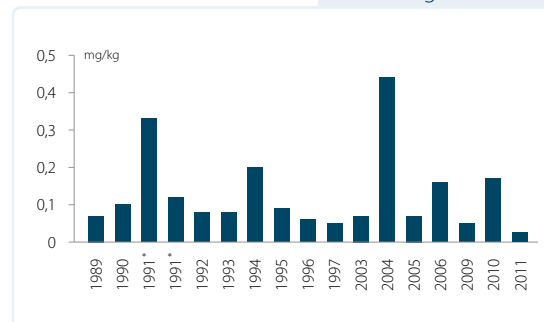
Cuivre

Figure 6.3.2



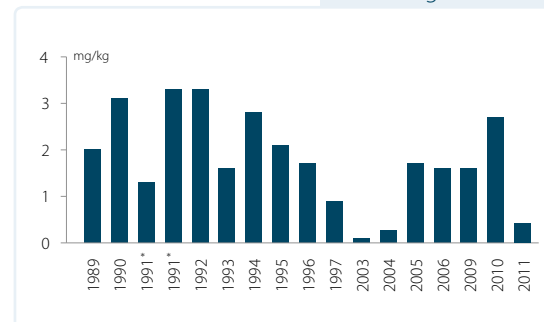
Mercure

Figure 6.3.3



Plomb

Figure 6.3.4



Concentration en métaux dans les organismes vivants, en mg/kg de 1989 à 2011

2.3 ACCUMULATEUR BIOLOGIQUE : RÉSEAU D'INTÉGRATEUR BIOLOGIQUES 2006 (RINBIO)

La connaissance de la qualité chimique des masses d'eau entre dans le cadre de l'application de la Directive européenne Cadre sur l'Eau de 2000 (DCE).

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et l'IFREMER (Institut Français pour la Recherche et l'Exploitation de la MER), organisent tous les trois ans un programme de surveillance de la qualité du milieu par l'intermédiaire d'accumulateurs biologiques.

Réparti sur l'ensemble du littoral méditerranéen français, ce réseau offre l'avantage de fournir une information homogène des niveaux de contamination sur de larges zones géographiques.

Ce réseau, également développé à l'échelle régionale, a permis, pour la première fois, de dresser une carte homogène des niveaux de contamination observés à l'échelle de la Méditerranée Occidentale (Programme européen MYTILOS)*.

La Direction de l'Environnement a participé à la session 2006 de ce programme en accueillant 3 points de mesure sur le littoral de la Principauté.

Les moules font partie des bio-indicateurs. Ces organismes révèlent par leur présence, leur absence ou leur comportement démographique, les caractéristiques et l'évolution d'un milieu.

En filtrant l'eau de mer, ces moules concentrent différentes substances présentes dans l'environnement marin (métaux, hydrocarbures et solvants). Après un séjour de plusieurs mois dans l'eau, les niveaux mesurés dans les organismes sont le reflet de l'état chronique du milieu.

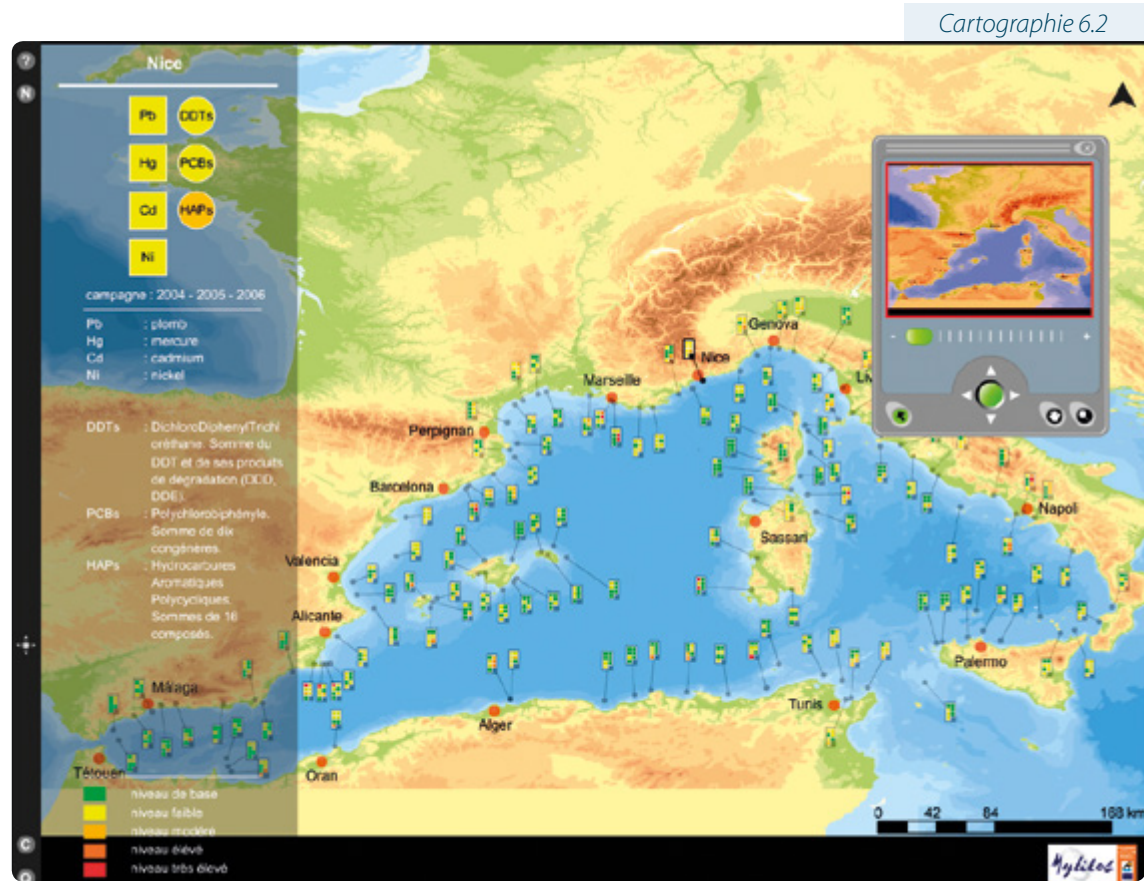
* Mytilos : développement d'un réseau interrégional de surveillance de la qualité des eaux côtières par des biointégrateurs (moules) pour la protection de la Méditerranée Occidentale.

Photo 6.1

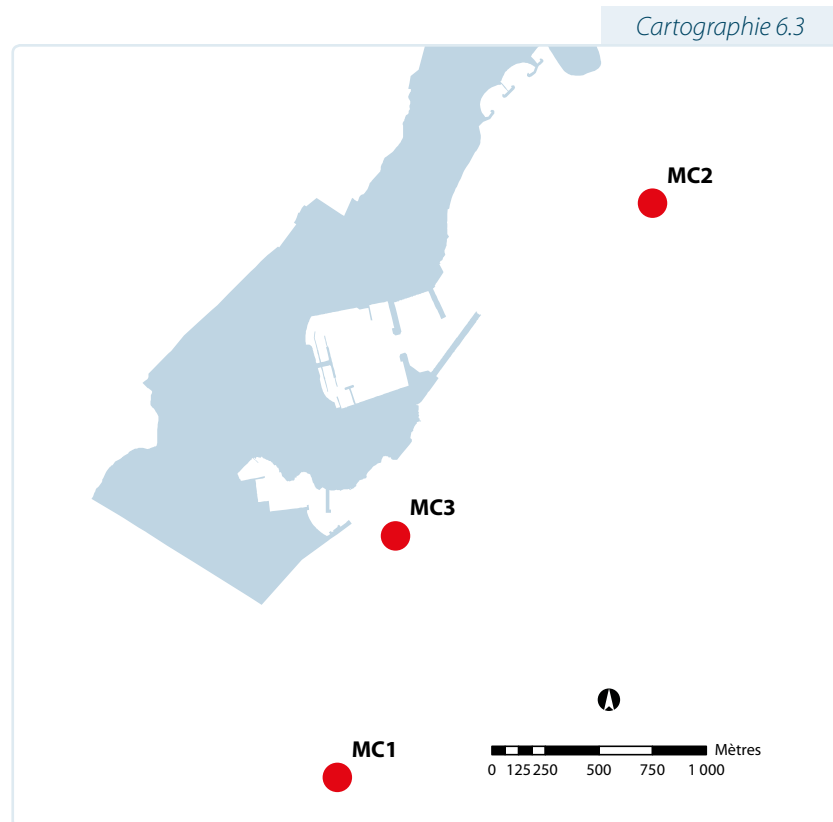


Plongeur manipulant une « poche de moules » © IFREMER

De plus amples renseignements sont disponibles sur les sites du Programme Mytilos (<http://mytilos.tvt.fr/>) de l'IFREMER (<http://www.ifremer.fr/envlit/>) et de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse (<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/>)



Points de mesure du Programme MYTILOS (littoral méditerranéen) © IFREMER.



Points de mesure du Programme RINBIO sur le littoral monégasque

Résultats de la campagne RINBIO 2006 sur les sites monégasques et interprétation de la qualité de la masse d'eau

Paramètres	Points de mesures		
	MC1	MC2	MC3
Positionnement			
Profondeur	51	60	51,5
Longitude_dd_w84	7,42235	7,42867	7,44495
Latitude_dd_w84	43,71953	43,72823	43,74225
Nombre d'individus	17	17	16
Indices généraux			
Poid sec (en g) (PS)	15,42	15,72	13,57
Poid coquille (en g) (PC)	114,4	121,3	109,6
PS/PC	0,13	0,13	0,12
Taille de la coquille (HCOQ) (en mm)	233	231	220
Matières grasses %	3,2	8,4	14,1
Métaux			
Cadmium (en mg/kg)	0,9	0,9	0,9
Chrome total (en mg/kg)	0,5	0,5	0,5
Cuivre (en mg/kg)	4,2	4,3	4,3
Mercure (en mg/kg)	0,08	0,08	0,07
Nickel (en mg/kg)	1	1,4	1,1
Plomb (en mg/kg)	1,4	1,5	1,6
Zinc (en mg/kg)	139	129	131
Arsenic (en mg/kg)	23	19,9	22
DDT et métabolites			
pp' DDE (en µg/kg)	4,1	2,8	2,2
pp' DDT (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
pp' DDD (en µg/kg)	1,2	0,5	0,5
Hexachlorocyclohexanes			
Alpha HCH (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Beta HCH (Lindane) (en µg/kg)	1,7	0,5	0,5
Gamma HCH (Lindane) (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Polychlorobiphényles			
Congénère 138 (en µg/kg)	0,5	0,5	1,1
Congénère 153 (en µg/kg)	3,2	2,2	2,4
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques			
Naphtalène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Acénaphthalène (en µg/kg)	5	5	5
Acénaphthène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Fluorène (en µg/kg)	4,1	1,8	1,8
Phénanthrène (en µg/kg)	7,7	3,2	3,1
Anthracène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Fluoranthène (en µg/kg)	4,2	1,9	2,9
Pyrène (en µg/kg)	1,4	1,2	1,2
Benzo(a)anthracène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Chrysène (en µg/kg)	1,5	0,5	1,5
Benzo (b) fluoranthène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Benzo (k) fluoranthène (en µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Benzo (a) pyrène (en µg/kg)	2,4	0,5	2,3

Niveaux de bases
 Niveaux faibles
 Niveaux modérés
 Niveaux élevés
 Niveaux très élevés

3. HYDROLOGIE DES EAUX CÔTIÈRES

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.

3.1 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 :

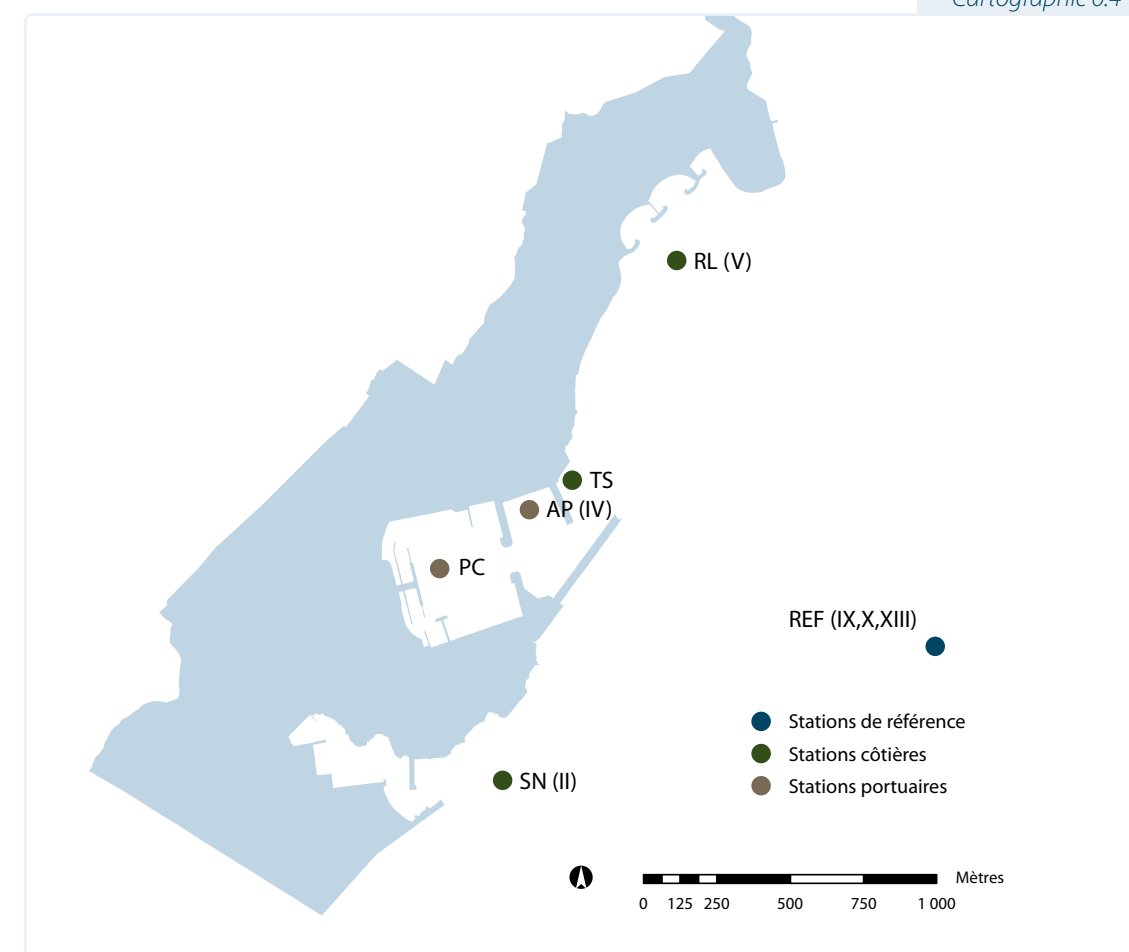
- 3 stations de prélèvements (II, IV et V) ont des caractéristiques littorales proches des sources potentielles de pollution. La station IV, se situant pendant des années en zone côtière, a par la suite été incluse dans la zone de l'Avant Port (AP), suite à l'agrandissement du Port de la Condamine (PC) ;
- 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, 11 missions de surveillance 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 mesure.
- **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 écologique.
- **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.



Points de mesure du programme de surveillance de la qualité hydrologique des eaux côtières.

3.2. PARAMÈTRES MESURÉS

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 néphélométrique) ;
- matières en suspension ;
- pH ;
- éléments nutritifs azotés (nitrates, nitrites, ammonium) ;
- contamination bactérienne.

3.2.1 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.

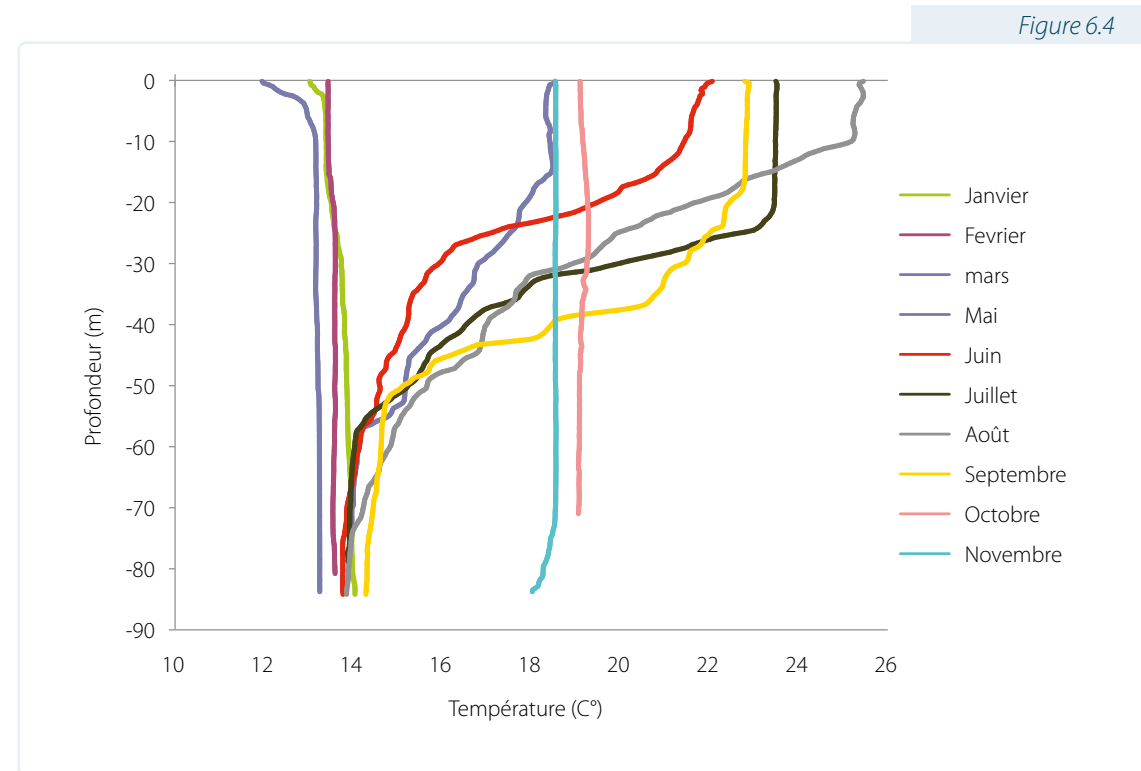
Ainsi, en hiver la température est homogène sur l'ensemble de la colonne d'eau entre 12 et 14 degrés suivant les conditions climatiques.

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 surfaces et les eaux froides de profondeur.

En été, les couches de surfaces 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.

À 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.



Exemple d'évolution des températures de la colonne d'eau relevées en Principauté pendant une année sur le Tombant coralligène des Spélugues

Tableau 6.7

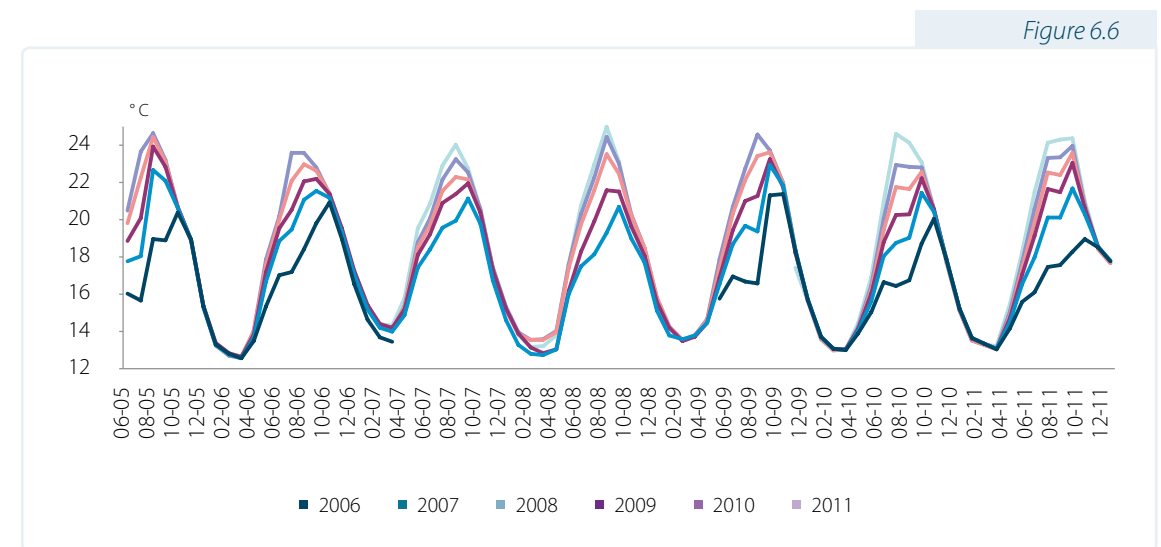
Profondeur (en m)	Températures (en C°)					
	-5	-10	-15	-20	-25	-35
2006	*	18,17	17,98	17,67	17,28	16,38
2007	18,54	18,21	17,97	17,77	17,14	16,43
2008	18,32	18,06	17,80	16,96	16,28	*
2009	*	18,46	18,23	17,76	17,38	16,70
2010	18,07	17,69	17,39	17,09	16,69	15,89
2011	18,81	18,41	18,10	17,81	17,25	16,10

* Non évalués

Variation des températures moyennes annuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2011



Variation des températures moyennes annuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2011

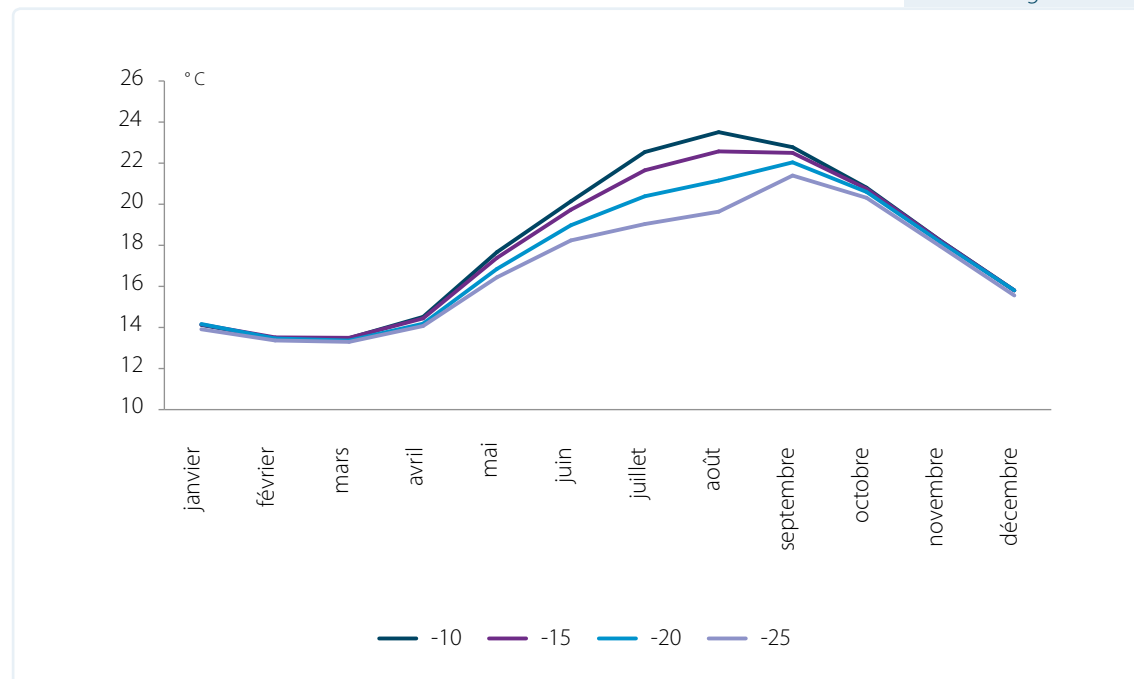


Variations annuelles des températures moyennes mensuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2011

Tableau 6.8

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

Moyennes des températures mensuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2011



Moyennes des températures mensuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2011

3.2.2 Salinité

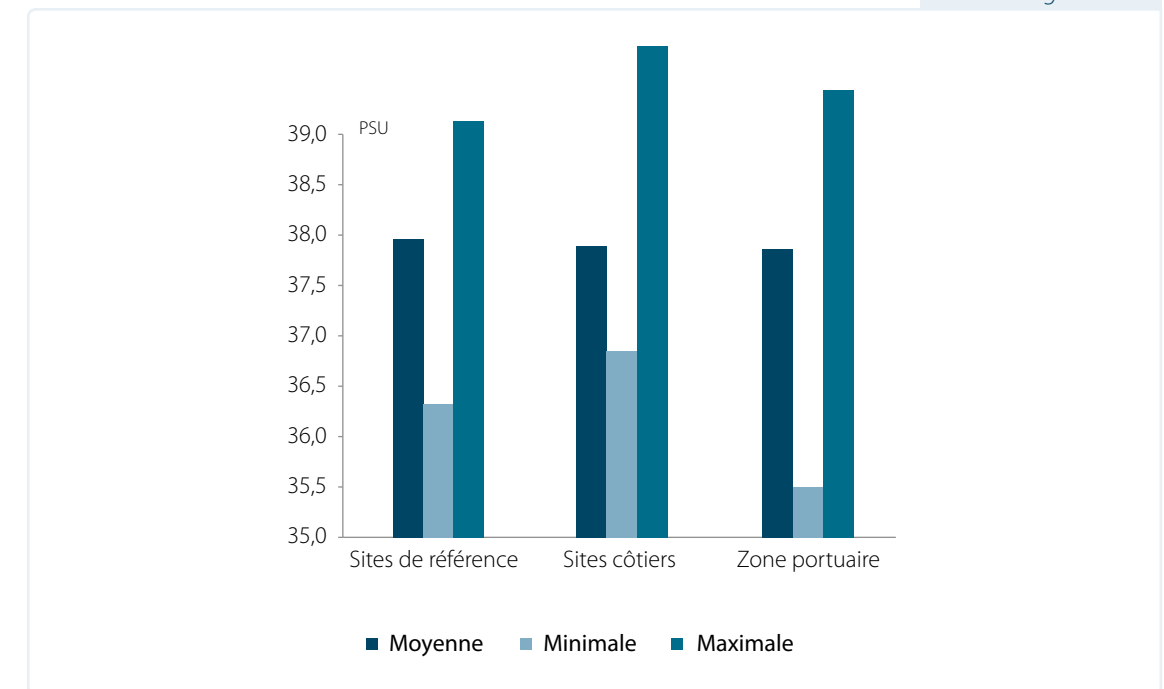
En océanographie, la salinité est utilisée dans la caractérisation des masses d'eau. Cette caractéristique de l'eau de mer est exprimée en PSU (Practical Salinity Unit). En milieu côtier, la salinité est principalement utilisée pour suivre les apports en eau continentale ou les apports anthropiques.

