



**L'ENVIRONNEMENT**  
en Principauté de Monaco

*Recueil de Données* | 2009  
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT



L'ENVIRONNEMENT EN PRINCIPAUTÉ DE MONACO  
RECUEIL DE DONNÉES 2009





# Avant-propos

Depuis 2008, la Direction de l'Environnement s'est attachée à communiquer sur l'état et l'évolution de l'environnement en Principauté de Monaco et sur les mesures prises pour sa protection et sa mise en valeur.

Dans cet esprit, le Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme édite la plaquette « L'Environnement en Principauté de Monaco » présentant la politique de développement durable.

Aujourd'hui, il est utile de rendre accessible une information scientifique rigoureuse qui dresse un état des diverses facettes de l'environnement à Monaco et permette de suivre l'efficacité des actions.

Cette première édition de « L'Environnement en Principauté de Monaco-Recueil de données 2009 » affiche les bilans chiffrés dans les domaines de l'énergie, des déchets, du climat, de la qualité de l'air, de la gestion de l'eau, du milieu marin et de la biodiversité.

La Direction de l'Environnement a veillé à expliciter les enjeux environnementaux, à présenter les données permettant d'obtenir une approche évolutive de la situation et à interpréter cette évolution par rapport aux normes fixées ou aux politiques menées. Il s'agit donc d'un ouvrage de référence pour tous les acteurs de l'environnement soucieux de disposer d'une information claire et objective.

Ces informations ont été élaborées à partir des connaissances et des données disponibles. Elles constituent une base pour connaître la charge des activités urbaines et économiques sur le milieu et l'homme ainsi que l'état et la conservation du patrimoine naturel.

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

Chaque donnée présentée a été collectée, stockée, traitée par une ou plusieurs personnes. Cet ouvrage n'aurait donc pu voir le jour sans le travail et la collaboration de ces nombreux contributeurs. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos remerciements chaleureux.





# SOMMAIRE

- |  |       |
|--|-------|
| 1. Énergie (plan énergie climat) émissions de gaz a effet de serre         | p. 3  |
| 2. Traitement et valorisation des déchets ménagers                         | p. 23 |
| 3. Météorologie / climat   | p. 35 |
| 4. Qualité de l'air  | p. 53 |
| 5. Eau et gestion intégrée de l'eau (ressource, utilisation et traitement) | p. 77 |
| 6. Surveillance du milieu marin  | p.103 |
| 7. Surveillance et protection de la biodiversité en principauté            | p.149 |







# CHAPITRE

# 1

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

# 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 convention<sup>1</sup>.

Par la Loi n° 1.308 du 28 décembre 2005, S.A.S. le Prince Albert II a approuvé la ratification 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 ( OS. n°518 du 19 mai 2006) par la Principauté de Monaco.

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.

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 (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

Ces gaz ont un potentiel de réchauffement<sup>2</sup> de la planète qui leur est propre. Ce potentiel est calculé par rapport au dioxyde de carbone dont le potentiel est représenté dans le tableau 1-1.

Les émissions des gaz à effet de serre sont ainsi exprimées en équivalent CO<sub>2</sub>.

Gaz	Equivalent CO <sub>2</sub>
Le dioxyde de carbone CO <sub>2</sub>	1
Le méthane CH <sub>4</sub>	21
Le protoxyde d'azote N <sub>2</sub> O	310
Perfluorocarbures	6 500 à 8 700
Hydrofluorocarbures	140 à 11 700
Hexafluorure de soufre	23 900

Tableau 1-1

Potentiel de réchauffement de différents gaz exprimé en équivalent CO<sub>2</sub>

- Les pays inscrits à l'Annexe 1 de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques sont :
  - des pays « riches » : 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.
- 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

### • Evolution des émissions globales de gaz à effet de serre

L'évolution des émissions globales des gaz à effet de serre entre 1990 et 2007 à Monaco est présentée dans le Tableau 1.2 et la figure 1.1.

Les émissions globales sont passées de 107 618 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> en 1990 (année de base) à 93 311 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> en 2006, ce qui représente une diminution de 14 307 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub>, soit 13,29 %. Le maximum des émissions a été observé en 1997 (120 224 tonnes).

Années	Equivalents CO <sub>2</sub> (en tonnes)	Années	Equivalents CO <sub>2</sub> (en tonnes)
1990	107 618	1999	118 971
1991	108 860	2000	119 512
1992	115 624	2001	118 536
1993	115 858	2002	116 879
1994	118 045	2003	111 627
1995	115 294	2004	105 515
1996	120 176	2005	104 104
1997	120 224	2006	93 311
1998	118 224	2007	97 742

Tableau 1-2

Emissions globales de gaz à effet de serre, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> par années

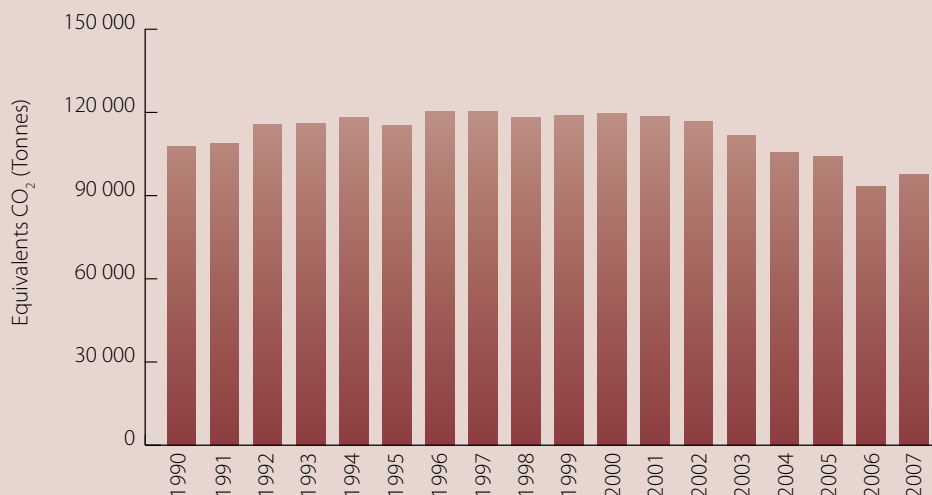


figure 1-1

Emissions globales de gaz à effet de serre, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> par années

## • Evolution des émissions par gaz

### Dioxyde de carbone, protoxyde d'azote et méthane

L'évolution des émissions des gaz à effet de serre CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O entre 1990 et 2007 à Monaco est présentée dans le tableau 1.3 et les figures 1.2, 1.3, 1.4 ci-dessous.

Années	Dioxyde de carbone Equivalents CO <sub>2</sub> (en tonnes)	Protoxyde d'azote Equivalents CO <sub>2</sub> (en tonnes)	Méthane Equivalents CO <sub>2</sub> (en tonnes)
1990	105 337	1 636	645
1991	106 253	1 898	709
1992	112 830	2 015	775
1993	112 786	2 282	790
1994	114 708	2 514	817
1995	111 771	2 628	790
1996	116 014	2 853	810
1997	116 209	3 065	842
1998	113 993	3 096	802
1999	114 731	3 221	799
2000	112 734	3 289	797
2001	113 800	3 385	811
2002	111 738	3 335	763
2003	106 437	3 193	687
2004	99 935	3 110	638
2005	98 553	3 017	622
2006	89 240	2 792	519
2007	92 023	3 067	613

Tableau 1-3

*Emissions par gaz, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> par années*

Entre 1990 et 2007, les émissions de CO<sub>2</sub> ont diminué de 105 337 tonnes à 92 023 tonnes, avec un maximum en 1997 (116 209 tonnes). Pendant la même période, les émissions de CH<sub>4</sub> ont diminué de 645 à 613 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub>, avec un maximum en 1997 (842 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub>). Les émissions de N<sub>2</sub>O ont augmenté de 1 636 tonnes en 1990 à 3 067 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> en 2007, avec un maximum en 2001 (3 385 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub>).

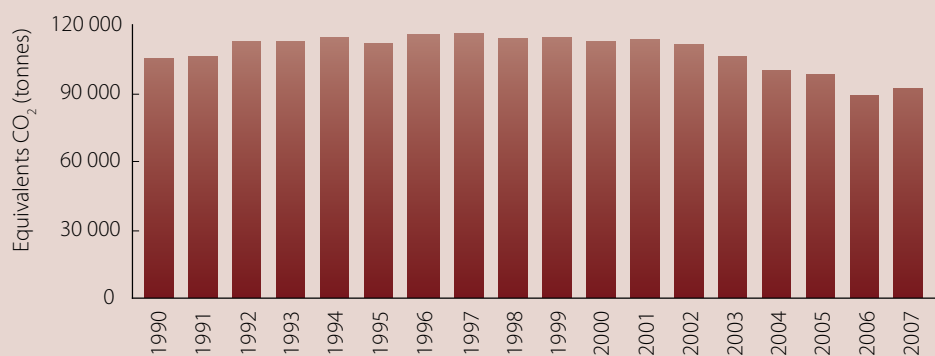


figure 1-2

Emissions de dioxyde de carbone, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> par année

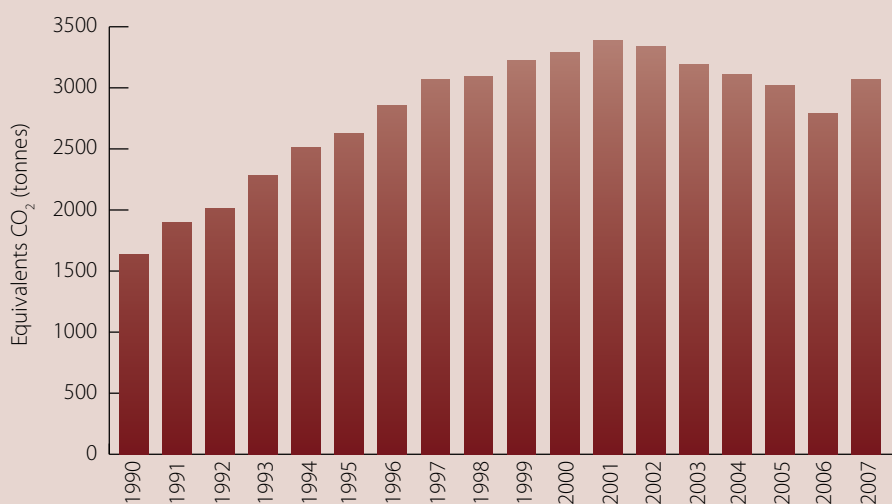


figure 1-3

Emissions de protoxyde d'azote, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> en fonction par année

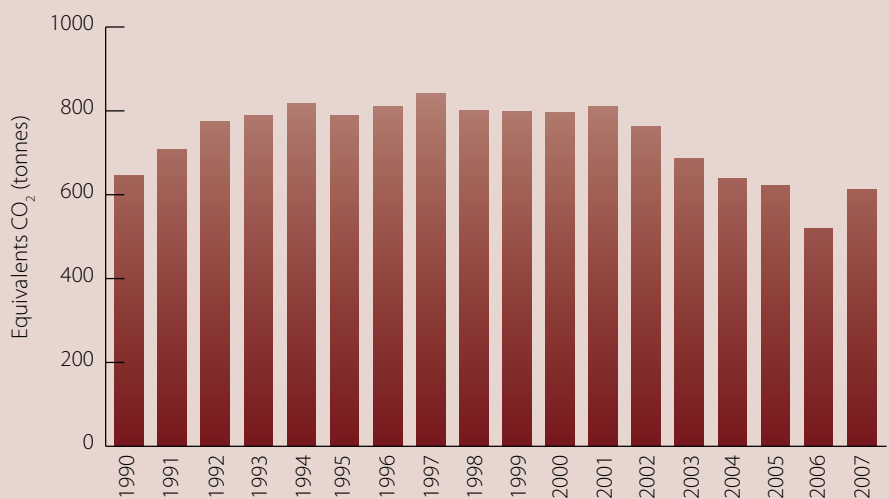


figure 1-4

Emissions de méthane, exprimées en tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> par année

# 1

## Gaz Fluorés

L'évolution des émissions des gaz fluorés HFC, PFC et SF<sub>6</sub> entre 1995 (année de base pour ces gaz à effet de serre) et 2007 à Monaco est présentée dans le Tableau 1.4 du cadre commun de présentation (CRF) et dans le tableau ci-dessous.

Année	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
1995	10	0	10
1996	400	0	100
1997	10	0	100
1998	240	0	100
1999	120	0	100
2000	2600	0	100
2001	370	70	100
2002	890	60	100
2003	1180	30	100
2004	1710	40	80
2005	1770	60	80
2006	610	70	80
2007	1890	60	80

Tableau 1.4

*Valeurs des émissions de gaz fluorés (tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub>)*

Les émissions de HFC et PFC, faibles en 1995, ont tendance à augmenter ces dernières années. Elles sont passées par un maximum en 2007, 1890 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> pour les HFC, et en 2001, 70 tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> pour les PFC, valeur réapparue en 2006.

## 2. Politique énergétique de la Principauté

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

### OBJECTIFS DE LA POLITIQUE ENERGIE CLIMAT

La Principauté s'est fixé 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'énergie 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, elle a mis en oeuvre un Plan Énergie Climat afin de développer une politique énergétique exemplaire à même de la mener à la réalisation, voire au dépassement, de ses objectifs. Ce Plan 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 bâtiments anciens), des bâtiments privés (neufs et anciens) et de l'approvisionnement en énergie.

## 2.1 Maîtrise de la demande en énergie

### • Diagnostic énergétique de bâtiment publics.

#### Collège de l'Annonciade

Dans l'objectif d'initier une politique de Maîtrise de la Demande en Energie (MDE) sur le patrimoine immobilier de l'Etat, le Gouvernement Princier a réalisé en 2006 un diagnostic énergétique sur le complexe scolaire de l'Annonciade.

Avec des investissements de moyenne importance, les actions entreprises par le Service des Bâtiments Domaniaux ont permis d'économiser en 2008\* :

- 45% de gaz par rapport à 2005 (et 2006), soit 1 500 kWh par an sur ce seul poste\* ;
- 14% d'électricité par rapport à 2005, soit 200 kWh par an sur ce poste\* ;

soit une économie d'énergie globale de 34% sur le bâtiment.

#### Ecole Saint-Charles

Le Service des Bâtiments Domaniaux a appliqué une démarche similaire à l'Ecole Saint Charles. Après deux années de travaux MDE, la consommation électrique annuelle en 2008\* est inférieure de 30 % par rapport à celle de 2006.

Des actions de MDE ont également été entreprises dans trois autres bâtiments domaniaux : la Villa Girasole, la Direction du Tourisme et des Congrès et le complexe des Carmes. Elles ont permis d'économiser respectivement annuellement : 23% d'électricité, 33% d'énergie (électricité et fuel) et 40% d'électricité\*.

Ces différents résultats montrent qu'avec des investissements de moyenne importance, les actions qui ont été entreprises sur cinq complexes permettent d'économiser en énergie, chaque année, 2 GWH, ce qui représente la consommation moyenne de 150 foyers.

En 2009, la Principauté de Monaco a poursuivi son action de MDE avec la réalisation du diagnostic énergétique du bâtiment du Ministère d'Etat et de son Annexe.

\*Données transmises par le Service des Bâtiments Domaniaux.

## 2.2 Mise en place d'une démarche de Haute Qualité Environnementale des bâtiments publics

La démarche Haute Qualité Environnementale (HQE) qui prend en compte la problématique de l'économie d'énergie est systématiquement appliquée depuis 2006 pour les opérations de l'Etat par le Service des Travaux Publics.



Elle a été introduite dans les marchés de travaux des opérations publiques suivantes :

- foyer de l'enfance,
- yacht club,
- nouveau siège du Conseil National,
- immeuble de logements îlot Rainier III,
- lycée technique îlot Prince Pierre,
- médiathèque îlot Canton,
- Centre Hospitalier Princesse Grace (C.H.P.G).

### 3. Bilan Energétique

La Principauté de Monaco, tout comme la zone littorale de la région PACA, dépend presque totalement pour son alimentation en électricité 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 par les habitations, les installations commerciales et industrielles, les bâtiments et équipements publics (hôpital, écoles, etc.) ainsi que par l'éclairage urbain.

Le fioul domestique et le gaz naturel sont surtout consommés l'hiver pendant la période de chauffage. Les carburants sont constitués par l'essence et le gazole vendus à Monaco.

Quant à l'énergie produite à Monaco, elle provient essentiellement des pompes à chaleur et de l'incinération des déchets à 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 Mega Watt heures (MWh) pour l'année 2008, ce qui correspond approximativement à 15 212 tonnes d'équivalents – pétrole ainsi « économisés ».

#### — 3.1 Energie Consommée

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

- des carburants commercialisés dans la Principauté ;
- du fioul domestique consommé ;
- du fioul lourd utilisé pour l'exploitation de la centrale de production de chaud et de froid ;
- du gaz naturel ;
- du gaz de pétrole butane propane ;
- de l'électricité (cf. paragraphe électricité) ;
- de la chaleur à distance 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.
- de la chaleur et du froid produit par les pompes à chaleur sur l'eau de mer

Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2005, la consommation annuelle d'énergie en Principauté de Monaco se stabilise ces quatre dernières années.

Années	Consommation annuelle d'énergie en MWh
1998	920 790
1999	961 562
2000	1 002 053
2001	1 022 340
2002	1 032 326
2003	1 070 789
2004	1 077 738
2005	1 101 128
2006	1 133 907
2007	1 114 854
2008	1 131 770

Tableau 1-5

Consommation annuelle d'énergie en MWh

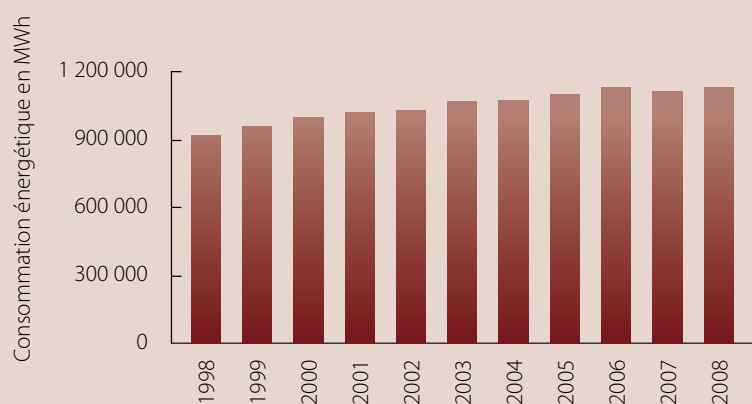


figure 1-5

Consommation annuelle d'énergie exprimée en MWh

Pour l'année 2008, l'énergie consommée en Principauté de Monaco se répartit de la façon suivante :

Energie	Consommation en Equivalent électrique (MWH)	Répartition en %
Electricité	541 572	47,9 %
Carburants	220 444	19,5 %
Pompe à chaleurs fonctionnant à l'eau de mer	176 602	15,6 %
Fioul domestique	71 531	6,3 %
Gaz naturel	65 511	5,8 %
Froid à distance	33 678	3,0 %
Chaleur à distance	20 492	1,8 %
Gaz de pétrole butane propane	1 570	0,1 %
Fioul lourd	370	0,0 %
<b>Total</b>	<b>1 131 770</b>	

Tableau 1-6

Quantité et répartition de la consommation énergétique par types d'énergie en 2008

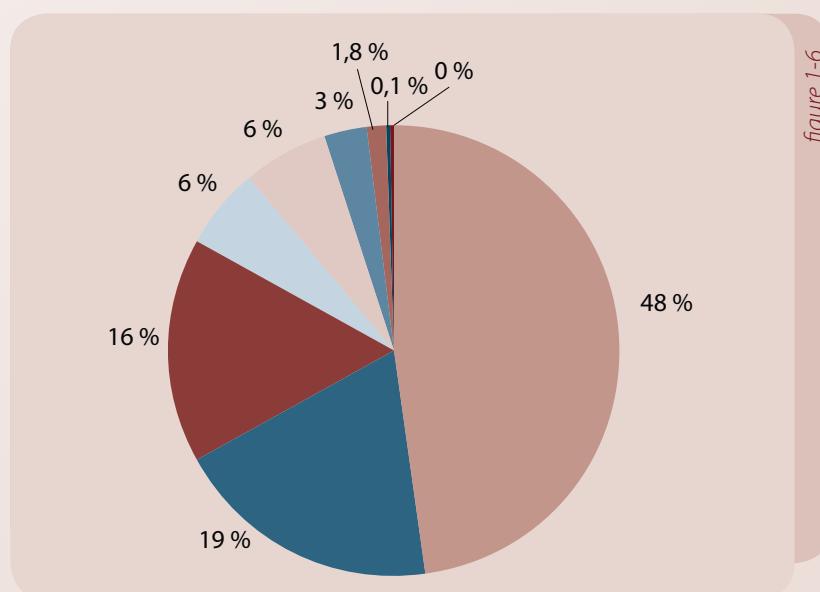


figure 1-6

Répartition de la consommation énergétique par types d'énergie en 2008

- Fioul lourd
- Gaz de pétrole butane propane
- Chaleur à distance
- Froid à distance
- Gaz naturel
- Fioul domestique
- Pompe à chaleur fonctionnant à l'eau de mer
- Carburants
- Electricité

### ■ 3.1.1 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 au 20<sup>ème</sup> siècle la distribution publique du gaz naturel. Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, sa concession a été renouvelée pour 20 ans.