Tableau 6.9

	Salinité (en PSU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS, II, V)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	37,96	37,89	37,85
Minimale	36,32	36,85	35,51
Maximale	39,12	39,87	39,44

Valeurs moyennes annuelles de la salinité observées sur les sites de la Principauté, en PSU, de 1996 à 2011

Figure 6.8



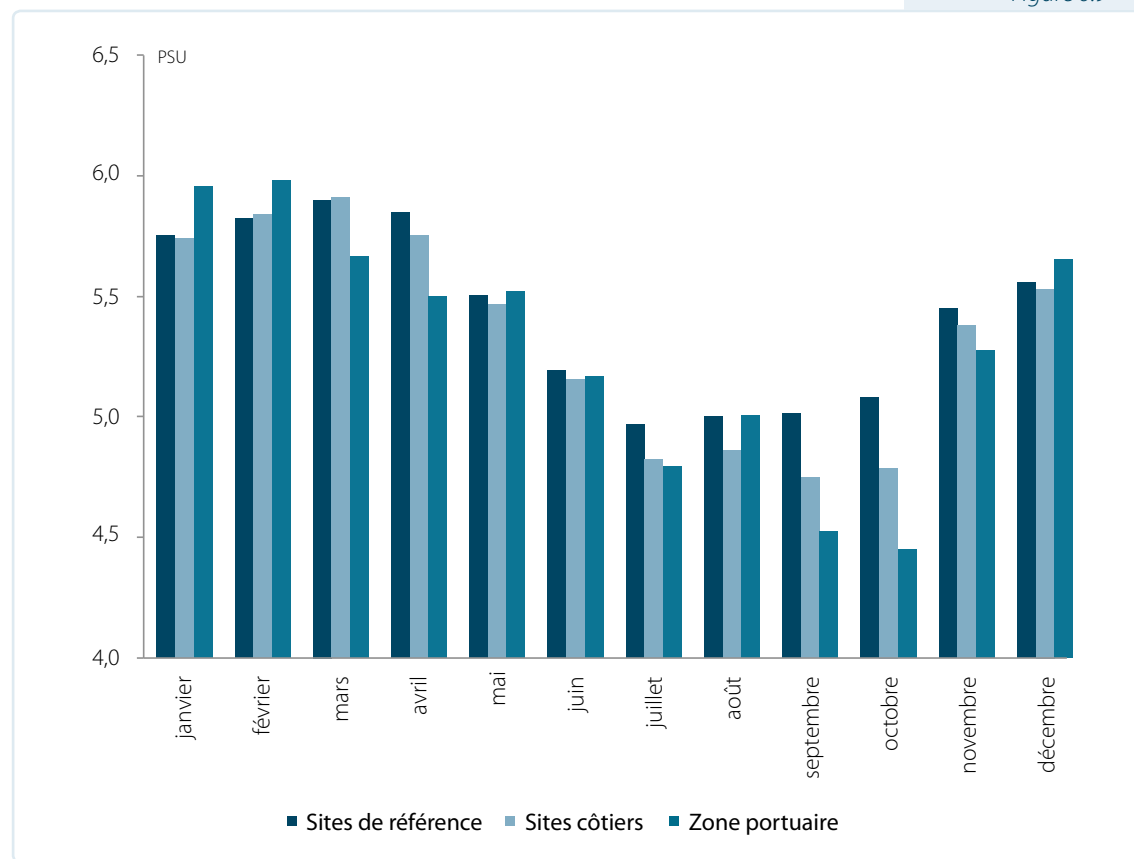
Valeurs moyennes annuelles de la salinité observées sur les sites de la Principauté, en PSU, de 1996 à 2011

La moyenne de la salinité sur les sites de référence est de 37.96 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 6.10

	Salinité (en PSU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	37,92	38,14	38,02
février	38,00	37,98	37,87
mars	37,95	37,80	37,40
avril	37,79	37,67	37,62
mai	37,72	37,59	37,46
juin	37,81	37,61	37,64
juillet	37,99	37,93	37,87
août	38,10	38,04	37,99
septembre	38,19	38,10	38,08
octobre	38,05	38,03	37,99
novembre	37,93	37,90	37,89
décembre	37,93	37,84	37,72

Variations mensuelles moyennes de la salinité, en PSU, de 1996 à 2011



Variations mensuelles moyennes de la salinité, en PSU, de 1996 à 2011

3.2.3 Oxygène dissous

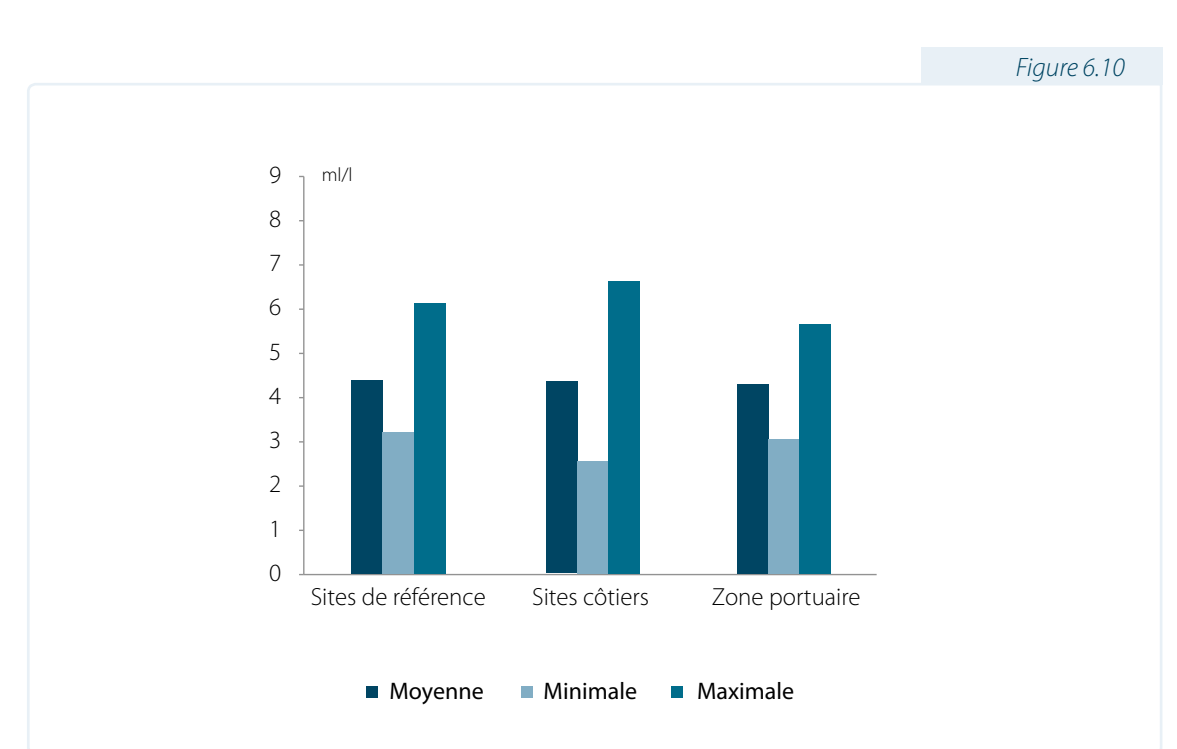
L'oxygène dissous intervient dans la plupart des processus biologiques permettant la vie marine. En son absence ou en-dessous de certaines concentrations, les caractéristiques de l'écosystème marin peuvent être considérablement modifiées.

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 6.11

	Concentrations en oxygène dissous (en ml/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	5,43	5,38	5,29
Minimale	3,95	3,55	3,14
Maximale	7,56	8,20	7,01

Concentrations en oxygène dissous observées sur les sites de la Principauté, en ml/l, de 1996 à 2011

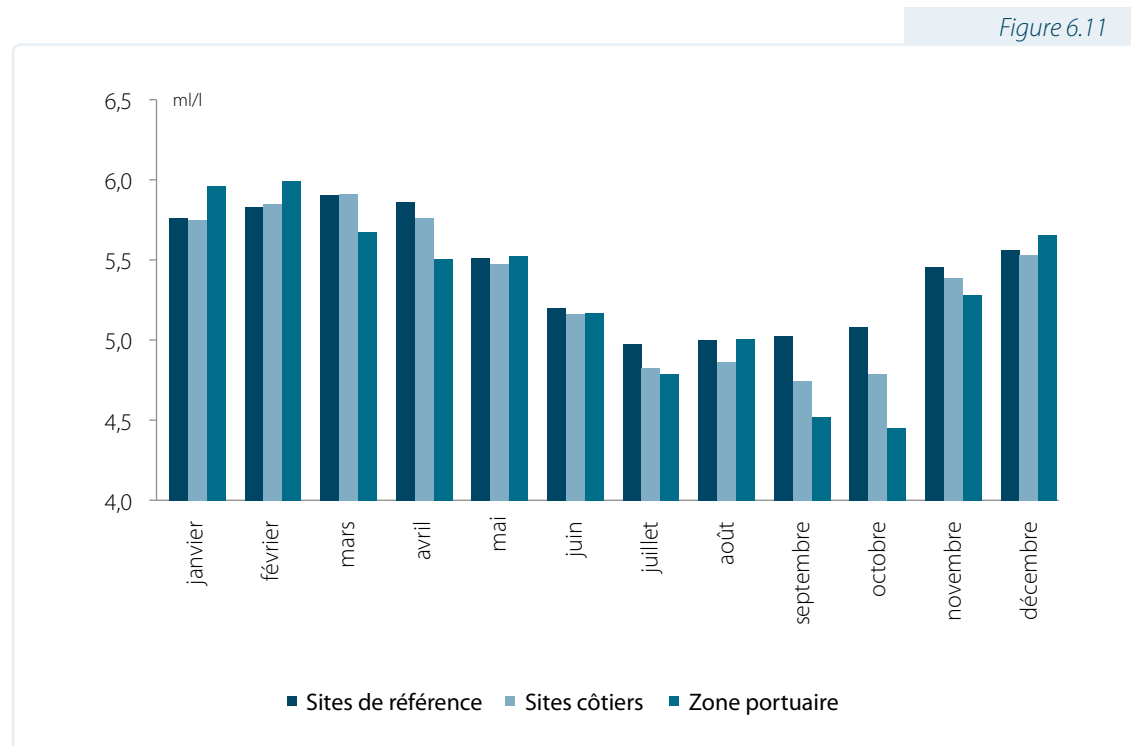


Concentrations en oxygène dissous observées sur les sites de la Principauté, en ml/l, de 1996 à 2011

Tableau 6.12

	Concentrations en oxygène dissous (en ml/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	5,75	5,74	5,96
février	5,82	5,84	5,98
mars	5,90	5,91	5,67
avril	5,85	5,76	5,50
mai	5,50	5,47	5,52
juin	5,19	5,16	5,17
juillet	4,97	4,83	4,79
août	5,00	4,86	5,01
septembre	5,02	4,75	4,52
octobre	5,08	4,79	4,45
novembre	5,45	5,38	5,28
décembre	5,56	5,53	5,65

Variations mensuelles moyennes de la concentration en oxygène dissous, en ml/l, de 1996 à 2011



Variations mensuelles moyennes de la concentration en oxygène dissous sur les sites de la Principauté, en ml/l, de 1996 à 2011

3.2.4 Chlorophylle

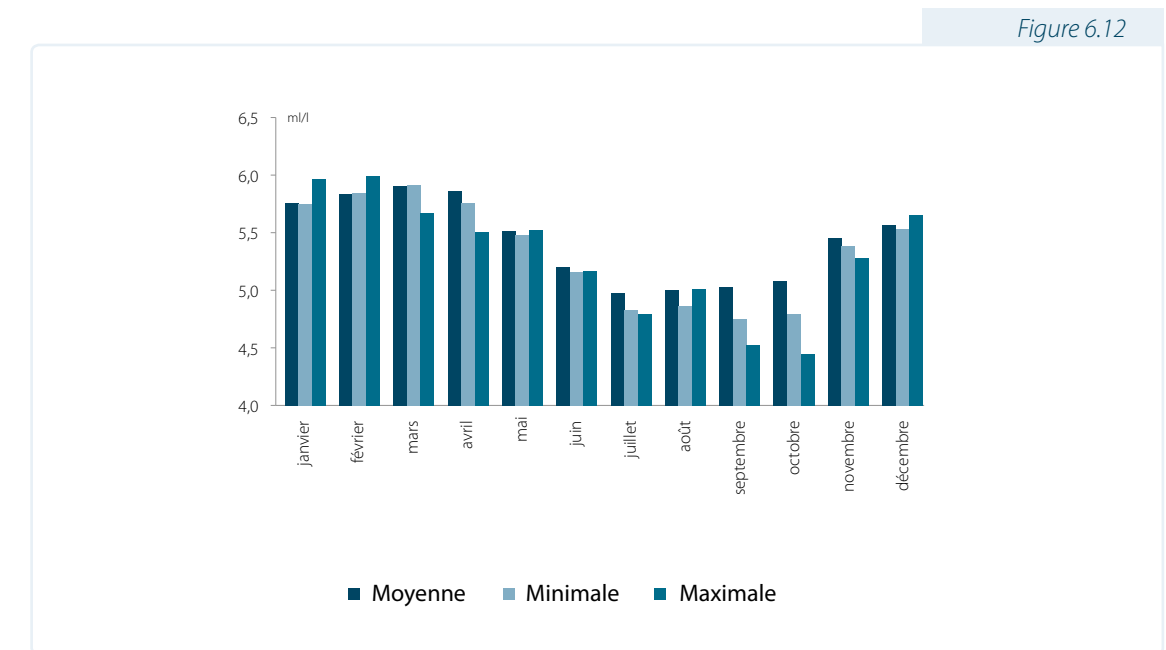
La chlorophylle représente la biomasse des microalgues (phytoplancton), organismes qui sont à la base de la chaîne alimentaire marine. La variation de la teneur en chlorophylle présente, en condition côtière, un développement printanier suivi d'un niveau plus faible en été, un regain en automne et des 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 0,23 µg/l. Les variations saisonnières montrent des teneurs très faibles en juillet, et de l'ordre de 0,9 µg/l pour les maximales observées au printemps.

Tableau 6.13

	Concentrations en chlorophylle (en µg/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	0,24	0,32	0,50
Minimale	0,01	0,01	0,04
Maximale	1,29	0,88	2,13

Concentrations en chlorophylle observées sur les sites de la Principauté, en µg/kg, de 1996 à 2011

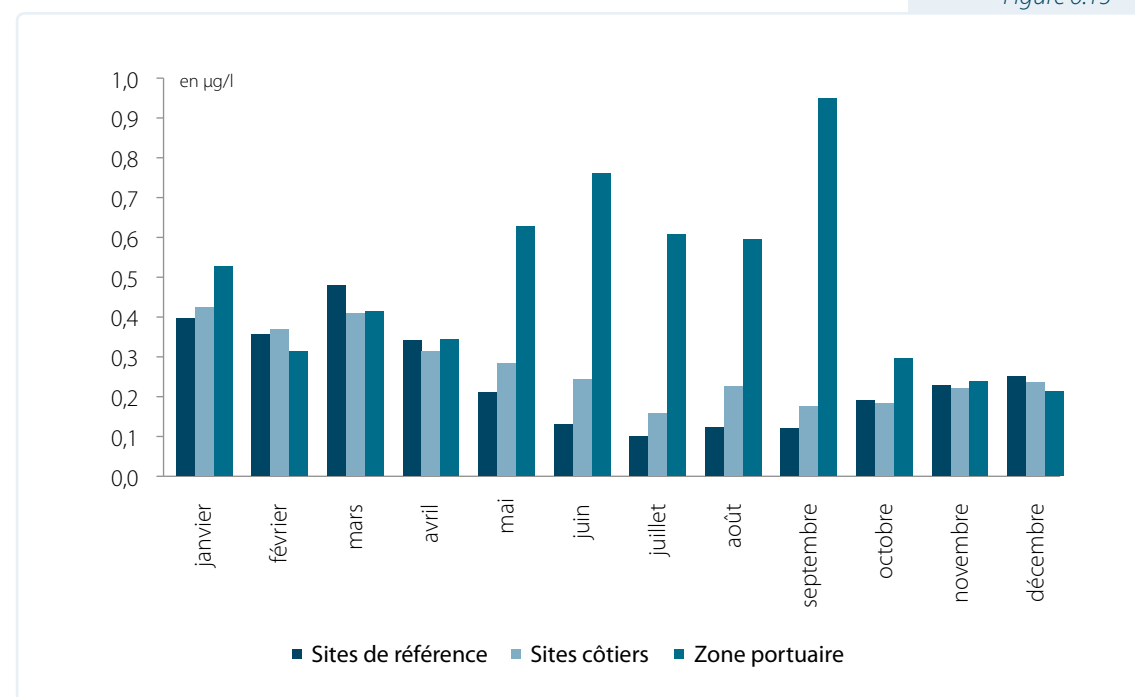


Concentrations en chlorophylle observées sur les sites de la Principauté, en µg/kg, de 1996 à 2011

Tableau 6.14

	Concentrations en chlorophylle (en µg/kg)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,40	0,42	0,53
février	0,36	0,37	0,31
mars	0,48	0,41	0,41
avril	0,34	0,31	0,35
mai	0,21	0,28	0,63
juin	0,13	0,24	0,76
juillet	0,10	0,16	0,61
août	0,12	0,23	0,60
septembre	0,12	0,17	0,95
octobre	0,19	0,18	0,30
novembre	0,23	0,22	0,24
décembre	0,25	0,23	0,21

Variations mensuelles moyennes de la concentration en chlorophylle, en µg/kg, de 1996 à 2011



Variations mensuelles moyennes de la concentration en chlorophylle, en µg/kg, de 1996 à 2011

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.

3.2.5 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 néphélométrie, 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 22 mètres. À l'inverse, au cours des périodes de printemps et d'automne, la transparence des eaux est plus faible et varie généralement entre 15 et 18 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.

Tableau 6.15

	Profondeur (en m)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	19	14	12
Minimale	2	1	2
Maximale	32	30	27

Variations de la transparence Secchi sur la zone côtière monégasque, en mètre, de 1996 à 2011

Variations de la transparence Secchi sur la zone côtière monégasque, en mètre, de 1996 à 2011

- Moyenne
- Minimale
- Maximale

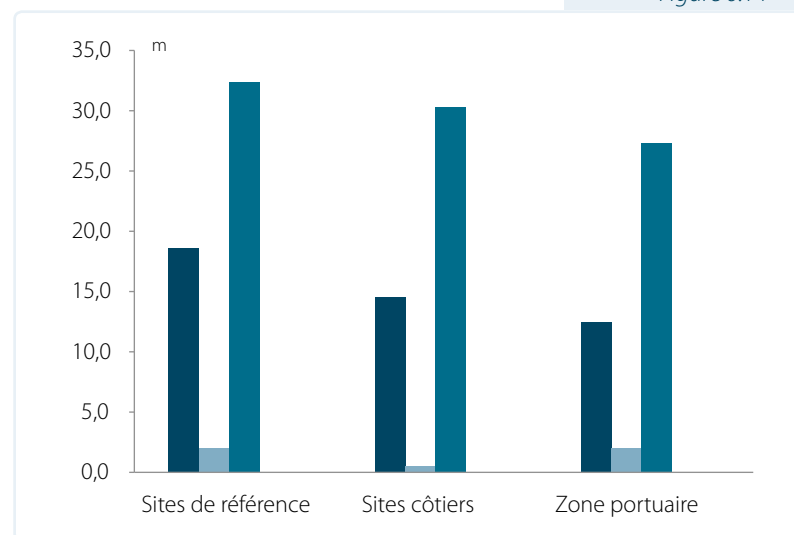


Figure 6.14

Tableau 6.16

	Profondeur (en m)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	15,5	12,8	11,9
février	15,3	11,8	11,1
mars	13,2	10,6	9,2
avril	15,0	12,4	10,6
mai	17,4	15,0	13,1
juin	21,7	18,3	12,4
juillet	23,4	18,6	11,3
août	22,9	17,9	12,2
septembre	24,6	19,2	12,4
octobre	18,0	14,6	12,3
novembre	15,2	13,9	12,7
décembre	15,9	11,5	10,8

Variations mensuelles moyennes de la transparence Secchi sur la zone côtière monégasque, en mètre, de 1996 à 2011

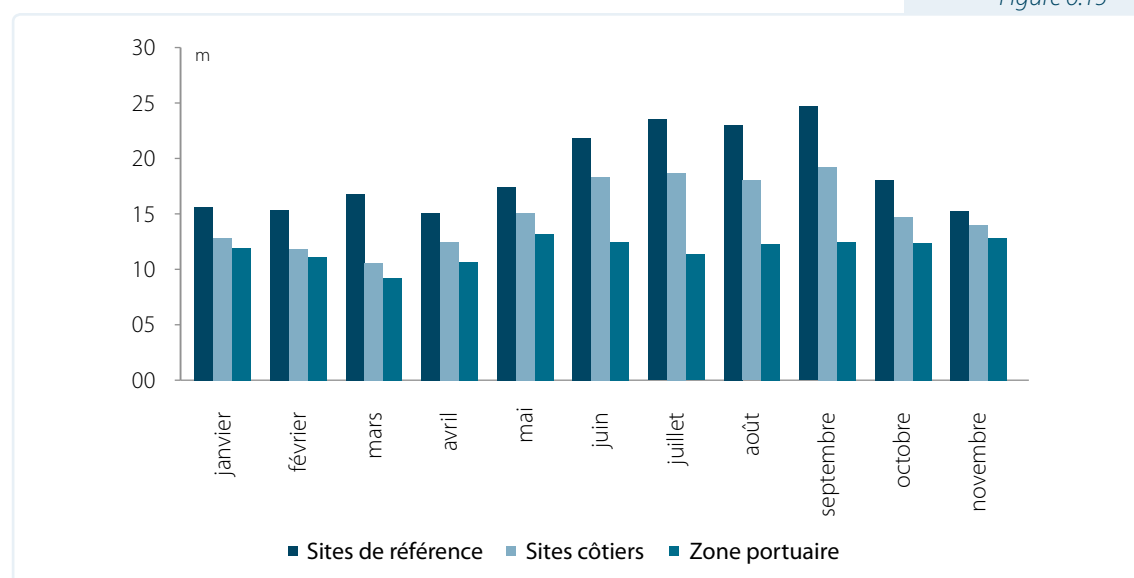


Figure 6.15

Variations mensuelles moyennes de la transparence Secchi sur la zone côtière monégasque, en mètre, de 1996 à 2011

Transparence néphéométrique

La valeur de la turbidité dans les eaux marines, exprimée en Unité de Turbidité Néphéométrique (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 6.17

	Transparence (en NTU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	0,240	0,371	0,434
Minimale	0,052	0,080	0,120
Maximale	2,595	4,624	3,585

Variations de la transparence néphéométrique sur la zone côtière monégasque, en NTU, de 2007 à 2011

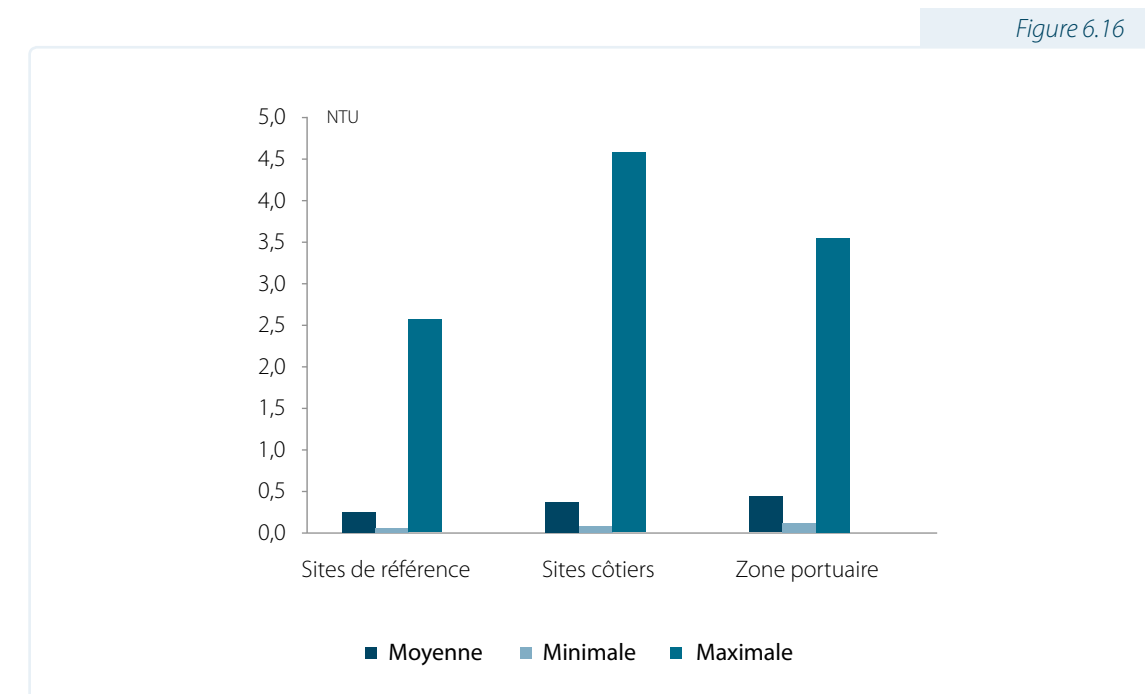


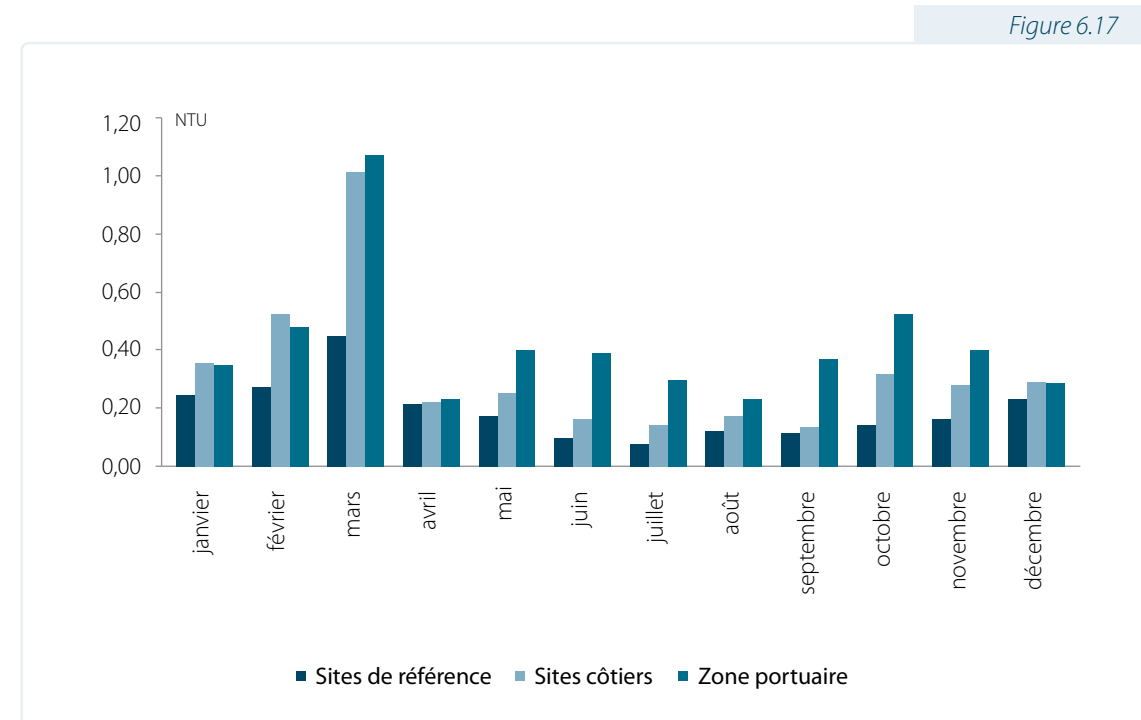
Figure 6.16

Variations de la transparence néphéométrique sur la zone côtière monégasque, en NTU, de 2007 à 2011

Tableau 6.18

	Transparence (en NTU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,25	0,36	0,35
février	0,27	0,52	0,48
mars	0,45	1,01	1,07
avril	0,21	0,22	0,24
mai	0,17	0,25	0,40
juin	0,10	0,16	0,39
juillet	0,08	0,14	0,30
août	0,12	0,17	0,23
septembre	0,12	0,14	0,37
octobre	0,14	0,32	0,52
novembre	0,17	0,28	0,40
décembre	0,23	0,29	0,29

Variations mensuelles moyennes de la transparence néphéométrique sur la zone côtière monégasque, en NTU, de 2007 à 2011



Variations mensuelles moyennes de la transparence néphéométrique sur la zone côtière monégasque, en NTU, de 2007 à 2011

3.2.6 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).

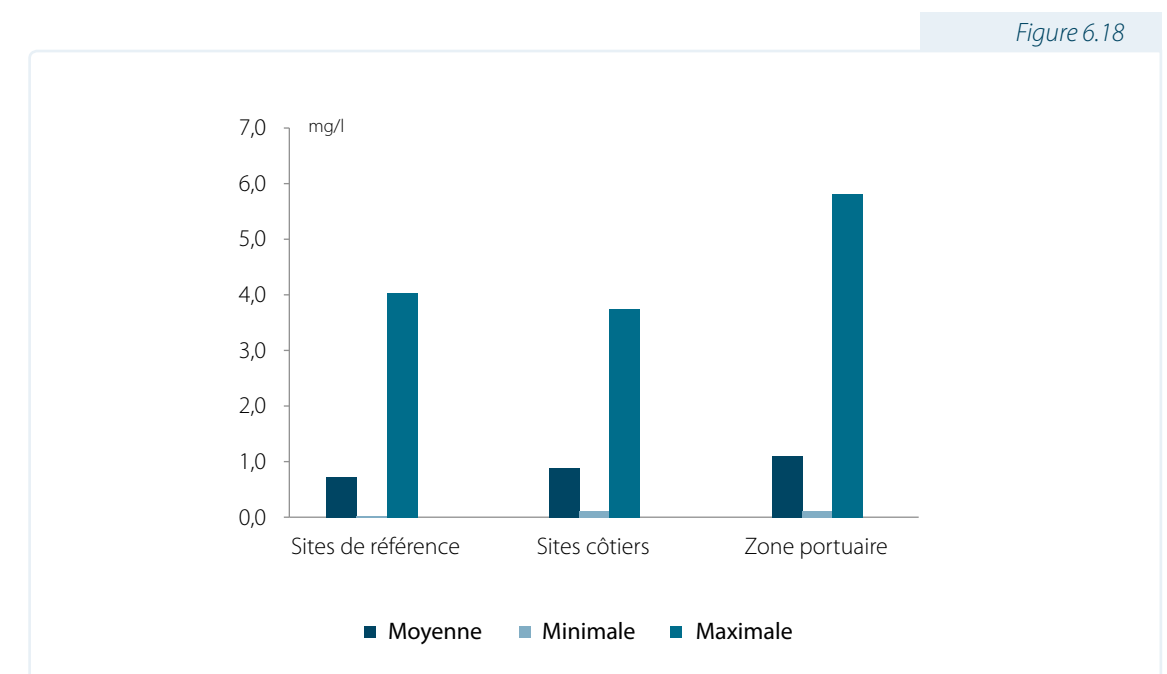
La teneur en Matières En Suspension (MES) est liée à celle de la transparence des eaux. Cependant, il est assez difficile d'établir une relation directe entre ces deux paramètres. L'information sur les matières en suspension donne également des indications concernant les taux de sédimentation potentiels 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 6.19

	Concentrations en MES (en mg/l)		
	Sites de référence (REF, X)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	0,64	0,78	1,02
Minimale	0,03	0,11	0,25
Maximale	2,21	3,61	5,80

Variations de la teneur en MES en suspension sur la zone côtière, en mg/l, de 2008 à 2011

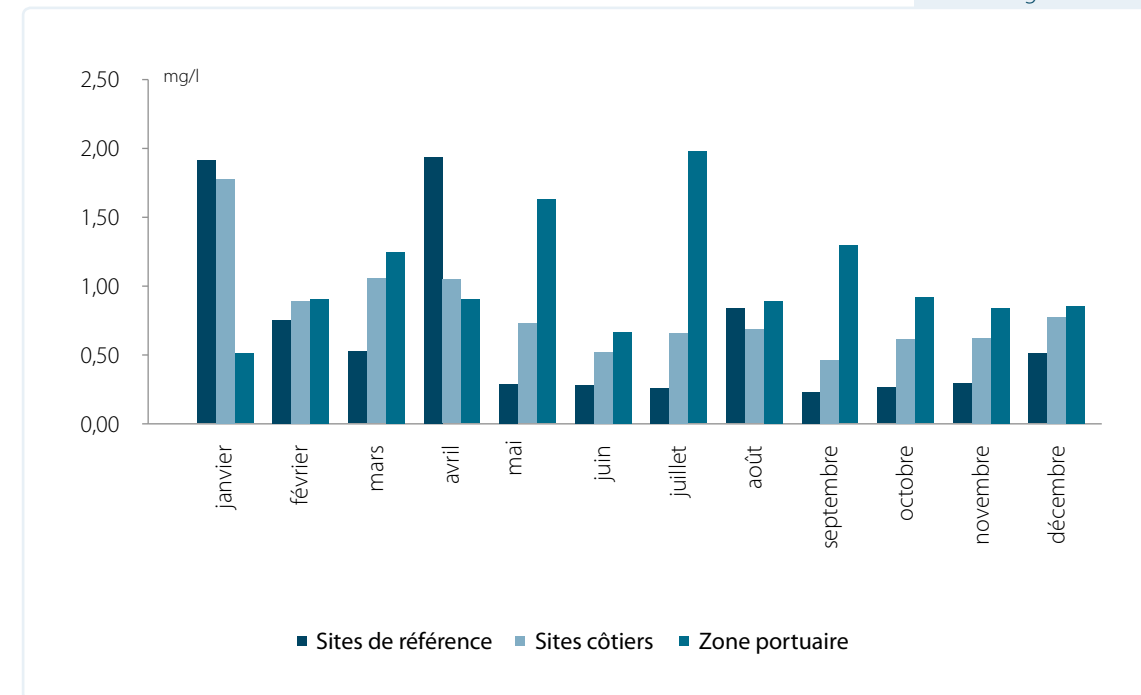


Variations de la teneur en MES en suspension sur la zone côtière, en mg/l, de 2008 à 2011

Tableau 6.20

	Concentrations en MES (en mg/l)		
	Sites de référence (REF, X)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	1,91	1,78	0,51
février	0,75	0,89	0,90
mars	0,52	1,05	1,25
avril	1,94	1,05	0,90
mai	0,29	0,72	1,63
juin	0,28	0,52	0,66
juillet	0,26	0,66	1,98
août	0,83	0,68	0,89
septembre	0,23	0,46	1,29
octobre	0,26	0,61	0,91
novembre	0,29	0,62	0,84
décembre	0,51	0,77	0,85

Variations mensuelles moyennes de la teneur en matières MES en suspension, en mg/l, de 2008 à 2011



Variations mensuelles moyennes de la teneur en matières MES en suspension, en mg/l, de 2008 à 2011

3.2.7 pH

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

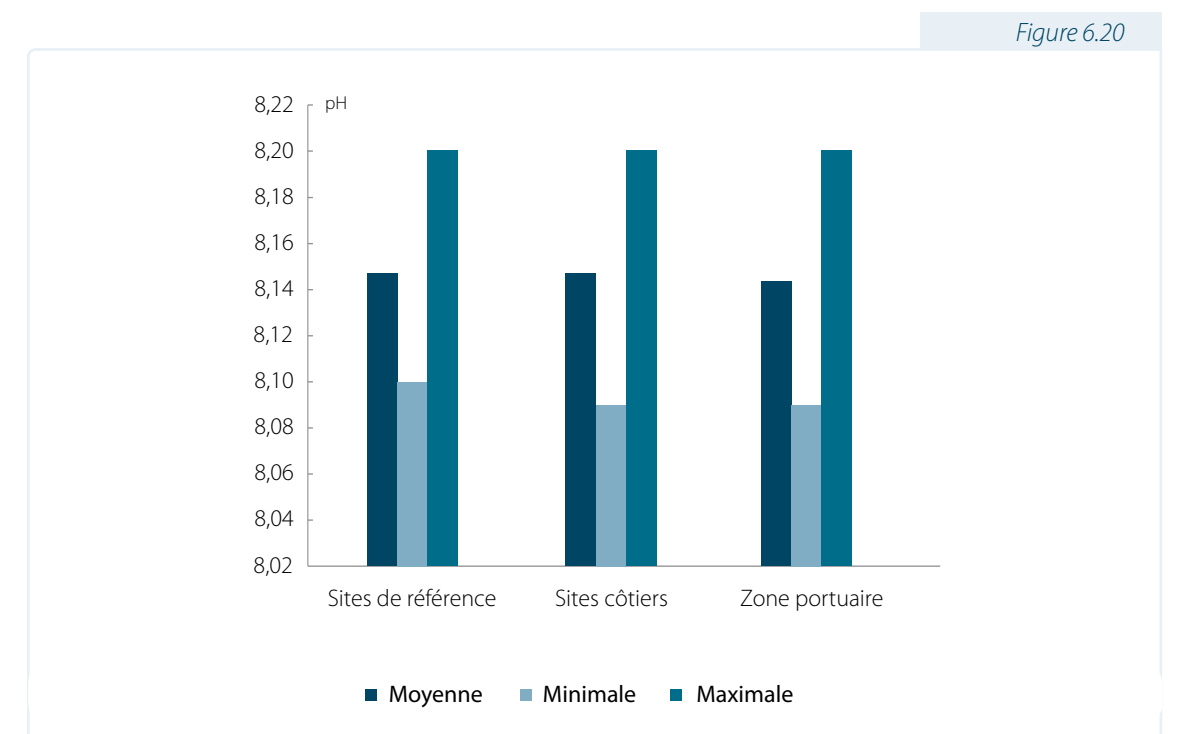
Cependant, les variations du pH à la surface des océans sont également provoquées par le CO₂ d'origine atmosphérique. L'augmentation du CO₂ atmosphérique (principalement d'origine anthropique) induit une acidification des océans (diminution progressive du pH).

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'Évolution 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 6.21

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

Variations du pH sur la zone côtière monégasque, de 2008 à 2011



Variations du pH sur la zone côtière monégasque, de 2008 à 2011

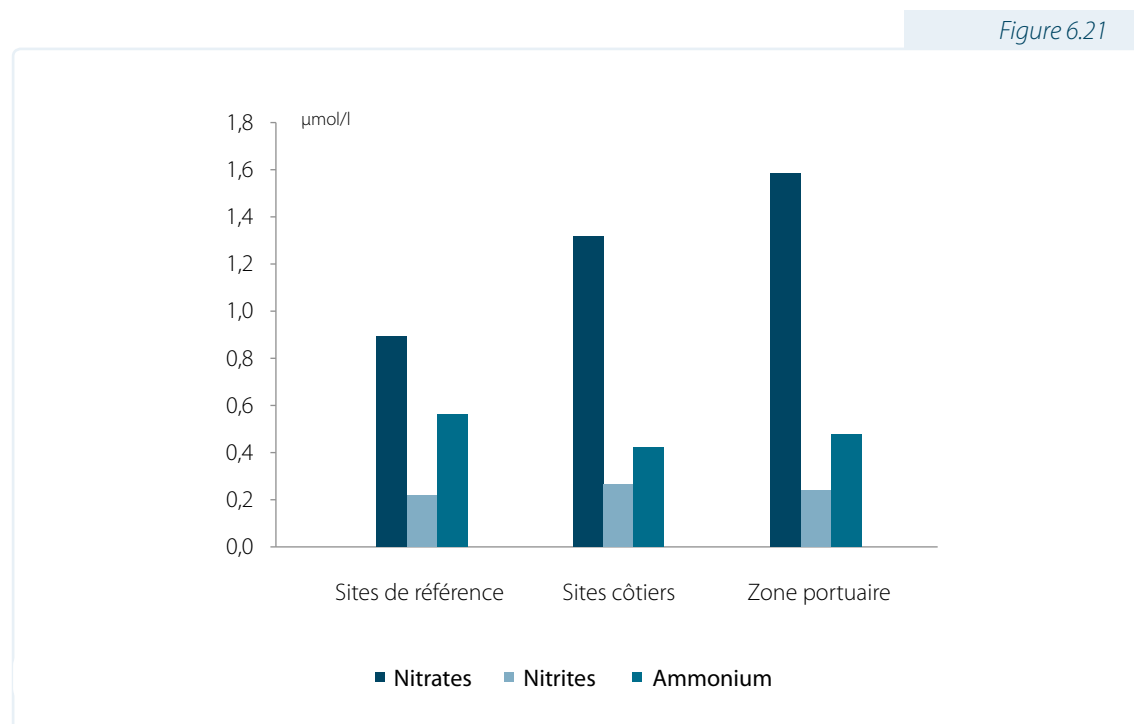
3.2.8 Eléments nutritifs azotés (nitrates, nitrites, ammonium)

Les éléments nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude ou à la caractérisation d'un écosystème marin. Indirectement, ils peuvent avoir des répercussions sur les activités humaines, car leur disponibilité conditionne la production primaire sur laquelle se développe ensuite l'ensemble de l'activité biologique du milieu. Cependant, bien que non directement toxique, l'excès d'éléments nutritifs peut conduire à des surproductions de phytoplancton conduisant à une eutrophisation du milieu.

Tableau 6.22

	Concentrations en éléments nutritifs azotés (en $\mu\text{mol/l}$)		
	Sites de référence (REF, XIII)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Nitrates	0,89	1,32	1,59
Nitrites	0,22	0,27	0,24
Ammonium	0,56	0,42	0,48

Variations des concentrations annuelles en éléments nutritifs azotés sur la zone côtière monégasque, en $\mu\text{mol/l}$

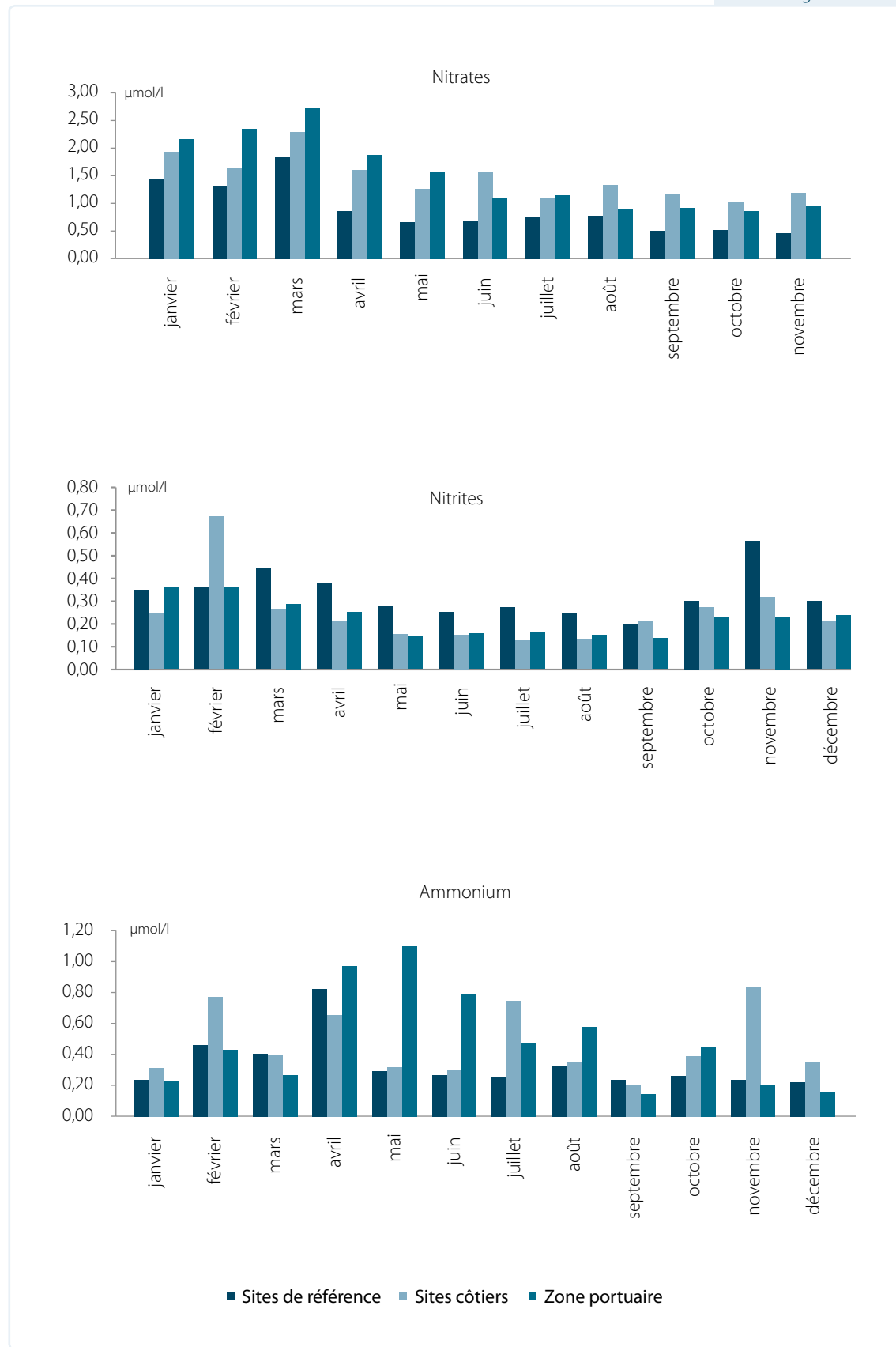


Variations des concentrations annuelles en éléments nutritifs azotés sur la zone côtière monégasque, en $\mu\text{mol/l}$

	Sites de référence (X, XIII)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP)
	Nitrates (NO_3^-) moyennes mensuelles (en $\mu\text{mol/l}$)		
janvier	1,43	1,93	2,16
février	1,31	1,64	2,34
mars	1,84	2,28	2,72
avril	0,86	1,60	1,87
mai	0,66	1,25	1,55
juin	0,69	1,56	1,11
juillet	0,75	1,10	1,14
août	0,77	1,33	0,89
septembre	0,51	1,15	0,92
octobre	0,52	1,01	0,86
novembre	0,46	1,19	0,94
décembre	0,86	1,11	1,27
Nitrites (NO_2^-) moyennes mensuelles (en $\mu\text{mol/l}$)			
janvier	0,34	0,24	0,36
février	0,36	0,67	0,36
mars	0,44	0,26	0,28
avril	0,38	0,21	0,25
mai	0,27	0,15	0,15
juin	0,25	0,15	0,16
juillet	0,27	0,13	0,16
août	0,24	0,13	0,15
septembre	0,19	0,21	0,13
octobre	0,30	0,27	0,22
novembre	0,56	0,31	0,23
décembre	0,30	0,21	0,24
Ammonium (NH_4^+) moyennes mensuelles (en $\mu\text{mol/l}$)			
janvier	0,23	0,31	0,23
février	0,46	0,77	0,43
mars	0,40	0,40	0,27
avril	0,82	0,65	0,97
mai	0,29	0,32	1,09
juin	0,27	0,30	0,79
juillet	0,25	0,74	0,47
août	0,32	0,35	0,58
septembre	0,24	0,20	0,14
octobre	0,26	0,39	0,44
novembre	0,24	0,83	0,21
décembre	0,22	0,35	0,16

Variations mensuelles des concentrations en éléments nutritifs azotés sur la zone côtière monégasque, en $\mu\text{mol/l}$

Figure 6.22



Variations mensuelles des concentrations en éléments nutritifs azotés sur la zone côtière monégasque, en μmol/l

3.2.9 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 6.24

Site	Critères de Qualité Germes /100ml	Germes	
		E. Coli	Entérocoques
REF	Absence	79,2%	77,4%
	]0;10]	13,2%	5,7%
	]10;100]	3,8%	13,2%
	]100;2000]	3,8%	3,8%
	<2000	0,0%	0,0%
RL	Absence	58,5%	69,8%
	]0;10]	15,1%	11,3%
	]10;100]	22,6%	15,1%
	]100;2000]	3,8%	3,8%
	<2000	0,0%	0,0%
SN	Absence	37,7%	66,0%
	]0;10]	28,3%	7,5%
	]10;100]	24,5%	18,9%
	]100;2000]	7,5%	7,5%
	<2000	1,9%	0,0%
TS	Absence	37,5%	60,0%
	]0;10]	20,0%	15,0%
	]10;100]	35,0%	17,5%
	]100;2000]	7,5%	7,5%
	<2000	0,0%	0,0%
AP	Absence	15,1%	22,6%
	]0;10]	7,5%	17,0%
	]10;100]	37,7%	52,8%
	]100;2000]	37,7%	7,5%
	<2000	1,9%	0,0%
PC	Absence	12,5%	22,5%
	]0;10]	15,0%	25,0%
	]10;100]	50,0%	35,0%
	]100;2000]	22,5%	17,5%
	<2000	0,0%	0,0%

Contamination bactérienne anthropique observée sur la zone côtière monégasque de 2007 à 2011

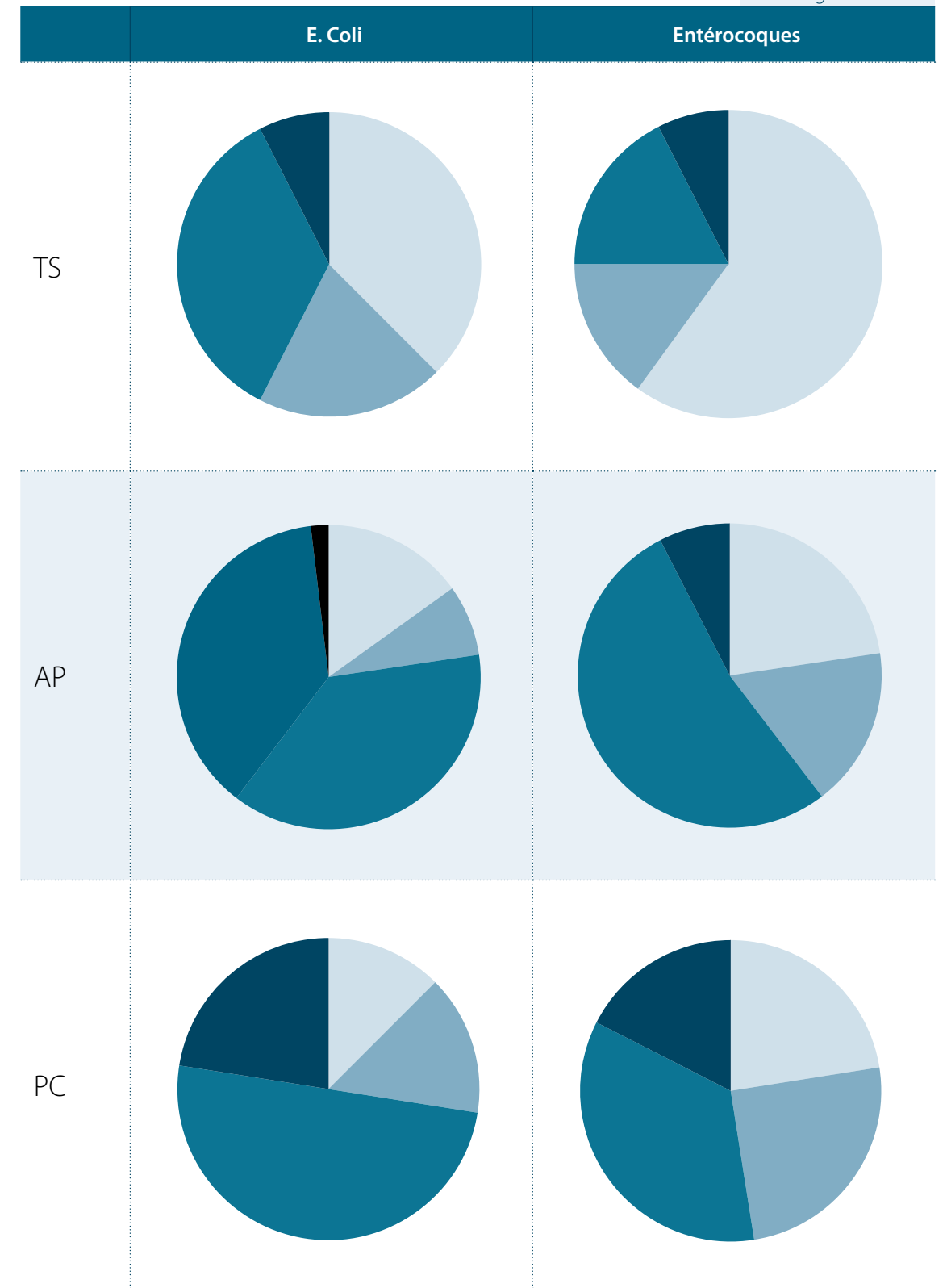
Figure 6.23.1



■ <2000 ■]100;2000] ■]10;100] ■]0;10] ■ Absence

Contamination bactérienne anthropique observée sur la zone côtière monégasque de 2007 à 2011

Figure 6.23.2



■ <2000 ■]100;2000] ■]10;100] ■]0;10] ■ Absence

Contamination bactérienne anthropique observée sur la zone côtière monégasque de 2007 à 2011

4. QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX DE BAINNADE

4.1 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.

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.

4.2 ZONES DE BAINNADE ET POINTS DE SURVEILLANCE

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

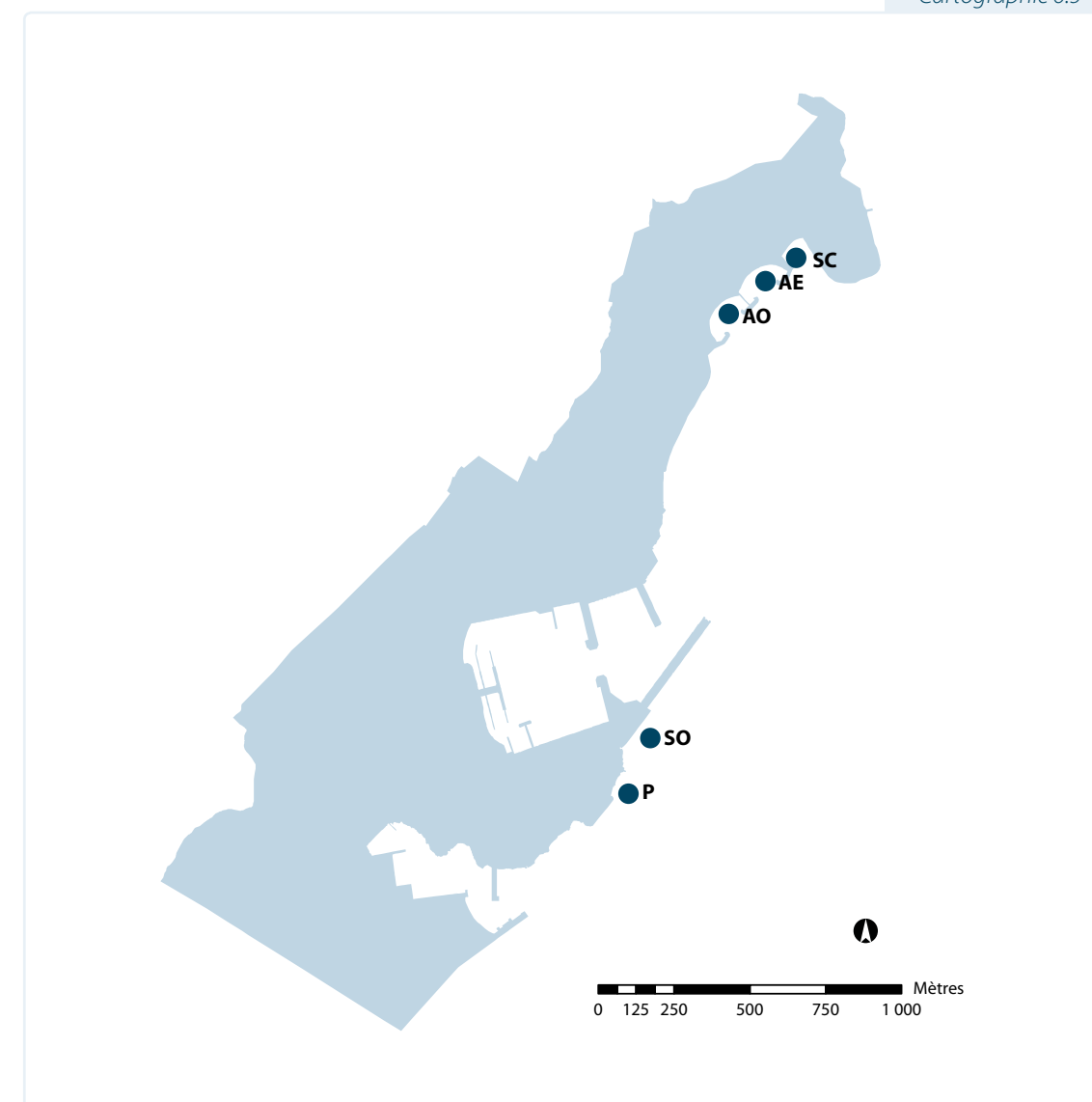
- Plage des pêcheurs : P ;
- Plage du Solarium : SO ;
- Anse Ouest du Larvotto : AO ;
- Anse Est du Larvotto : AE ;
- Plage du Méridien (Sea Club) : SC.

4.3 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.

Cartographie 6.5



Points de mesure du programme de surveillance de la qualité sanitaire des eaux de baignade

4.4 RÉSULTATS 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.

À 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.