L'électricité utilisée par la Principauté est fournie pour sa plus grande partie (97,5%) par la France et en quantité réduite par l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (2,5%).

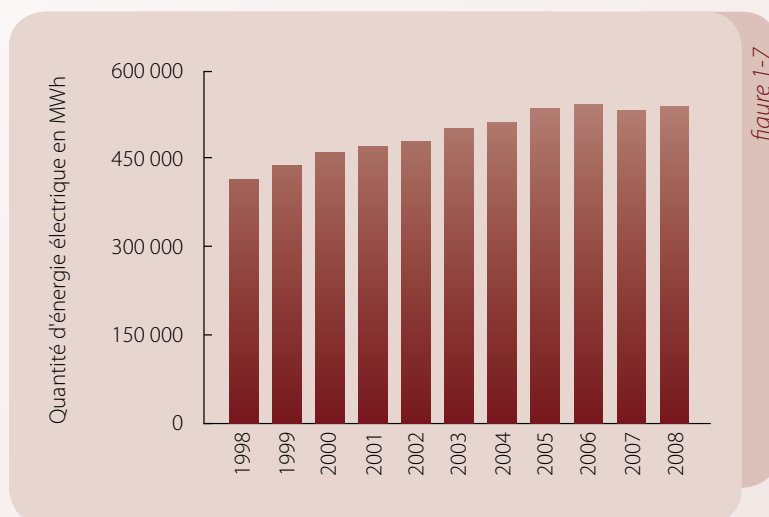
En 2007, l'électricité vendue par la France était composée de 84,2% d'énergie nucléaire, de 7,1% d'énergie renouvelable (dont 16,5% d'hydraulique), de 3,7% de charbon, de 3,2% de gaz, de 1,5% de fuel et de 0,3% autres.

Après avoir régulièrement augmenté entre 1998 et 2006, la consommation annuelle d'électricité en Principauté de Monaco s'est stabilisée ces 3 dernières années.

Années	Consommation annuelle d'électricité en MWh	Années	Consommation annuelle d'électricité en MWh
1998	417 000	2004	514 310
1999	441 000	2005	539 000
2000	464 000	2006	546 000
2001	473 000	2007	535 000
2002	482 200	2008	541 572
2003	503 700		

Tableau 1-7

Consommation annuelle d'électricité en MWh de 1998 à 2008



Consommation annuelle d'électricité en MWh de 1998 à 2008

### ■ 3.1.2 Consommation de fioul et de gaz 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.

La consommation de fioul comprend essentiellement le fioul domestique et pour une très faible quantité (0,3%) le fioul lourd qui est utilisé pour l'exploitation de la centrale de production de chaud et de froid.

La consommation de gaz, qui comprend essentiellement le gaz naturel et pour une faible quantité (3,5%) le gaz de pétrole butane propane, est en légère augmentation depuis 1998.

Années	Consommation annuelle de gaz en équivalent MWh	Consommation annuelle de fioul en équivalent MWh	Consommation annuelle de gaz et de fioul en équivalent MWh
1998	53 400	108 261	161 661
1999	56 100	105 727	161 827
2000	60 900	96 422	157 322
2001	59 658	91 112	150 770
2002	62 936	99 632	162 568
2003	62 116	106 611	168 727
2004	62 589	98 172	160 761
2005	63 744	97 374	161 117
2006	67 749	89 755	157 504
2007	64 504	71 419	135 923
2008	67 081	71 901	138 982

Tableau 1-8

Consommation annuelle de fioul et de gaz en Principauté en équivalent de MWh de 1998 à 2008

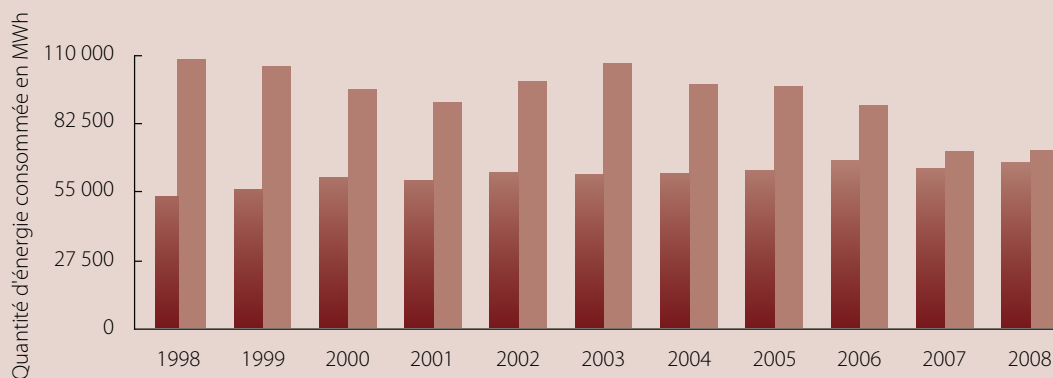


figure 1-8

Consommation annuelle de fioul et de gaz en MWh de 1998 à 2008

■ Total énergétique des gaz consommés en équivalent de MWh ■ Total énergétique du fioul consommé en équivalent de MWh

## 3.2 Energie produite

La Principauté de Monaco produit sur son territoire de l'énergie, composée par :

- les pompes à chaleur pour la majeure partie ;
- l'Usine d'Incineration des Résidus Urbains et Industriels ;
- et de façon marginale les panneaux solaires (moins de 1%).

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

Années	Productions énergétiques annuelles en MWh
1998	167 885
1999	175 700
2000	191 158
2001	194 479
2002	189 039
2003	188 741
2004	191 480
2005	189 682
2006	204 856
2007	215 263
2008	211 223

Tableau 1-9

*Production annuelle d'énergie en MWh de 1998 à 2008*

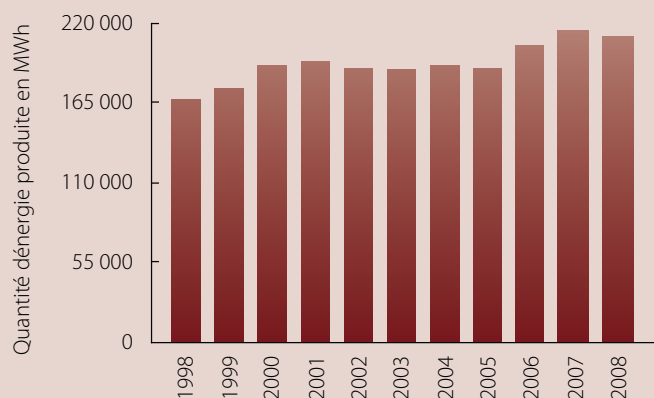


figure 1-9

*Production annuelle d'énergie en MWh de 1998 à 2008*

Types d'équipement produisant l'énergie	Production d'énergie en 2008 en MWh	Pourcentages
UIRUI	34 455	16,31 %
Pompes à chaleur	176 602	83,61 %
Capteurs solaires	166	0,08 %

Tableau 1 - 10

Quantité et répartition de la consommation énergétique par types d'énergie en 2008

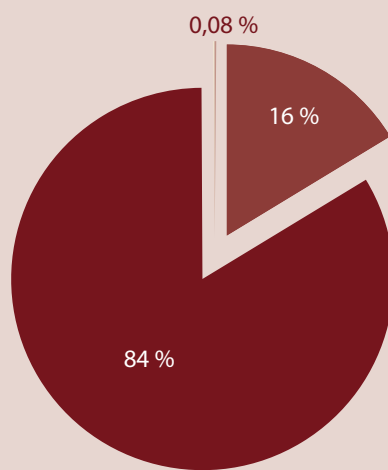


figure 1 - 10

Répartition des différents modes de production d'énergie en MWh en 2008

- Pompes à chaleur
- Capteurs solaires
- UIRUI

### ■ 3.2.1 Pompes à chaleur sur eau de mer

En utilisant l'énergie gratuite, puisée dans l'environnement proche, 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. 1 kilo Watt heure (kWh) de chaleur produit par une pompe à chaleur génère environ 4 fois moins de CO<sub>2</sub> que le même kWh de chaleur produit par une chaudière à combustible conventionnel.

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 kWh de chaleur pour 1 kWh consommé pour la production de la chaleur.

Années	Productions énergétiques annuelles des pompes à chaleur en MWh
1998	125 165
1999	129 704
2000	144 611
2001	144 611
2002	144 611
2003	147 444
2004	147 444
2005	147 444
2006	176 602
2007	176 602
2008	176 602

Tableau 1-11

*Production d'énergie par les pompes à chaleur en MWh par année*

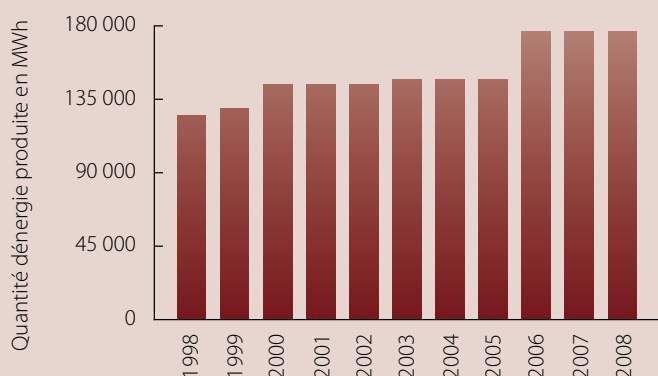


figure 1-11

*Production d'énergie par les pompes à chaleur en MWh par année*



### ■ 3.2.2 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. Cette production est utilisée d'abord par l'usine puis cédée à la SMEG (Société monégasque d'électricité et du gaz) concessionnaire du réseau public. Cette production endogène vient en diminution des importations d'électricité par la Principauté.

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
1998	15 688	9 443	6 245
1999	17 153	10 605	6 548
2000	17 135	10 610	6 525
2001	18 993	12 147	6 846
2002	14 079	7 739	6 340
2003	12 469	6 254	6 215
2004	14 498	8 559	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	2 961	5 006

Tableau 1-12

Production énergétique de l'UIRUI en MWh de 1998 à 2008

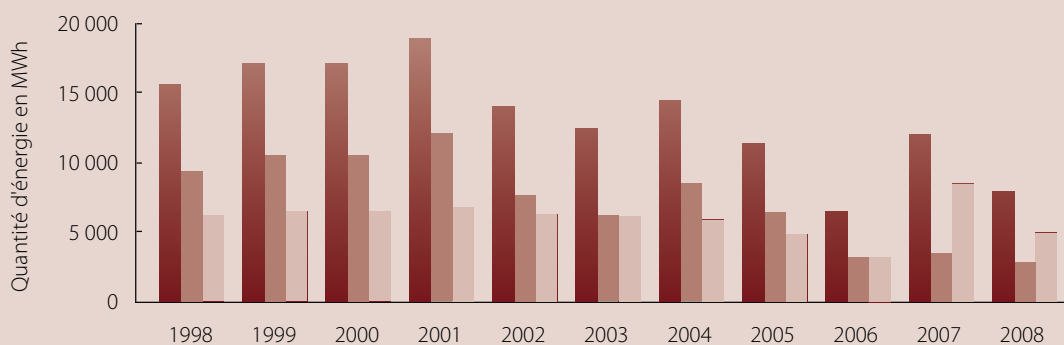


Figure 1-12

Production énergétique de l'UIRUI en MWh de 1998 à 2008

- Productions énergétiques annuelles de l'UIRUI en MWh
- Quantité d'électricité vendue en MWh
- Quantité d'électricité auto-consommée par l'UIRUI en MWh

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 sa mise aux nouvelles normes européennes concernant les dioxines et les furannes. Les nouvelles technologies mises en place dans le cadre de cette mise aux normes consomment d'avantage d'électricité : ainsi la part d'électricité vendue s'en trouve diminuée.

### Production de chaud et de froid

La centrale de chaud et froid (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.

En 2006, la production de vapeur est plus faible que les autres années du fait d'un arrêt prolongé de l'usine d'incinération pour la mise aux normes du traitement d'épuration des fumées.

Années	Production de vapeur annuelle produite et vendue par l'UIRUI en MWh
1998	26 865
1999	28 676
2000	29 246
2001	30 709
2002	30 183
2003	28 661
2004	29 372
2005	30 658
2006	21 565
2007	26 431
2008	26 488

Tableau 1 - 13

Vapeur produite et vendue par l'UIRUI en Mwh de 1998 à 2008

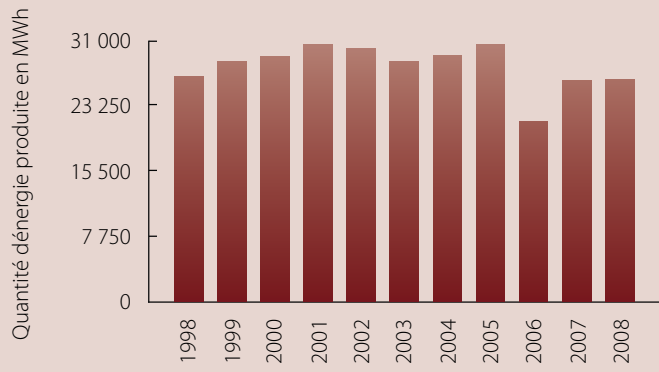
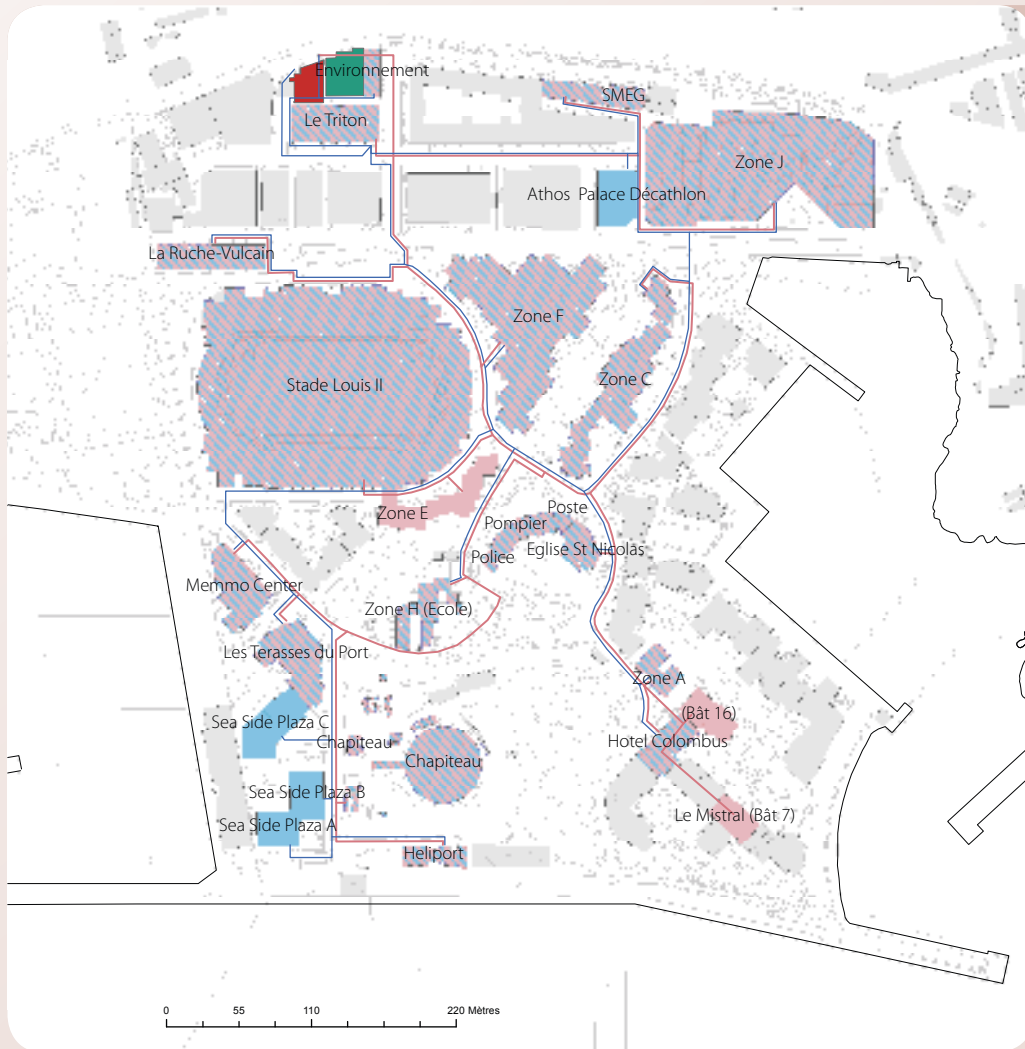


figure 1-13

Vapeur produite et vendue par l'UIRUI en MWh 1998 à 2008

Carte établie à partir de: Schéma SCHU 2002-01 des réseaux Chaud/Froid (17/09/2008) - Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz - Service De l'Aménagement Urbain. Compte rendu technique d'exploitation

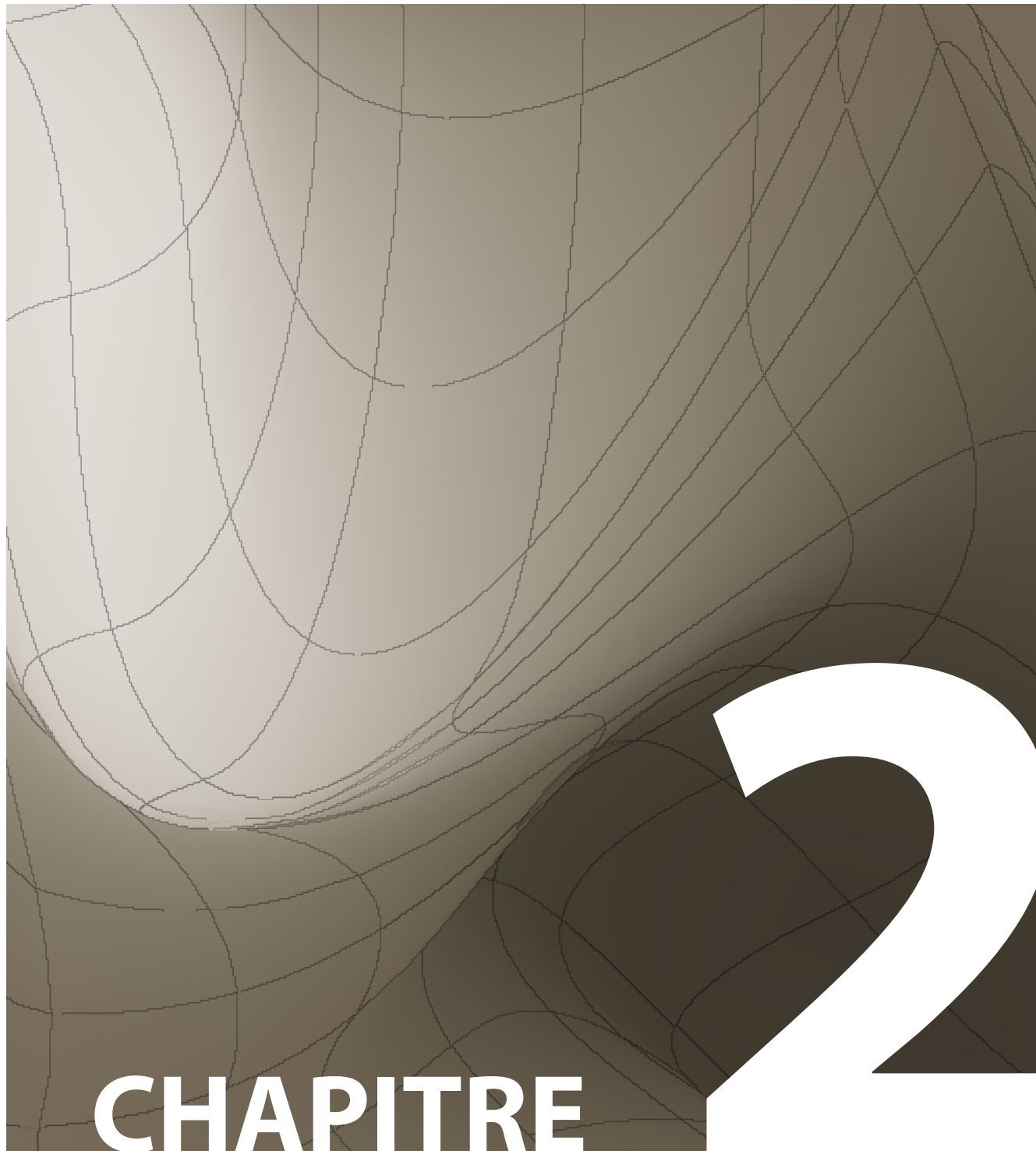


Cartographie 1.1

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

- CENTRALE THERMOFRIGORIFIQUE
- USINE D'INCINERATION DES RESIDUS URBAINS ET INDUSTRIELS
- Réseau Froid
- Réseau Chaud
- Bâtiments connectés au Réseau CHAUD
- Bâtiments connectés aux Réseaux CHAUD/FROID
- Bâtiments connectés au Réseau FROID





# CHAPITRE

## TRAITEMENT ET VALORISATION DES DÉCHETS MÉNAGERS

En Principauté, la gestion des ordures ménagères et de certaines catégories de déchets fait l'objet d'une délégation de service public à une société concessionnaire, la Société Monégasque d'Assainissement (SMA).