4.4.1 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 6.25

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

Interprétations de la qualité bactériologique de l'eau

- 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 6.26.1

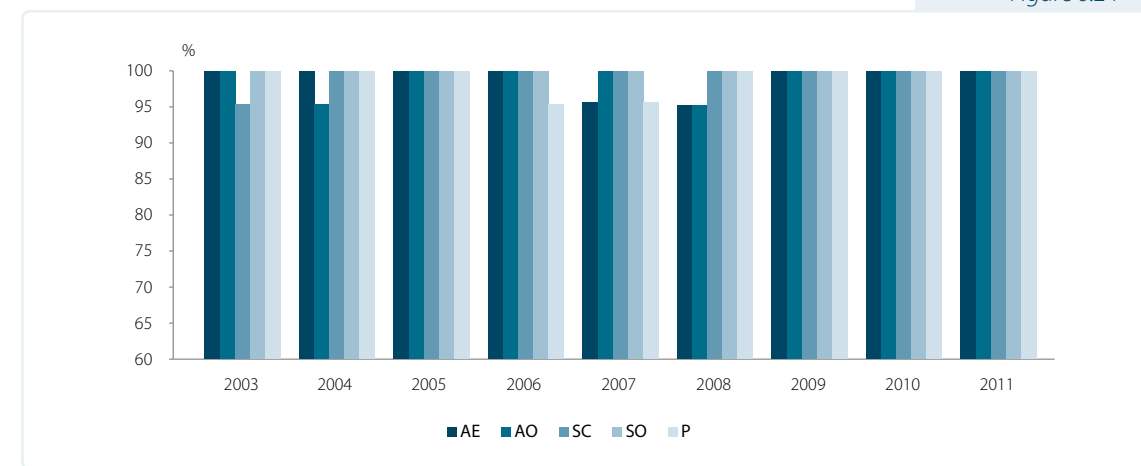
	Années	Bonne (en %)	Moyenne (en%)	Mauvaise (en%)
AO (Larvotto anse Ouest)	2003	100,0%	0,0%	0,0%
	2004	95,5%	4,5%	0,0%
	2005	100,0%	0,0%	0,0%
	2006	100,0%	0,0%	0,0%
	2007	100,0%	0,0%	0,0%
	2008	95,2%	4,8%	0,0%
	2009	100,0%	0,0%	0,0%
	2010	100,0%	0,0%	0,0%
	2011	100,0%	0,0%	0,0%
AE (Larvotto anse Est)	2003	100,0%	0,0%	0,0%
	2004	100,0%	0,0%	0,0%
	2005	100,0%	0,0%	0,0%
	2006	100,0%	0,0%	0,0%
	2007	95,5%	4,5%	0,0%
	2008	95,2%	4,8%	0,0%
	2009	100,0%	0,0%	0,0%
	2010	100,0%	0,0%	0,0%
	2011	100,0%	0,0%	0,0%
SC (Méridien Beach Plaza)	2003	95,5%	4,5%	0,0%
	2004	100,0%	0,0%	0,0%
	2005	100,0%	0,0%	0,0%
	2006	100,0%	0,0%	0,0%
	2007	100,0%	0,0%	0,0%
	2008	100,0%	0,0%	0,0%
	2009	100,0%	0,0%	0,0%
	2010	100,0%	0,0%	0,0%
	2011	100,0%	0,0%	0,0%

Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade monégasques de 2003 à 2011, interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur

Tableau 6.26.2

	Années	Bonne (en %)	Moyenne (en%)	Mauvaise (en%)
P (Plage des Pêcheurs)	2003	100,0%	0,0%	0,0%
	2004	100,0%	0,0%	0,0%
	2005	100,0%	0,0%	0,0%
	2006	95,5%	4,6%	0,0%
	2007	95,7%	4,4%	0,0%
	2008	100,0%	0,0%	0,0%
	2009	100,0%	0,0%	0,0%
	2010	100,0%	0,0%	0,0%
	2011	100,0%	0,0%	0,0%
	SO (Solarium)	2003	100,0%	0,0%	0,0%
2004		100,0%	0,0%	0,0%
2005		100,0%	0,0%	0,0%
2006		100,0%	0,0%	0,0%
2007		100,0%	0,0%	0,0%
2008		100,0%	0,0%	0,0%
2009		100,0%	0,0%	0,0%
	2010	100,0%	0,0%	0,0%
	2011	100,0%	0,0%	0,0%

Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade monégasques de 2003 à 2011, interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur



Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade monégasques de 2003 à 2011, interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur

4.4.2 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 6.27

	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

Tableau 6.28

Stations	Année	Coloration		Transparence		Huile	Substances	Odeur	Résidus
		VI	VG	VI	VG	VI	VI	VI	VG
AO	2002	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	91%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	AE	2002	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2003		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2004		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
2005		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	91%
2006		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
2007		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2008		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2009		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2010		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
2011		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SC		2002	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	P	2002	*	*	*	*	100%	100%	100%	100%
2003		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,2%
2004		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
2005		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2006		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
2007		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2008		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2009		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
2010		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
SO		2002	*	*	*	*	100%	100%	100%
	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,2%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95,5%
	2011	100%	100%	100%	95,5%	100%	100%	100%	100%

* Non évaluées

VI : Conformité aux valeurs impératives - VG : conformité aux valeurs guides

4.4.3 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.

	Zones homogènes	Sites	% des échantillons conformes aux valeurs impératives (1)	% des échantillons conformes aux valeurs guides autres que celles se rapportant aux paramètres microbiologiques (2)	% des échantillons conformes aux valeurs guides se rapportant aux paramètres microbiologiques (3)	Conformité de la zone de baignade
2002	Pêcheurs	P	100%	100%	100%	Conforme
	Solarium	SO	100%	100%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	98,2%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100%	Conforme
2003	Pêcheurs	P	99%	98%	100%	Conforme
	Solarium	SO	99%	98%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	98%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100%	Conforme
2004	Pêcheurs	P	100%	100%	100%	Conforme
	Solarium	SO	100%	100%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	98%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	98%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	98%	95%	Conforme
2005	Pêcheurs	P	100%	100%	95,5%	Conforme
	Solarium	SO	100%	100%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	95,5%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100%	Conforme
2006	Pêcheurs	P	100%	97,8%	98,5%	Conforme
	Solarium	SO	100%	97,8%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	97,8%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	97,8%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	97,8%	100%	Conforme
2007	Pêcheurs	P	100%	100%	95%	Conforme
	Solarium	SO	100%	100%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	95%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100%	Conforme
2008	Pêcheurs	P	100%	100%	100%	Conforme
	Solarium	SO	100%	100%	100%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	98,4%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	96,8%	Conforme
2009	Pêcheurs	P	100%	98%	100,0%	Conforme
	Solarium	SO	100%	98%	100,0%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100,0%	Conforme
2010	Pêcheurs	P	100%	100%	100,0%	Conforme
	Solarium	SO	100%	98%	100,0%	Conforme
	Méridien	SC	100%	98%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	98%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	98%	100,0%	Conforme
2011	Pêcheurs	P	100%	99%	100,0%	Conforme
	Solarium	SO	100%	99%	100,0%	Conforme
	Méridien	SC	100%	100%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100%	100%	100,0%	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100%	100%	100,0%	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.

SURVEILLANCE ET PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ

La stratégie de surveillance de la biodiversité mise en place par la Principauté est basée sur une approche régionale, prenant en compte les 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 de RAMSAR, CITES, Accord Pelagos, Accord RAMOGE,...).

1. AIRES MARINES PROTÉGÉES

Le littoral monégasque comporte deux aires marines protégées : l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues et l'aire marine protégée du Larvotto.

1.1 AIRE MARINE PROTÉGÉE DU TOMBANT DES SPÉLUGUES : TOMBANT CORALLIGÈNE

Cette aire marine protégée abrite un tombant coralligène qui 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. Son périmètre est de 720 m et sa superficie est d'environ 1,9 ha.

Le Tombant des Spélugues consiste en une rupture de pente, plus ou moins abrupte, située à quelques dizaines de mètres de la côte. Cette ligne de « tombants » est sinueuse, mais orientée approximativement SSO-NNE. Cette rupture de pente ne constitue pas une paroi accore continue sur toute sa longueur, mais présente une succession de marches, hautes de 8 à 20 m, suivies de pentes moins abruptes. Le bas du tombant est plus profond à son extrémité Ouest (-38 m) qu'à l'Est (-34 m).

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 mérours).

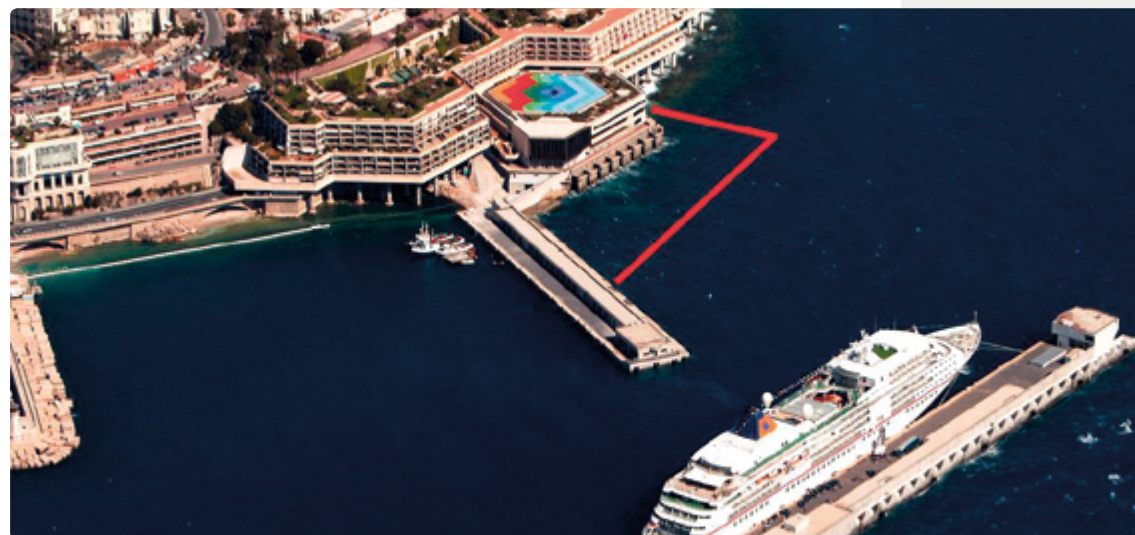
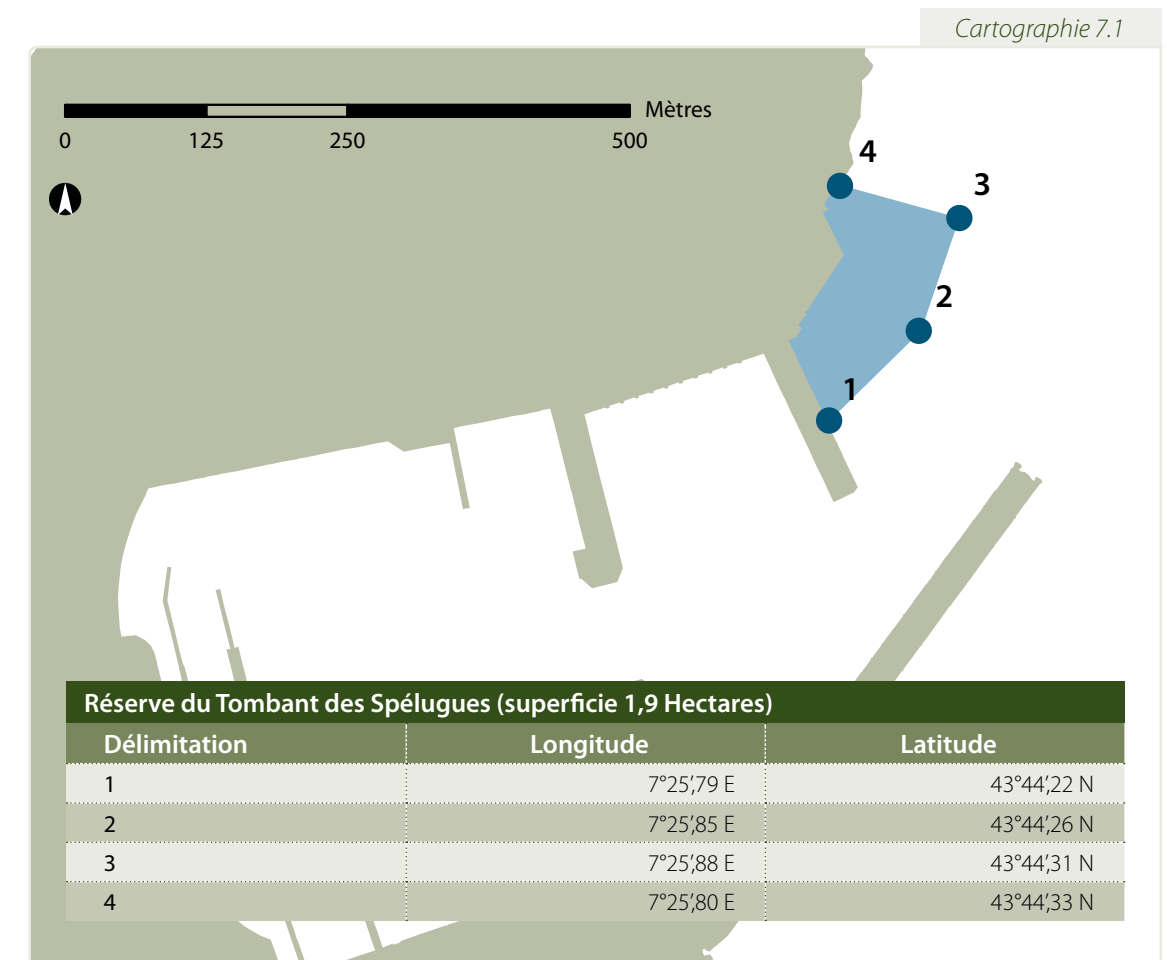


Photo 7.1

Localisation de l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues



Cartographie de l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues.

1.2 AIRE MARINE PROTÉGÉE DU LARVOTTO

L'aire marine protégée du Larvotto est principalement destinée à la conservation et à la valorisation d'un herbier de posidonies.

Les limites de cette aire marine protégée s'étendent de la frontière Est entre Monaco et la France jusqu'au pied du forum Grimaldi.

Elle couvre une zone comprise entre le rivage et environ 600 m au large et sa superficie est de 33,6 ha.

Les fonds marins se composent essentiellement d'un herbier dense de posidonies (*Posidonia oceanica*) couvrant les fonds de -5 m à -25 m.

En amont de cet herbier, du sable grossier compose les fonds sur les cinq premiers mètres, en aval un fond sablo-vaseux est rencontré, abritant quelques roches profondes. Cette aire marine protégée contient plusieurs récifs thalamés et alvéolaires dont le dernier a été posé courant 2004.

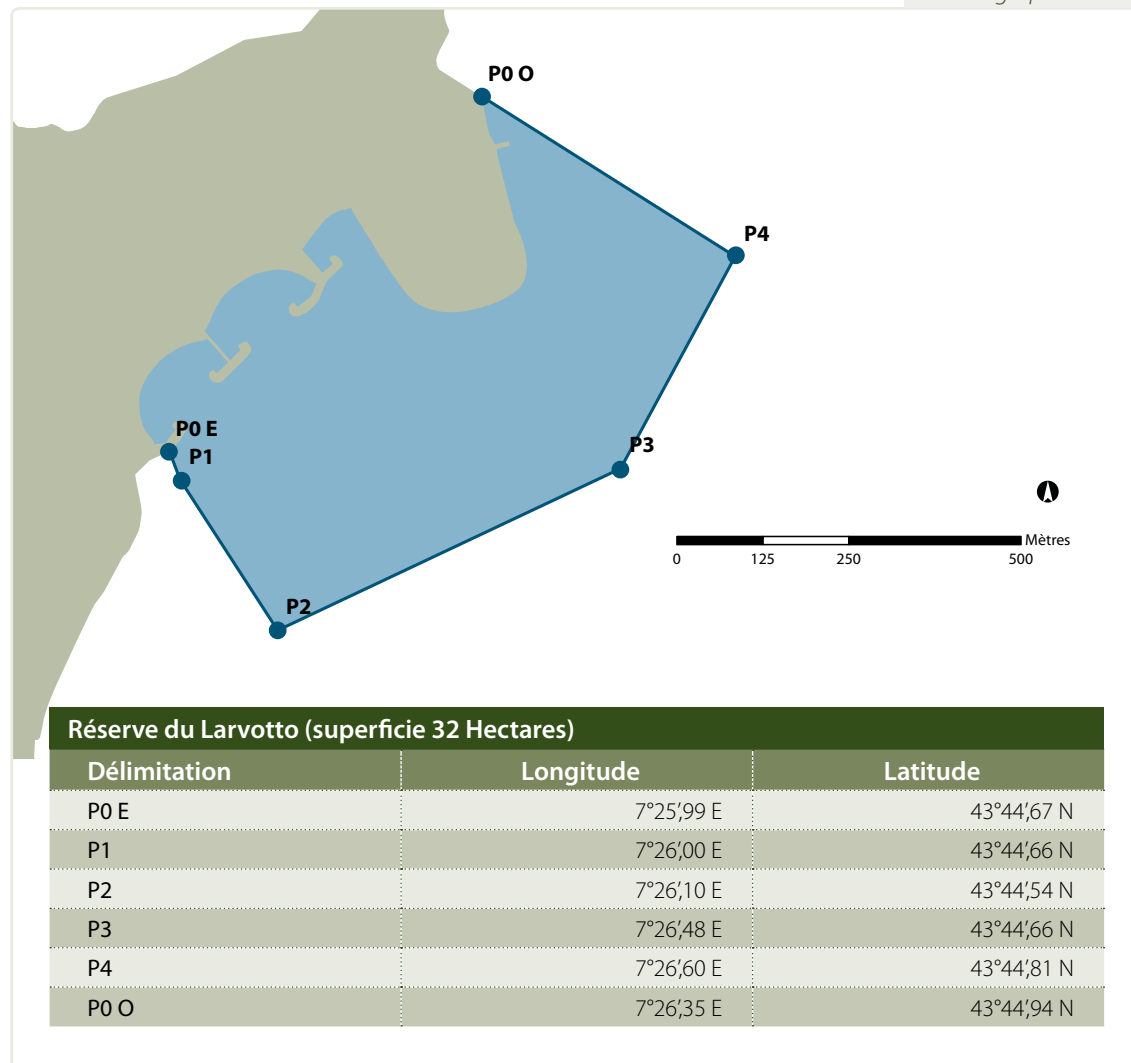
Ces structures abritent notamment de grandes éponges, plusieurs espèces de gorgonaires et quelques colonies de corail rouge. Les profondeurs de l'aire marine protégée du Larvotto varient de 0 à -39 m.

Photo 7.2



Localisation de l'aire marine protégée du Larvotto

Cartographie 7.2



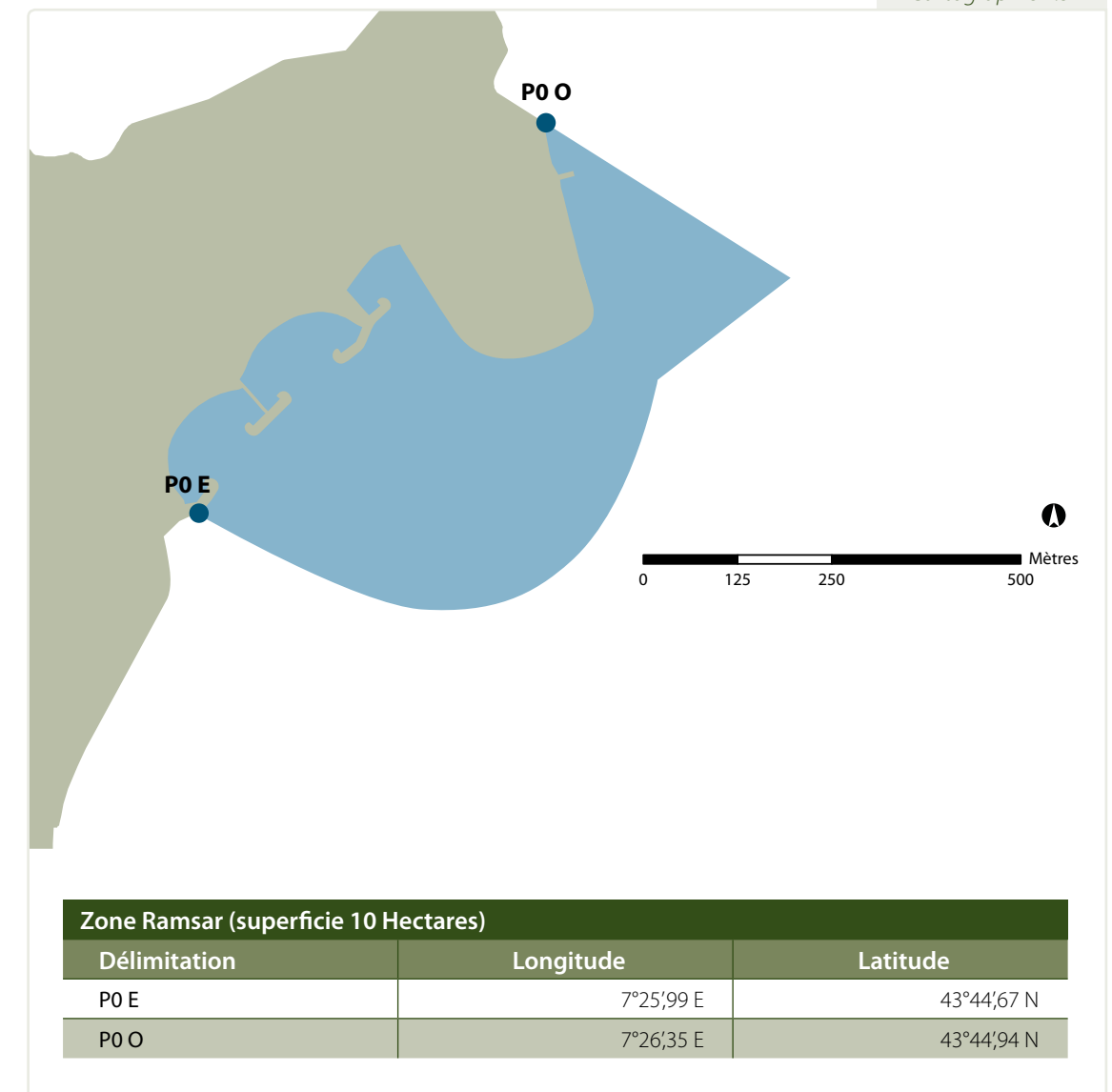
Cartographie de l'aire marine protégée du Larvotto

1.3 SITE RAMSAR (CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES D'IMPORTANCE INTERNATIONALE OU CONVENTION DE RAMSAR)

La Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), connue sous le nom de « Convention de Ramsar » est un traité intergouvernemental qui incarne les engagements de ses États membres à maintenir les caractéristiques écologiques de leurs zones humides d'importance internationale et à planifier « l'utilisation rationnelle », ou utilisation durable, de toutes les zones humides se trouvant sur leur territoire.

Une partie de l'aire marine protégée du Larvotto abritant l'herbier de posidonies est classée en site Ramsar.

Cartographie 7.3



Cartographie de la zone Ramsar

2. ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ MARINE EN PRINCIPAUTÉ

Les inventaires d'espèces et d'habitats sont des outils de connaissance, de sensibilisation, mais également d'aide à la décision pour l'État dans la mise en œuvre de sa politique d'aménagement du territoire, de sa stratégie de surveillance et de protection de la biodiversité marine.

Au-delà des inventaires systématiques, les suivis dans le temps d'une sélection de groupes d'espèces ainsi que la mise en place d'indicateurs d'espèces et de milieux permettent d'appréhender les évolutions de l'état de santé des écosystèmes.

Ainsi, l'état des herbiers de posidonies, la biodiversité des peuplements de poissons, de l'endofaune et macrofaune benthiques peuvent être utilisés comme des indices écologiques de l'état du milieu.

Au titre de ces indicateurs destinés à l'évaluation de l'état écologique se trouvent :

- les modifications dans les populations d'espèces clés (notamment protégées) ;
- la fréquence des espèces sources de nuisances (fréquence d'espèces phytoplanctoniques posant un problème de santé publique) ;
- les indices d'évaluation écologique établis sur la base des macrophytes benthiques (posidonie, cystoseire, ...)
- le nombre et l'abondance d'espèces exogènes (espèces invasives comme les caulerpes).

La Direction de l'Environnement a mis en place, depuis 2001, le suivi d'une partie de ces indicateurs dans sa stratégie de surveillance des biocénoses marines en Principauté.

Cette stratégie est axée autour de trois grands axes :

- les inventaires ;
- les cartographies ;
- les suivis d'indicateurs biologiques.

2.1 LES INVENTAIRES

Les inventaires sont la base de la connaissance du milieu marin. Ils permettent un recensement précis des espèces présentes et participent à la valorisation du patrimoine marin de la Principauté. La réalisation régulière d'inventaires rend possible le suivi dans le temps de ce patrimoine.

N'étant pas seulement une liste exhaustive d'espèces, ils permettent d'identifier les espèces utilisables en tant qu'indicateur biologique. Le recensement de ces populations et l'étude de leur dynamique rendent également compte de l'efficacité des mesures de protection ou de restauration appliquées en cohérence avec une politique de conservation des écosystèmes marins.

Cette démarche sert de base à la gestion du milieu et peut être un outil essentiel dans l'adaptation de la réglementation.

De nombreux inventaires ont été engagés en Principauté en s'appuyant notamment sur les recommandations des différentes Conventions Internationales auxquelles Monaco est Partie comme pour :

- la conservation des herbiers de posidonies qui est considérée comme la principale priorité ;
- les communautés coralligènes qui sont également des habitats considérés comme parmi les plus sensibles.

Une attention particulière a donc été apportée à Monaco :

- aux espèces patrimoniales ou protégées (herbier de posidonies, grandes nacres, mérou brun, corail rouge, gorgone, ...)
- aux habitats remarquables (Tombant coralligène, Roches St Martin, Roches St Nicolas) ;
- aux aires marines protégées (aire marine du Larvotto et aire marine du Tombant des Spélugues).

2.1.1 Le Tombant coralligène des Spélugues

Le coralligène est un véritable paysage marin riche, mais fragile. Les gorgones et les coraux, symboles du coralligène, participent à sa construction. Les tombants coralligènes abritent une faune et une flore importante qui en font un écosystème méditerranéen remarquable.

En raison de son statut d'aire protégée, des aménagements littoraux récents, et des épisodes de mortalité dus aux anomalies thermiques relevées en 1999, le Tombant coralligène des Spélugues fait l'objet d'une surveillance régulière depuis 2002 sur la base d'inventaires complémentaires couplés à la mise en place de suivis d'indicateurs biologiques de substrats durs.

Des enregistrements de températures en continu et en plusieurs profondeurs complètent ces mesures afin de connaître et d'apprécier l'impact des éventuelles anomalies thermiques sur les peuplements. Les principaux peuplements étudiés sont ceux caractéristiques des substrats durs : éponges, cnidaires (corail rouge et gorgones), et bryozoaires.

Les éponges

Le peuplement d'éponges du Tombant, bien qu'il ait subi de fortes perturbations ces dernières années, est riche de 37 espèces, dont une relativement rare en Provence mais abondante ici : l'Eponge cratère jaune (*Crella pulvinar*). Aussi, la grotte artificielle en polyester, installée depuis 1993 au pied de ce Tombant à corail, arbore un remarquable peuplement d'éponges.

Les cnidaires

Le corail rouge (*Corallium rubrum*) et la gorgone jaune (*Eunicella cavolinii*) sont deux espèces présentes, massivement affectées par de nombreux facteurs dont les plus importants sont l'anomalie thermique de l'été 1999 et la sédimentation.

Un élément positif est la présence de juvéniles qui atteste que l'apport de larves (production probablement locale) est toujours effectif et qu'il y a recrutement de petites colonies.

Les plus fortes densités de corail rouge sont observées en zone 1 et zone 3 (Photo 7. 3).

En zone 2, la densité est faible et les colonies sont de petites tailles. C'est aussi la zone où l'on trouve le plus grand nombre de colonies totalement mortes résultant de phénomènes plutôt anciens.