Cette société a en charge :

- les collectes des ordures ménagères, les collectes sélectives, les collectes des foires, manifestations publiques, halls, marchés et centres d'exposition, les collectes des objets encombrants ménagers ;
- l'incinération des résidus urbains et industriels ;
- le nettoyage des galeries publiques, des abords des parkings, des escaliers, des ascenseurs, des plages et des plans d'eau, des galeries commerciales et techniques, des parois des tunnels routiers, des grilles d'évacuation des eaux pluviales, des corbeilles installées sur les trottoirs.

Depuis 1993, le Gouvernement Princier a mis en œuvre des collectes sélectives pour les particuliers concernant le papier, le verre et les déchets toxiques.

En 2008, il a renforcé sa politique de collecte sélective. Des enclos pour réceptacles à déchets recyclables ont été installés sur la voirie et dans les locaux des copropriétés permettant d'accueillir les bacs de collectes. Ces déchets sont ainsi évacués vers des centres de tri et de filière de valorisation.

Parallèlement, une collecte pneumatique assure le transfert des ordures ménagères du quartier de Fontvieille directement vers l'usine d'incinération, elle évite ainsi la collecte par camion benne.

Depuis 1980, l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels de la Principauté de Monaco (UIRUI) incinère la majeure partie des déchets de la Principauté de Monaco ainsi qu'une partie des ordures ménagères de communes voisines.

Une autre particularité de ce système de gestion des déchets est la possibilité de transfert par canalisation des boues issues de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires (UTER) et de leur injection directe dans les fours pour leur incinération.

Dans le cadre de la valorisation énergétique des déchets, l'usine comporte un dispositif de cogénération à partir de l'incinération des déchets lui permettant de produire de l'électricité, pour sa propre consommation et pour alimenter le réseau électrique urbain, mais également de la vapeur d'eau pour alimenter une usine de production de chaud et de froid permettant le chauffage et la climatisation de certains bâtiments du quartier de Fontvieille, par l'intermédiaire d'un réseau de distinction.

## 1. Collectes

La collecte des ordures ménagères, des résidus urbains et des objets encombrants est principalement assurée par la SMA pour leur enlèvement, leur déchargement à l'usine d'incinération ou l'envoi vers des filières de valorisations.

Ce service public comporte le service de collecte général composé de la collecte principale des ordures ménagères par bennes et une collecte complémentaire, des restaurants et établissements ouverts la nuit.

Parallèlement, le Gouvernement a mis en place et gère une collecte pneumatique des ordures ménagères sur le quartier de Fontvieille.

Ces dernières années, le gouvernement a souhaité renforcer les dispositifs de collectes sélectives et a confié cette mission à la SMA.

## 1.1 Collecte Pneumatique des Ordures Ménagères (CPOM)

Une installation de collecte pneumatique d'ordures ménagères couvre le quartier de Fontvieille. Ce réseau souterrain permet de véhiculer les ordures ménagères depuis les immeubles vers la fosse de stockage de l'usine avant leur incinération.

Ce dispositif a pour objectif de limiter les nuisances et la pollution associées de la collecte classique par bennes.

Cette collecte permet le transfert d'environ 2 000 tonnes d'ordures ménagères par an.



Réseaux de collecte pneumatique des ordures ménagères du quartier Fontvieille.

- Bâtiments raccordés
- Réseau Froid
- Points de collectes
- Réseau Chaud

## 1.2 Collectes sélectives et apports volontaires

Les collectes sélectives et le tri des déchets consistent en la séparation et la récupération des déchets selon leur nature pour les diriger vers des filières spécifiques de traitement ou de neutralisation.

Cette collecte est organisée pour limiter la dispersion de déchets dangereux par les filières habituelles (incinération et décharge), mais également pour leur donner une seconde vie par leur valorisation ou leur recyclage.

### 1.2.1 Papier, Verre et Emballages Ménagers Recyclables (EMR)

Cette démarche a été initiée dans les années 1990 par la collecte sélective des papiers et du verre.

En mars 2008, la Principauté a renforcé ce dispositif de collectes sélectives par la mise en place de bacs d'apports volontaires spécifiques sur la voirie. Ainsi, une cinquantaine d'enclos ou conteneurs enterrés ont été mis en place dans les différents quartiers de Monaco afin de collecter séparément ces trois flux de déchets ménagers :

Les papiers - journaux magazines

Le verre

Les Emballages Ménagers Recyclables (EMR)



photo 2.1

Campagne de sensibilisation au tri sélectif



photo 2.2

Conteneurs d'apport volontaire enterrés



Les tonnages collectés sont présentés ci-dessous où l'on remarque la forte augmentation des tonnages collectés à partir de la mise en place des apports volontaires en ville en 2008.

	Verre	Papier	EMR
Années	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1994	180	28	
1995	196	33	
1996	227	49	
1997	181	11	
1998	187	124	
1999	181	102	
2000	184	94	
2001	213	94	
2002	239	105	
2003	317	123	
2004	360	135	
2005	340	119	
2006	426	139	
2007	516	200	
2008	1000	920	126

Tableau 2.1

Tonnages annuels collectés pour le papier, le verre et les EMR de 1994 à 2008

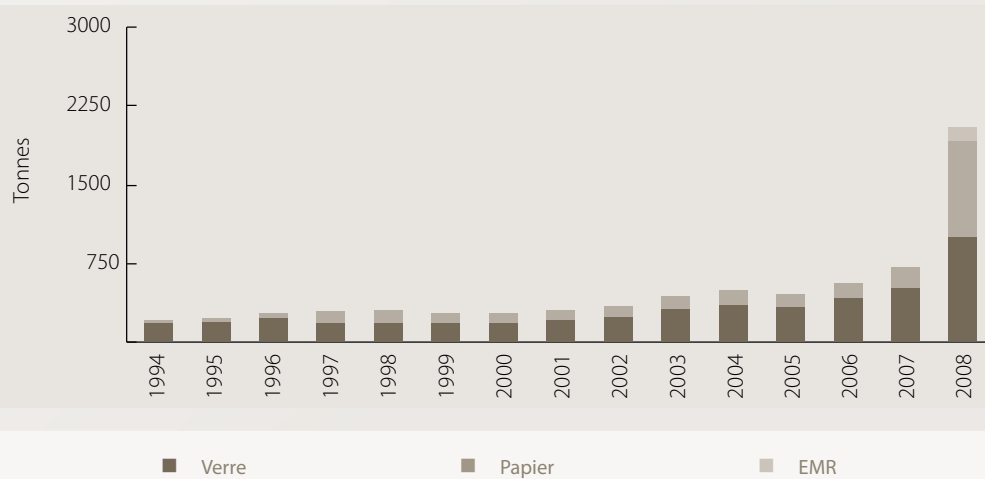


figure 2.1

Evolution des tonnages annuels collectés pour le papier le verre et les EMR de 1994 à 2008.

## ■ 1.2.2 Autres collectes sélectives

### Métaux et encombrants ménagers

La collecte des encombrants peut être effectuée par la SMA sur rendez-vous ou par un apport direct à l'UIRUI.

### Les Déchets d'Équipement Electrique et Electrotechnique (DEEE)

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

- Des apports volontaires : les particuliers peuvent déposer les DEEE directement à l'UIRUI
- La récupération de dépôts sauvages par la SMA.

Ces déchets sont ensuite dirigés vers des filières d'élimination adaptées.

### Batteries

### Huiles de moteur diesel

Les batteries comme les huiles de moteurs diesel sont collectées dans des conteneurs spécifiques disposés sur les voies publiques ou par des dépôts dans les locaux de la SMA.

### Les 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.

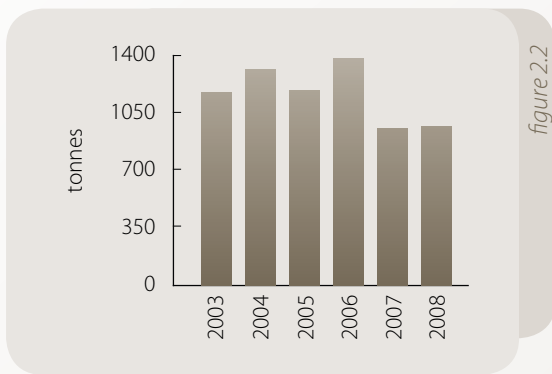
### Piles

La collecte des piles usées est organisée auprès des commerçants de la Principauté, dans les services publics et dans les établissements scolaires.

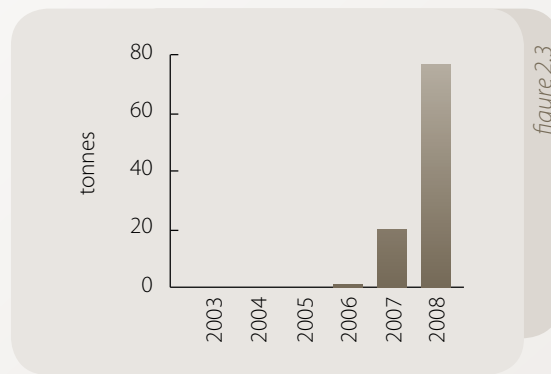
Nature des déchets collectés	Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Métaux et encombrants ménagers	Tonnes	1186	1326	1195	1399	964	977
D3E (Déchets d'Équipement Electronique et Electrique)	Tonnes				1,3	20,3	77,1
Batteries	Tonnes	41,5	25,5	46,5	22,7	39,3	32,3
Huiles moteurs diesel	Tonnes	30,1	54,6	43,9	47,4	54,8	64,9
Déchets toxiques ménagers	Tonnes	12,2	7,6	6,1	5,9	5,8	16,4
Piles	Tonnes	5,8	5,6	5,0	7,8	7,3	8,8

Tableau 2.2

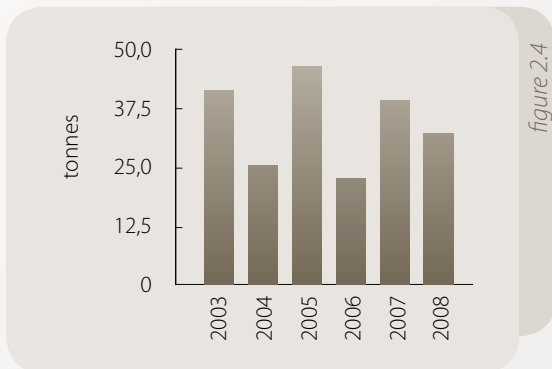
Tonnages annuels collectés pour les collectes sélectives



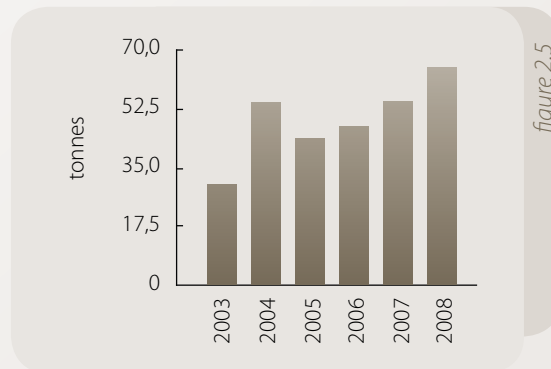
Collecte des métaux et encombrants ménagers



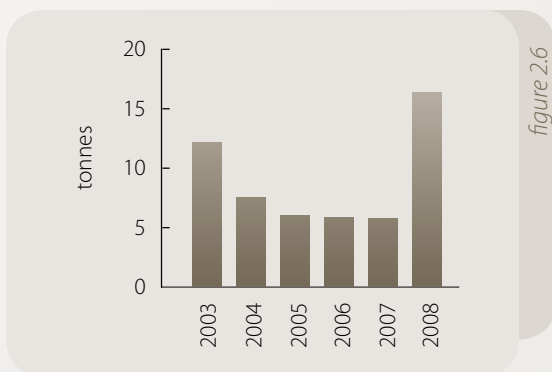
Collecte des D3E (Déchets d'Équipement Electronique et Electrique)



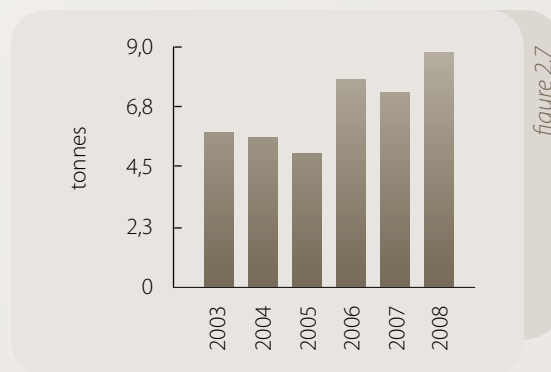
Collecte des Batteries



Collecte des Huiles de moteurs diesel



Collecte des déchets toxiques des ménages



Collecte des piles

## 2. Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI)

L'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRUI) est équipée de trois fours chaudières dont deux peuvent fonctionner simultanément et de deux lignes de traitement des fumées qui assurent un traitement conforme, et même supérieur, à la directive européenne<sup>1</sup>. La capacité nominale de traitement de l'usine est de l'ordre de 78 000 tonnes par an.

<sup>1</sup> Directive n°2000/76/CE du 4 décembre 2000 du Parlement et du Conseil, plus contraignante pour les émissions des polluants causées par l'incinération des déchets (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, carbone organique total, poussières, dioxines et furannes, métaux lourds)

En 2005, la Principauté a engagé les travaux de mise aux normes du traitement des fumées de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels, 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'usine incinère environ 50 000 tonnes de déchets par an dont 35 000 tonnes de déchets en provenance de la Principauté et environ 15 000 tonnes d'ordures ménagères en provenance des communes françaises limitrophes de Beausoleil, La Turbie et Roquebrune Cap Martin.

Les volumes sont en diminution depuis quelques années, entraînant une utilisation par intermittence du deuxième four.

Les quantités incinérées comprennent :

- la collecte des ordures ménagères effectuée par les bennes de la SMA ;
- la collecte pneumatique du quartier de Fontvieille ;
- les apports directs et divers à l'UIRUI ;
- les ordures ménagères de certaines communes limitrophes ;
- les boues issues de l'épuration des eaux usées.

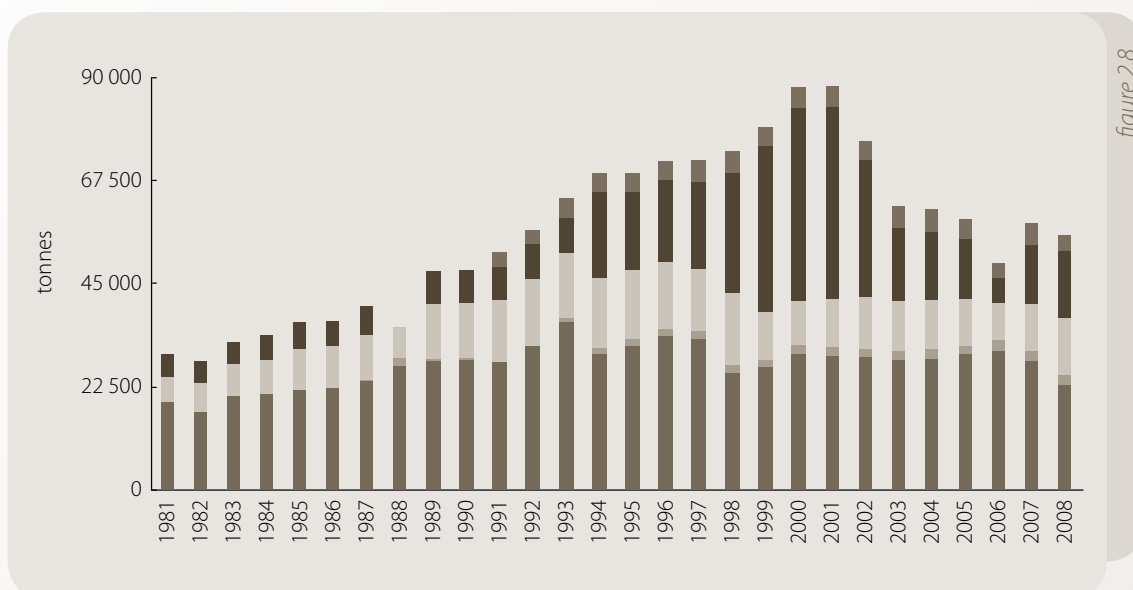


figure 2.8

Evolution des apports de déchets à l'UIRUI pour leur incinération de 1981 à 2008

- Collecte Ordures Ménagères (SMA)
- Collecte pneumatique
- Apports directs et divers
- Ordures Ménagères des communes limitrophes
- Boues d'épuration

Année	Collecte ordures ménagères (SMA)	Collecte pneumatique	Apports directs et divers	Ordures ménagères des communes limitrophes	Total ordures ménagères, résidus urbains et industriels	Boues d'épuration	Total incinéré
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1981	19 093	0	5 632	5 016	29 741	0	29 741
1982	16 909	0	6 361	4 802	28 072	0	28 072
1983	20 560	0	6 771	4 949	32 280	0	32 280
1984	20 857	0	7 462	5 555	33 874	0	33 874
1985	21 855	0	8 890	5 821	36 566	0	36 566
1986	22 192	51	9 028	5 658	36 929	0	36 929
1987	23 670	133	10 038	6 156	39 997	0	39 997
1988	27 074	274	1 434	6 638	35 420	0	35 420
1989	28 081	423	12 200	7 108	47 812	0	47 812
1990	28 337	508	11 883	7 310	48 038	0	48 038
1991	27 929	82	13 361	7 362	48 734	3 147	51 881
1992	31 375	821	13 926	7 511	53 633	3 137	56 770
1993	36 559	1 087	14 105	7 435	59 186	4 390	63 576
1994	29 734	1 239	15 132	18 838	64 943	4 289	69 232
1995	31 396	1 511	15 006	17 042	64 955	4 230	69 185
1996	33 512	1 722	14 574	17 706	67 514	4 361	71 875
1997	32 945	1 673	13 533	19 176	67 327	4 697	72 023
1998	25 474	1 707	15 831	26 169	69 181	4 699	73 880
1999	26 741	1 741	10 350	36 175	75 006	4 315	79 322
2000	29 741	1 794	9 752	42 045	83 332	4 619	87 951
2001	29 311	1 748	10 520	42 026	83 605	4 406	88 011
2002	28 917	1 880	11 196	29 978	71 972	4 211	76 182
2003	28 422	1 847	11 069	15 914	57 251	4 676	61 927
2004	28 617	2 127	10 616	14 882	56 242	4 974	61 216
2005	29 742	1 730	10 176	13 123	54 771	4 261	59 032
2006	30 191	2 434	8 233	5 333	46 191	3 424	49 615
2007	28 008	2 355	10 155	12 985	53 503	4 672	58 176
2008	22 968	2 034	12 569	14 443	52 014	3 498	55 512

Tonnages annuels incinérés par l'UIRUI de 1981 à 2008

## 2.2 Résidus d'incinération

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

### Les mâchefers

Les mâchefers représentent les résidus solides de la combustion des déchets urbains dans les fours de l'usine d'incinération.

À partir de ce résidu de combustion, les ferrailles sont extraites pour être recyclées par une filière adaptée et les mâchefers déferrailés sont envoyés vers une filière de valorisation en vue de leur réutilisation en tant que matériaux de remblais.

### Les 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 type 1 « Déchets Dangereux ».

	Mâchefers	Résidus de déferrailage des mâchefers	Cendres volantes+ gâteau
Années	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1996	15663		1259
1997	21797		1575
1998	22700		1443
1999	19375		1613
2000	21884		1760
2001	22935		1733
2002	18609		1622
2003	13645	917	1454
2004	11726	959	1474
2005	11351	974	1438
2006	7648	519	1025
2007	9690	700	1442
2008	9160	689	1336

Tableau 2.4

Tonnages annuels de sous-produits générés par l'usine de 1996 à 2008

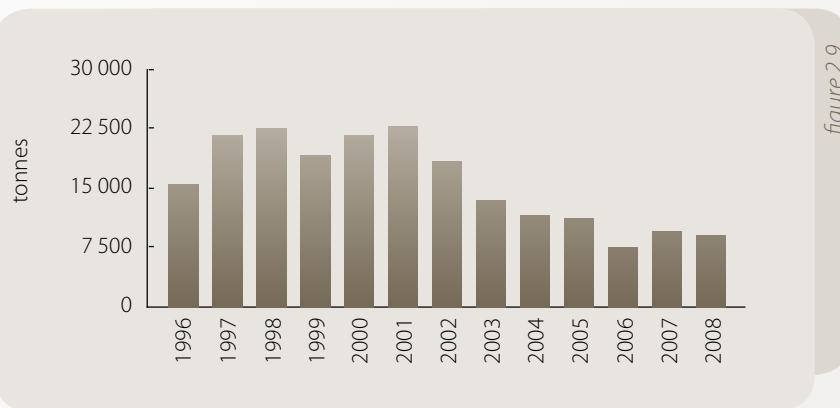


figure 2.9

Evolution des tonnages annuels de mâchefers générés par l'usine de 1996 à 2008

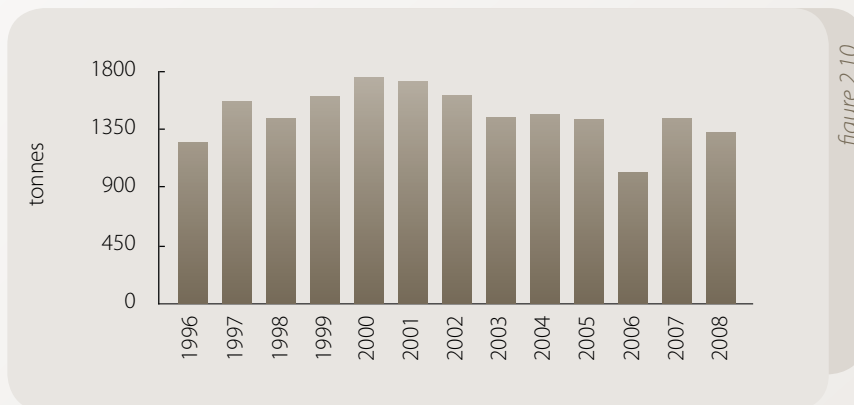


figure 2.10

Evolution des tonnages annuels de cendres volantes d'électrofitres et de résidus d'épuration des fumées (gâteau) générés par l'usine de 1996 à 2008

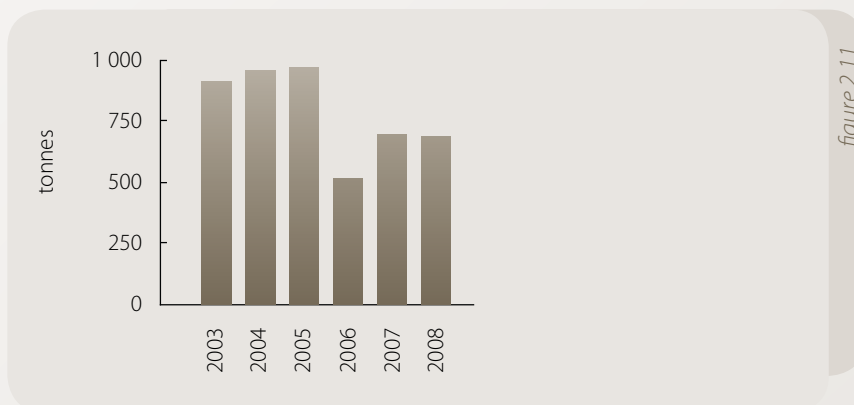


figure 2.11

Evolution des ferrailles extraites des mâchefers générées par l'usine de 2003 à 2008

## 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.

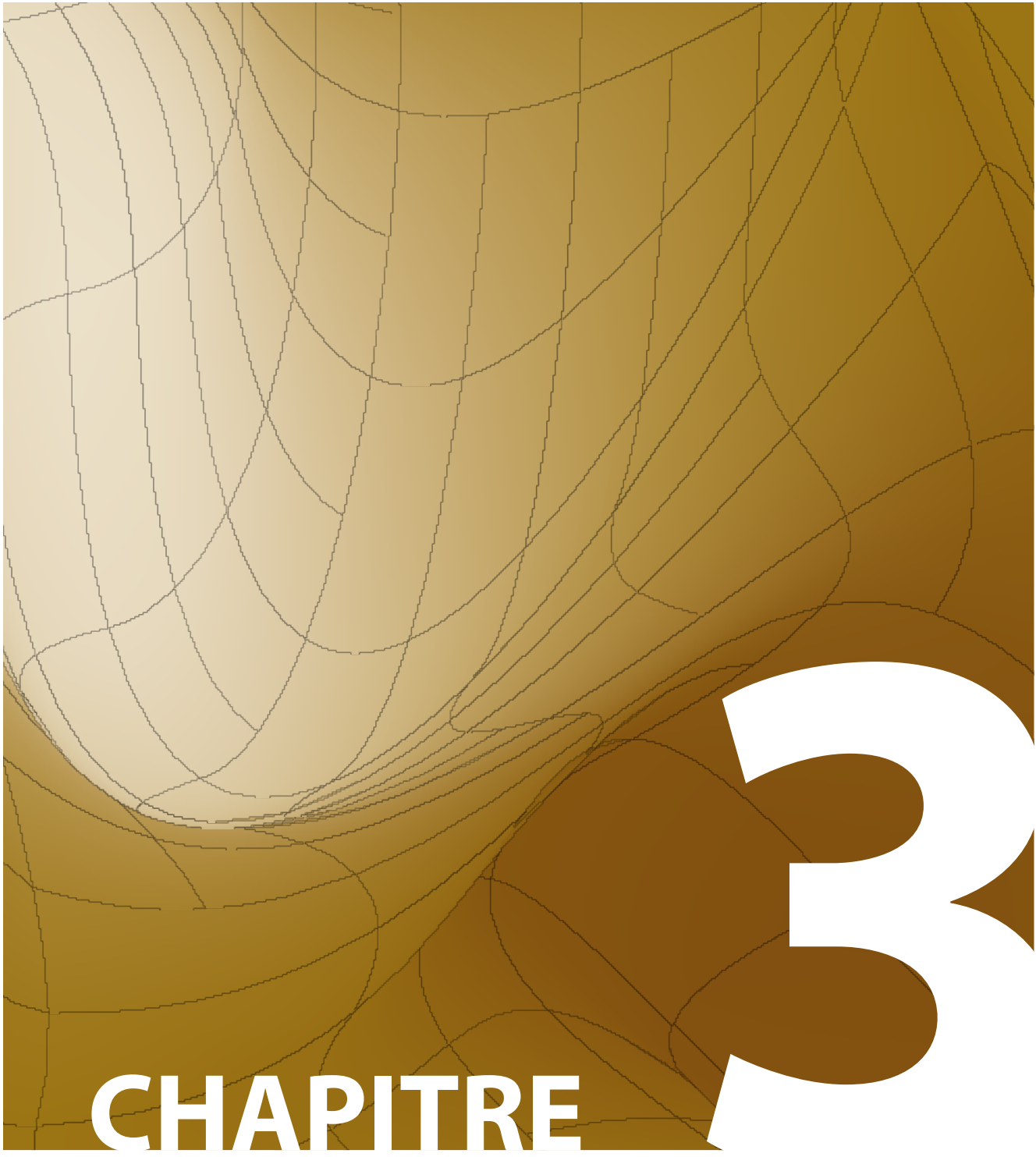
### Production de chaud et de froid

La centrale de chaud et froid (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 à partir de la création d'une extension du réseau de distribution de chaud et froid existant.

Les quantités d'électricité produites et de vapeur fournie sont disponibles au Chapitre I Énergie.







# CHAPITRE

## MÉTÉOROLOGIE / CLIMAT

# 3

L'orographie très complexe du bassin méditerranéen exerce une influence très importante sur la climatologie locale et peut modifier notablement les flux atmosphériques sur des échelles de 10 à 100 km.

La climatologie locale des Alpes-Maritimes est fonction principalement de sa situation et de sa topographie particulière. Comme son nom l'indique, elle est à la fois alpine et maritime.

Le département des Alpes-Maritimes, de par son orographie très accidentée, est donc le lieu de climats très diversifiés. A l'Est du Var, entre Nice et Menton, les reliefs s'échelonnent entre 500 et 700 m et descendent rapidement jusqu'à la mer. A l'Ouest du Var, la côte qui est plate et sablonneuse, n'aura pas la même influence sur le climat. Vers le Nord, c'est le domaine de la moyenne montagne découpée par des vallées encaissées. Puis à une vingtaine de kilomètres de la côte, c'est le domaine de la haute montagne avec des sommets culminant à environ 2000 m.

Ainsi cette diversité du relief favorise l'installation d'une multitude de microclimats. Cependant, la comparaison des principales variables climatologiques en France permet de dégager les caractéristiques de cette région qui présente des caractéristiques méditerranéennes avec des étés secs et chauds et des automnes doux et humides.

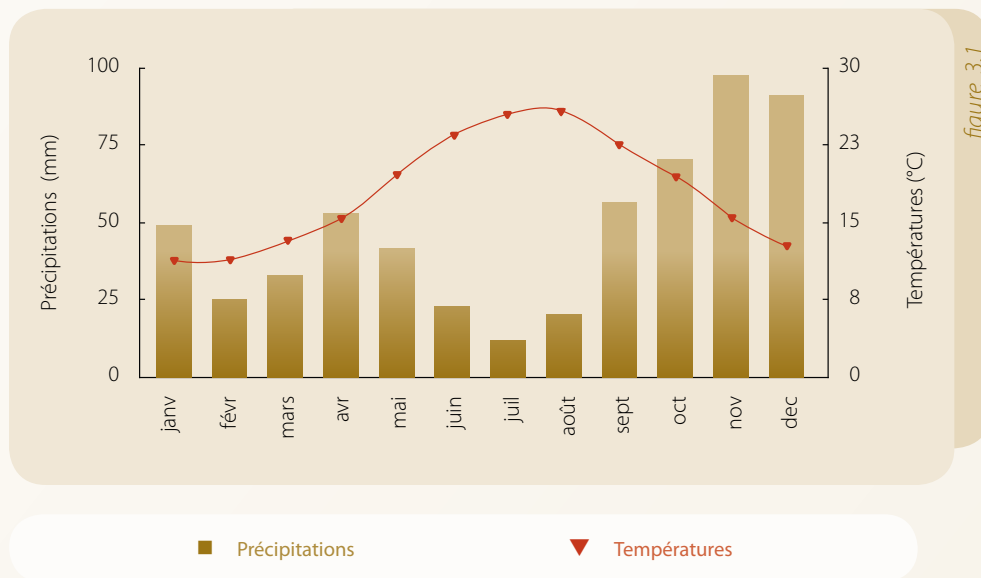


figure 3.1

*Climatogramme de la Principauté de Monaco basé sur les moyennes de températures et de pluviométries établi pour la période 2000 - 2008*

## 1. Les paramètres

### • Les températures

Variations mensuelles des températures.

Dans les Alpes-Maritimes, les températures moyennes mensuelles sont largement supérieures à celles des autres villes de France. Les températures minimales absolues descendent rarement sous 0°C, contrairement à de nombreuses régions françaises.

Quant aux températures maximales absolues, elles sont inférieures à celles enregistrées dans certaines régions françaises, grâce notamment à la présence de la brise de mer. Ainsi, l'amplitude thermique sur la Côte d'Azur est très inférieure à celle des autres régions françaises.

Aussi la Côte d'Azur, et plus particulièrement Monaco, reste à l'abri des fluctuations météorologiques générales, ne connaissant pas de variations de température spectaculaires lors des hivers. C'est le seul secteur de France où les températures moyennes mensuelles ne sont que rarement inférieures à 8°C environ.

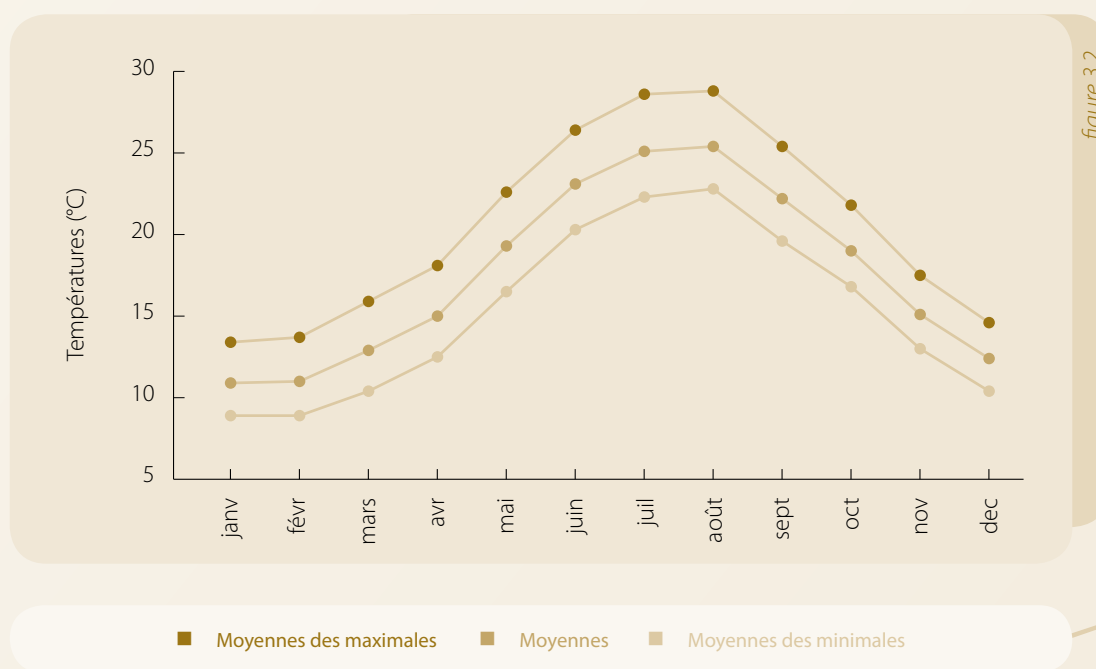
### Variations saisonnières des températures

Températures en °C

Mois	Moyennes	Maximales	Minimales
janvier	10,9	13,4	8,9
février	11,0	13,7	8,9
mars	12,9	15,9	10,4
avril	15,0	18,1	12,5
mai	19,3	22,6	16,5
juin	23,1	26,4	20,3
juillet	25,1	28,6	22,3
août	25,4	28,8	22,8
septembre	22,2	25,4	19,6
octobre	19,0	21,8	16,8
novembre	15,1	17,5	13,0
décembre	12,4	14,6	10,4

Tableau 3.1

Températures moyennes mensuelles, moyennes des maximales et des minimales pour la période 2000-2008



Variations de températures mensuelles moyennes, minimales et maximales pour la période 2000 à 2008

## Variations de la moyenne annuelle des températures de 2000 à 2008

Températures en °C

Années	Moyennes annuelles	Moyennes des maximales	Moyennes des minimales	Maximales absolues	Minimales absolues
2000	17,6	21,8	15,0	33,3	2,1
2001	17,7	21,9	15,1	34,5	3,4
2002	17,6	21,8	15,2	34,6	5,2
2003	18,0	20,3	15,7	34,9	4,5
2004	17,5	19,9	15,0	30,8	3,7
2005	17,4	19,8	14,9	33,9	0,9
2006	17,6	19,9	15,4	33,2	0,0
2007	17,8	20,1	15,4	31,8	3,1
2008	17,3	19,6	15,0	31,3	4,0

Tableau 3.2

Températures annuelles moyennes, moyennes des maximales et des minimales pour la période 2000 - 2008

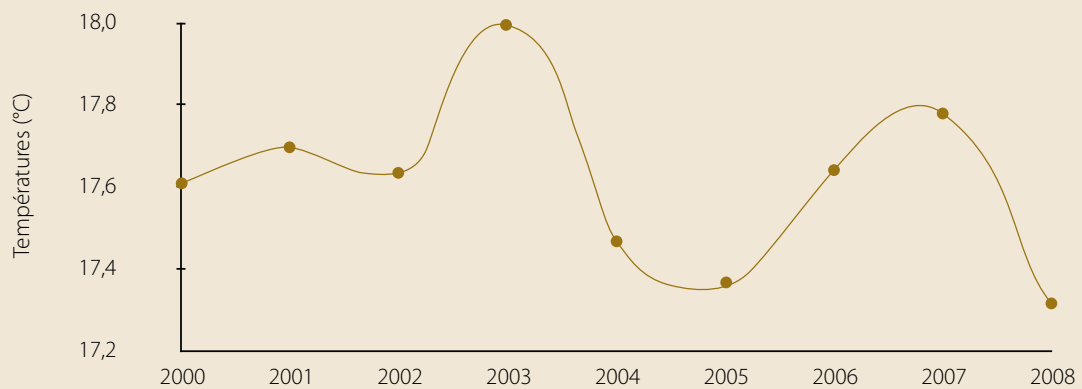


figure 3.3

■ Moyennes annuelles

Variations de la température moyenne annuelle pour la période 2000 - 2008

## Données mensuelles enregistrées de 2000 à 2008

Le tableau 3.3 et la figure 3.4 suivants représentent les données mensuelles de températures enregistrées de 2000 à 2008.

	Moyennes	Moyennes des maximales	Moyennes des minimales	Maximales absolues	Dates des maximales	Minimales absolues	Dates des minimales
janv.-00	10,3	14,2	8	17,3	30	2,1	26
févr.-00	12,1	16	9,9	19,4	3	7,9	24
mars-00	12,8	17,1	10,4	20,8	12	6,2	20
avr.-00	14,4	18,2	11,7	23,8	30	8,6	1
mai-00	20,4	25,1	17,5	30,9	15	14,9	12
juin-00	23,9	28,7	20,6	32,2	21	16	11
juil.-00	23,6	28,6	20	32,1	5	17,3	13
août-00	25,2	30,4	22,5	32,7	16 & 23	19,3	5
sept.-00	22,8	27,6	20	33,3	2	16,5	21
oct.-00	18,7	22,5	16,3	28,3	5	13,2	16
nov.-00	14,1	17,2	12,1	20,9	1	10,1	8
déc.-00	13	15,4	11,4	19,5	9	8,1	23
janv.-01	11,2	14	9,1	17,2	13-30	3,4	16
févr.-01	11,8	15,8	9,4	19,8	14	3,4	28
mars-01	14	17,8	11,6	26,5	22	5,8	1
avr.-01	14,9	20	12,1	24,5	1	8,1	21
mai-01	19,3	23,6	16,5	29,8	28	11,8	5
juin-01	22,5	27,1	19,6	32,3	30	16,7	5
juil.-01	24,8	29,7	21,9	34,5	30	18,8	19
août-01	26,5	31,9	23,6	34,4	4-23	22	8
sept.-01	20,7	25,7	17,9	29,9	2	14,8	18
oct.-01	20,4	24,5	18,3	27,2	14	16,6	27
nov.-01	15,2	18,8	12,7	23,4	2	9,2	24
déc.-01	11	14,3	8,7	19,9	7	4,7	13
janv.-02	10,49	13,9	8,6	17,9	25	5,2	2
févr.-02	12,05	15,7	9,9	18,7	25	8,1	18
mars-02	13,92	18,2	11,3	22,8	8	8,5	3
avr.-02	15,41	19,7	12,8	25,2	21	10,1	10 & 13
mai-02	18,35	23,3	15,5	28,5	20	11,7	4
juin-02	23,34	28,5	20,3	34,6	19	14	9
juil.-02	24,59	30	21,6	33,2	27	17,4	14
août-02	24,57	29,3	21,8	33,1	18	18,9	11
sept.-02	21,72	26,2	19,2	31,6	3	14,3	25
oct.-02	18,81	23,1	16,4	26,2	2	14,5	19
nov.-02	15,66	18,7	13,4	23,5	3	10,4	19
déc.-02	12,6	14,7	11	19,4	6	8,1	10

Tableau 3.3

*Températures mensuelles moyennes, moyennes des minimales et des maximales, minimales et maximales absolues pour la période 2000 - 2008.*

	Moyennes	Moyennes des maximales	Moyennes des minimales	Maximales absolues	Dates des maximales	Minimales absolues	Dates des minimales
janv.-03	11,3	13,5	9,1	20,2	02	6,5	13
févr.-03	9,4	11,6	7,2	15,3	28	4,5	14
mars-03	12,9	15,2	10,6	17,2	19	6,5	15
avr.-03	14,5	16,8	12,2	21,6	17	4,8	08
mai-03	20,2	23,0	17,4	28,5	06	14,8	01
juin-03	25,9	28,7	23,0	31,1	23	18,6	01
juil.-03	26,0	28,7	23,3	31,6	01	20,4	03
août-03	28,2	30,3	26,1	34,9	05	23,6	01
sept.-03	22,6	25,1	20,2	27,1	13	17,2	14
oct.-03	17,1	19,2	14,9	25,5	02	9,8	27
nov.-03	15,2	17,1	13,3	22,3	05	9,4	08
déc.-03	12,6	14,7	10,6	19,8	04	5,7	24
janv.-04	11,2	13,4	9,1	20,3	13	5,5	29
févr.-04	10,9	13,0	8,8	16,4	08	3,7	28
mars-04	12,2	14,8	9,6	19,7	17	5	01
avr.-04	14,4	16,9	12,0	20,6	24	7,9	09
mai-04	17,6	20,3	14,9	24,1	29	11	06
juin-04	22,4	25,2	19,5	28,8	30	15,7	14
juil.-04	24,3	27,0	21,5	30,7	26	17,1	12
août-04	25,3	27,9	22,7	30,8	04	20,3	23
sept.-04	23,2	25,7	20,6	29	03 & 05	17,5	24
oct.-04	19,2	21,3	17,0	25,7	09	12,5	16
nov.-04	15,2	17,4	13,0	24,9	02	6,5	30
déc.-04	13,6	15,8	11,4	21	11	8,1	01
janv.-05	10,6	12,9	8,3	16,3	07	2,6	26 & 28
févr.-05	8,9	11,3	6,5	16,4	13	1,7	27
mars-05	12,0	14,7	9,4	19,4	31	0,9	01
avr.-05	14,4	16,9	11,9	21,4	29	6,7	16
mai-05	19,5	22,3	16,8	29,7	27	12,8	18
juin-05	23,6	26,3	20,9	30,6	17	14,7	09
juil.-05	25,9	28,5	23,3	33,9	29	20,9	09
août-05	25,1	27,7	22,5	30,7	30	17,1	21
sept.-05	22,9	25,4	20,4	29,7	02	16,2	07
oct.-05	19,4	21,5	17,3	25,2	01	13,5	04
nov.-05	15,2	17,3	13,0	21,9	02	7,1	24
déc.-05	10,8	13,0	8,7	17,7	14	2,4	28 & 29 & 29