Les bryozoaires

Les bryozoaires représentent un des groupes dominants de ce tombant même si l'envasement des parois a réduit l'habitat favorable. Ils sont l'un des groupes les plus actifs dans la colonisation des nouvelles structures immergées.

Le Tombant des Spélugues abrite des éléments essentiels des paysages sous-marins de Méditerranée comme les oursins diadèmes (*Centrostephanus longispinus*), les grandes nacres (*Pinna nobilis*) et les langoustes (*Palinurus elephas*).

Au niveau des petits fonds, de nombreux poissons dont des espèces nobles sont observées (mérous, dorades,...).



Localisation de l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues



Tombant coralligène (aire marine protégée du Tombant des Spélugues)

2.1.2 Les Roches Saint-Martin

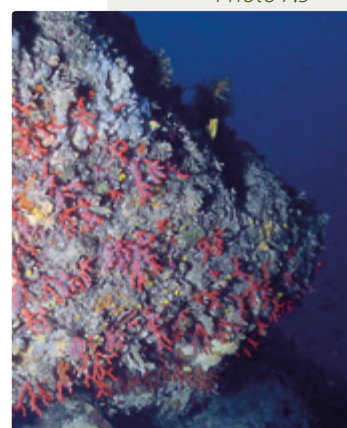
Substrat naturel des eaux monégasques, bien connues des pêcheurs pour leur richesse, les Roches Saint-Martin n'avaient jamais été explorées par des scientifiques.

Ces amas rocheux, situés au large de la grande digue sur des profondeurs de -60 m, ont fait l'objet d'une opération de prospection en mai 2003.

Cette exploration a permis d'inventorier des bouquets de grands bryozoaires (*Pentapora fascialis*), des amas d'éponges (*Aplysina cavernicola*), de grandes colonies de gorgones jaunes (*Eunicella verrucosa*), de gorgones bicolors (*Paramuricea clavata*) et de petites colonies de corail rouge.

Les peuplements des Roches Saint-Martin présentent, de plus, un parfait état de vitalité, grâce, notamment, au bénéfice d'un régime d'eau froide et agitée.

Parmi les espèces identifiées sur ces Roches Saint-Martin, près d'une trentaine sont considérées comme remarquables ou déterminantes par le réseau français des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF mer).



Colonies de corail rouge (aire marine protégée du Tombant des Spélugues)



Gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*) - Roches St-Martin

2.1.3 Faune ichthyologique (Poissons)

Les populations de poissons en zone littorale constituent un élément important de la valeur patrimoniale d'un site ou d'une région. Cette valeur est renforcée par la valeur économique de certaines espèces. Une connaissance approfondie et régulièrement mise à jour de la richesse et de l'état d'un peuplement représente l'un des objectifs majeurs de la gestion littorale.

Sur ce constat, un inventaire de la faune ichthyologique de la Principauté a été conduit sur une période de deux années.

A l'issue des observations réalisées en 2006, la faune de poissons présents dans les eaux de la Principauté se compose de 224 espèces réparties en 87 familles.

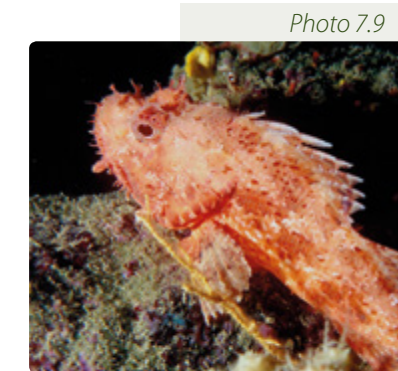
Les différentes missions de plongées de terrain ont permis de réaliser l'importance de la population de mérou brun (*Epinephelus marginatus*) se trouvant sur les côtes monégasques.



Saint-Pierre, (*Zeus faber*), Condamine



Banc de barracudas, (*Sphyræna barracuda*), Fort Antoine



Rascasse, (*Pterois sp.*), Tombant des Spélugues

Le mérou brun (*Epinephelus Marginatus*)

Epinephelus marginatus, est un poisson emblématique de la Méditerranée. Il fait partie des huit espèces de mérous recensées en Méditerranée. Il est très recherché pour sa chair et en raison de sa facilité à le chasser, il a failli disparaître des côtes du nord de la mer Méditerranée.

En Principauté de Monaco, le mérou a été protégé par une Ordonnance Souveraine (n°107 779), dès janvier 1993. Une Ordonnance du 14 février 2011 a renforcé et codifié ces dispositions au sein du Code de la Mer (Ordonnance n° 3 131 du 14 février 2011).

Les premiers recensements ont été réalisés par le Groupe d'Etude du Mérou en octobre 1995 et octobre 1998, à l'initiative de l'Association Monégasque pour la Protection de la Nature. Ce recensement avait permis de dénombrer respectivement 7 puis 12 individus.

De nouvelles évaluations réalisés à l'initiative de la Direction de l'Environnement ont été effectués en 2006 et 2009, dénombrant respectivement 83 et 105 individus.

Cette augmentation spectaculaire de la population de mérou a démontré l'efficacité des mesures de protection mises en place en Principauté et du moratoire français existant depuis 1993.

Les effectifs de mérou brun ont considérablement augmenté depuis 1997 dans les eaux monégasques, preuve de l'efficacité de la protection en vigueur en Principauté et du faible impact des travaux des nouveaux ouvrages maritimes sur cette espèce.



Mérou brun (*Epinephelus Marginatus*)

2.2 LES CARTOGRAPHIES

Les cartographies des biocénoses marines permettent de recueillir de nombreuses informations quant à la répartition spatio-temporelle des espèces. Ces études permettent un positionnement précis des différents types de fonds, d'habitats ou d'espèces et donnent aussi des informations sur les aires de répartition des individus.

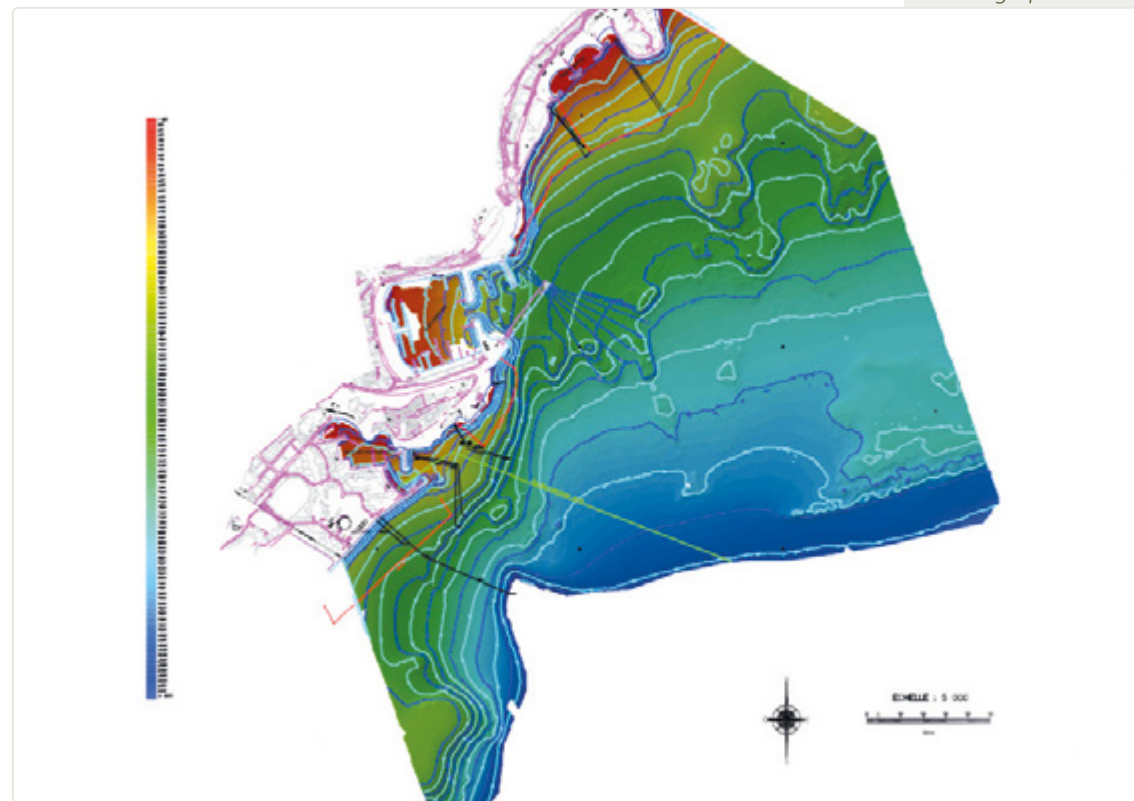
Elles aident à évaluer qualitativement et quantitativement l'état de santé et la richesse du monde vivant.

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.

2.2.1 Cartographie sonar des fonds de la Principauté

En 2010, la Direction de l'Environnement a réalisé une cartographie des fonds de la Principauté se situant entre 0 et -100 m de profondeur. Cette cartographie avait pour objectif de combler le déficit de connaissances sur certaines zones du territoire.

Cette cartographie a notamment 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.



Cartographie marine des fonds de la Principauté effectuée en 2010

2.2.2 Cartographie des biocénoses marines de la réserve du Larvotto

La posidonie (*Posidonia oceanica*) est une phanérogame marine (plante à fleurs) endémique de la Méditerranée. Elle constitue de vastes prairies sous-marines, appelées herbiers, qui se développent depuis la surface de l'eau jusqu'à -40 m de profondeur, selon la transparence des eaux.

La formation des herbiers, leur dynamique et leur densité dépendent étroitement du milieu environnant : nature du substrat, hydrodynamisme, courants, profondeur, qualité des eaux, ...

Unique représentant de ce type d'habitat en Principauté, le suivi et la conservation de l'herbier de posidonies, de l'aire marine protégée du Larvotto, est un axe majeur de la stratégie de surveillance de la biodiversité marine du territoire.

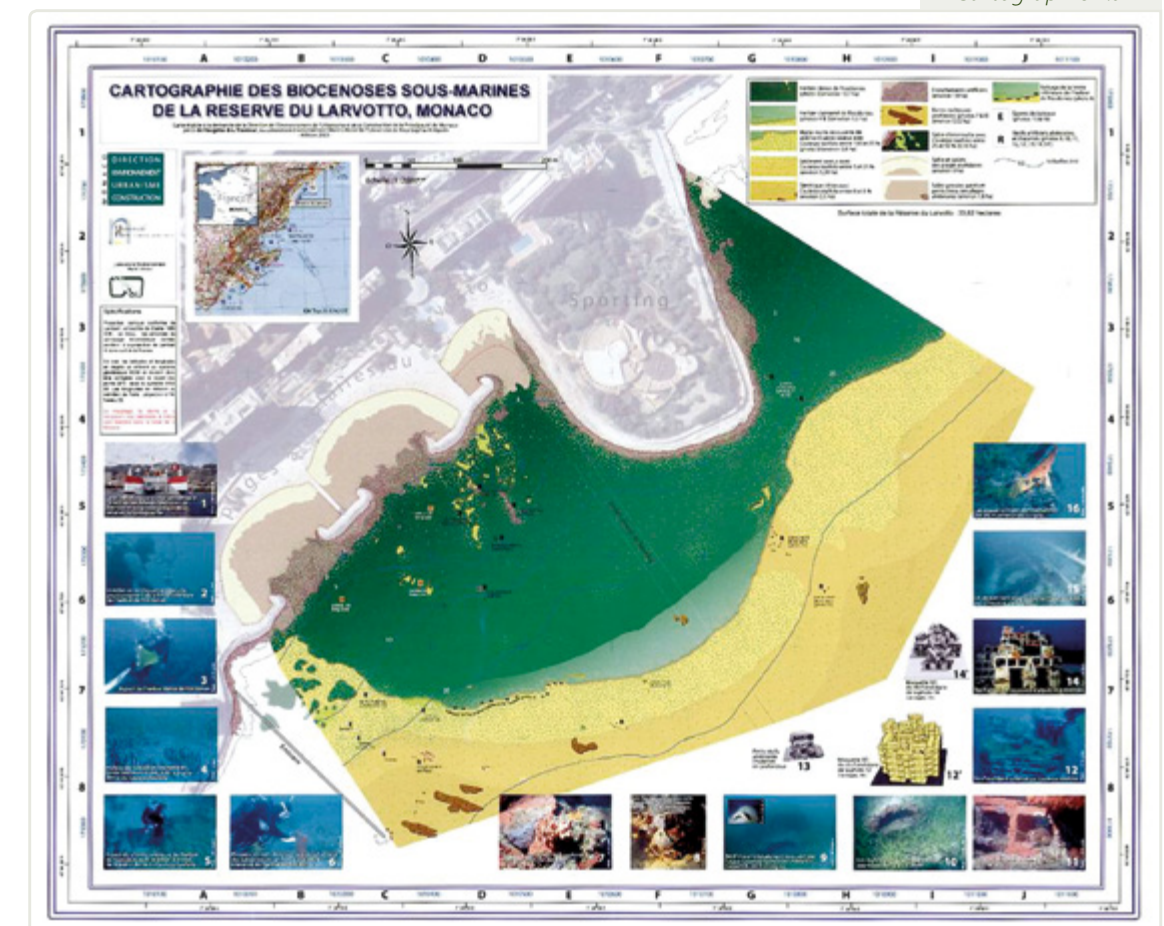
La cartographie des biocénoses sous-marines de cette aire marine protégée a permis de :

- positionner la limite inférieure de l'herbier de posidonies ;
- cartographier les différentes biocénoses de part et d'autre de cette limite ;
- recenser les différents types d'habitats présents (barres rocheuses, récifs artificiels et épaves). Chaque habitat est susceptible d'accueillir une faune et une flore particulière en fonction de sa nature et de sa structure ;
- calculer la surface totale de l'aire marine protégée du Larvotto soit 33,62 ha.

Photo 7.11



Limite inférieure de l'herbier de posidonie du Larvotto.



Cartographie des biocénoses sous-marines de l'aire marine protégée du Larvotto effectuée en 2001 et 2002 par la Direction de l'Environnement

2.2.3 Cartographie de la population de caulerpes de Cap d'Ail à Roquebrune-Cap-Martin

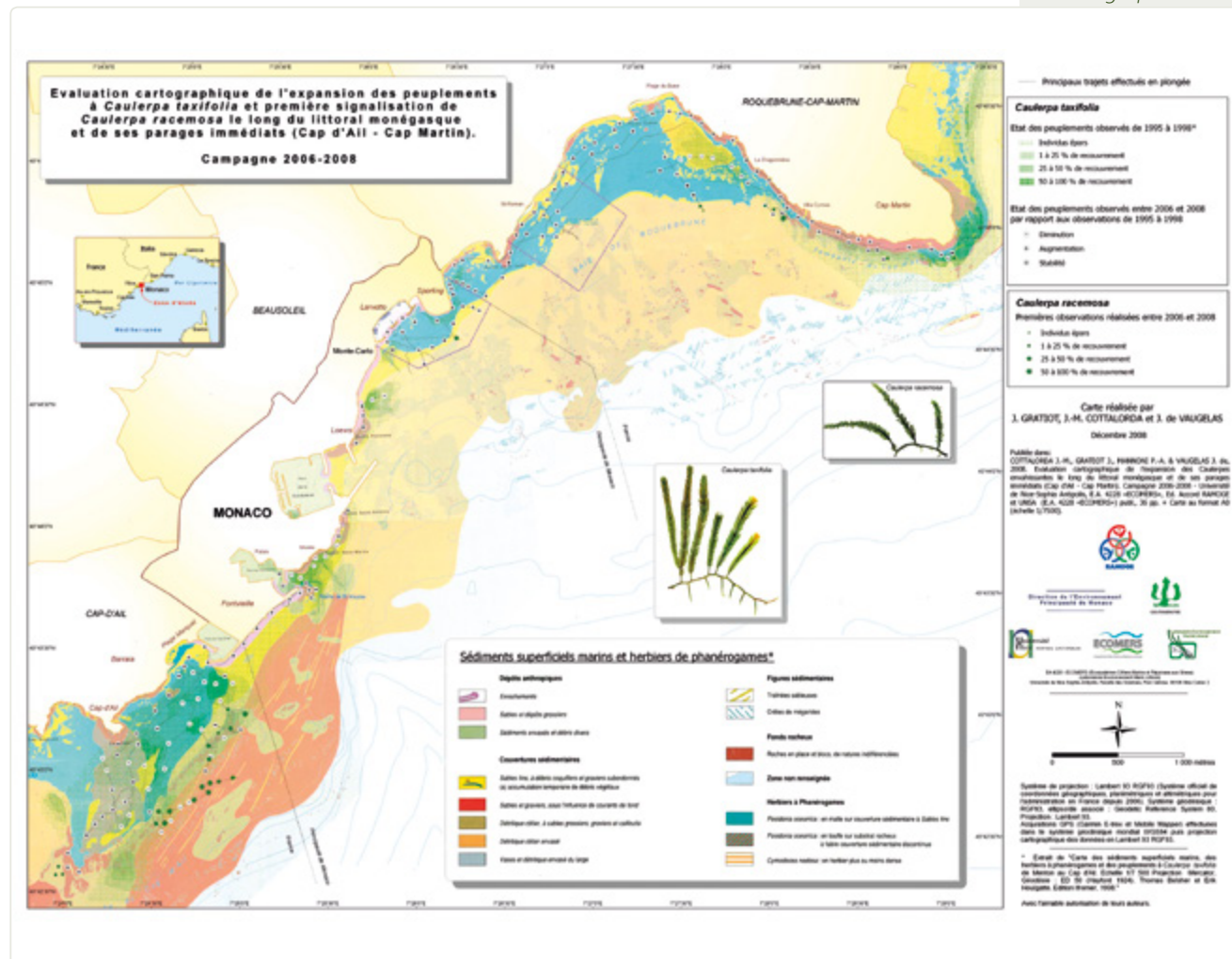
Dans le cadre du groupe de travail « biodiversité » de l'Accord RAMOGE, une cartographie de la population de caulerpes de la zone littorale se situant entre le Cap Rognoso et le Cap Martin a été réalisée sur le biennium 2006-2007.

En comparaison du précédent état datant 2001, peu de changements ont été observés, en dehors de quelques zones localisées de régression ou de progression.

Cependant, il est à noter que lors de ces missions, l'algue *Caulerpa Racemosa* a été identifiée pour la première fois sur les côtes des communes de Cap d'Ail, de Monaco et de Roquebrune-Cap-Martin.

Il semble que la dynamique de colonisation de cette espèce soit plus rapide que *Caulerpa taxifolia*. De plus, son mode de reproduction sexuée (par libération de gamètes dans la colonne d'eau) rend toute tentative d'éradication inefficace. Il est donc important de continuer le suivi de cette algue, afin d'observer son impact sur la faune et la flore marine.

Cartographie 7.6



Cartographie de la population de caulerpes de Cap d'Ail à Roquebrune-Cap-Martin

2.2.4 Cartographie du peuplement des grandes nacres (*Pinna Nobilis*)

Les grandes nacres sont des mollusques bivalves qui vivent dans les herbiers de posidonies et dans les fonds sablo-vaseux périphériques (souvent en lisière des herbiers). Ce sont des espèces sédentaires, enfoncées verticalement dans le sédiment par l'extrémité pointue de la coquille. Elles filtrent l'eau pour en extraire les fines particules de matière organique et les micro-algues planctoniques dont elles se nourrissent.

Elles sont sensibles à la qualité de l'eau (animaux filtreurs) et ne supportent pas les eaux trop chargées en particules minérales (turbidité) et encore moins les eaux polluées (pesticides, métaux lourds, ...). La sensibilité de cette espèce est un bon indicateur de la qualité du milieu, leur présence est toujours un signe de bonne santé de l'environnement marin côtier.

En 2007 et 2008, la Direction de l'Environnement a réalisé une cartographie précise de ce peuplement (abondance et distribution spatiale) au sein de l'aire marine protégée du Larvotto.

Une fois repérée, chaque nacre a été positionnée, par balises acoustiques, avec une précision de l'ordre de la dizaine de centimètres.

Un certain nombre d'individus « sentinelles » a également été répertorié et marqué pour leur suivi dans le temps (croissance et mortalité) afin de pouvoir suivre l'état de santé de ce peuplement à long terme.

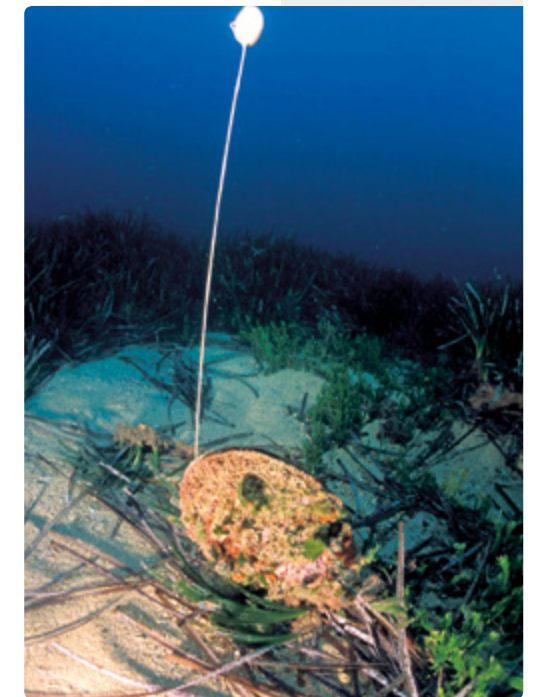
Cette cartographie a permis de répertorier plus de 450 grandes nacres, de toutes tailles, témoignant de la bonne qualité globale du milieu marin.

Photo 7.12

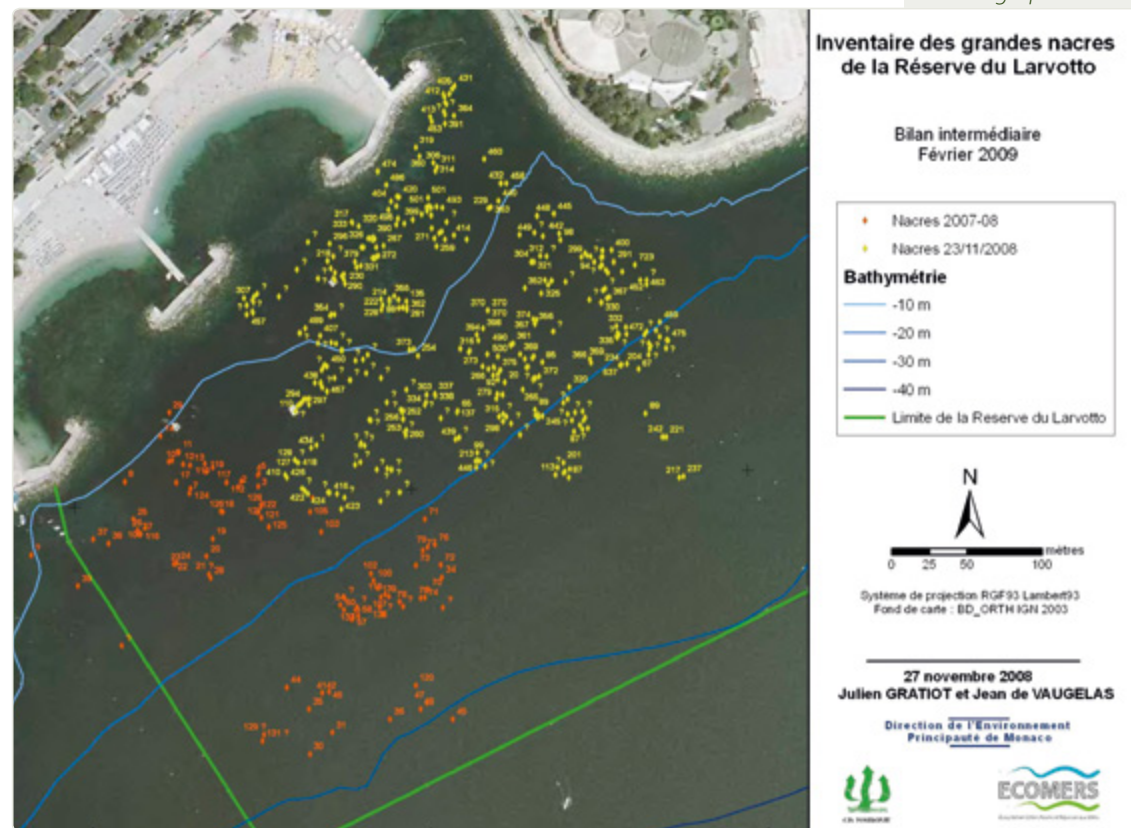


Grande nacre, (*Pinna nobilis*), Larvotto

Photo 7.13



Balisage d'une grande nacre, Larvotto



Cartographie des grandes naces inventoriées en 2007 (chiffres orange) et 2008 (chiffres jaunes). Environ 450 individus ont été répertoriés et positionnés.

2.3 SUIVI D'INDICATEURS BIOLOGIQUES

Un indicateur biologique (bio-indicateur) est constitué par une espèce végétale ou animale, un groupe d'espèce ou un groupement végétal dont la présence renseigne sur certaines caractéristiques physico-chimiques ou biologiques de l'environnement ou sur l'incidence de certaines pratiques. Les effets sont observables au niveau de l'individu et se traduisent par des altérations morphologiques, comportementales, tissulaires ou physiologiques.

Le rôle de ces bio-indicateurs est de détecter les perturbations de l'environnement, de mesurer les effets de ces perturbations et d'apprécier les modifications des conditions environnementales résultantes de dispositions rémédiatrices.

Ils constituent des outils de prédiction, d'aide à la décision et de communication indispensables à l'établissement d'un diagnostic écologique.

Ces indicateurs biologiques sont basés sur l'utilisation d'espèces clefs ou de modèles biologiques sensibles aux perturbations du milieu (pollutions, invasions, changement global, ...).

2.3.1 Indicateurs biologiques au sein des communautés de substrats durs

Ce diagnostic écologique est un outil d'évaluation des pressions anthropiques, climatiques et de bioévaluation de la qualité du milieu.

L'objectif de ces suivis vise à :

- détecter les perturbations de l'environnement marin ;
- mesurer les effets de ces perturbations ;
- apprécier les modifications des conditions environnementales résultant de la prise de dispositions rémédiatrices.

Depuis 2003, la Direction de l'Environnement a mis en place des indicateurs au sein des communautés de substrats durs du littoral monégasque, avec comme espèces clefs les gorgones, les macro-échinodermes, les éponges et les bryozoaires.

Suivi des gorgonaires

Ce sont des organismes coloniaux dressés, à longue durée de vie et à croissance lente. Ils peuvent développer des peuplements très denses dans des conditions environnementales favorables. Sous l'action de facteur d'altération, leur squelette peut être mis à nu.

Ces organismes sont particulièrement sensibles aux anomalies thermiques, à la sédimentation et aux événements de pollution.

Le corail rouge (*Corallium rubrum*) et la gorgone jaune (*Eunicella cavolinii*) sont deux espèces présentes en Principauté.

Elles ont été massivement affectées par de nombreux facteurs de perturbation dont les deux plus importants sont les anomalies thermiques (telle que celle de l'été 1999) et la sédimentation. De telles perturbations sont responsables de nécroses partielles, voire de la disparition, des colonies de gorgonaires.

Depuis 2003, la Direction de l'Environnement a mis en place sur les sites du Tombant des Spélugues et des Roches Saint Nicolas, des suivis d'indicateurs biologiques : paramètres démographiques et dynamiques, indices de vitalité et de nécrose.

Véritables diagnostics écologiques, ces suivis permettent également de dissocier les effets des perturbations anciennes ou récentes.

En parallèle, des mesures continues de température à différentes profondeurs sont réalisées le long du Tombant des Spélugues. Elles permettent notamment de relier certains événements de mortalité avec des épisodes d'anomalie thermique.

Suivi des macro-échinodermes

Les échinodermes sont des organismes particulièrement sensibles aux perturbations et informatifs sur les changements de la qualité du milieu environnant. Pour cette raison, le suivi de ces espèces a été mis en place selon un protocole éprouvé depuis de nombreuses années, appliqué aussi bien dans des zones fortement perturbées que dans des zones témoins.

Ce suivi consiste en un comptage de macro-échinodermes (oursins, holothuries, étoiles de mer, ophiures et crinoïdes) le long de transects permanents.