	Moyennes	Moyennes des maximales	Moyennes des minimales	Maximales absolues	Dates des maximales	Minimales absolues	Dates des minimales
janv.-06	8,9	10,5	7,3	15,4	03	0,0	16
févr.-06	9,5	11,3	7,8	17,6	16	5,2	20
mars-06	12,1	14,6	9,6	20,7	28	5,8	13
avr.-06	15,5	17,9	13,2	22,5	25	10,3	11
mai-06	18,9	21,6	16,1	24,3	28	10,5	31
juin-06	21,7	24,1	19,4	28,8	30	14,3	02
juil.-06	27,7	30,3	25,1	33,2	26	22,2	07
août-06	24,1	26,6	21,6	32,0	03	19,6	15
sept.-06	22,5	25,0	20,1	28,6	09 & 27	16,1	25
oct.-06	20,1	22,2	18,0	24,2	04	15,3	21
nov.-06	16,4	18,4	14,4	21,8	01	11,7	02
déc.-06	14,2	16,1	12,2	18,9	24	9,5	29
janv.-07	12,6	14,8	10,4	18,7	01	3,1	24
févr.-07	12,8	14,8	10,8	19,1	13	9,0	20
mars-07	13,5	15,9	11,1	21,0	02	6,4	24
avr.-07	17,5	20,1	14,9	26,3	16	10,1	01
mai-07	19,6	22,2	17,1	28,6	25	12,0	03
juin-07	22,0	24,7	19,4	30,3	19	15,6	01 & 02
juil.-07	24,2	27,0	21,4	31,8	24	19,3	14
août-07	24,1	26,7	21,4	30,2	26	16,6	21
sept.-07	21,3	23,5	19,1	29,6	18	12,3	27
oct.-07	18,7	20,9	16,4	24,7	02 & 03	11,1	21 & 22
nov.-07	14,5	16,4	12,6	21,1	03	7,4	15
déc.-07	12,3	14,1	10,6	17,8	03	5,1	15
janv.-08	11,7	13,5	9,9	16,1	8	5,8	3
févr.-08	11,5	13,5	9,6	17,3	7	6,3	18
mars-08	12,5	15,1	10	20,5	16	6,7	25
avr.-08	13,9	16	11,7	19,1	1	10,1	15
mai-08	19,4	22,1	16,7	27,7	27	11,9	1
juin-08	22,3	24,6	20	29,2	28	17,4	05 & 08
juil.-08	24,9	27,5	22,2	31,3	31	20,9	17
août-08	25,5	28,2	22,9	31,1	06 & 08	20,5	17
sept.-08	21,7	24	19,3	28,6	6	15,6	21
oct.-08	19	21,2	16,8	24,7	16	7,8	30
nov.-08	14,2	16,3	12,1	19,6	4	4,7	24
déc.-08	11,1	13,2	9	16,8	18	4	1

*Températures mensuelles moyennes, moyennes des minimales et des maximales, minimales et maximales absolues pour la période 2000 - 2008.*

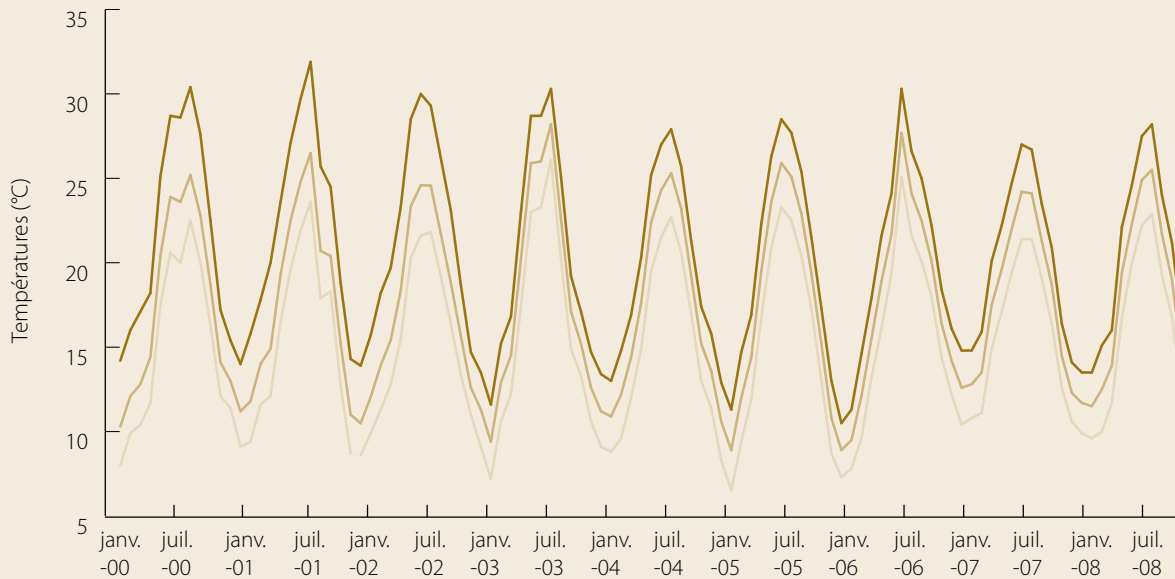


figure 3.4

Variations des températures mensuelles moyennes pour la période de 2000 à 2008

— Moyennes des maximales

— Moyennes

— Moyennes des minimales

### • Les précipitations

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

- hauteurs d'eau annuelles parmi les plus importantes de France ;
- nombres de jours de pluies inférieurs 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 de précipitations dans le Nord de la France.

Par rapport aux régions avoisinantes (Bouches-du-Rhône, Var, ...), les Alpes-Maritimes sont une zone plus orageuse du fait de la présence de reliefs abrupts.

### Variations saisonnières des cumuls pluviométriques et du nombre de jours de pluies.

La variation mensuelle des pluies est représentative du climat méditerranéen en terme de distributions. Il est observé une alternance de saisons humides au printemps et particulièrement en automne, et de saisons sèches en hiver et en été.



Mois	Nombre de jours de pluies			Hauteur des précipitations (mm)		
	Moyenne	Minimales	Maximales	Moyenne	Minimales	Maximales
janvier	5,6	2	14	49,5	4,2	172,4
février	4,6	1	7	25,6	0,2	78,8
mars	7,1	4	12	33,2	2,8	75,0
avril	8,0	6	10	53,5	7,2	119,4
mai	7,8	2	17	42,1	13,8	69,2
juin	3,8	0	8	23,5	0,0	110,6
juillet	2,7	1	5	12,2	0,8	48,4
août	3,0	0	6	20,6	0,0	59,0
septembre	6,4	2	12	57,0	0,4	132,6
octobre	7,0	1	14	70,8	0,2	255,6
novembre	8,1	1	12	97,9	15,0	311,8
décembre	8,3	1	14	92,7	2,4	253,0

Moyennes mensuelles des nombres de jours de pluies et des cumuls pluviométriques pour la période 2000 - 2008

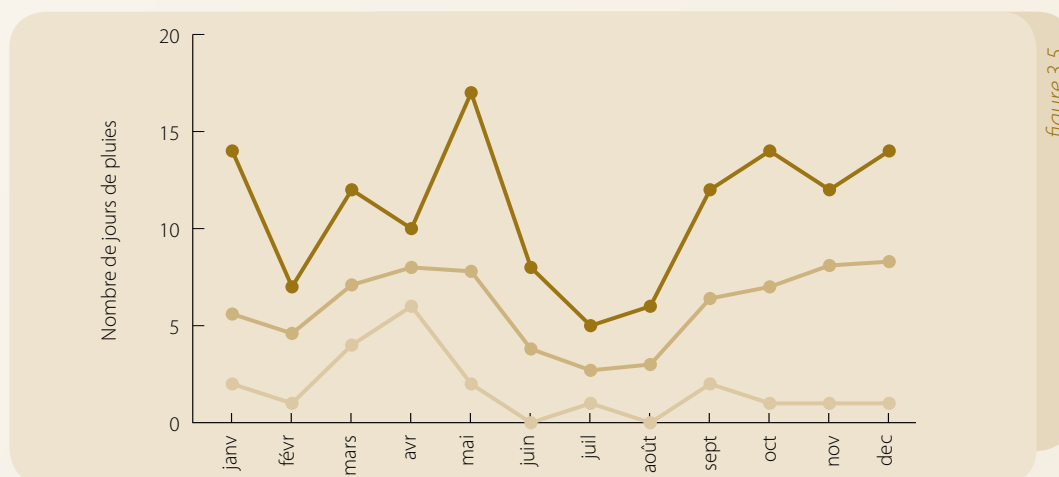


figure 3.5

Nombre de jours de pluies mensuels moyens, maximales et minimales pour la période 2000 - 2008

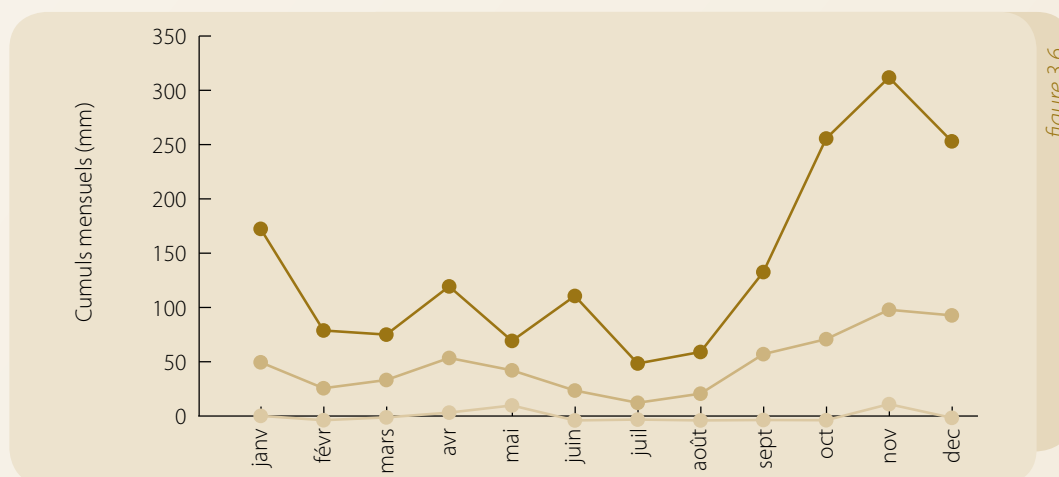


figure 3.6

Moyennes mensuelles, maximales et minimales des cumuls pluviométriques en fonction des mois pour la période 2000 - 2008

■ Moyennes des maximales ■ Moyennes ■ Moyennes des minimales

# 3

## Variation des cumuls pluviométrique et du nombre de jour de pluies annuels depuis 2000

La moyenne annuelle des précipitations établie entre 1911 et 1985 à Monaco est de 763 mm. Or nous observons que le bilan hydrique de ces huit dernières années est en moyenne déficitaire (568 mm), tout particulièrement pour les années 2001 et 2007.

Années	Nombre de jours de pluies	Total des précipitations en (mm)
2000	52	938
2001	80	331
2002	72	832
2003	50	364
2004	80	470
2005	76	495
2006	82	597
2007	55	272
2008	95	806

Tableau 3.5

Nombre de jours annuels de pluies et cumuls pluviométriques annuels pour la période 2000 - 2008

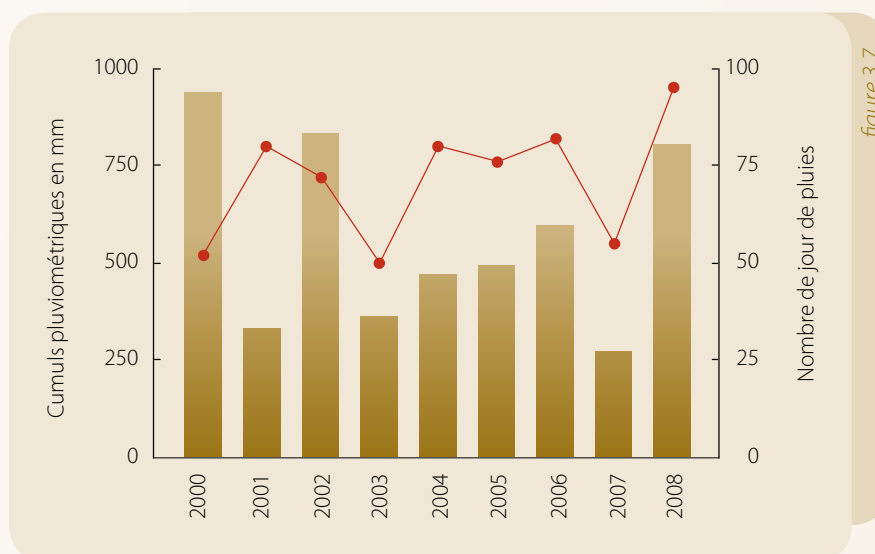


figure 3.7

Variations annuelles du nombre de jours de pluies et des cumuls pluviométriques annuels observés de 2000 à 2008

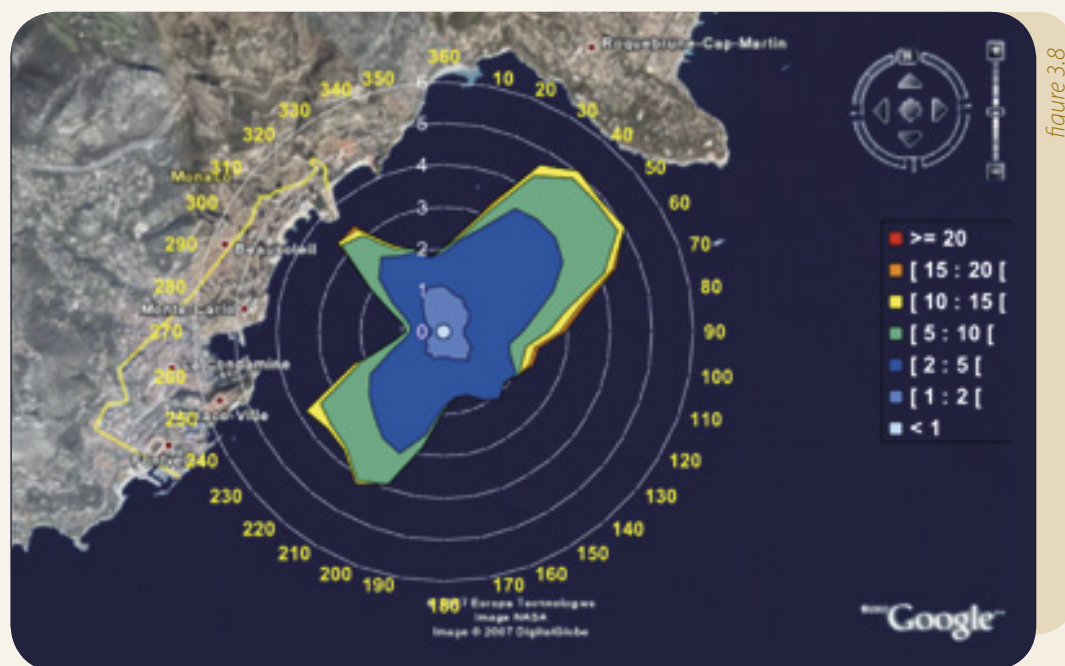
■ Total des précipitations en (mm)      ● Nombre de jours de pluies

## • Les vents

On retrouve dans la région 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 » qui 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 Sirrocco ou « Sirocu », est un vent chaud et humide peu fréquent qui amène des pluies de sable.

L'établissement d'une Rose des vents permet de représenter le pourcentage des fréquences des vents en fonction de leurs vitesses et directions sur une période donnée.



Rose des vents moyennes observées du 1<sup>er</sup> janvier 2000 au 31 décembre 2008

## Fréquence des vents sur la période 2000-2008

- Les vents nuls représentent 6,6 % des observations.
- Les vents faibles représentent 68,9% des occurrences avec la répartition ci-dessous :  
21.6% sont des vents de 1 à 2 m/s (soit entre 3.6 et 7.2 km/h).  
47.3 % sont des vents de 2 à 5 m/s (soit entre 7.2 et 18 km/h).
- Les vents de vitesses plus élevées, entre 5 et 15 m/s (soit entre 18 et 54 km/h) représentent 21.9 % des observations et sont orientés de secteur Sud-Ouest à Nord-Est, de façon parallèle à la côte.
- Les vents forts, vitesses supérieures à 15 m/s (soit 54 km/h), représentent 0.6 % des observations et sont observés principalement dans le secteur Est.
- Les vents très forts, vitesses supérieures à 20 m/s (soit 72 km/h) ne sont que très rarement enregistrés et montrent que la Principauté de Monaco reste relativement abritée de ce type de vents.

\*Selon la norme « vient de »  
 \*\*La direction 360° représente la direction Nord

Secteurs*	Intervalle d'orientation en degré**	Vitesse (m/s)							Fréquences des directions %
		< 1	[ 1 : 2[	[ 2 : 5[	[ 5 : 10[	[ 10 : 15[	[ 15 : 20[	>= 20	
		%	%	%	%	%	%	%	
Nord	315-345		2,4	3,5	1,0	0,3	0,1	0,0	7,3
	345-15		2,7	2,7	0,2	0,1	0,0	0,0	5,7
	15-45		2,1	6,9	2,6	0,7	0,1	0,0	12,4
Est	45-75		1,6	7,5	4,1	0,5	0,1	0,0	13,8
	75-105		1,0	4,2	1,8	0,8	0,3	0,0	8,1
	105-135		1,7	3,4	0,4	0,2	0,1	0,0	5,8
Sud	135-165		1,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
	165-195		1,3	4,1	0,4	0,0	0,0	0,0	5,8
	195-225		1,5	6,6	3,0	0,2	0,0	0,0	11,3
Ouest	225-255		0,9	4,2	3,4	0,7	0,0	0,0	9,2
	255-285		0,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	2,6
	285-315		1,0	2,9	2,1	0,1	0,0	0,0	6,1
Fréquences des vitesses en %		6,6	17,9	50,8	19,6	3,6	0,7	0,0	100,0

Tableau 3.6

Fréquences des vents moyens en fonction de leurs directions et vitesses pour la période 2000 - 2008

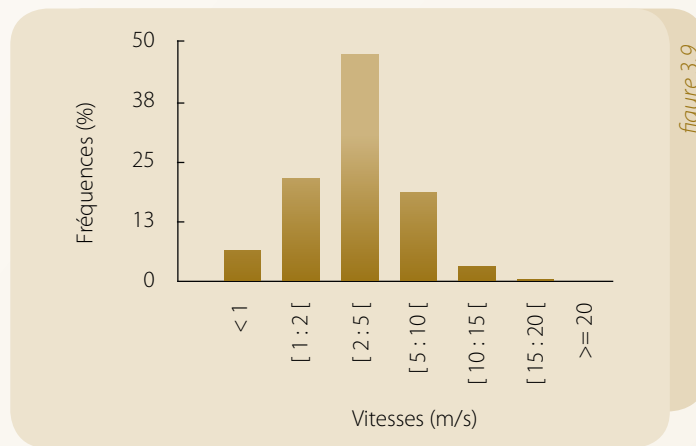


figure 3.9  
 Distribution des vitesses des vents pour la période 2000 - 2008

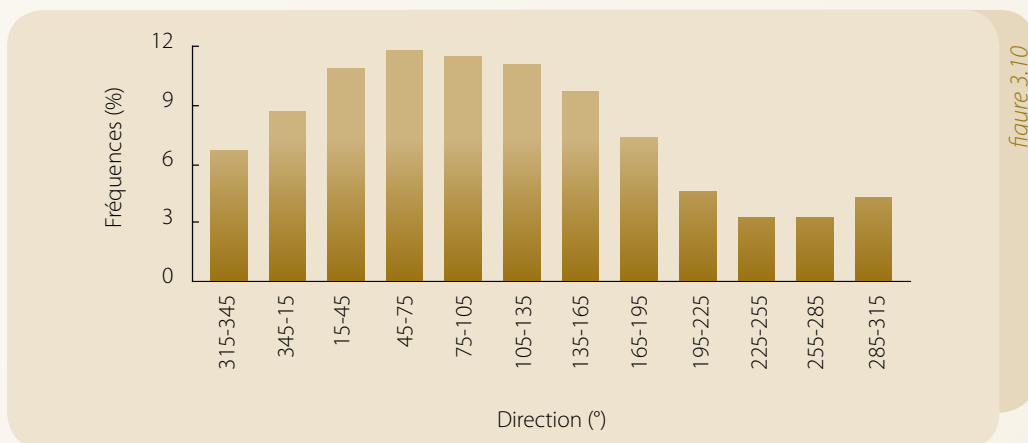


figure 3.10  
 Distribution des vents en fonction de leurs orientations pour la période 2000 - 2008

## • Le rayonnement solaire

Même au cours des mois pluvieux, c'est sur la côte méditerranéenne que l'on note la plus forte insolation de France. Le Mistral est un des facteurs induisant cette forte insolation en chassant les perturbations et les nuages.

Variations saisonnières du rayonnement solaire

Mois	Rayonnement mensuel global (MJ/m <sup>2</sup> /mois) *
janvier	13,2
février	19,6
mars	29,5
avril	36,3
mai	44,6
juin	51,0
juillet	52,4
août	44,7
septembre	34,8
octobre	23,1
novembre	14,7
décembre	9,5
Somme annuelle	373,5

Tableau 3.7

Moyennes mensuelles du rayonnement global pour la période 2000 - 2008

\*Mégajoules par mètre carré et par mois

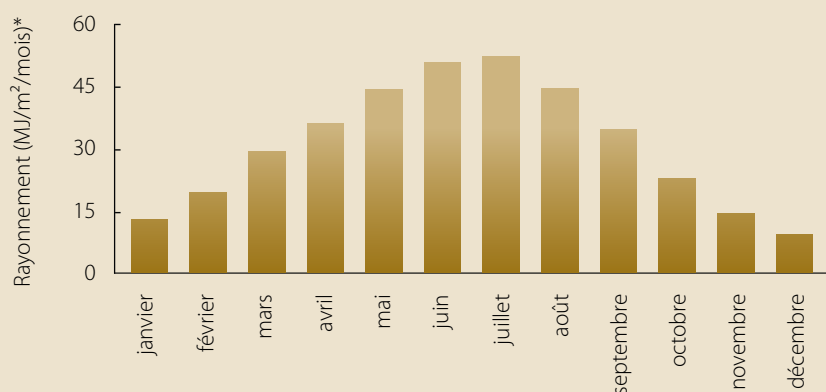


figure 3.11

Moyennes du rayonnement global mensuel pour la période 2000 - 2008

# 3

## Variations annuelles du rayonnement solaire

Années	Rayonnement annuel global (MJ/m <sup>2</sup> /ans)**
2000	395
2001	401
2002	387
2003	391
2004	373
2005	***
2006	351
2007	322
2008	362
Moyenne annuelle	373

Tableau 3.8

Rayonnement annuel global pour la période 2000 - 2008

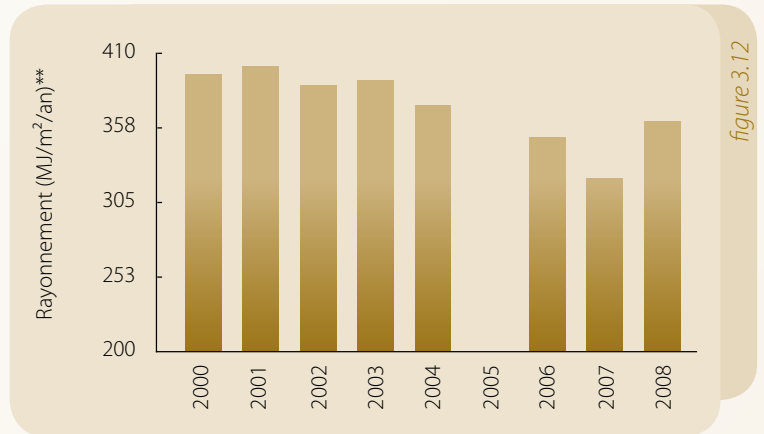


figure 3.12

Variations du rayonnement global annuel exprimées en MJ/m<sup>2</sup>/an de 2000 à 2008

\*MégaJoules par mètre carré et par mois

\*\*MégaJoules par mètre carré et par an

\*\*\* absence de données suite à une défaillance des systèmes de mesures

Mois/ Années	Rayonnement global mensuel moyen en MJ/m <sup>2</sup> /Mois*									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
janvier	17	14	16	16,1	15,5	15,6	9,8	7,2	7,9	
février	23	23	23	22,2	15,4	20,9	20,3	12,0	16,4	
mars	31	29	31	34,8	28,5	30,7	29,6	24,3	26,6	
avril	35	41	36	38,7	36,9	34,9	40,6	32,3	31,2	
mai	49	41	47	46,3	44,8	49,2	47,4	40,2	36,8	
juin	54	55	53	54,3	53,6	51,0	48,8	44,2	45,4	
juillet	55	55	51	56,4	51,7	55,4	44,1	50,0	53,2	
août	45	48	44	44,6	46,0	***	42,6	39,3	48	
septembre	37	37	35	34,5	36,7	***	26,7	31,7	39,7	
octobre	22	26	24	20,6	19,3	***	21,4	20,1	31,7	
novembre	15	17	15	11,1	14,3	***	12,2	12,8	20,4	
décembre	12	15	12	10,9	10,5	5,0	8,1	7,6	4,4	

Tableau 3.9

Rayonnement global mensuel pour la période 2000 - 2008

## • L'hygrométrie

Contrairement à d'autres régions, l'humidité estivale est 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) stagne sur la Principauté. Le vent faible estival ne suffit pas à chasser cet air humide qui peut induire des brouillards matinaux et en soirée. En revanche les vents forts hivernaux comme le Mistral empêchent la stagnation de ces masses d'air.

### Variations saisonnières

Années	Humidité relative, moyennes mensuelles en %
janvier	59,0
février	58,3
mars	60,2
avril	65,3
mai	64,6
juin	68,3
juillet	65,5
août	67,4
septembre	61,9
octobre	64,7
novembre	62,2
décembre	55,9

Tableau 3.10

Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période 2000 - 2008

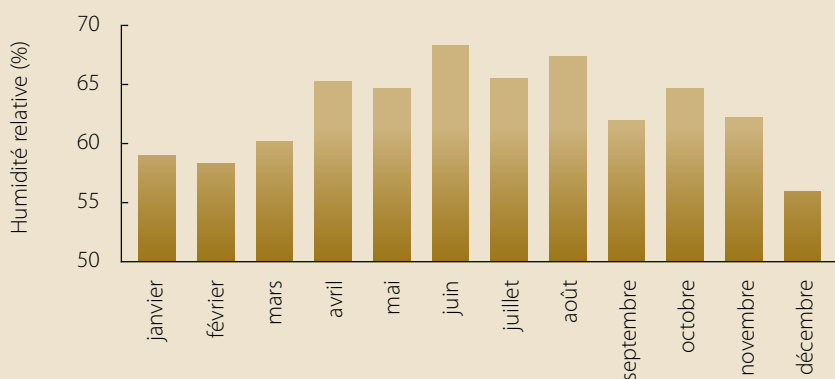


figure 3.13

Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période 2000 - 2008

## Observations annuelles sur la période 2000-2008

\* absence de données suite à une défaillance des systèmes de mesures

Années	Humidité relative, moyennes annuelles en %
2000	68,9
2001	68,0
2002	*
2003	59,4
2004	61,8
2005	61,2
2006	62,4
2007	58,2
2008	62,6

Tableau 3.11

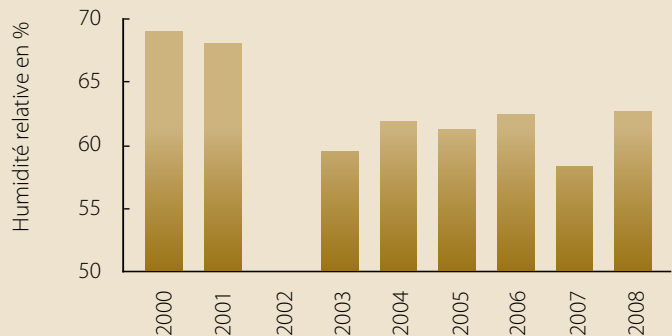


figure 3.14

Moyennes annuelles de l'humidité relative pour la période 2000 - 2008

Moyennes annuelles de l'humidité relative pour la période 2000 - 2008

\* absence de données suite à une défaillance des systèmes de mesures

Mois/ Années	Humidité relative en %								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
janvier	61	*	64	51,2	52,0	51,7	65,2	61,9	64,8
février	66	71	*	41,2	63,9	47,3	58,0	59,9	59,4
mars	63	*	*	63,9	57,5	66,7	59,7	53,1	57,2
avril	74	67	*	61,7	64,5	66,1	70,4	59,2	59,4
mai	71	*	*	60,3	64,1	67,0	67,1	62,7	60,4
juin	69	73	*	71,8	68,3	67,6	63,0	66,7	66,6
juillet	70	77	*	67,3	65,3	60,1	59,4	59,1	*
août	77	74	*	62,0	66,8	*	59,1	61,3	71,5
septembre	67	63	*	56,4	59,3	*	67,4	57,6	62,7
octobre	74	*	*	56,7	70,3	*	64,1	55,4	67,3
novembre	69	66	*	66,1	57,9	*	61,7	53,9	60,6
décembre	66	53	*	54,3	51,6	63,0	53,3	47,7	58,5

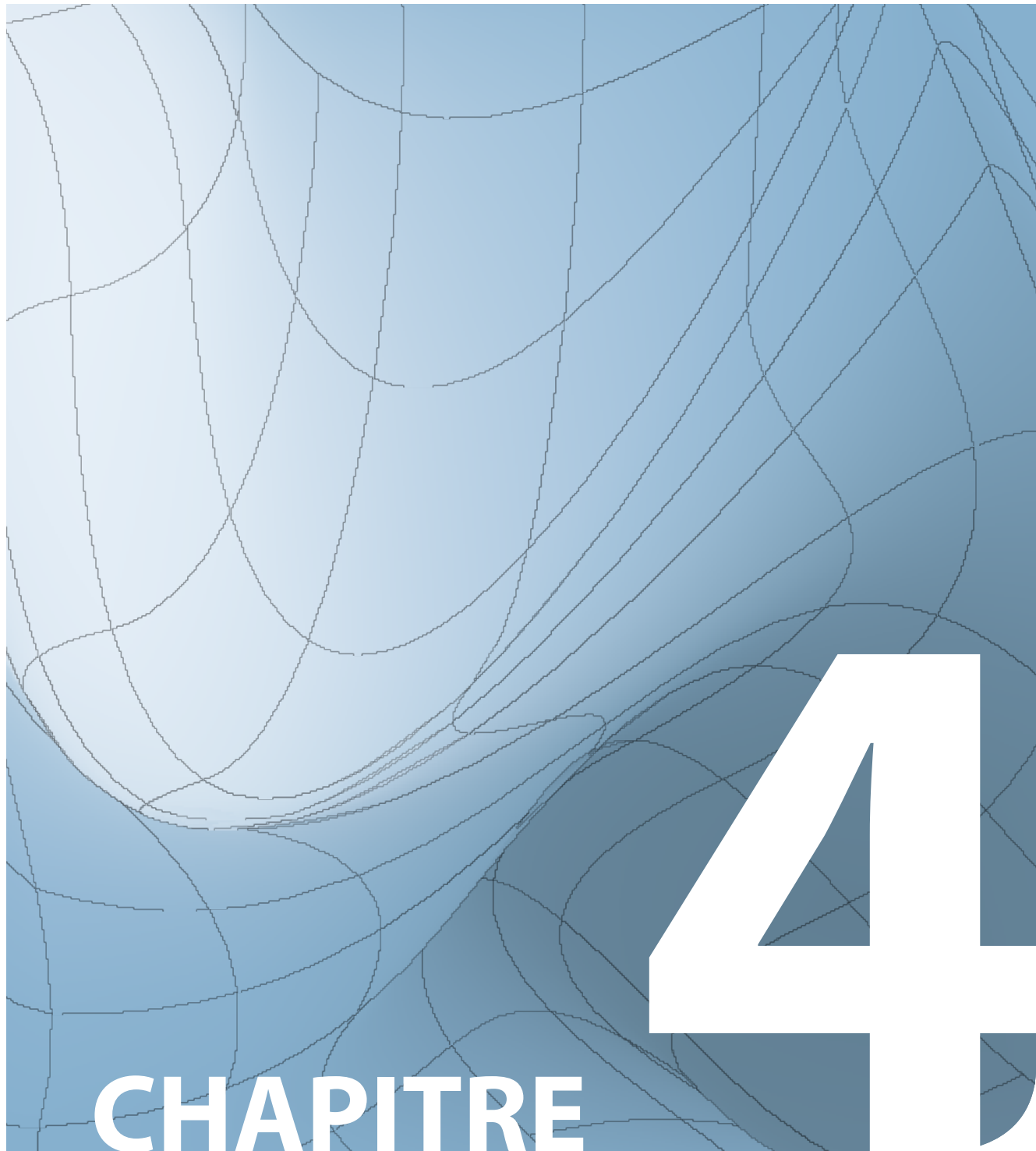
Tableau 3.12

Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période 2000 - 2008









# CHAPITRE

# 4

## QUALITÉ DE L'AIR

# 4

L'air naturel, mélange complexe composé principalement d'azote (78 %) et d'oxygène (21 %), est indispensable à la vie. Chacun de nous en inhale 12 000 à 15 000 litres par jour.

Les quantités de substances diverses rejetées dans l'atmosphère, qui altèrent la composition normale de l'air, n'ont cessé d'augmenter. La quasi-totalité des activités humaines est source de pollution de l'air. Elle apparaît essentiellement sous deux formes :

- Gazeuse : présence de gaz nouveaux ou augmentation de la proportion d'un gaz existant naturellement,
- Solide : mise en suspension de poussières.

Les activités à Monaco qui contribuent le plus significativement à la pollution de l'air, sont les suivantes :

## 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, essentiellement 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...

## L'incinération des déchets

Elle est à l'origine de plusieurs types de polluants, parmi lesquels, les métaux lourds, les dioxines et les furannes.

Ces polluants sont principalement générés par l'incinération d'ordures ménagères et notamment des plastiques.

## 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<sup>er</sup>, rue Grimaldi, boulevard du Jardin Exotique, place des Moulins, Ecole de Fontvieille et boulevard Charles III). Ces stations fournissent des mesures de l'air en continu. Un poste central informatisé recueille quotidiennement ces mesures (moyennes quarts-horaires), pour les alertes pollution, les bilans d'évolution et de variation de la qualité de l'air.

## 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<sup>er</sup> 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) mesuré sur les stations de la rue Grimaldi et de la place des Moulins.



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

## 1.2 Evaluation de la qualité de l'air en fonction des normes européennes

La législation européenne en matière de pollution atmosphérique est basée sur les directives 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000. Elle est transposée en droit français par le décret n° 2002-213 du 15 février 2002. Ce décret modifie le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement. Les polluants visés sont : le dioxyde d'azote, les particules fines et les particules en suspension, le plomb, le dioxyde de soufre, l'ozone, le monoxyde de carbone et le benzène.

Les valeurs des mesures des différentes stations de la Principauté seront comparées aux valeurs limites fixées par ces directives.

## 1.3 Valeurs relevées

### Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore et incolore. A haute concentration, il est fortement toxique.

Il provient de la combustion incomplète, à haute température, des carburants et des combustibles (gaz naturel, charbon, bois, ...). Des taux importants de monoxyde de carbone peuvent être constatés lors du fonctionnement de moteurs dans un espace relativement fermé (tunnels, parking) ou lors d'embouteillage, ainsi qu'en cas de défaut de fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique.

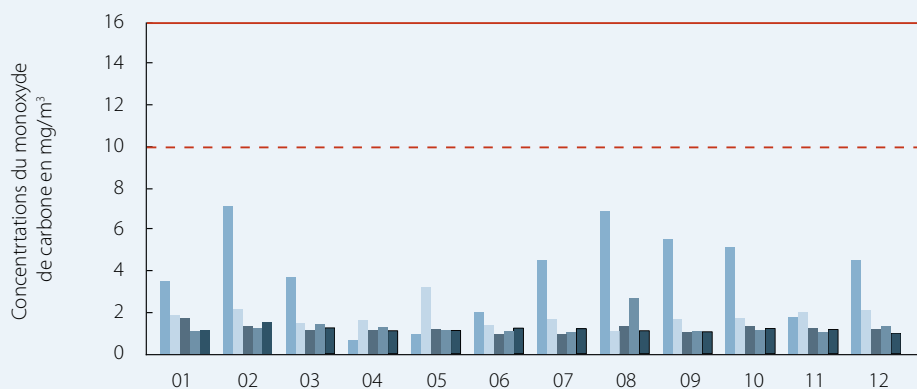
Dans certaines conditions, le monoxyde de carbone participe à la formation de l'ozone.

Les valeurs données par la directive européenne 1999/30/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 <sup>3</sup> avec une marge de dépassement de 60%

Les diverses stations de la Principauté affichent, pour l'année 2008, des valeurs inférieures à la valeur limite fixée par les directives européennes.

Depuis la mise en place de la surveillance de la qualité de l'air en Principauté de Monaco, il a été constaté une amélioration quasi constante de la qualité pour le monoxyde de carbone.



*Valeurs maximales des moyennes horaires sur 8 heures du monoxyde de carbone (CO) exprimées en mg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008*

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III
01/2008	3,54	1,91	1,75	1,16	1,20
02/2008	7,16	2,20	1,38	1,30	1,58
03/2008	3,75	1,53	1,18	1,49	1,30
04/2008	0,71	1,69	1,21	1,34	1,16
05/2008	0,98	3,26	1,23	1,20	1,18
06/2008	2,08	1,41	1,01	1,14	1,29
07/2008	4,59	1,70	0,99	1,08	1,26
08/2008	6,93	1,15	1,38	2,74	1,16
09/2008	5,60	1,71	1,08	1,14	1,11
10/2008	5,19	1,76	1,39	1,19	1,28
11/2008	1,80	2,04	1,29	1,11	1,23
12/2008	4,56	2,16	1,23	1,40	1,05

*Valeurs maximales des moyennes horaires sur 8 heures du monoxyde de carbone (CO) exprimées en mg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008*

# 4

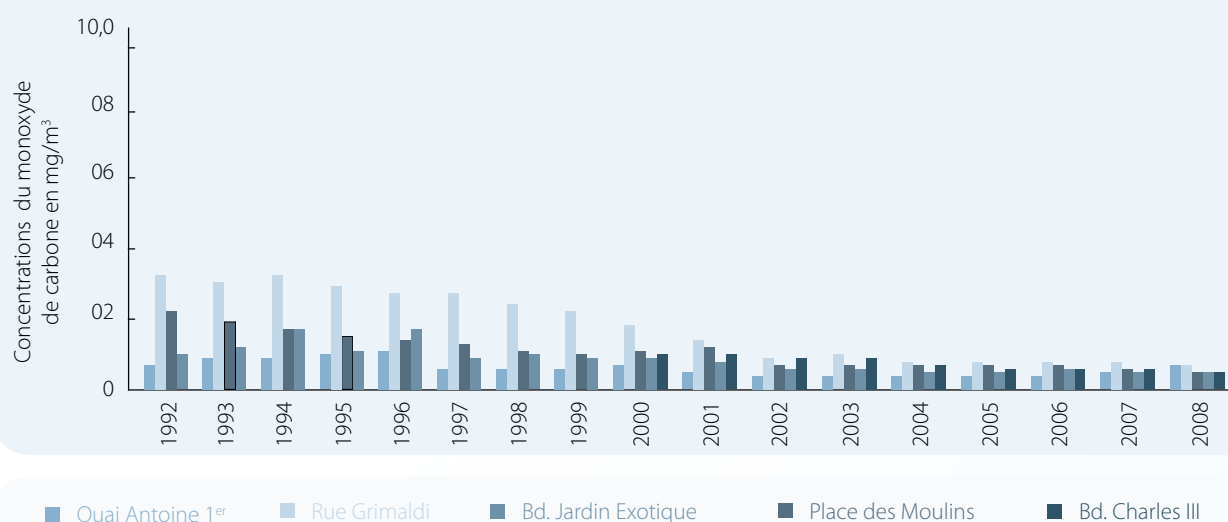


figure 4.2

Concentrations moyennes annuelles du monoxyde de carbone (CO) exprimées en mg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté de 1992-2008

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III
1992	0,7	3,2	2,2	1,0	-
1993	0,9	3,0	1,9	1,2	-
1994	0,9	3,2	1,7	1,7	-
1995	1,0	2,9	1,5	1,1	-
1996	1,1	2,7	1,4	1,7	-
1997	0,6	2,7	1,3	0,9	-
1998	0,6	2,4	1,1	1,0	-
1999	0,6	2,2	1,0	0,9	-
2000	0,7	1,8	1,1	0,9	1,0
2001	0,5	1,4	1,2	0,8	1,0
2002	0,4	0,9	0,7	0,6	0,9
2003	0,4	1,0	0,7	0,6	0,9
2004	0,4	0,8	0,7	0,5	0,7
2005	0,4	0,8	0,7	0,5	0,6
2006	0,4	0,8	0,7	0,6	0,6
2007	0,5	0,8	0,6	0,5	0,6
2008	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5

Tableau 4.2

Concentrations moyennes annuelles du monoxyde de carbone (CO) exprimées en mg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté de 1992-2008



## Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore et irritant, d'odeur piquante. Pour notre santé, le dioxyde de soufre en concentration excessive est nuisible et touche principalement les voies respiratoires.

Son origine est essentiellement due à l'utilisation de combustibles fossiles contenant du soufre, tels que le fuel, le charbon.

Le dioxyde de soufre (avec le dioxyde d'azote) est considéré comme le premier responsable des pluies acides. Dans l'atmosphère, il se combine chimiquement pour générer des sels de sulfate qui donnent des particules fines secondaires.

Sa teneur dans l'atmosphère a fortement diminué depuis 20 ans dans toute l'Europe occidentale, grâce à l'abandon du chauffage au charbon, et à l'utilisation systématique de combustibles à faible teneur en soufre.