La faune de spongiaires, gorgonaires et bryozoaires, éléments dominant les habitats rocheux et ombragés, est bien diversifiée à Monaco. Parmi les échinodermes, 8 espèces patrimoniales ont été rencontrées, avec notamment la présence de l'espèce protégée en Europe l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*).

La reconduction périodique de ces suivis permet d'avoir un bon indicateur de la qualité générale des eaux littorales et de la dynamique des populations.

2.3.2 Suivi de colonisation des grottes obscures de la contre-jetée

L'évaluation faite par la Direction de l'Environnement, en 2002, des habitats offerts par la contre-jetée du Port de la Condamine avait révélé des chambres totalement obscures, ne communiquant avec l'extérieur que par une petite entrée à -23 m. Ces cavités étaient susceptibles de constituer des milieux particulièrement adaptés à l'installation d'une faune cavernicole.

Un programme de suivi de la dynamique de colonisation de ces nouveaux ouvrages maritimes a été mis en place, depuis 2005, pour répondre à trois objectifs prioritaires :

- explorer les cavités obscures situées à l'intérieur de la contre-jetée pour évaluer la topographie des lieux et l'état de la colonisation ;
- installer des enregistreurs de températures haute fréquence afin de caractériser le régime thermique dans ces cavités et apprécier la stratification des masses d'eaux ;
- élaborer le plan expérimental d'un suivi de la dynamique de colonisation de ces structures artificielles et mettre en place un programme de suivi à plus long terme.

Un suivi photographique a été mis en place à l'intérieur des deux types de grottes rencontrés dans la contre jetée, afin de suivre l'état de la colonisation par des invertébrés fixés.

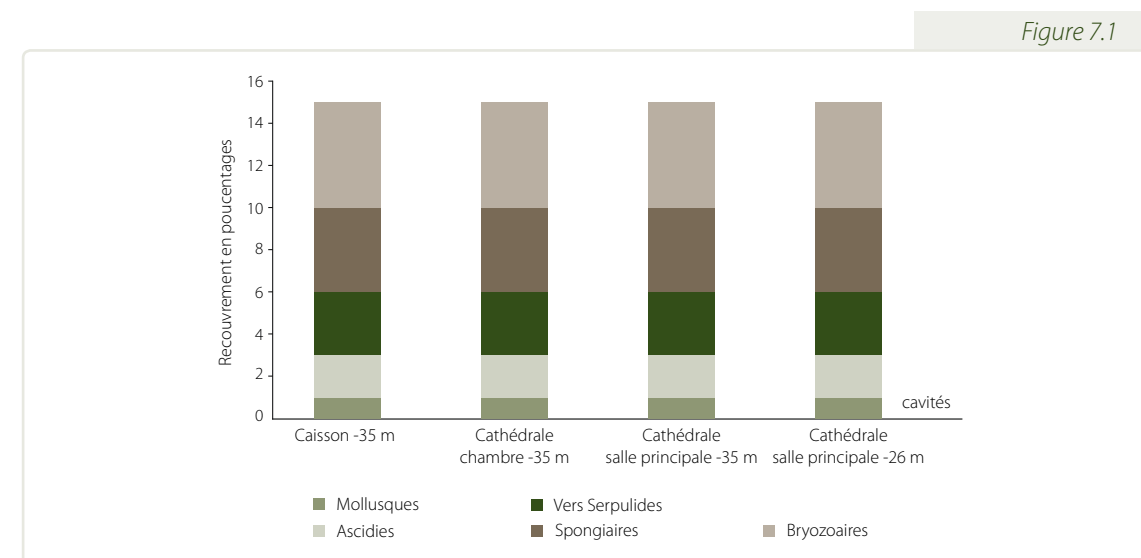
De plus, une série d'enregistreurs de température en continu ont été placés à différentes profondeurs pour étudier le régime thermique de ces grottes.

Faune observée

Les premières observations faites en 2003 et 2004 ont montré que les parois de ces cavités étaient déjà colonisées par quelques petites éponges encroûtantes, des bryozoaires et surtout des vers tubicoles.

A l'intérieur de ces grottes, la faune fixée est dominée en diversité par les spongiaires et en biomasse par les ascidies. La faune mobile est dominée par les crustacés. De nombreuses éponges et bryozoaires ont enrichi la liste des différentes espèces identifiées dans ces grottes en 2005 et 2006.

Tous les organismes présents sont regroupés en grandes catégories systématiques et leurs pourcentages de recouvrement dans chaque grotte sont représentés dans la Figure 7.2.



Pourcentages de recouvrement des organismes présents dans chaque cavité

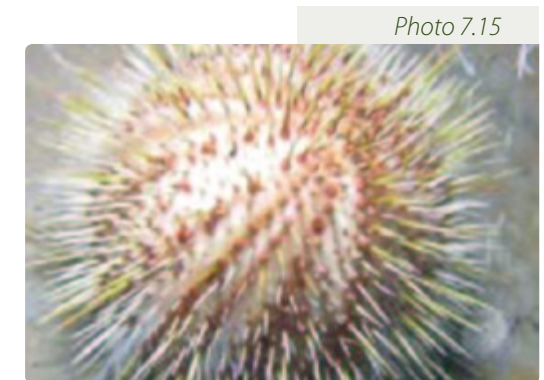
Ce programme représente une opportunité exceptionnelle d'étudier la colonisation de grottes obscures artificielles ayant une architecture entraînant de forts gradients thermiques verticaux et un piégeage des eaux froides.

La mise en place de ces nouvelles structures portuaires a, en effet, permis la création de nouveaux habitats instaurant une nouvelle dynamique de vie.

Cette étude de colonisation d'ouvrages récents constitue un modèle sur lequel la Principauté peut s'appuyer dans le cadre de ses réflexions sur sa politique d'aménagement du territoire et sur la gestion durable de son littoral.



Pétoncle (*Chlamys varia*), dans la « cathédrale »



Oursin (*Echinus melo*), dans la « cathédrale »



Jeune congre, (*Conger conger*), dans la « chambre Ch2 »



Observation dans le « caisson C2 » d'une jeune nacre (*Pinna nobilis*), de forme classique à cet âge, d'environ un an et demi.

2.3.3 Suivi de l'expansion de l'herbier de posidonie

L'expansion de l'herbier de posidonies (*Posidonia oceanica*) est un indice écologique de la qualité du milieu littoral : clarté de l'eau, absence de sédimentation fine, régulation de la compétition avec les autres espèces, ...

Cette expansion (ou régression) peut être mesurée et suivie au niveau de la limite inférieure de l'herbier, elle traduit l'état d'équilibre de l'herbier dans des conditions écologiques stables.

Une douzaine de marques permanentes, posées en 1977 sur une centaine de mètres de la limite inférieure, ont montré une bonne stabilité de la limite inférieure au cours des 25 dernières années.

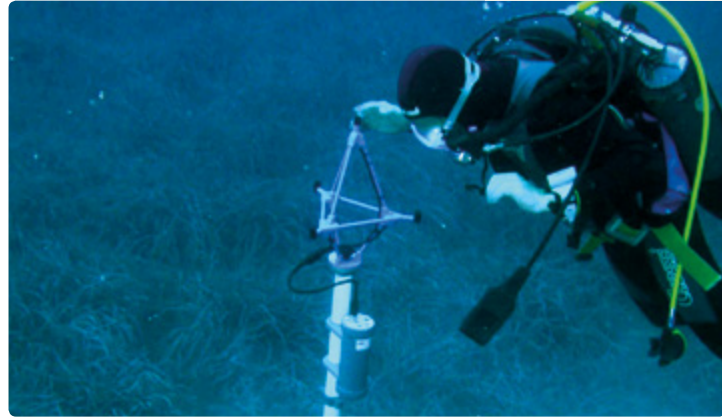
Pour continuer à suivre l'évolution de l'herbier à moyen (2 à 5 ans) et long (décennie) termes, il devenait intéressant de poser de nouvelles marques permanentes le long de cette limite inférieure.

Photo 7.18



Balise acoustique

Photo 7.19



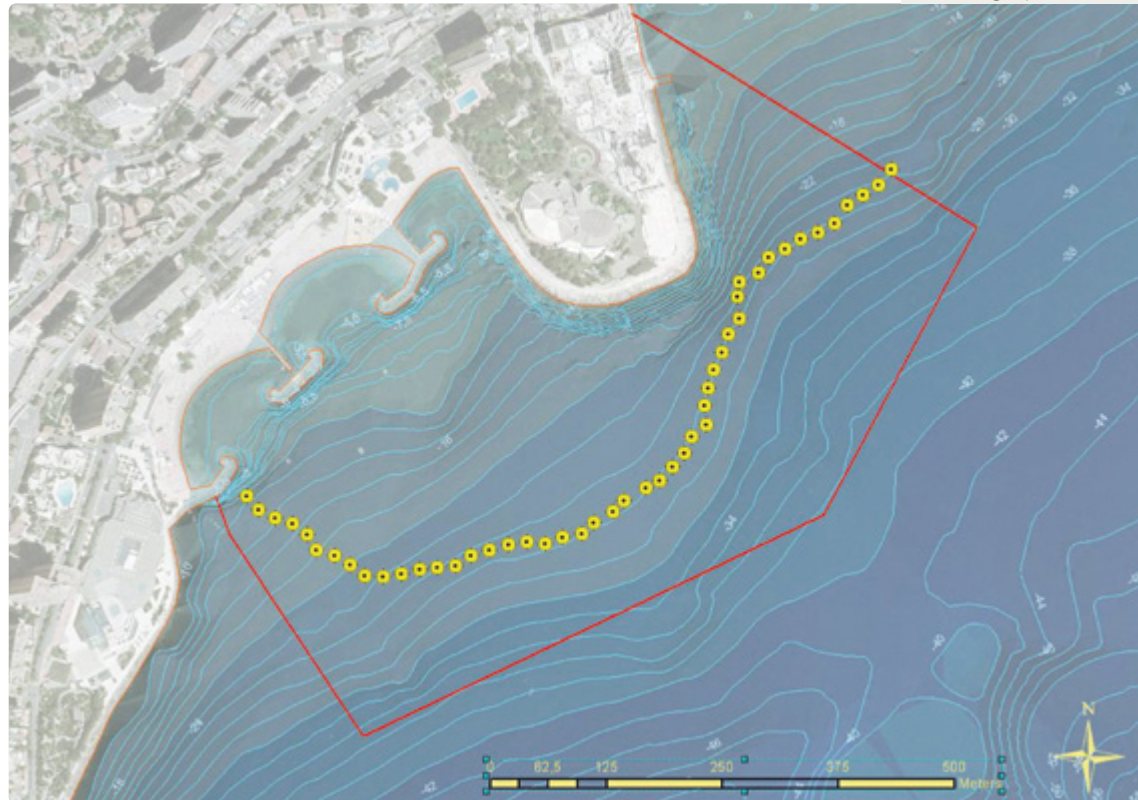
Positionnement de la limite inférieure de l'herbier de posidonie, Larvotto

Bénéficiant des progrès technologiques récents en matière de positionnement et repérage subaquatique (balise acoustique Aquamètre déjà utilisée en 2002 pour le levé de carte), la pose de marques permanentes supplémentaires (totalisant 48 balises) a pu être effectuée sur la totalité de la limite inférieure (environ 1 km de longueur).

A chaque endroit marqué, des photos verticales et latérales ont été prises de manière à constituer le début d'une collection de photos de référence qui pourront servir de base de comparaison pour les évolutions ultérieures.

Par ailleurs, la prise de photos verticales, à l'aplomb des balises, et dans lesquelles une grille repère orientée est visible, a permis d'estimer les pourcentages de recouvrement des substrats principaux (posidonies, caulerpes et sédiments).

Cartographie 7.8



Balisage de toute la limite inférieure de l'herbier de posidonie (en jaune, les 48 balises)

L'originalité du balisage réalisé à Monaco en 2004 est double. C'est la première fois qu'un balisage de précision est mené sur une telle distance (1 km de limite inférieure et 48 points balisés) ;

C'est également la première fois que cette technique de positionnement très précise fait appel à un système acoustique léger, manipulé par des plongeurs.

Cette description aussi fine de la limite inférieure, première au niveau régional, permettra un suivi écologique de grande qualité. En comparaison des premières marques posées, il apparaît que la limite inférieure de l'herbier de posidonies de l'aire marine protégée du Larvotto est relativement stable depuis 1977.

Cet herbier, dont l'état de vitalité est relativement stable, témoigne de la bonne qualité du milieu marin.

3. ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ TERRESTRE MONÉGASQUE

La Principauté de Monaco s'est engagée notamment vis-à-vis des Conventions Internationales comme celle sur la Diversité Biologique ou la Convention Alpine, à dresser un inventaire de la biodiversité terrestre de son territoire.

Des inventaires avaient été effectués en 1998-1999 sur la flore et la faune peuplant l'ensemble du bassin versant englobant la Principauté de Monaco. Ces études qui avaient donné lieu à la publication en 1999 d'un ouvrage intitulé « La diversité biologique et paysagère de la Principauté de Monaco et de ses environs », ont été réactualisées par la réalisation en 2006 d'un inventaire précis de la flore terrestre indigène du territoire de la Principauté.

Sur la base de cet inventaire, une Convention de partenariat MONACOBIODIV a été établie, pour la période 2007 à début 2010, entre la Principauté de Monaco, la Fondation Prince Albert II, le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, l'Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie (IMEP), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et l'Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille III, afin de mettre en place un programme d'évaluation, de conservation et de gestion durable de la biodiversité relatif à la flore et à l'entomofaune de la Principauté. Ce programme s'inscrit dans la perspective à plus long terme de la création d'un observatoire de la biodiversité littorale méditerranéenne.

3.1 INVENTAIRE DE LA FLORE TERRESTRE SAUVAGE DE LA PRINCIPAUTÉ DE MONACO

L'inventaire complet de la flore vasculaire indigène terrestre (phanérogames et ptéridophytes)* de la Principauté de Monaco, réalisé en 2006, a révélé l'exceptionnelle richesse de la biodiversité végétale terrestre monégasque tant sur le plan du nombre total d'espèces que du nombre d'espèces et d'habitats à forte valeur patrimoniale.

La biodiversité de la Principauté de Monaco qui s'inscrit dans le secteur biogéographique des Alpes Maritimes et Ligurie constitue l'un des 10 « hot spots » régionaux de biodiversité du bassin méditerranéen.

* Phanérogame ou spermatophyte : plantes vasculaires à graine, dont l'organe reproducteur est apparent divisé en angiospermes : plantes à fleurs (ovule dans ovaire puis graines dans un fruit clos) et gymnospermes : ovules et graines à nu, sur écailles (conifères, cycas, ginkgos, Gnétophytes). Ptéridophyte : végétal cryptogame vasculaire, organe reproducteur plus ou moins caché (fougères, prêle, lycopode...).

Qu'est-ce qu'un « hot spot » biologique :

C'est une zone exceptionnelle par son nombre d'espèces comportant au moins 10 % d'espèces endémiques.

Suivant cet inventaire, la biodiversité végétale monégasque se compose de :

- 347 plantes indigènes ;
- 18 espèces à forte valeur patrimoniale ;
- 6 espèces endémiques des Alpes Maritimes ;
- 5 habitats d'intérêt patrimonial.

La biodiversité monégasque représente 1,2 % de la flore méditerranéenne sur 0,000085 % de la surface terrestre du territoire méditerranéen considéré.

Le Rocher est le secteur qui comprend la plus forte biodiversité avec :

- 2/3 des espèces de la flore monégasque ;
- 3/4 des plantes à forte valeur patrimoniale ;
- 4 plantes endémiques des Alpes Maritimes et Ligurie ;
- 3 des 5 habitats d'intérêt patrimonial.

Photo 7.20



Plage chemin des Pêcheurs

Photo 7.21



Euphorbe arborescente, (Euphorbia dendroides)

Photo 7.22



Habitat chemin des Pêcheurs

Photo 7.23



Fourrés thermophiles, Remparts Nord du Rocher

Photo 7.24



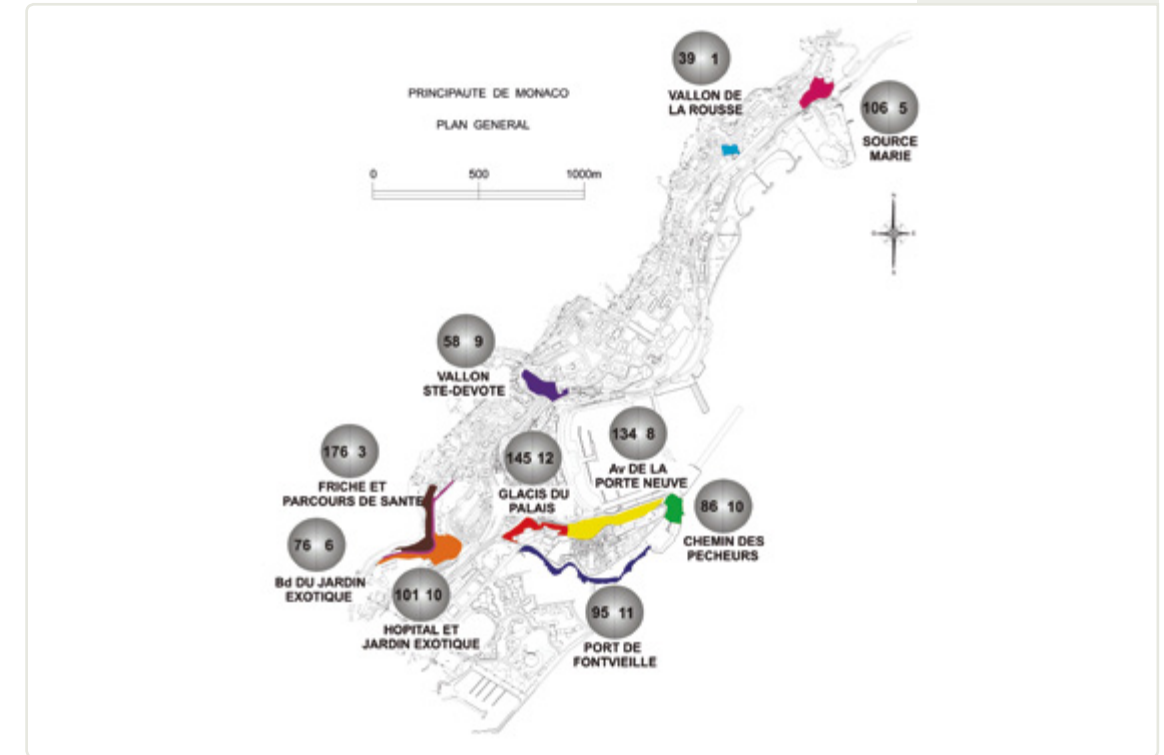
Habitat des cheveux de Vénus, (Adiantum capillus-veneris), parois calcaires suintantes thermophiles

Photo 7.25



Cheveux de Vénus, (Adiantum capillus-veneris), au Port de Fontvieille

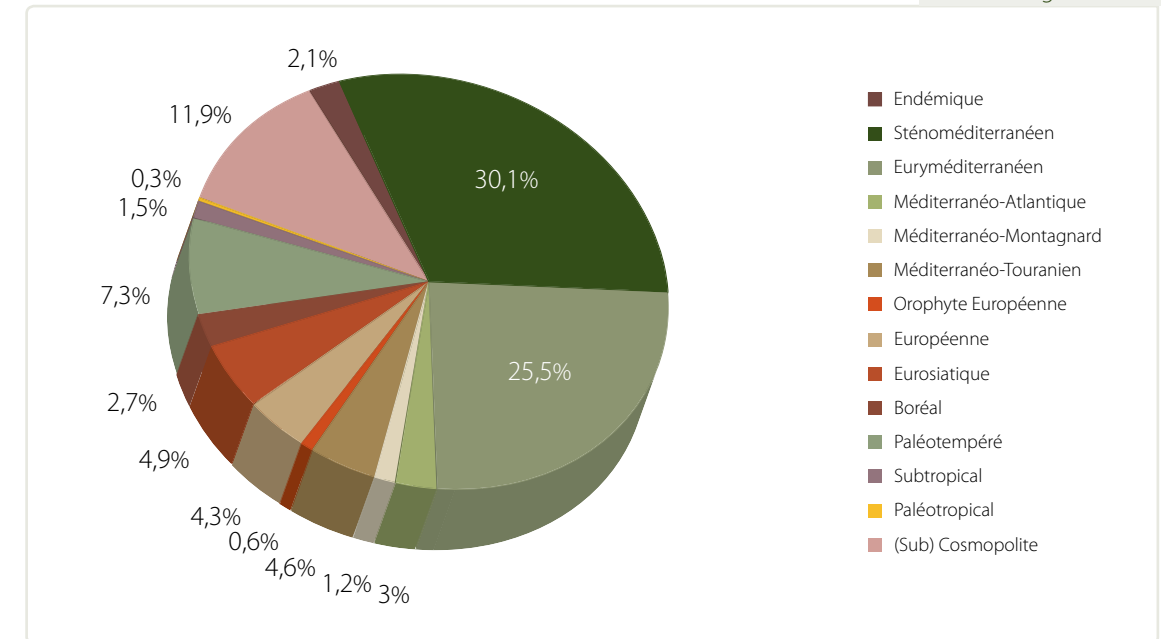
Cartographie 7.9



Répartition de la richesse spécifique totale (à gauche) et du nombre d'espèces végétales patrimoniales (à droite) dans les différents sites naturels de la Principauté

En dépit de la surface réduite des espaces naturels du pays, la Principauté de Monaco constitue ainsi un élément original et remarquable du patrimoine floristique de l'étage de végétation thermo-méditerranéen en région Nord-méditerranéenne.

Figure 7.2



Répartition des origines biogéographiques des espèces végétales indigènes présentes en Principauté de Monaco

L'analyse biogéographique dénombre 332 espèces et sous-espèces indigènes et 14 végétaux archéophytes, c'est-à-dire des végétaux naturalisés de longue date (*acanthé*, *Acanthus mollis*), d'indigénats douteux (*micocoulier*, *Celtis australis*), mais aussi de nombreux végétaux naturalisés sans intervention volontaire de l'homme (*Aster squamatus* ou *Sisymbrium erylsmoides*).

6 taxons endémiques *sensu lato* ; endémiques *stricto sensu* (Alpes-maritimes) et sub-endémiques (Apennins, Corse et Provence) ont été recensés, soit 2 % de la flore monégasque :

- la nivéole de Nice, *Acis nicaeensis* (Arduino) Lledó, Davis et Crespo ;
- l'ail à fleurs aiguës, *Allium acutiflorum* Loisel ;
- le chou de Robert, *Brassica montana* Pourret ;
- la campanule à racine épaisse, *Campanula macrorhiza* Gay ex A. DC. ;
- le chardon litigieux, *Carduus litigiosus* Nocca & Balbis ;
- le statice à feuilles cordées, *Limonium cordatum* (L.) Miller.

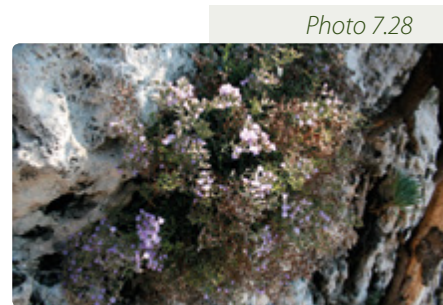


Nivéole de Nice, (*Acis nicaeensis*), Rampe Major

Nivéole de Nice (*Acis nicaeensis*) :
Espèce endémique très rare qu'on ne trouve qu'entre Vence et Grimaldi (frontière italienne). Mentionnée sur la Principauté de Monaco depuis 1844 par les botanistes, la Nivéole de Nice persiste aujourd'hui en quatre stations au niveau du vallon Sainte-Dévote, de la Rampe Major, de la falaise du Palais Princier et de la Tour de l'Eperon.



Campanula macrorhiza, Rampe Major



Limonium cordatum, Port de Fontvieille

3.1.1 Définition des types biogéographiques

Pour chacun des taxons observés (espèces et sous-espèces végétales), le type biogéographique a été précisé selon les catégories proposées par Pignatti (1982), Gamisans et Jeanmonod (1993).

Catégories sans les subdivisions

- les endémiques [End.] : taxons dont l'aire de répartition est réduite aux territoires proches de la Principauté de Monaco ;
- les sténoméditerranéens [Sténoméd.] : taxons dont l'aire de répartition est limitée aux côtes méditerranéennes ;

- les eury méditerranéens [Euryméd.] : taxons dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes méditerranéennes, mais se prolongeant vers le Nord et vers l'Est ;
- les méditerranéo-montagnards [Méd-Mont.] : taxons dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes méditerranéennes, mais à affinité montagnarde ;
- les eurasiatiques : taxons dont l'aire de répartition est élargie au continent eurasiatique ;
- les atlantiques : taxons dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes atlantiques d'Europe ;
- les boréaux : taxons généralement nordiques.

Les groupes de taxons de vaste répartition

- Méd-Tour. : méditerranéo-touraniens, des zones désertiques et subdésertiques depuis le bassin ; méditerranéen jusqu'à l'Asie centrale ;
- Cosmop. : cosmopolites, répartis partout (ou presque) dans les zones du monde ;
- Subtrop. : subtropicaux et paléosubtropicaux, des zones tropicales et tempérées chaudes ;
- Adventice : étranger installé sans intervention directe de l'homme.

3.1.2 Une nouvelle découverte en 2011

Une espèce végétale de la famille des Orobanchaceae, l'Orobanche fausse-lavande, *Phelipanche lavandulacea*, a été recensée en Principauté de Monaco. Espèce très rare en Méditerranée septentrionale, il s'agit d'un nouvel élément patrimonial remarquable, à préserver. Ce taxon est un parasite strict (comme tous les représentants de cette famille) inféodé à une espèce particulière, l'Herbe à bitume, *Bituminaria bituminosa*, Fabacée. Une vingtaine de hampes florales ont été dénombrées dans la partie Nord-Ouest du glacier du Palais, au pied d'euphorbes arborescentes, en situation très thermophile (exposition Sud). Un autre individu a aussi été recensé dans le Jardin Exotique de Monaco.



Phelipanche lavandulacea, glacier du Palais

Réalisation des études botaniques (textes et photos)

Dr Katia Diadema et Pr Frédéric Médail, en charge des inventaires et suivis écologiques de la Principauté, Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocologie IMEP-CNRS, Université Paul Cézanne Aix-Marseille III et Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles CBNMP.

Rapport et articles scientifiques dérivés de la campagne d'inventaire de la flore terrestre sauvage de Monaco et des suivis écologiques de la Principauté de Monaco de 2007 à 2013 :

- « Inventaire de la flore terrestre sauvage de la Principauté de Monaco » - 2006 - Katia Diadema, Frédéric Médail & Robert Salanon.
- « Inventaire de la flore terrestre spontanée de la Principauté de Monaco », Frédéric Médail, Katia Diadema & Robert Salanon - Le Journal de Botanique de la Société Botanique de France, 39 : 37-55 (2007).
- « Sur la présence d'une très rare Orobanche, *Phelipanche lavandulacea* (Rchb.) Pomel en Principauté de Monaco », 2011 - Frédéric Médail, Daniel Pavon, Katia Diadema & Robert Salanon. Riviera Scientifique, vol. 95.

3.2. INVENTAIRE DE L'ENTOMOFAUNE

Dans le cadre du projet MONACOBIODIV, une campagne de recensement des insectes vivant en association avec les plantes du territoire de Monaco (entomofaune), a été lancée en 2008 pour une période de deux années. La richesse de la diversité entomologique monégasque a conduit le Gouvernement Princier à prolonger en 2010, d'une année, cette campagne d'inventaire.

Cet inventaire concernait deux ordres majeurs d'insectes : les coléoptères (scarabées, coccinelles, charançons, ...) et les hétéroptères (punaises). Les recherches se sont concentrées sur quatre secteurs qui hébergent encore une végétation assez diversifiée et *a priori* favorable aux insectes : le Rocher, en particulier les glacis du Palais Princier, secteur le plus favorable par la diversité de sa flore et son aspect relativement « sauvage » mais aussi d'autres parcelles comme les abords de la Porte Neuve, le vallon Sainte Devote et la Source Marie.