Le tableau suivant présente les valeurs données par la directive européenne 1999/30/CE pour le dioxyde de soufre.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	500 µg/m <sup>3</sup>
Valeurs limites pour la protection de la santé	1 heure	350 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile
Valeurs limites pour la protection de la santé	1 jour	125 µg/m <sup>3</sup> 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 2008.

La moyenne journalière 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 2008.

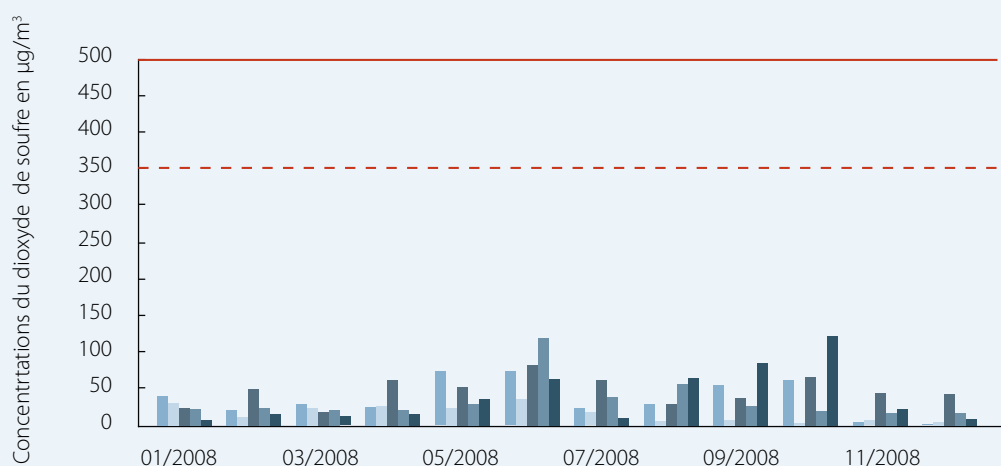


figure 4.3

Valeurs maximales des moyennes horaires de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois l'année 2008

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III
01/2008	38	30	24	22	9
02/2008	21	12	47	23	16
03/2008	29	23	19	21	13
04/2008	25	26	58	21	16
05/2008	69	24	50	28	35
06/2008	69	35	77	111	60
07/2008	23	18	58	37	11
08/2008	28	7	29	53	61
09/2008	52	9	36	26	80
10/2008	58	5	62	20	113
11/2008	6	8	42	17	22
12/2008	3	6	41	17	10

Tableau 4.3

Valeurs maximales des moyennes horaires de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour l'année 2008

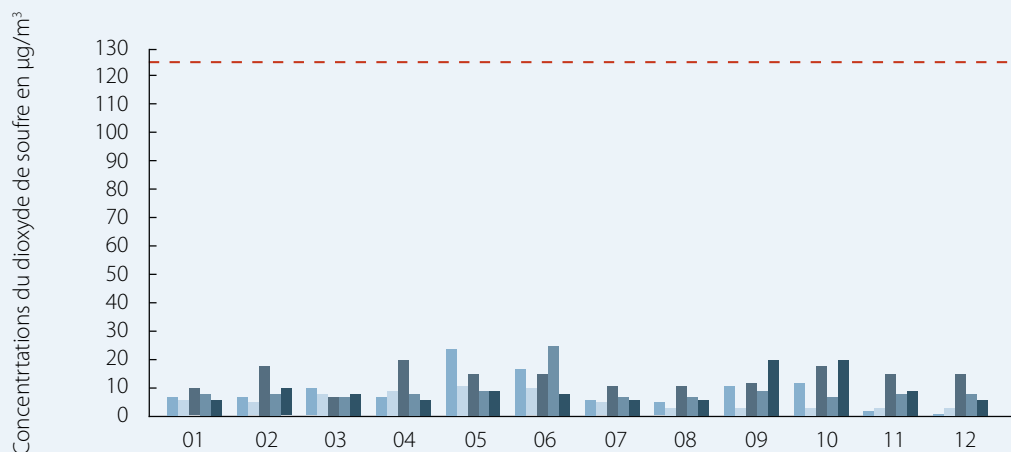


figure 4.4



Valeurs maximales des moyennes journalières de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III
01/2008	7	6	10	8	6
02/2008	7	5	18	8	10
03/2008	10	8	7	7	8
04/2008	7	9	20	8	6
05/2008	24	11	15	9	9
06/2008	17	10	15	25	8
07/2008	6	5	11	7	6
08/2008	5	3	11	7	6
09/2008	11	3	12	9	20
10/2008	12	3	18	7	20
11/2008	2	3	15	8	9
12/2008	1	3	15	8	6

Tableau 4.4

Valeurs maximales des moyennes journalières de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008

# 4

## Ozone (O<sub>3</sub>)

La problématique de l'ozone (O<sub>3</sub>) dans notre environnement intervient de deux manières :

- Dans la stratosphère : à une altitude supérieure à 10-15 km, l'ozone se forme par absorption du rayonnement solaire. Cette couche nous protège des rayons ultraviolets.
- Dans l'air ambiant : l'ozone se forme à partir des oxydes d'azote et des composés organiques volatiles (COV), appelés aussi précurseurs. Cet ozone (ou ozone troposphérique, l'ozone que nous respirons) est nuisible pour la santé. Les concentrations maximales sont observées en période estivale et éloignées des sources de pollution (périphérie des villes, campagne, montagne, ...). Les stations d'ambiance de la Principauté mesurent cet ozone.

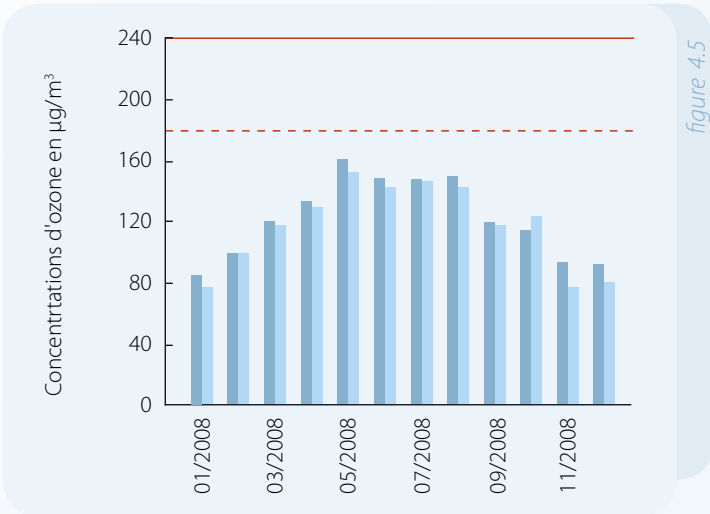
De par ses propriétés oxydantes, l'ozone porte atteinte aux voies respiratoires et au système cardio-vasculaire. Il peut provoquer, lors d'une exposition prolongée à de fortes concentrations, des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire, en particulier sur les personnes sensibles. 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. En France, des altérations ont été constatées sur les résineux notamment dans les forêts des Alpes du Nord, du Jura et du massif vosgien. Dans le parc du Mercantour, ont également été constatés des taux d'ozone élevés provoquant l'apparition de nécrose sur les résineux.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	240 µg/m <sup>3</sup> <small>le dépassement du seuil doit être mesuré pour 3 heures consécutives</small>
Seuil d'information	1 heure	180 µg/m <sup>3</sup>

Le tableau suivant présente les valeurs données par la directive européenne 1999/30/CE pour l'ozone.

Pour toute l'année 2008, les valeurs maximales des moyennes horaires mesurées sur les stations de la Principauté n'ont pas franchi les seuils d'information et d'alerte à la population.



Valeurs maximales des moyennes horaires d'ozone (O<sub>3</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008



Tableau 4.5

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille
01/2008	85	77
02/2008	99	99
03/2008	120	117
04/2008	133	129
05/2008	160	152
06/2008	148	142
07/2008	147	146
08/2008	149	142
09/2008	119	117
10/2008	114	123
11/2008	93	77
12/2008	92	80

Valeurs maximales des moyennes horaires d'ozone (O<sub>3</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008

# 4

## Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Les oxydes d'azote (NO) englobent les composés formés d'azote et d'oxygène. Les principaux représentants sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). 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.

En terme de qualité de l'air, c'est le dioxyde d'azote et pas le monoxyde d'azote qui produit des effets nuisibles pour l'homme et son environnement.

Le dioxyde d'azote provient principalement des véhicules et des installations de combustion. Le pot catalytique permet, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Néanmoins, cette diminution est compensée en partie par l'augmentation constante du parc automobile.

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. Ils contribuent avec le dioxyde de soufre au phénomène des pluies acides.

Le tableau suivant présente les valeurs données par la directive européenne 1999/30/CE pour le dioxyde d'azote.

	Période de référence	Valeur
Seuil d'alerte	1 heure	400 µg/m <sup>3</sup>
Valeurs limites pour la protection de la santé	1 heure	220 µg/m <sup>3</sup> <small>(pour l'année 2008) à ne pas dépasser plus de 18 fois par an</small>
Valeurs limites pour la protection de la santé	Année civile	2001 : 58 µg/m <sup>3</sup> 2002 : 56 µg/m <sup>3</sup> 2003 : 54 µg/m <sup>3</sup> 2004 : 52 µg/m <sup>3</sup> 2005 : 50 µg/m <sup>3</sup> 2006 : 48 µg/m <sup>3</sup> 2007 : 46 µg/m <sup>3</sup> 2008 : 44 µg/m <sup>3</sup> 2009 : 42 µg/m <sup>3</sup> 2010 : 40 µg/m <sup>3</sup>

En Principauté, aucun dépassement du seuil d'alerte (400 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire) n'est à signaler.

La valeur limite horaire préconisée par la directive européenne pour la protection de la santé humaine est de 220 µg/m<sup>3</sup>. En cas de dépassement, le nombre autorisé est de 18 par année.

Cette valeur limite horaire de 220µg/m<sup>3</sup> a été dépassée trois fois à la station du «Boulevard Jardin Exotique» (au mois d'août : le 17 à 17h00 et 18h00 et le 28 à 18h00), ainsi qu'une fois à la station «Boulevard Charles III» (un seul dépassement le 16 avril 2008 à 16h00).

Les stations de proximité («Rue Grimaldi», «Bd Jardin Exotique», «place des Moulins» et «Bd Charles III») mesurent directement la pollution émise par le trafic routier. Pour 2008, bien que trois stations aient encore des valeurs qui dépassent celles de la directive européenne, la moyenne annuelle diminue par rapport à l'année précédente.

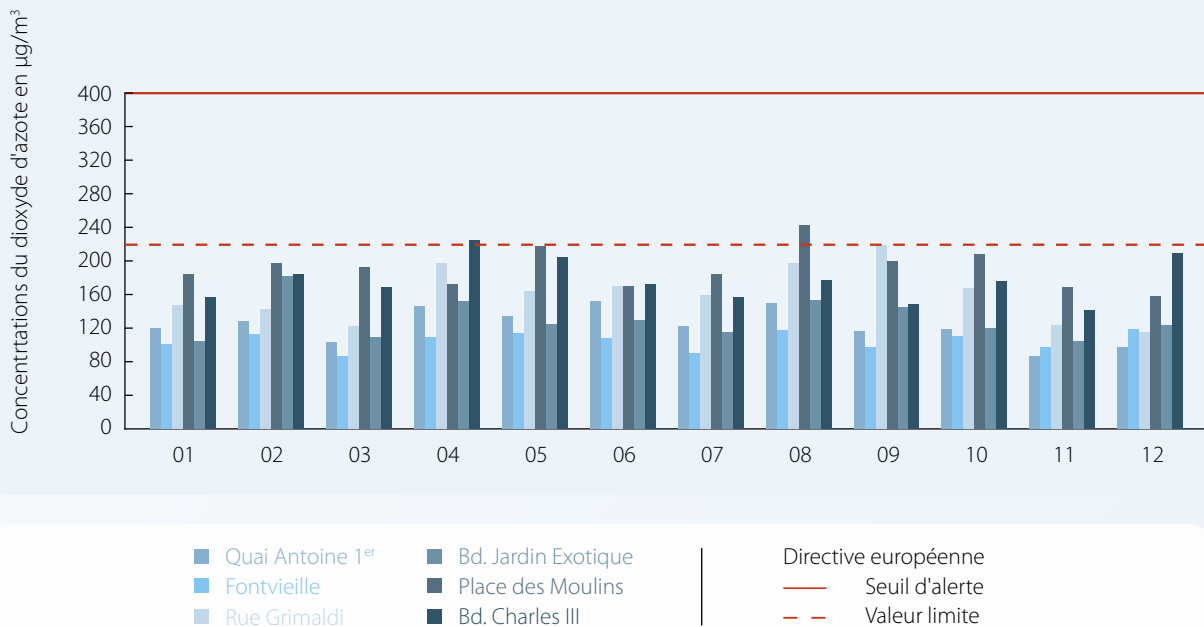


figure 4.6

Valeurs maximales du mois des moyennes horaires de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III
01/2008	120	101	147	184	105	157
02/2008	128	113	142	196	181	184
03/2008	103	87	122	192	109	168
04/2008	146	109	196	172	152	224 (1)
05/2008	134	114	163	217	125	204
06/2008	152	108	170	170	129	172
07/2008	122	91	159	184	115	156
08/2008	149	118	196	241 (3)	153	176
09/2008	116	98	218	199	145	148
10/2008	119	111	167	207	120	175
11/2008	87	98	123	168	105	141
12/2008	98	119	115	158	124	208

Tableau 4.6

Valeurs maximales des moyennes horaires de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008 – entre parenthèses le nombre de dépassement par rapport à la valeur limite horaire.

# 4

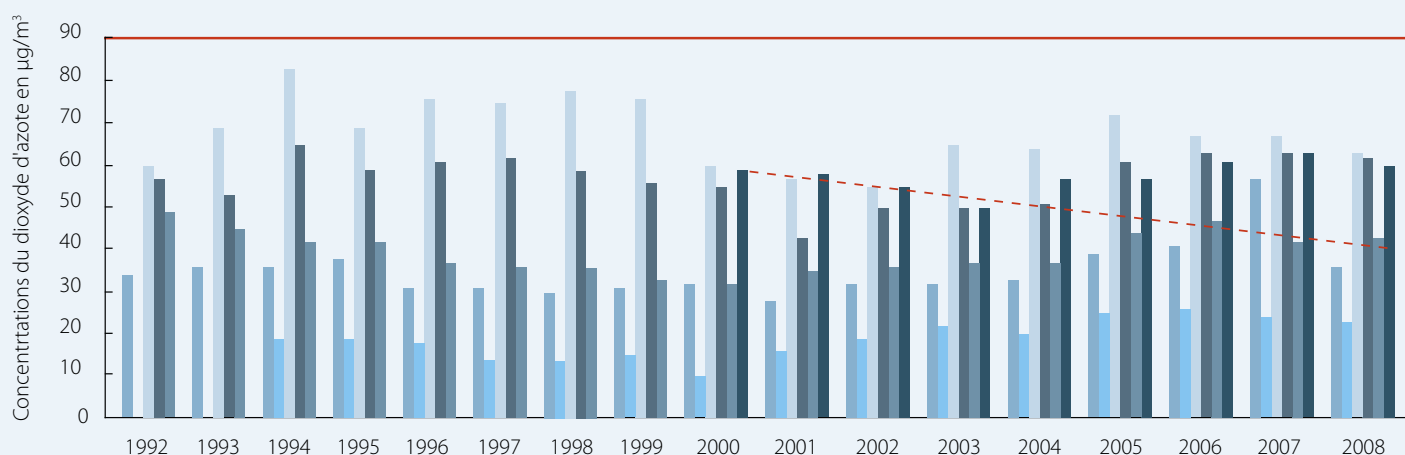


figure 4.7



Concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille	Rue Grimaldi	Bd. Jardin Exotique	Place des Moulins	Bd. Charles III	Directive européenne
1992	34	-	60	57	49	-	-
1993	36	-	69	53	45	-	-
1994	36	19	83	65	42	-	-
1995	38	19	69	59	42	-	-
1996	31	18	76	61	37	-	-
1997	31	14	75	62	36	-	-
1998	30	14	78	59	36	-	-
1999	31	15	76	56	33	-	-
2000	32	10	60	55	32	59	60
2001	28	16	57	43	35	58	58
2002	32	19	55	50	36	55	56
2003	32	22	65	50	37	50	54
2004	33	20	64	51	37	57	52
2005	39	25	72	61	44	57	50
2006	41	26	67	63	47	61	48
2007	57	24	67	63	42	63	46
2008	36	23	63	62	43	60	44

Tableau 4.7

Valeurs des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années



## Particules en suspension (PM<sub>10</sub>)

Elles constituent un mélange complexe de substances organiques ou minérales. Elles peuvent être d'origine naturelle (volcan) ou anthropique (combustion industrielle ou de chauffage, incinération). On distingue les particules « fines » provenant des fumées des moteurs « diesel » ou des industries et les « grosses » particules provenant des chaussées ou d'effluents industriels.

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures, alors que les plus fines pénètrent au plus profond des alvéoles pulmonaires. Certaines de ces particules contiennent des hydrocarbures aromatiques ayant des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Le tableau suivant présente les valeurs données par la directive européenne 1999/30/CE pour les particules en suspension.

	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé	1 jour	50 µg/m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> Marge de dépassement : 20%

# 4

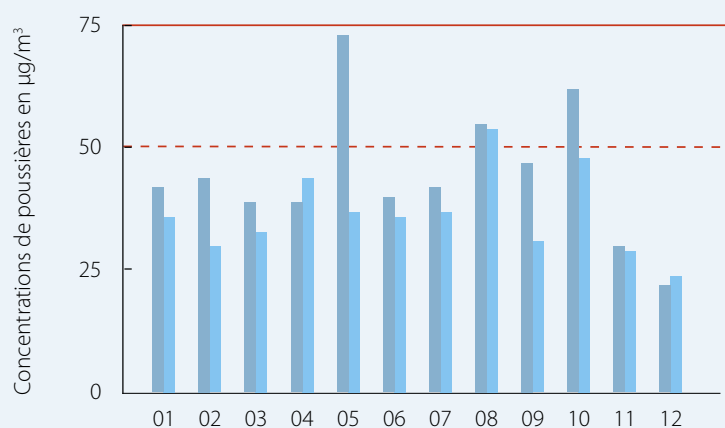


figure 4.8

Valeurs maximales des moyennes journalières de poussières exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008



Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille
01/2008	42	36
02/2008	44	30
03/2008	39	33
04/2008	39	44
05/2008	73 (2)	37
06/2008	40	36
07/2008	42	37
08/2008	55 (1)	54
09/2008	47	31
10/2008	62 (2)	48
11/2008	30	29
12/2008	22	24

Tableau 4.8

Tableau 4.8 représentant les valeurs maximales des moyennes journalières de poussières exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté pour les mois de l'année 2008 – entre parenthèse le nombre de dépassement par rapport à la valeur limite

Les mesures sur les différentes stations de la Principauté restent inférieures à la marge de dépassement. 5 dépassements ont été constatés en 2008 (la directive européenne en autorise 35) : les 26/05, 28/05, 11/08, 16/10 et 17/10.

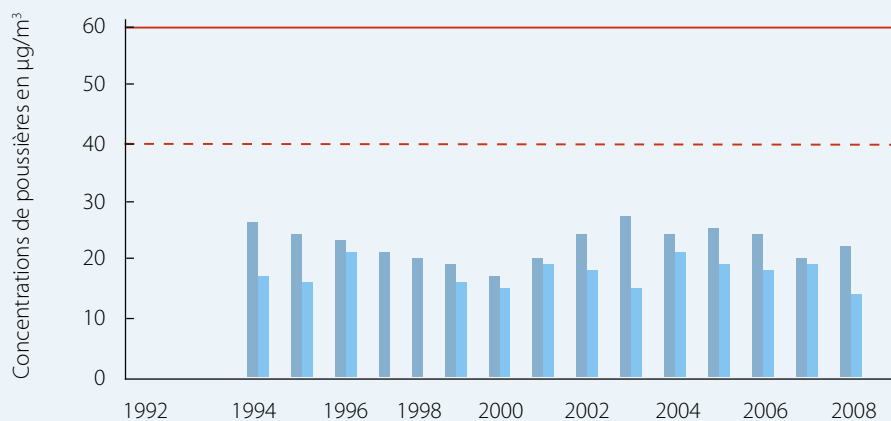


figure 4.9

■ Quai Antoine 1<sup>er</sup>  
■ Fontvieille

— Directive européenne  
— Dépassement  
- - - Valeur limite

Concentrations annuelles moyennes de poussières exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille
1992	-	-
1993	-	-
1994	26	17
1995	24	16
1996	23	21
1997	21	-
1998	20	-
1999	19	16
2000	17	15
2001	20	19
2002	24	18
2003	27	15
2004	24	21
2005	25	19
2006	24	18
2007	20	19
2008	22	14

Tableau 4.9

Concentrations annuelles moyennes de poussières exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années

Les valeurs relevées sur les stations de mesures de la Principauté sont toutes inférieures à la valeur limite fixée par la directive européenne qui est de 40 µg/m<sup>3</sup>.