Photo 7.30



Piège à interception « Polytrap » sur les glacis du Palais Princier. Cette technique permet de recueillir les insectes volants attirés par un appât liquide fermenté de type bière, et pour les insectes associés aux pins, essence de térébenthine

Photo 7.31



Collecte des insectes vivant sur la végétation herbacée des glacis du Palais Princier à l'aide de la nappe montée ou « parapluie japonais » qui permet de recueillir les insectes qui se tiennent sur les branches des arbres et arbustes

Dès les premières campagnes de prospection, des résultats intéressants avaient été obtenus avec la découverte d'une espèce remarquable, *Brachypterus labiatus*.

De nombreux exemplaires de ce petit coléoptère associé aux orties ont été découverts en Principauté (glacis du Palais et Source Marie). Il s'agit d'une espèce à distribution Ouest-méditerranéenne et macaronésienne : Madère, Tunisie, Algérie, Maroc, Lybie, Espagne, Sud du Portugal, Baléares, Corse et Sardaigne.

Ces premiers résultats ont été confortés par le bilan exceptionnel des trois années de recherche entomologique qui, de 2008 à fin 2010, ont permis de recenser plus de 330 espèces de coléoptères et 101 espèces d'hétéroptères.

Photo 7.32



Brachypterus labiatus

Photo 7.33



Piège lumineux UV automatique installé à la poterne Est du Palais Princier pendant l'été 2010

3.2.1 Hétéroptères

98 espèces appartenant à 69 genres et 14 familles ont été recensées. À titre de comparaison la France compte 41 familles d'hétéroptères réunissant environ 3350 espèces (Martinez et Gauvrit, 1997). La plupart des espèces rencontrées sont des phytophages, on trouve également des prédateurs (Anthocoridae, Reduviidae et Nabidae). Aucune espèce d'hétéroptères aquatiques ou subaquatiques n'a été jusqu'à présent collectée, ce qui n'est pas le cas pour les coléoptères. Cinq espèces de Miridae, capturées au piège lumineux UV sur les glacis du Palais Princier, sont nouvelles pour la faune franco-monégasque : *Salicarus pusillus* (Reuter, 1878), *Orthotylus caprai* (Wagner, 1955), *Pinalitus conspurcatus* (Reuter, 1875), *Orthotylus (Parapachylops) junipericola regularis* (Linnavuori, 1965), *Orthotylus (Parapachylops) junipericola balcanicus* (Josifov, 1974).

Il faut signaler par ailleurs la découverte de deux espèces invasives :

- *Belonochilus numedius* Say, 1831 (Lygaeidae) originaire d'Amérique du Nord vivant sur les platanes, capturée à la lumière UV ;
- *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, maintenant largement répandue en France, espèce à surveiller pour son impact sur la reproduction des conifères.

3.2.2 Coléoptères

Parmi les coléoptères, deux espèces se sont avérées nouvelles pour la Science : un Anobiidae du genre *Synanobium* peut-être d'origine tropicale et un Curculionidae cavernicole du genre *Troglorhynchus*, qui est certainement le premier insecte endémique de la Principauté puisqu'il est exclusivement lié aux galeries creusées sous le Palais Princier. L'analyse scientifique (diagnose) de cette nouvelle espèce est actuellement en cours.

Otiorynchus (Lixorrhynchus) monoecirupis n. sp. ; une nouvelle espèce de charançon endémique à la Principauté de Monaco.

L'étude de ce Curculionidae cavernicole du genre *Troglorhynchus*, rapportée dans un article paru en 2012 dans le Bulletin de la Société Entomologique de France (Lemaire et al, 117 (3), 2012 : 283-287) met en évidence que les exemplaires étudiés recueillis dans une des galeries souterraines du Palais Princier se différencient de ses espèces voisines corses (*Troglorhynchus grenieri*) et niçoises (*Troglorhynchus nicaeicivis*) confirmant son appartenance à une espèce nouvelle.

Adoptant la classification taxonomique actuelle, les auteurs rangent ces espèces dans le genre et le sous-genre *Otiorhynchus* (*Lixorrhynchus*) et en référence au lieu de sa découverte nomment cette nouvelle espèce *Otiorhynchus* (*Lixorrhynchus*) *monoecirupis* n. sp. (en latin « du Rocher de Monaco »).

Une souche commune serait à l'origine de ces trois espèces qui se seraient différenciées avec la séparation du massif cyrno-sarde à partir de l'Oligocène. « L'espèce monégasque est certainement isolée sur le Rocher de Monaco depuis des dizaines de milliers d'années comme l'atteste sa différenciation d'avec *O. (L.) nicaeicivis* ; de fait, avant l'urbanisation du littoral, le Rocher n'était relié au continent que par un isthme de sédiments. Il s'agit donc sans aucun doute du premier insecte endémique de la Principauté. » (référence encadrée ci-dessous).

De nombreuses autres espèces de coléoptères sont 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 répartition très fragmentée, à fort enjeu de conservation. C'est par exemple le cas du charançon *Dichromacalles rolletii* associé à l'euphorbe arborescente, dont la présence a pu être démontrée sur le Rocher ou *Heteromeira variegata* (A. Solari et F. Solari 1903), un charançon découvert en Principauté qui n'était connu que des côtes italiennes et qui a fait l'objet d'un article scientifique publié dans la Nouvelle Revue d'Entomologie, en juin 2011 (encadré ci-dessous).

Parmi les divers milieux étudiés, les glacis du Palais Princier représentent de loin le biotope le plus riche de la Principauté, et la placette où a été identifié le plus grand nombre d'espèces d'intérêt patrimonial. L'isolement du Rocher de Monaco constitue un intérêt biogéographique supplémentaire pour la microfaune puisque les populations d'insectes peu mobiles qui s'y trouvent sont quasiment en situation d'insularité.

À la faune autochtone d'un très grand intérêt biologique vient se superposer un élément allochthone composé de nombreuses espèces souvent d'origine tropicale, introduites volontairement dans le cadre de la lutte biologique (cas des coccinelles) ou involontairement (échanges commerciaux, capacités de dispersion exceptionnelles, ...). La mise en évidence d'une pullulation de certaines de ces espèces pose la question d'une éventuelle compétition avec les espèces autochtones (cas de la coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis*).

Réalisation des études entomologiques (textes et photos)

Dr Philippe Ponel (responsable des études et inventaires) et Sylvain Fadda, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie, IMBE – UMR – CNRS, Jean-Michel Lemaire (Museum d'Histoire Naturelle de Nice) et Armand Matocq (Museum National d'Histoire Naturelle, Paris).

Rapports et articles scientifiques dérivés de la campagne d'inventaire entomologique monégasque :

- « Arthropodes de la Principauté de Monaco » – 2011 – Philippe Ponel, Sylvain Fadda, Jean-Michel Lemaire, Armand Matocq, Michel Cornet & Daniel Pavon – Rapport de la campagne d'inventaire entomologique réalisée de 2008 à fin 2010 sur le territoire de la Principauté de Monaco.
- « *Heteromeira variegata* (A. Solari & F. Solari, 1903) découvert en Principauté de Monaco, nouveau pour la faune franco-monégasque (Coleoptera, Curculionidae, Peritelini) Philippe Ponel, Eric Rouault, Jean-Michel Lemaire & Helio Pierotti, Nouvelle Revue d'Entomologie (N.S.), T.27 (2010-2011) Fasc.1, p. 47-52, Juin 2011.
- « Première observation d'un cas de monophthalmie chez un Hétéroptère Pentatomidae, *Holcostethus albipes* (F., 1781) » Matocq A., Ponel P. et Lemaire J.-M. L'Entomologiste 67: 171. 2011.
- « Nouvelles Données sur la Répartition du Cloporte *Buddelundiella zimmeri* verhoeff, 1930 (Crustacea, Isopoda, Oniscidea, Trichoniscidae), Jean-Michel Lemaire, *Bioscopia méso-gén*, Nice, 28 (2) : 51 – 55, 2011.
- « Hétéroptères de la Principauté de Monaco: premier inventaire comprenant cinq espèces de Miridae nouveaux pour la faune franco-monégasque » Philippe Ponel, Armand Matocq, Jean-Michel Lemaire, 2012 (en publication).
- « Les Curculionides cavernicoles de la région niçoise, France. III. Description d'*Otiorhynchus* (*Lixorrhynchus*) *monoecirupis* n. sp. de Monaco (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae) » Jean-Michel Lemaire, Philippe Ponel et Gabriel Alziar ; Bulletin de la Société entomologique de France, 117 (3), 2012 : 283-287.



Anobiidae du genre *Synanobium*

Curculionidae cavernicole *Otiorhynchus* (*Lixorrhynchus*) *monoecirupis* n. sp.

Dichromacalles rolletii, glacis du Palais

Heteromeira variegata, glacis du Palais

3.3 INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE

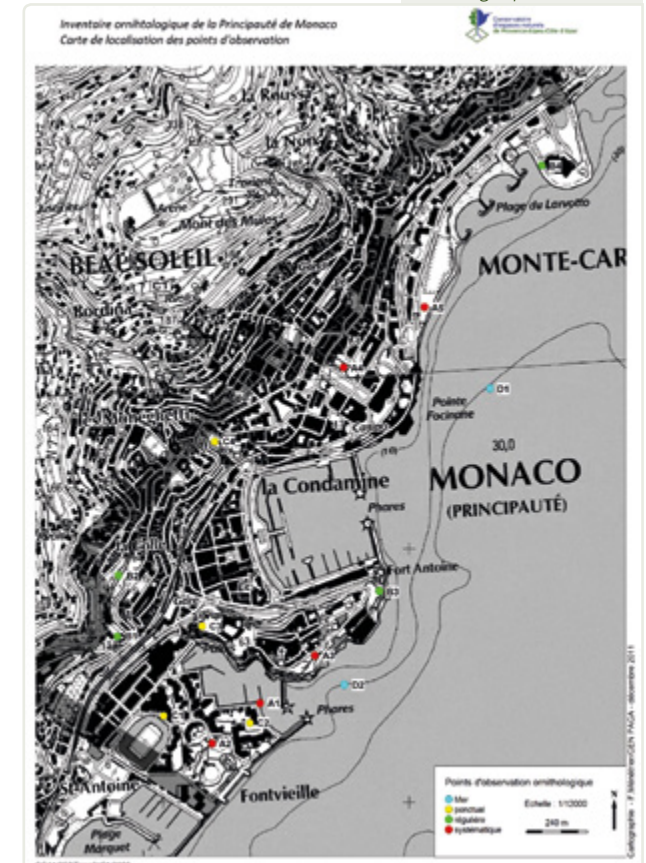
La Direction de l'Environnement de la Principauté de Monaco a confié au Conservatoire des Espaces Naturels de la région PACA (CEN-PACA) [G.Beaudoin & F. Ménétrier] la réalisation d'un inventaire des oiseaux fréquentant son espace aérien et territorial. Réalisé sur les deux années 2010 et 2011, l'inventaire ornithologique est venu compléter les inventaires de la biodiversité terrestre déjà réalisés sur l'ensemble du territoire monégasque. Il servira de support aux mesures de conservation à prendre sur les plans réglementaire ou opérationnel, notamment pour protéger les falaises du Rocher de Monaco qui représentent une zone sauvage servant de refuge et de lieu de nidification à un certain nombre d'espèces aviaires migratrices ou sédentaires.

3.3.1 Méthodologie

L'objectif de l'étude est d'obtenir une estimation des effectifs des populations d'espèces d'oiseaux, nicheuses et migratrices, présentes sur le territoire monégasque.

Pour répondre à cet objectif, il a été choisi d'appliquer la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) adaptée au contexte particulier du territoire de la Principauté. La méthode des IPA permet en effet d'estimer l'abondance de la population de chaque espèce et la chorologie (répartition des espèces) des oiseaux monégasques. Les prospections de terrain ont été planifiées sur deux cycles annuels (2010 et 2011) avec, en moyenne, une visite mensuelle sur toute la durée de l'étude, soit un total de 24 visites programmées, complétées de 6 visites supplémentaires dans le cadre du suivi de la migration et de la nidification du faucon pèlerin.

Cartographie 7.10



Localisation des différents sites d'observation de l'avifaune monégasque

Quelques définitions précisant le statut des espèces :

- **espèce sédentaire** : vivant sur un site toute l'année, donc nicheuse, (par exemple le merle noir, *Turdus merula*) ;
- **espèce migratrice** : espèce qui se déplace deux fois par an lors de la migration pré-nuptiale (printemps) et de la migration post-nuptiale (automne) dans le but de survivre. La plupart des espèces migratrices font des haltes migratoires. Cette migration peut être nocturne ou diurne (rapaces) ;
- **espèce (migratrice) estivante** : espèce migratrice, présente sur un site en été seulement (« saison chaude » du paléarctique occidental) où elle niche (par exemple : le martinet noir, *Apus apus*) ;
- **espèce (migratrice) hivernante** : espèce migratrice, non nicheuse, venant des régions septentrionales de l'Europe pour passer l'hiver (la « saison froide » du paléarctique occidental) sur le site dans le but de profiter de la nourriture locale. Un site d'hivernage calme, sans dérangement, suffisant en nourriture, est donc particulièrement précieux à la survie globale d'une espèce. Dans tous les cas, il faut garder présent à l'esprit qu'une espèce migratrice est fragilisée par la migration, qui représente un effort énorme, une dépense énergétique importante et des risques mortels. C'est pourquoi les sites d'hivernage doivent être protégés pour assurer le calme et le repos des oiseaux ;
- **espèce migratrice partielle** : La région méditerranéenne est une zone particulièrement complexe, subissant diverses influences climatiques, biogéographiques et orographiques. Les effets conjugués de ces facteurs jouent sur le comportement des oiseaux qui peuvent aussi bien « transhumer » entre la montagne et la plaine selon la saison, que se « décaler » entre le Nord de la zone tempérée et la zone tropicale. Ainsi, pour une même espèce, comme le rouge-gorge familier, *Erithacus rubecula*, certains individus sont nicheurs sédentaires, tandis que d'autres seront hivernants (individus migrants depuis le Nord de l'Europe) ;
- **espèce nicheuse** : soit sédentaire (la mésange charbonnière, *Parus major*), soit migratrice estivante (le martinet noir, *Apus apus*) ;
- **espèces limicole, maritime, côtière, de rivage** : leurs préférences s'expriment par leur vie inféodée aux bords de mer, aux côtes sablonneuses, vaseuses, rocheuses, aux falaises, aux milieux humides plus ou moins salés ;
- **espèce pélagique** : dont la majeure partie de la vie se passe en mer ; ces oiseaux se posent uniquement pour la nidification.

3.3.2 Principaux résultats

Sur le territoire de la Principauté de Monaco, un total de 60 espèces d'oiseaux a été comptabilisé sur les deux années 2010 et 2011. A ce résultat, on peut également ajouter les données compilées par d'autres observateurs (communications Jean-Marie Vitti, Directeur du Jardin Animalier et Philippe Lambert) ainsi que les proies du faucon pèlerin (identification des restes des aires de nidification tableau 7.3) amenant le nombre total d'espèces potentiellement présentes en Principauté à 78 espèces (tableau 7.2.1 et 7.2.2).

Parmi ces espèces :

- 10 espèces sont protégées au niveau européen au titre de la Directive Européenne Oiseaux ;
- 47 espèces, dont 19 espèces nicheuses, 10 espèces de passage et 6 espèces hivernantes, sont protégées sur le territoire français ;
- 7 espèces sont considérées comme menacées (vulnérables ou quasi-menacées) et inscrites au livre rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.

Les tableaux 7.1.1 et 7.1.2 reprennent les espèces inventoriées sur le territoire de la Principauté de Monaco. Les espèces notées en gras sont celles qui bénéficient d'une protection réglementaire au niveau européen et/ou sur le territoire français (dans l'attente de l'élaboration d'une liste d'espèces d'oiseaux protégées pour le territoire monégasque, la liste française est prise pour référence). Les références aux textes réglementaires figurent dans l'encadré suivant. Les espèces exotiques sont notées en couleur orange.

Tableau 7.1.1

Nom commun	Nom scientifique	DO	PNF	LR nicheur	LR hivernant	LR de passage
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i> (L.)	1	1	LC		
Circaète Jean-le-blanc	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin)	1	1	LC		
Cormoran huppé méditerranéen	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	1	1	VU		
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	1	1	LC		
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i> (L.)	1	1	LC	NAd	NAd
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall)	1	1	LC	NAd	NAd
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i> (L.)	1	1	LC	NAc	
Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i> (Scopoli)	1	1	VU	NAb	NAd
Puffin de Méditerranée	<i>Puffinus yelkouan</i> (Acerbi)	1	1	VU	NAd	DD
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i> (Latham)	1	1	VU	NAc	LC
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i> (L.)		1	LC	NAd	
Aigle botté	<i>Aquila pennata</i> (Gmelin)		1	VU	NAc	
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall		1	LC	NAd	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i> (L.)		1	LC	NAd	
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i> (L.)		1	LC		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i> (L.)		1	LC	NAc	NAc
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i> (L.)		1	LC	NAd	
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i> (L.)		1	LC	NAc	NAc
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin)		1	LC		
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i> (L.)		1	NT		NAd
Goéland leucopnée	<i>Larus michahellis</i> (N.)		1	LC	NAd	NAd
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i> (L.)		1	LC	LC	NAd
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i> (Brehm)		1	LC		
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i> (L.)		1	LC	NAc	NAd
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i> (L.)		1	LC		DD
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i> (Scopoli)		1	LC		NAd
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i> (L.)		1	LC		DD
Martinet à ventre blanc	<i>Apus melba</i> (L.)		1	LC		
Martinet noir	<i>Apus apus</i> (L.)		1	LC		DD
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i> (Shelley)		1	LC		
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i> (L.)		1	LC		
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> (L.)		1	LC	NAb	NAd
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i> (L.)		1	LC		
Moineau cisalpin	<i>Passer italiae</i>		1			
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i> (L.)		1	LC		NAb

Liste des espèces d'oiseaux de la Principauté de Monaco 2010-2011 avec leur statut de protection

Tableau 7.1.2

Nom commun	Nom scientifique	DO	PNF	LR nicheur	LR hivernant	LR de passage
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i> <i>Temminck</i>		1	LC	NAd	NAd
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot)		1	LC	NAd	NAd
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Rougegorge familial	<i>Erithacus rubecula</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin)		1	LC	NAd	NAd
Serin cini	<i>Serinus serinus</i> (L.)		1	LC		NAd
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i> (L.)		1	NT		DD
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i> (L.)		1	LC	NAd	
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i> (L.)		1	LC	NAd	NAd
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i> (L.)			LC	LC	NAd
Corneille mantelée hybride	<i>Corvus corone x cornix</i>					
Corneille noire	<i>Corvus corone</i> (L.)			LC	NAd	
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> (L.)			LC	LC	NAd
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)			LC	NAd	NAd
Merle noir	<i>Turdus merula</i> (L.)			LC	NAd	NAd
Pie bavarde	<i>Pica pica</i> (L.)			LC		
Pigeon biset domestique	<i>Columba sp</i>					
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> (L.)					
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (L.)			LC		NAd
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvald.)			LC		NAd
Canard carolin	<i>Aix sponsa</i>					
Canard de Barbarie	<i>Cairina moschata</i>					
Canard sp blanc						
Oie de Guinée	<i>Anser cygnoides</i>					

Liste des espèces d'oiseaux de la Principauté de Monaco 2010-2011 avec leur statut de protection

DO : Directive Oiseaux. Annexe I de la Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages

PNF : Protection Nationale Française « Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire ». Arrêté du 17 avril 1981 modifié par l'arrêté du 3 mai 2007

LR : Liste Rouge des espèces menacées en France (IUCN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011) :

- CR = en danger critique d'extinction

- EN = en danger

- VU = vulnérable

- NT = quasi menacée

- LC = préoccupation mineure

- DD = données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

- NA = non applicable (espèce non soumise à évaluation car (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole, (c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou (d) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis).

Tableau 7.2.1

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Origine des données (Nom observateur)				Prélèvement dans l'aire = espèces "Proies"
		G. Beaudoin	M. Vitti (jardin animalier)	P. Lambert		
Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i> (Gmelin)	x				
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i> (L.)	x	x			
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall	x				
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i> (L.)	x				
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i> (L.)	x				
Buse variable	<i>Buteo buteo</i> (L.)	x				
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i> (L.)					x
Canard carolin	<i>Aix sponsa</i>	x				
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i> (L.)	x				
Canard de Barbarie	<i>Cairina moschata</i>	x				
Canard sp. Blanc		x				
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i> (L.)	x				
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i> (L.)	x				
Circaète Jean-le-blanc	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin)	x				
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i> (L.)					x
Cormoran huppé méditerranéen	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	x				
Corneille mantelée hybride	<i>Corvus corone x cornix</i>	x				
Corneille noire	<i>Corvus corone</i> (L.)	x				
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i> (L.)					x
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	x				
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i> (L.)					x
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i> (L.)		x			
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> (L.)	x				
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i> (L.)	x				
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall)	x				
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i> (L.)	x				
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin)	x				
Fou de Bassan	<i>Sula bassana</i> (L.)	x				
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	x				
Goéland leucophaée méditerranéen	<i>Larus cachinnans michahellis</i>	x				
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i> (L.)	x				
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i> (L.)		x			
Grande Aigrette	<i>Egretta alba</i> (L.)		x			
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i> (Brehm)	x				
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i> (Brehm)					x
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i> (L.)	x				
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i> (L.)	x				
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i> (Scopoli)	x				
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i> (L.)	x				

Liste totale des espèces d'oiseaux présentes à Monaco

Tableau 7.2.2

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Origine des données (Nom observateur)				Prélèvement dans l'aire = espèces "Proies"
		G. Beaudoin	M. Vitti (jardin animalier)	P. Lambert		
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i> (L.)				x	
Martinet à ventre blanc	<i>Apus melba</i> (L.)	x				
Martinet noir	<i>Apus apus</i> (L.)	x				
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i> (Shelley)	x				
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i> (L.)	x				
Merle noir	<i>Turdus merula</i> (L.)	x				
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i> (L.)	x				
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> (L.)	x				
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i> (L.)	x				
Moineau cisalpin	<i>Passer italiae</i>	x				
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i> (L.)	x				
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i> (L.)	x				
Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i> (L.)				x	
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i> Temminck	x				
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i> (L.)	x				
Oie de Guinée	<i>Anser cygnoides</i>	x				
Petit-duc scops	<i>Otus scops</i> (L.)		x			
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i> (L.)				x	
Pie bavarde	<i>Pica pica</i> (L.)	x				
Pigeon biset domestique	<i>Columba sp</i>	x				
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> (L.)				x	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i> (L.)	x				
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot)	x				
Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i> (Scopoli)	x				
Puffin de Méditerranée	<i>Puffinus yelkouan</i> (Acerbi)	x				
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i> (L.)				x	
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i> (L.)	x				
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i> (L.)	x				
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin)	x				
Serin cini	<i>Serinus serinus</i> (L.)	x				
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i> (Latham)	x				
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>			x		
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i> (L.)	x				
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (L.)	x				
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvald.)	x				
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i> (L.)	x				
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i> (L.)	x				
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i> (L.)	x				

Liste totale des espèces d'oiseaux présentes à Monaco

Tableau 7.3

Nom commun	Nom scientifique	Nombre	Famille
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i> (L.)	1	PASSERIFORMES : Motacillidae
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i> (L.)	9	GALLIFORMES : Phasianidae
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i> (L.)	1	CHARADRIIFORMES : Scolopacidae
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i> (L.)	4	CUCULIFORMES : Cuculidae
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i> (L.)	1	CAPRIMULGIFORMES : Caprimulgidae
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> (L.)	5	PASSERIFORMES : Sturnidae
Goéland leucopée méditerranéen	<i>Larus cachinnans michahellis</i>	1	CHARADRIIFORMES : Laridae
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i> (Brehm)	1	PASSERIFORMES : Turdidae
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i> (Scopoli)	1	PASSERIFORMES : Hirundinidae
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i> (L.)	3	PASSERIFORMES : Hirundinidae
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i> (L.)	1	CORACIIFORMES : Upupidae
Martinet noir	<i>Apus apus</i> (L.)	6	APODIFORMES : Apodidae
Merle noir	<i>Turdus merula</i> (L.)	2	PASSERIFORMES : Turdidae
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> (L.)	2	PASSERIFORMES : Paridae
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i> (L.)	2	PASSERIFORMES : Passeridae
Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i> (L.)	1	PASSERIFORMES : Turdidae
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i> (L.)	1	PICIFORMES : Picidae
Pie bavarde	<i>Pica pica</i> (L.)	1	PASSERIFORMES : Corvidae
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> (L.)	1	COLUMBIFORMES : Columbidae
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> (L.)	x	COLUMBIFORMES : Columbidae
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i> (L.)	1	GRUIFORMES : Rallidae
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin)	1	PASSERIFORMES : Muscicapidae
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (L.)	4	COLUMBIFORMES : Columbidae
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvald.)	5	COLUMBIFORMES : Columbidae
Bruant sp		1	PASSERIFORMES : Emberizidae
Pigeon domestique sp	<i>Columba sp.</i>	16	COLUMBIFORMES : Columbidae
Pigeon domestique sp	<i>Columba sp.</i>	x	COLUMBIFORMES : Columbidae

Contenu du prélèvement des aires de nidification du Faucon pèlerin

Une opération spéciale : le vidage de l'aire de reproduction du faucon pèlerin

Cette opération acrobatique visait après la désertion du site, en juin, à récolter un maximum d'informations sur la biologie de cette espèce, par l'analyse du contenu de l'aire du faucon : plumes, os et pelotes de réjection. Des spécialistes en ostéologie et en plumes ont ainsi identifié 24 espèces-proies récoltées dans les deux aires de nidification du Rocher. Ces espèces sont à rajouter à l'inventaire ornithologique car chassées généralement à proximité du site de reproduction.



Vidage de l'aire du faucon pèlerin

Photo 7.38

3.3.3 Deux espèces remarquables :

3.3.3.1 Le faucon pèlerin, *Falco peregrinus*

Ce rapace diurne rupestre est connu pour être l'oiseau le plus rapide en vol du monde : il peut dépasser 300 km/h en piqué. Relativement bien représenté en France jusque dans les années 40, l'utilisation intensive de pesticides organochlorés avait conduit à une diminution drastique des populations jusque dans les années 70.

Les effectifs sont aujourd'hui de nouveau en progression ; la liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (2008) donne l'espèce pour « En danger » et le CEN PACA (1992) a inscrit l'espèce dans la liste rouge (espèces menacées) des oiseaux nicheurs dans la région PACA au titre d'« espèce vulnérable » (à effectif faible).

L'espèce avait été prise en photo en 2006 sur la falaise du Rocher lors de l'étude de la flore sauvage de la Principauté, réalisée dans le cadre du programme MONACOBIODIV par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (K. Diadema/CBNMED). Un effort particulier a donc été mené dès le début de l'inventaire en 2010, afin de vérifier la présence de l'espèce sur le site et un premier contact a été réalisé dès le mois de février 2010. L'espèce a été ensuite régulièrement observée tout au long de l'année 2010 (11 dates d'observations).

Le suivi engagé a été couronné de succès puisqu'un couple de faucon pèlerin nicheur et reproducteur a été observé sur la falaise du Rocher. La nidification de cette espèce sur le site a ainsi pu être vérifiée et suivie pour la première fois en 2010 : le couple a été observé au nid avec trois jeunes qui ont pu être surveillés dès leur naissance jusqu'à leur premier envol (entre le 28 avril au 2 mai 2010) par G. Beaudoin (CEN PACA).

En 2011, l'espèce ne s'est pas reproduite au port de Fontvieille. Par contre, une nidification a été réussie dans le secteur proche dit « de la Tête de Chien » à La Turbie. Le mâle a cependant été observé systématiquement au port de Fontvieille chaque matin en 2011, laissant supposer qu'il s'agit d'une conservation de territoire par le mâle du couple nicheur. En octobre et en novembre 2011, le couple est observé sur le site du Rocher de Monaco.

DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE

Le statut du faucon pèlerin de la Principauté de Monaco, est à la fois original dans ce milieu totalement urbanisé (même si de nombreux couples ont élu domicile dans les tours de nos monuments religieux ou civils) et privilégié : situation géographique favorable (territoire en bordure d'une voie migratoire, arrière pays varié), proies abondantes (goéland leucophée nicheur, pigeon type biset, tourterelle turque, ...). La reproduction de l'espèce sur le Rocher, observée en 2010, est un élément de première importance pour la conservation de l'espèce. Le couple de faucons pèlerin de Monaco est à la fois urbain, maritime et montagnard ; il semble s'accommoder des nuisances sonores (bateaux à moteur, circulation automobile, bruits urbains) et de la circulation des passants. Cependant, ce couple nicheur n'est pas à l'abri du dérangement du fait de la forte pression de fréquentation durant la période de reproduction de mars à juin. Il s'avère donc important d'assurer la tranquillité des zones de reproduction de cette espèce patrimoniale et protégée au niveau européen.



3.3.3.2 Le cormoran huppé de Méditerranée, *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*

Le cormoran huppé de Méditerranée, qu'il ne faut pas confondre avec le grand cormoran *Phalacrocorax carbo*, est la sous-espèce méditerranéenne *desmarestii*, relativement peu courante sur notre littoral. Exclusivement marine, l'espèce, qui est sédentaire, fréquente les côtes rocheuses méditerranéennes de façon morcelée depuis les côtes orientales de l'Espagne jusqu'à la Mer Noire. Il niche en Corse et la seule mention continentale de nidification est donnée sur la Réserve Naturelle Nationale des îles de Marseille (gérée par le CEN PACA).

L'espèce est protégée au niveau national français et européen ; son statut de conservation est « Vulnérable » dans la liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (2008).

Sur le territoire de la Principauté de Monaco, l'espèce a été observée pour la première fois le 3 mai 2010 dans la rade du port de Fontvieille par G. Beaudoin (CEN PACA), au pied du Rocher : 6 individus dont 4 juvéniles ont été observés et pris en photo depuis la mer.

Bien que les individus contactés puissent être des jeunes erratiques provenant vraisemblablement de Corse, le comportement assez peu farouche des oiseaux peut laisser supposer qu'ils sont bien nés sur le site. Cette espèce a été à nouveau observée plusieurs fois sur le site en 2011.

DIAGNOSTIC SYNTHETIQUE

Le cormoran huppé de Méditerranée a été contacté pour la première fois en 2010 sur la Principauté de Monaco. Cette espèce endémique méditerranéenne est connue principalement en France dans les Bouches-du-Rhône qui abritent les seules colonies françaises. Sa présence sur le territoire monégasque a été ainsi une découverte importante lors de l'inventaire ornithologique.

Le statut de l'espèce sur le site reste encore indéterminé en l'état actuel des connaissances. Pourtant, du fait de sa situation privilégiée et conforme à la phénologie de l'espèce, la Principauté de Monaco pourrait potentiellement abriter, un jour, un site de reproduction. En effet, les conditions nécessaires sont réunies : milieu adéquat, absence de dérangement, zone préservée et surveillée en qualité de l'eau ; la priorité est donc le suivi de cette espèce aux cours des prochaines années.



3.3.4 Liste commentée des autres espèces :

3.3.4.1 Le cortège commun d'oiseaux « urbains » :

Ces familiers des jardins sont des espèces relativement communes. Souvent sédentaires, leur cortège est grossi en période hivernale par des individus migrants venus d'Europe septentrionale (les populations de rouge-gorge familier, de fauvette à tête noire, par exemple, décuplent). Voici quelques exemples des espèces les plus caractéristiques :

• Les oiseaux « insecticides naturels »

Les hirondelles de rochers, *Ptyonoprogne rupestris* : sédentaires en partie (certaines migrent vers le Sud, d'autres transhument depuis les sites de l'arrière-pays), elles construisent un nid de terre en forme de demi-coupe soignée, sous les balcons, dans les encoignures des loggias, en sites naturels rupestres. A Monaco, les possibilités sont plutôt restreintes en sites artificiels. Nous pouvons les voir en hiver, souvent réunies en dortoirs abrités, ou bien volant au-dessus de la ville.

Les hirondelles de fenêtre, *Delichon urbica*, et les hirondelles rustiques, *Hirundo rustica* : construisent des nids de terre (en boule soignée pour les hirondelles de fenêtre et en demi-coupe plus « rustique », avec paille et plumettes, pour l'hirondelle rustique). Les hirondelles de fenêtre sont faciles à détecter dans les génoises ou les solives. Ce sont des visiteuses d'été, venues d'Afrique pour se nourrir, elles et leur progéniture, au-dessus de la Principauté. Peu de nids, sauf dans les environs (La Turbie, Beausoleil, Cap d'Ail, et surtout Menton, Villefranche-sur-Mer). Les migrations prénuptiales et postnuptiales croisent au-dessus de Monaco deux fois par an avec des chiffres atteignant plusieurs milliers.

Le martinet noir, *Apus apus* : visiteur d'été, taillé pour la course, il passe sa vie dans les airs, sans jamais se poser sauf pour nicher. Il se glisse alors sous les solives, dans les caissons de volets roulants pour déposer ses œufs et les couvrir.

Le martinet pâle, *Apus pallidus* : espèce différente du martinet noir, est difficile à différencier : sa silhouette est plus massive, sa gorge plus pâle, sa teinte plus brun-gris. Cette espèce est répartie sur le pourtour de la Méditerranée, avec un bastion en Espagne et en France.

Le martinet à ventre blanc, *Apus melba* : facile à identifier grâce à sa silhouette profilée et sa grande envergure (plus de 55 cm), ce beau migrateur fréquente tout l'été le ciel monégasque ; il loge à proximité dans les falaises de la Tête de Chien à La Turbie.

• Les passereaux communs insectivores

Souvent chanteurs réputés, ils sont omniprésents dans le paysage. Ces espèces sont sédentaires et migratrices partielles : leur population est ainsi soumise à fluctuations. Elles sont plutôt insectivores, parfois frugivores. Les passereaux communs rencontrés à Monaco sont :

Les mésanges charbonnières, *Parus major*, et mésanges bleues, *Parus caeruleus* : 15/20 grammes, prédateurs redoutables d'insectes, d'invertébrés divers (larves, chenilles, petits vers, ...). nicheurs cavernicoles (terriers, anfractuosités, anciens nids de pics et nichoirs).

La fauvette à tête noire, *Sylvia atricapilla*, et la fauvette mélanocéphale, *Sylvia melanocephala* : plus furtives, elles apprécient les insectes, les baies et les petits fruits.

Le pouillot véloce, *Phylloscopus collybita* : tout petit (moins de 9 grammes) et verdâtre, ubiquiste, insectivore (plus de 500 insectes) et frugivore (quelques fruits et baies).

Le troglodyte mignon, *Troglodytes troglodytes* : un de nos plus petits oiseaux avec les roitelets et les pouillots (moins de 9 grammes), se nourrit de petits insectes, de chenilles, papillons, larves, ... Son cri d'alarme puissant et véhément permet souvent de le localiser.

Le rouge-queue noir, *Phoenicurus ochruros* (17 grammes en moyenne) : amateur de vieilles pierres et de rochers pour installer son nid, il fréquente les alentours de la Principauté et vient y passer l'hiver.

Le rouge-gorge familier, *Erithacus rubecula* : sans doute le plus populaire de nos passereaux ; moins familier que son nom l'indique, il est sans doute l'hôte le plus courant des jardins et petits parcs.

• Les passereaux communs plutôt granivores

Le merle noir, *Turdus merula* : vedette des espaces verts urbains. La femelle est plus discrète, sans le beau bec orangé du mâle nuptial. Il trouve sa nourriture au sol (coléoptères, hyménoptères, larves, chenilles, myriapodes, petits mollusques, araignées, ...).

Le moineau domestique, *Passer domesticus* : emblématique de nos milieux urbanisés, déclinant, pour des raisons de pollutions et de destructions des habitats. Il s'assortit ici de sa sous-espèce cisalpine, *Passer domesticus italiae* (avec laquelle il peut s'hybrider), à la calotte brun roux et à la bavette plus étendue pour les mâles.

Le pinson des arbres, *Fringilla coelebs* : (23 grammes en moyenne) est un beau chanteur coloré, pour le mâle, de rose, de vert, de vanille, de bleu-gris ; il est social et quasi végétarien, sauf en été, où il s'octroie des invertébrés.

Le serin cini, *Serinus serinus* : très petit (10 à 13 grammes), jaune canari en plumage nuptial, souvent en petites troupes. Végétarien également, il profite des bourgeons et de quelques insectes au passage.

Le verdier d'Europe, *Carduelis chloris* : robuste (27 grammes), au bec épais, d'un beau vert olive. Quasiment végétarien (excepté au printemps quelques moucheron, coléoptères, pucerons et chenilles).

Le chardonneret élégant, *Carduelis carduelis* (en moyenne 15 grammes) : très caractéristique par son plumage bariolé, il affectionne les grandes herbes, chardons, graminées, les bourgeons, jeunes pousses vertes et accessoirement les insectes.

• Les espèces d'oiseaux dites « opportunistes »

- LES CORVIDES

Le choucas des tours, *Corvus monedula* : 200 à 250 grammes environ. Un des rares oiseaux de rochers qui s'installe en ville, à l'occasion se nourrit au sol d'insectes, de larves, de petits mollusques, d'œufs et de petits oiseaux, d'amphibiens, de petits mammifères, de graines, de fruits, de détrit. Il est en général sédentaire.

La corneille noire, *Corvus corone* : malgré ses 500 grammes, confondue avec le grand corbeau (à la queue ogivale) sous le terme générique de « corbeau », elle est peu populaire. Intelligente et courageuse (agressive vis-à-vis des rapaces comme la plupart des corvidés), grégaire, la corneille noire mange tout ce qui se présente, fait le ménage, digère nos détrit, pille volontiers les nids. C'est la principale utilité urbaine de cette omnivore à l'état naturel.

La corneille mantelée, *Corvus corone Cornix* : la corneille mantelée est originaire du Nord et du Centre de l'Europe. Sa population progresse dans nos régions depuis l'Italie et colonise lentement l'Ouest du continent. Elle est relativement rare, et peut s'hybrider avec la corneille noire.

- LES COLOMBIDES

La tourterelle turque, *Streptopelia decaocto* : son joli gris rosé, son collier noir chic, (absent chez le juvénile), son roucoulement répétitif la rendent sympathique malgré son importante population qui a tendance à s'étendre. Granivore, grégaire, elle aime la ville comme la campagne.

Le pigeon biset sauvage, *Columba livia* : de nos jours, il est rare de rencontrer un vrai pigeon biset sauvage. Amateur de falaises et de grottes souvent maritimes, il s'est installé en ville où il a subi une hybridation avec le pigeon de « ferme » domestique, d'élevage, voyageur, ...

La tourterelle des bois, *Streptopelia turtur* : espèce migratrice, proie du faucon pèlerin.

- LES PALMIPÈDES

Canard colvert, *Anas platyrhynchos* : de 800 à 1100 grammes, sa tête vert bouteille lui a offert son nom. Il est à l'origine de nos canards domestiques. A l'état sauvage, les colverts sont erratiques et semi-sédentaires. Ils sont nocturnes pour la nourriture, avec un régime naturel varié, mariant des végétaux (lentilles d'eau, carex et potamots) aux larves aquatiques et d'insectes, des crustacés et des mollusques.

• Les oiseaux « exotiques »

Ce sont des oiseaux de la famille des anatidés qui fréquentent les mares des jardins de Fontvieille : le canard carolin, *Aix sponsa*, le canard de Barbarie, *Cairina moschata*, le canard blanc (espèce indéterminée), l'oie de Guinée, *Anser cygnoides*. Ce sont des espèces « prisonnières » soit de leur « handicap » par éjointage (action de rogner les ailes des oiseaux qui sont alors incapables de voler), soit de leurs habitudes (nourriture distribuée par les passants, promeneurs fréquentant ces jardins publics).

3.3.4.2 Les oiseaux « marins »

Voici quelques exemples des espèces les plus caractéristiques :

Le goéland leucophée méditerranéen, *Larus cachinnans michahellis* : son manteau est plus sombre que chez le goéland leucophée (ou goéland pontique), *Larus cachinnans cachinnans*. La sous-espèce *michahellis* réside sur la zone concernée. Certains individus peuvent migrer, entre l'Europe septentrionale et le Maghreb. Les jeunes individus sont erratiques, car ce goéland atteint sa maturité sexuelle à 4 ans. La population fréquente les eaux salées et douces. Colonisant les toitures des immeubles, il peut se montrer agressif lors de la défense de sa progéniture. Il profite des aliments abandonnés dans les villes, sur les plages, ... Il a ainsi profité de la multiplication des décharges liées à l'augmentation de la population humaine urbaine et aux modifications de nos habitudes de consommation (décharges, déchets de poissons près des ports, ...). Le nombre de couples nicheurs est évalué à environ une vingtaine sur les sites rupestres littoraux de la Principauté. Les sites en toitures sont beaucoup plus difficiles à estimer.

La mouette rieuse, *Larus ridibundus* : environ 250 grammes. Ces oiseaux blancs, à la tête sombre en plumage nuptial, criards et agiles, nichent en colonies près des eaux douces, ce qui ne les empêche pas de fréquenter les plages et les rochers marins. La mouette rieuse est un laridé opportuniste : poissons, mollusques, insectes au vol, détritiques des décharges, elle peut se spécialiser dans le dénichage des œufs, comme aller au gagnage dans les champs (lombrics).

La mouette mélanocéphale, *Larus melanocephalus* : légèrement plus grande que la mouette rieuse, elle est plus rare sur nos côtes méditerranéennes, car son aire de nidification est plus orientale. Elle consomme beaucoup d'espèces nuisibles aux cultures, en période de nidification. Une seule observation le 16 octobre 2011.

La sterne caugek, *Sterna sandvicensis* : 250 grammes d'élégance pour une envergure de 85 cm, à la silhouette anguleuse et au vol accidenté, cette sterne au bec aigu et à la calotte noire se remarque par ses piqués. Elle patrouille régulièrement sur le littoral monégasque.

Le puffin yelkouan, *Puffinus yelkouan*, ou de Méditerranée (endémique) : peut se rencontrer en grands groupes flottants en radeaux. Plus petit et plus sombre que le puffin cendré, il est menacé et protégé au niveau européen. Il se reproduit dans des terriers sur les îles de Méditerranée avec une quarantaine de couples recensés sur les îles de Marseille (CEN PACA) et d'Hyères. Le 16 octobre 2011, d'importants groupes ont été contactés.

Le puffin cendré, *Calonectris diomedea* : environ 500 grammes pour 1 m d'envergure. Comme il ne vient à terre que pour se reproduire dans un terrier, son observation se fait exclusivement en mer ou avec de la chance depuis le rivage, car il vagabonde au ras des vagues pour pêcher. Une seule observation le 16 octobre 2011.

Le fou de Bassan, *Sula bassana* : ce magnifique voilier de 3 500 grammes et d'environ 170 cm d'envergure (record régional), se fait remarquer par sa spectaculaire technique de chasse, le piqué de 25 m de haut, qui l'entraîne jusqu'à 7 m sous l'eau. Il est nicheur en Atlantique, mais fréquente nos côtes en dehors de la période de reproduction ou avant l'âge adulte. Le juvénile est brun. Observé le 16 octobre 2011 en 3 plumages (jeune, adulte 3^{ème} année et 1 adulte).

Photo 7.39



Mouette rieuse

©C. Baudoin

Photo 7.40



Sterne caugek

©C. Baudoin

Le grand cormoran, *Phalacrocorax carbo* : excellent nageur et plongeur de fond (30 secondes d'apnée et 4 m en moyenne, 70 secondes d'apnée et 15 m au maximum), son régime alimentaire se compose à 99% de poissons. Il est dit vorace par les pisciculteurs et les pêcheurs, ce qui lui vaut d'être effarouché, tiré au fusil, de se voir empêcher d'installation lors de la nidification : le seul résultat fut la dispersion des sites de nidification et des dortoirs hivernaux. C'est un migrateur qui ne niche pas en zone méditerranéenne, mais qui vient y hiverner (4-5 dortoirs dans les Alpes-Maritimes). Il fréquente les zones marines, saumâtres, et les eaux douces des estuaires, des étangs et des lacs.

3.3.4.3 Les espèces considérées comme « indésirables »

La pie bavarde, *Pica pica* : omniprésente, voyante, bruyante, à la réputation d'intelligence, cette espèce, malgré les persécutions diverses, a tendance à coloniser tous les milieux. Elle subit une pression de destruction importante. Un fort déclin en France est chiffré à environ moins 70 % en 20 ans d'après le Muséum National d'Histoire Naturelle. La pie bavarde (et/ou les autres corvidés) n'influent pas vraiment sur les populations de passereaux qui sont davantage impactés par la transformation et la dégradation des milieux par les pesticides et les insecticides.

Le pigeon domestique, *Columba sp* : actuellement, dans les villes, il s'agit de la forme urbaine du pigeon biset, issu de croisement entre le pigeon biset sauvage et des souches provenant d'élevages. Sédentaire, il est inféodé aux villes et à leurs jardins publics, où il est abondamment nourri, salit façades et monuments publics. Il niche toute l'année, dans les encoignures de fenêtres, les cavités, sur les poutrelles des ponts, les corniches, se nourrit des déchets d'origine humaine, en plus des graines, bourgeons, petits invertébrés et baies. Son principal prédateur est le faucon pèlerin (de même que l'étourneau sansonnet, le pigeon ramier, le choucas des tours, les petits passereaux et les pigeons en migration, souvent malades, blessés ou en difficulté). Ce pigeon biset semi-domestique n'ayant pas de réel statut juridique est souvent l'objet d'une régulation de la part des municipalités.

L'étourneau sansonnet, *Sturnus vulgaris* : d'un poids d'environ 80 grammes, il est à la fois sédentaire et migrateur selon les individus. Malin, facile à reconnaître à la vue comme au son, il est très grégaire, se rassemble en immenses vols et dortoirs. La majeure partie de la population est migratrice et hivernante. Attirés par la relative sécurité et la chaleur urbaine, par la nourriture locale, leur grand nombre leur vaut l'inimitié des agriculteurs lors de l'hivernage dans les régions méditerranéennes et inquiète les citadins, surtout en raison de l'accumulation de leurs déjections. Pourtant, dans d'autres pays de l'Est de l'Europe, ils sont appréciés en raison de la quantité d'insectes et de larves qu'ils consomment.

3.3.4.4 Autres espèces potentiellement présentes

Une pression d'observation supérieure permettrait d'observer des espèces qui fréquentent le littoral méditerranéen des alentours (Alpes-Maritimes) avec régularité en hiver : le pingouin, *Torda Alca torda*, la sterne pierregarin, *Sterna hirundo* (parfois nicheuse à l'embouchure du Var), le goéland brun, *Larus fuscus*, le goéland marin, *Larus marinus*, des ardéidés (le héron cendré, *Ardea cinerea*, l'aigrette garzette, *Egretta garzetta*) et aussi des limicoles comme les bécasseaux et pluviers.

4. LA CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPÈCES DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACÉES D'EXTINCTION (CITES)



4.1 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) : 176 pays en 2012 sont Parties à la CITES.

Pour son application et une compréhension uniformes 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 régit le commerce international de ces spécimens d'espèces inscrites à ses annexes.

Près de 33 000 espèces - 5 000 animales et 28 000 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

4.2 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 chargé des contacts avec le Secrétariat de la Convention CITES : la Délégation Permanente auprès des Organismes Internationaux à caractère scientifique, environnemental et humanitaire – au sein du Département des Relations Extérieures ;
- un organe de gestion chargé de la délivrance des permis et des contrôles : la Direction de l'Environnement – au sein du Département pour l'Équipement, l'Environnement et l'Urbanisme ;
- une autorité scientifique qui donne son avis sur les effets du commerce sur les espèces : la Direction de l'Environnement – au sein du Département pour l'Équipement l'Environnement et l'Urbanisme.

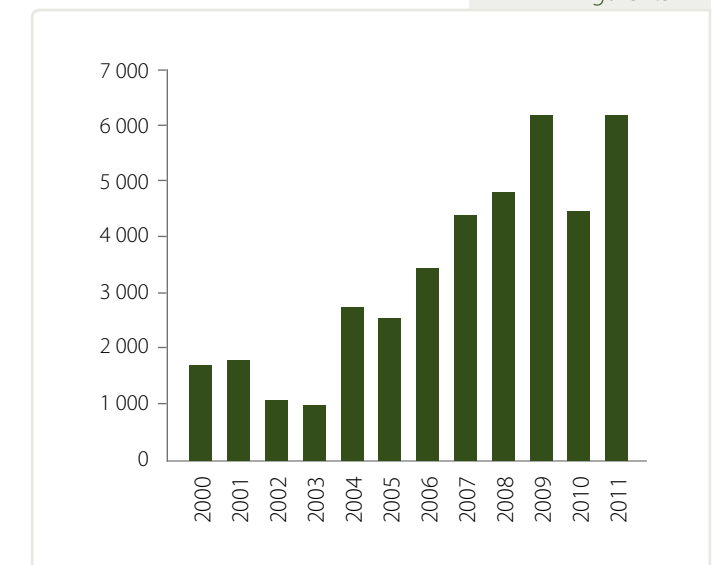
Sur la période 2000-2011, la Direction de l'Environnement a délivré 40162 documents CITES. Le tableau et la figure ci-après présentent le nombre de permis émis chaque année pour cette période.

Tableau 7.4

Années	Nombre de Documents CITES émis
2000	1702
2001	1799
2002	1089
2003	986
2004	2724
2005	2549
2006	3426
2007	4352
2008	4784
2009	6168
2010	4336
2011	6147

Nombre de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2000 à 2011

Figure 7.3



Nombre de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2000-2011

4.3 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.

4.3.1 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.

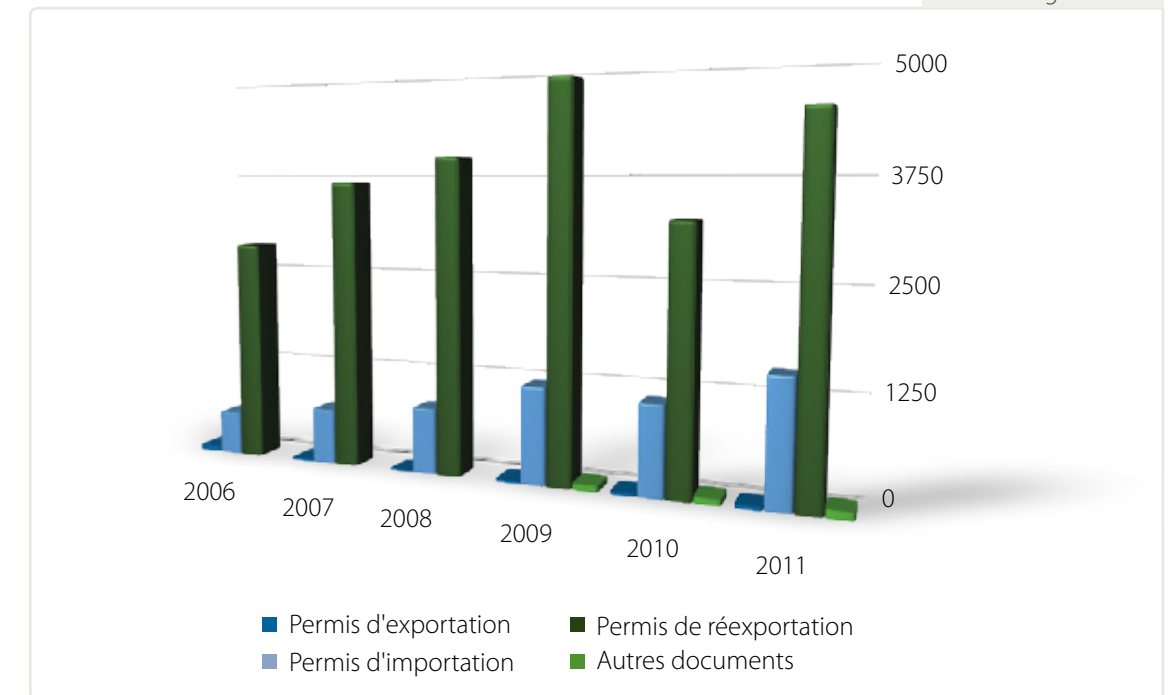
Tableau 7.5

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Permis d'exportation	71	28	16	35	37	46
Permis d'importation	544	699	824	1199	1106	1533
Permis de réexportation	2804	3622	3939	4855	3213	4464
Autres documents	-	-	-	79	80	104
Nombre total de documents émis	3420	4352	4784	6168	4436	6147

Répartition des différents types de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2011

La figure 7.5 met en évidence l'importance du volume de documents émis pour la réexportation. Les certificats de réexportation constituent en effet la grande majorité des documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque. Ce volume est à mettre en corrélation avec les données suivantes portant sur le nombre de documents émis par catégorie de spécimens.

Figure 7.4



Nombre annuel des différents types de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2011

4.3.2 Documents émis par catégorie de spécimens

Dans le tableau et les figures suivants, sont présentés les documents émis par l'organe de gestion monégasque selon la catégorie de spécimens. En effet, la 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, ...), partie 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 concernent majoritairement des certificats de réexportation et portent principalement sur des produits manufacturés.

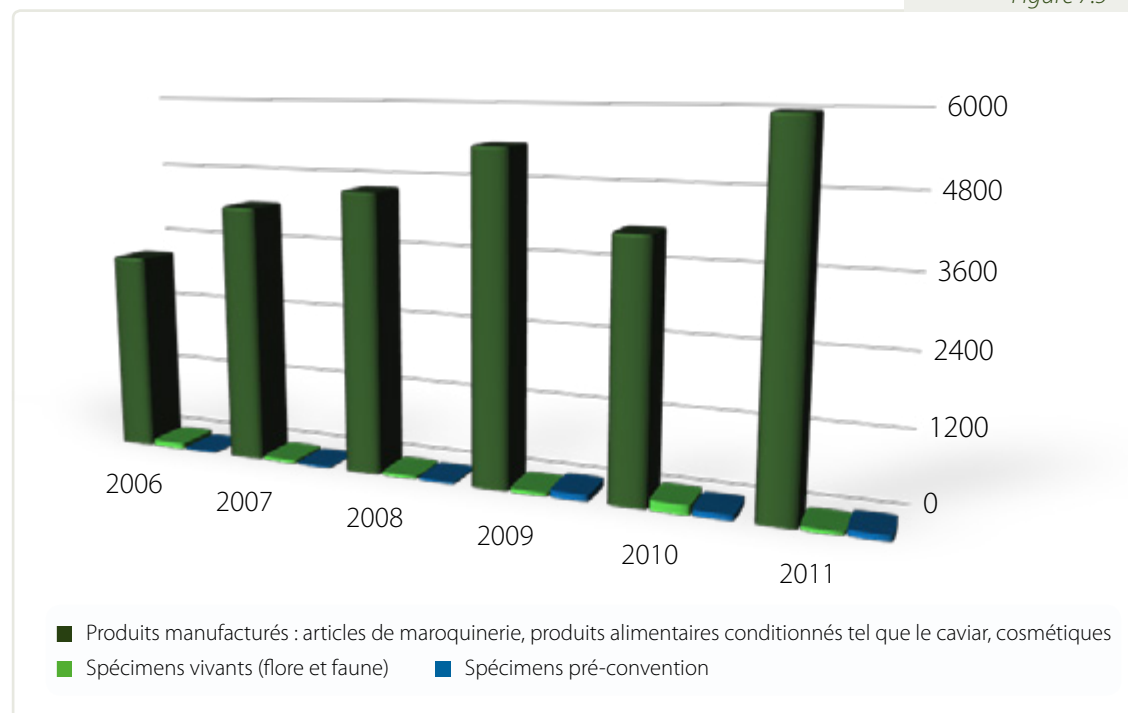
Les autres catégories sont minoritairement représentées à Monaco (quelques trophées de chasse notamment).

Tableau 7.6

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produits manufacturés : articles de maroquinerie, produits alimentaires conditionnés tels que le caviar, cosmétiques	71	28	16	35	37	5956
Spécimens vivants (flore et faune)	544	699	824	1199	1106	60
Spécimens pré-convention	2804	3622	3939	4855	3213	105
Nombre total de documents émis	3419	4347	4707	5575	4436	6121

Répartition de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque par catégorie de spécimens pour la période 2006-2011

Figure 7.5



Nombre annuel de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque par catégorie de spécimens pour la période 2006-2011