# 4

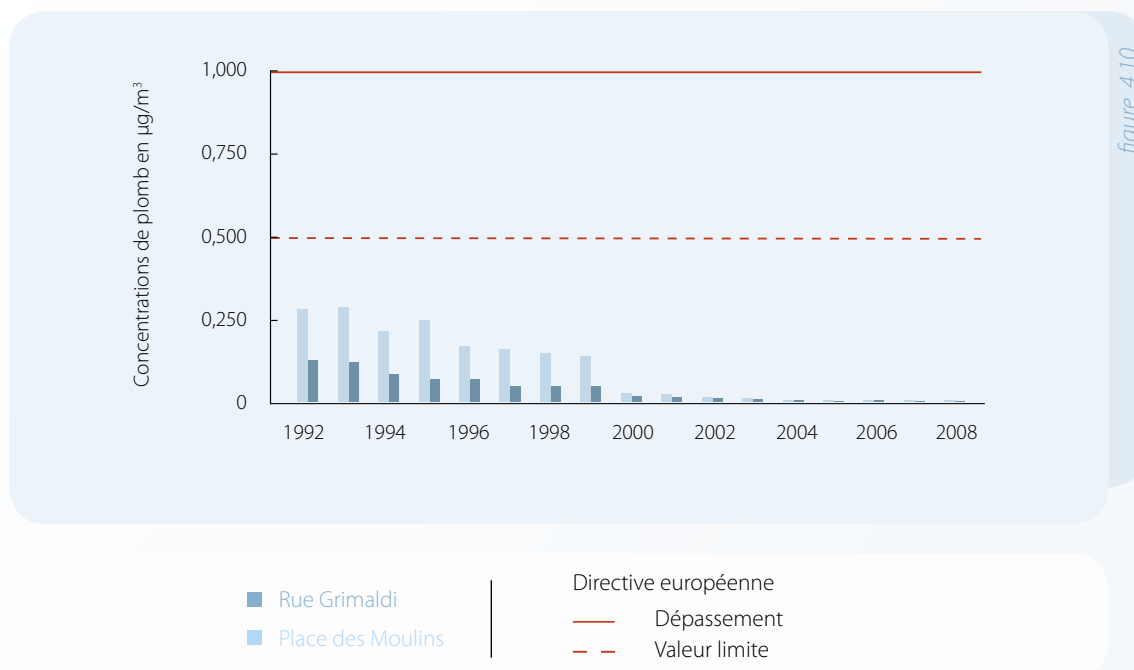
## Plomb

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 décliné.

Le tableau suivant présente les valeurs données par la directive européenne 1999/30/CE pour le plomb.

	Période de référence	Valeur
Valeurs limites pour la protection de la santé	Année civile	0,5 µg/m <sup>3</sup> Marge de dépassement : 100%

Pour le plomb, les mesures des stations de la Principauté indiquent une baisse constante des valeurs avec notamment une chute des valeurs en 2000 due à l'interdiction du plomb dans les essences.



Concentrations moyennes annuelles de plomb exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années

Mois	Quai Antoine 1 <sup>er</sup>	Fontvieille
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

Tableau 4.10

*Concentrations moyennes annuelles de plomb exprimées en µg par m<sup>3</sup> d'air en divers points de la Principauté en fonction des années*

## 2. Contribution de UIRUI (Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels)

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 du volume d'environ 90% et de la masse d'environ 75% des déchets. Elle permet également, par des systèmes de co-génération, la production d'énergie sous forme de vapeur et d'électricité.

Cette technique de traitement des déchets, si elle offre certains avantages, provoque cependant l'émission de gaz de combustion (principalement du gaz carbonique et de l'eau) qu'il est nécessaire de dépolluer avant un rejet 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 notamment vis-à-vis des dioxines-furannes et des métaux lourds .

L'efficacité du traitement mis en œuvre et l'innocuité des retombées sont évaluées par la mesure des retombées directes et par la mesure de polluants pouvant être absorbés par les organismes végétaux.

## — 2.1 Evaluation de la mise à niveau du système de filtration de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels par la mesure de retombées directes

La Direction de l'Environnement a fait appel à l'INERIS (l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) et au laboratoire de référence CARSO de Lyon afin d'évaluer l'impact des rejets des fumées de l'usine d'incinération sur son environnement en ce qui concerne les dioxines et les furannes.

Les objectifs de ces 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 quatre campagnes de mesures ont été réalisées :

- La première (C1), 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 seconde (C2), du 18 octobre au 15 novembre 2006, alors que l'usine était à l'arrêt pour permettre l'installation des équipements.
- La troisième (C3) 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.

Une quatrième campagne de mesures (C4) a eu lieu dans le courant du mois d'août 2008 à la demande de la Direction de l'Environnement dans le cadre de la surveillance régulière des retombées de ces polluants.

Ces mesures ont été effectuées en six points retenus dans le cadre de cette étude :

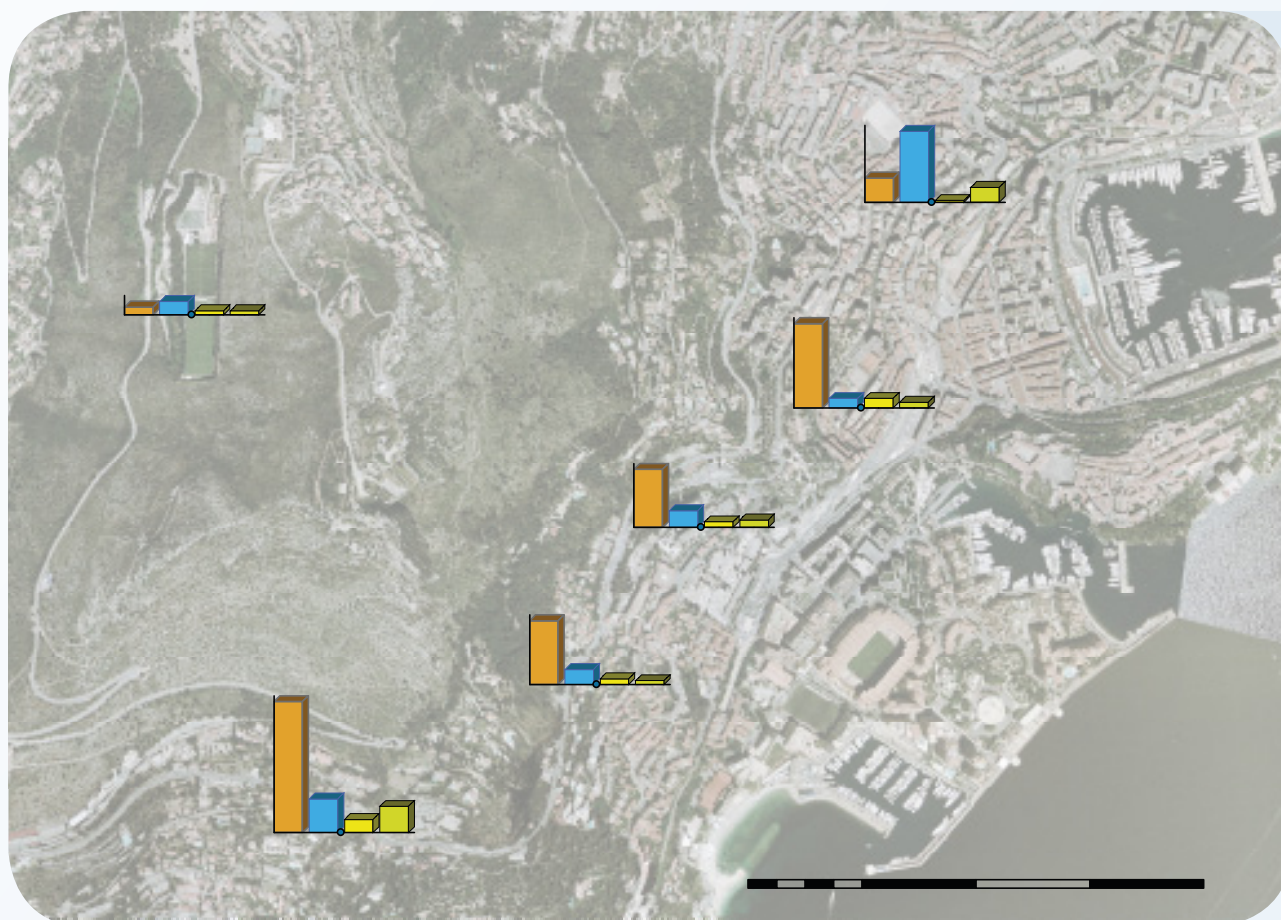
Quatre sites d'exposition en milieu urbain

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

Deux sites représentatifs du bruit de fond

- N°5 : Terrain d'entraînement de l'ASM à la Turbie, représentatif du bruit de fond montagne.
- N°6 : Centre Méditerranéen d'Etudes Française à Cap d'Ail (CMEF), représentatif du bruit de fond urbain.

## Résultats des campagnes de mesures.



■ C1    ■ C2    ■ C3    ■ C4

*Carte de localisation des points de mesure et des teneurs relevées au cours des quatre campagnes, exprimées en PCDD/F (polychloro-dibenzo-p-dioxines/furanes) pg I-TEQ/m<sup>2</sup>.j\**

\* Représente la somme en picogrammes des dibenzoparadiioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés, exprimée en I-TEQ (Quantité d'équivalent toxique) par mètre carré et par jour.

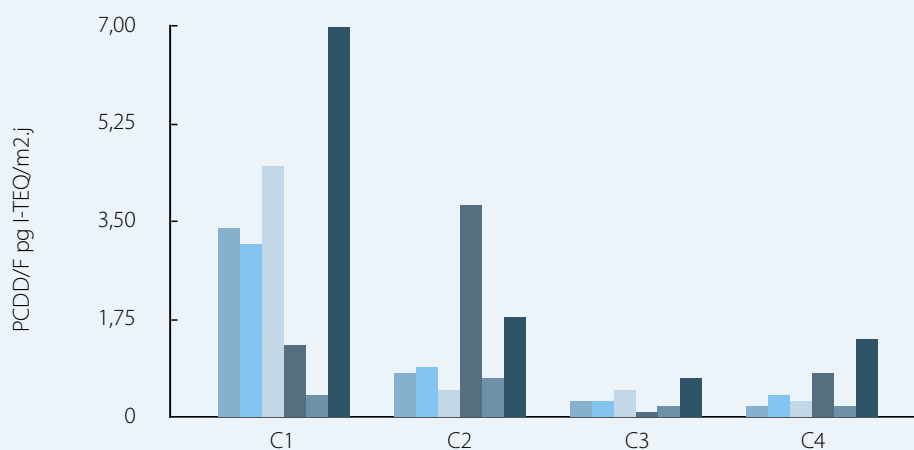


figure 4.11

- 1- Exposition, terrain privé à Cap d'Ail
- 2- Exposition - CHPG
- Rue 3- Exposition - Les Mélèzes
- 4- Exposition - Caserne des Carabiniers
- 5- Bruit de fond montagne - l'ASM la Turbie
- 6- Bruit de fond urbain - CMEF

Evolution des teneurs relevées au cours des quatre campagnes exprimée en PCDD/F pg I-TEQ/m<sup>2</sup>.j\*

Echantillon - (Sites)	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
	PCDD/F pg I-TEQ/m <sup>2</sup> .j*			
1- Exposition, terrain privé à Cap d'Ail	3,4	0,8	0,3	0,2
2- Exposition - CHPG	3,1	0,9	0,3	0,4
3- Exposition - Les Mélèzes	4,5	0,5	0,5	0,3
4- Exposition - Caserne des Carabiniers	1,3	3,8	0,1	0,8
5- Bruit de fond montagne - l'ASM la Turbie	0,4	0,7	0,2	0,2
6- Bruit de fond urbain - CMEF	7	1,8	0,7	1,4

Tableau 4.11

Teneurs relevées au cours des quatre campagnes



Milieu	PCDD/F pg I-TEQ/m <sup>2</sup> .j*
Rural	5-20
Urbain	10-85
Voisinage d'une source	1000

Tableau 4.12

*Valeurs de référence de la littérature*

Les résultats obtenus sont comparés aux valeurs de référence de la littérature présentées dans le tableau 4.11.

La première campagne de mesure a donné des résultats tous inférieurs à 7 picogrammes par mètre carré et par jour, d'équivalents toxiques international I-TEQ, soit des niveaux des retombées très faibles qui correspondent à ceux généralement observés en milieu rural, selon les valeurs de référence de l'INERIS.

La seconde campagne réalisée durant l'arrêt de l'UIRUI a fait apparaître des chiffres inférieurs aux premiers. L'augmentation sur le site N°4 entre les deux campagnes de mesures est conditionnée par l'existence d'une source non identifiée de dioxines au voisinage de ce point.

Les troisième et quatrième campagnes ont donné, malgré la remise en service de l'usine, des résultats inférieurs à ceux mesurés alors que l'usine était à l'arrêt.





# CHAPITRE

# 5

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

Le changement climatique, la croissance de la demande en eau, la dynamique démographique, mais aussi le tourisme ont tendance à aggraver d'une part les stress hydriques, mais aussi les charges polluantes véhiculées par ce vecteur dans la mer.

La gestion durable de la ressource en eau et de sa dépollution après utilisation, reste une problématique d'actualité qui nécessite des actions préventives et correctives continues.

## 1. Eau potable

### 1.1 Production et alimentation en eau destinée à la consommation

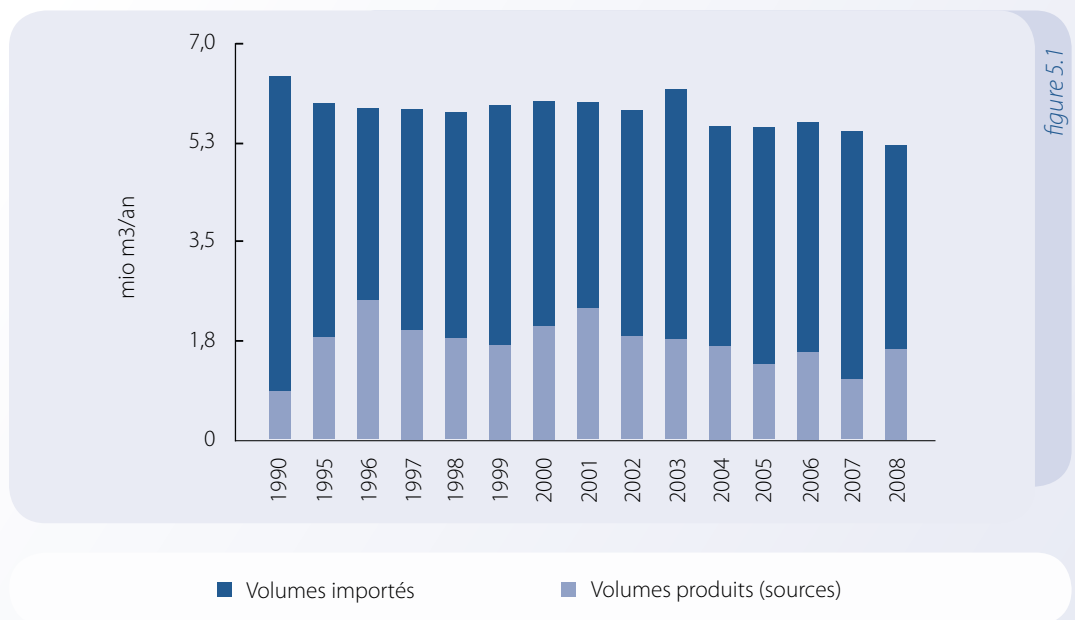
La Principauté de Monaco dispose de deux sources d'alimentation pour son eau potable :

Une eau importée provenant du canal de la Vésubie (France) et de forages dans le lit du fleuve de la Roya (Italie). Ces eaux sont acheminées via les réseaux du syndicat du SIECL (Syndicat Intercommunal Eaux Corniches et Littoral).

Une eau produite localement par des sources présentes sur le territoire et sur le bassin versant de la Principauté de Monaco.

Le volume d'eau prélevé localement, pour la production d'eau potable, reste directement dépendant des pluies qui alimentent les nappes phréatiques et les sources du bassin versant de la Principauté.

#### Répartition des volumes importés et produits (en millions de m<sup>3</sup>)



Evolution et répartition des volumes d'eau potable distribués de 1990 à 2008.

## Répartition et évolution de l'approvisionnement en eau

Tableau 5.1

	Volumes produits (sources)	Volumes importés	Volumes distribués	Pourcentage d'eau produite localement
	mio m <sup>3</sup> /an	mio m <sup>3</sup> /an	mio m <sup>3</sup> /an	%
1990	0,86	5,57	6,43	13,37 %
1995	1,81	4,14	5,95	30,46 %
1996	2,46	3,39	5,85	42,05 %
1997	1,93	3,90	5,83	33,10 %
1998	1,79	4,00	5,79	30,92 %
1999	1,68	4,23	5,91	28,45 %
2000	2,02	3,96	5,98	33,73 %
2001	2,33	3,63	5,96	39,06 %
2002	1,83	3,99	5,82	31,49 %
2003	1,78	4,42	6,20	28,72 %
2004	1,67	3,87	5,54	30,07 %
2005	1,33	4,19	5,53	24,13 %
2006	1,56	4,04	5,60	27,77 %
2007	1,07	4,38	5,45	19,61 %
2008	1,61	3,59	5,20	30,98 %
<b>Moyenne</b>	<b>1,71</b>	<b>4,09</b>	<b>5,80</b>	<b>29,59 %</b>

\*Mio : Millions de mètres cubes

Répartition des volumes d'eau potable produits, importés et distribués de 1990 à 2008

### Répartition des volumes importés et produits (en %)

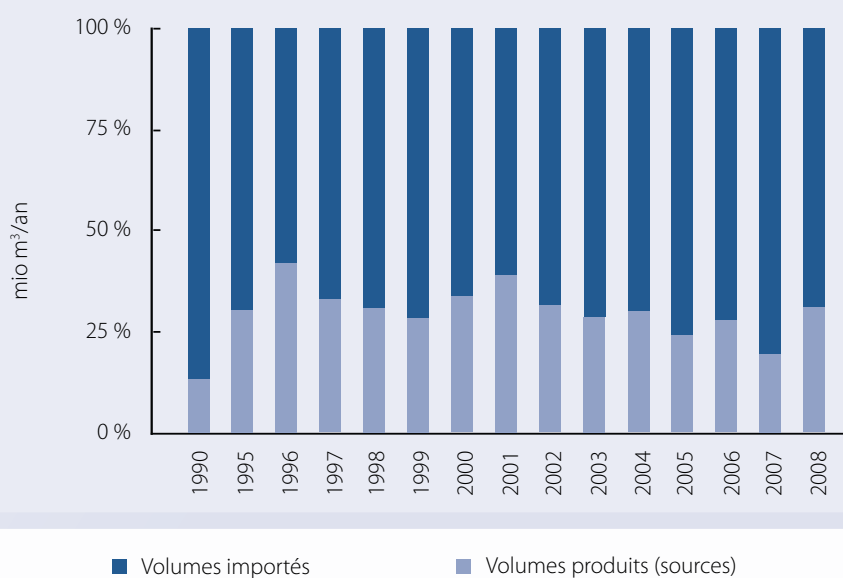


figure 5.2

Répartition des volumes d'eau potable produits et importés de 1990 à 2008

## 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).

## 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 :

Rendements « Très mauvais » : inférieurs à 60 %

Rendements « Mauvais » : entre 60 % et 70 %

Rendements « Moyens » : entre 70 et 80 %

Rendements « Bons » : supérieurs à 80 %

A Monaco, le rendement du réseau observé sur la période 2000 à 2008 est toujours supérieur à 80 %, ce qui équivaut à un « bon rendement ».

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

Tableau 5.2

*Rendement du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2008  
(Volume d'eau facturé / volume d'eau produite, exprimé en pourcentage)*

\*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.

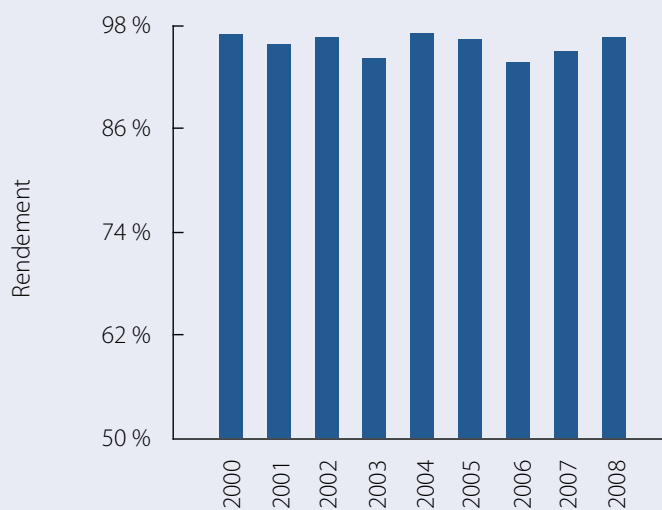


figure 5.3

*Evolution du rendement du réseau de distribution d'eau de 2000 à 2008  
(Volume d'eau facturé / volume d'eau produite, exprimé en pourcentages)*

## 1.2 Consommation et utilisation de l'eau

### Consommation d'eau

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 montrent une baisse sensible de la consommation de l'eau à Monaco.

	Consommation publique	Consommation domestique	Consommation collective	Consommation industrielle	Consommation Totale
Années	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
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

Consommation en eau totale et par secteurs d'activités de 1983 à 2008



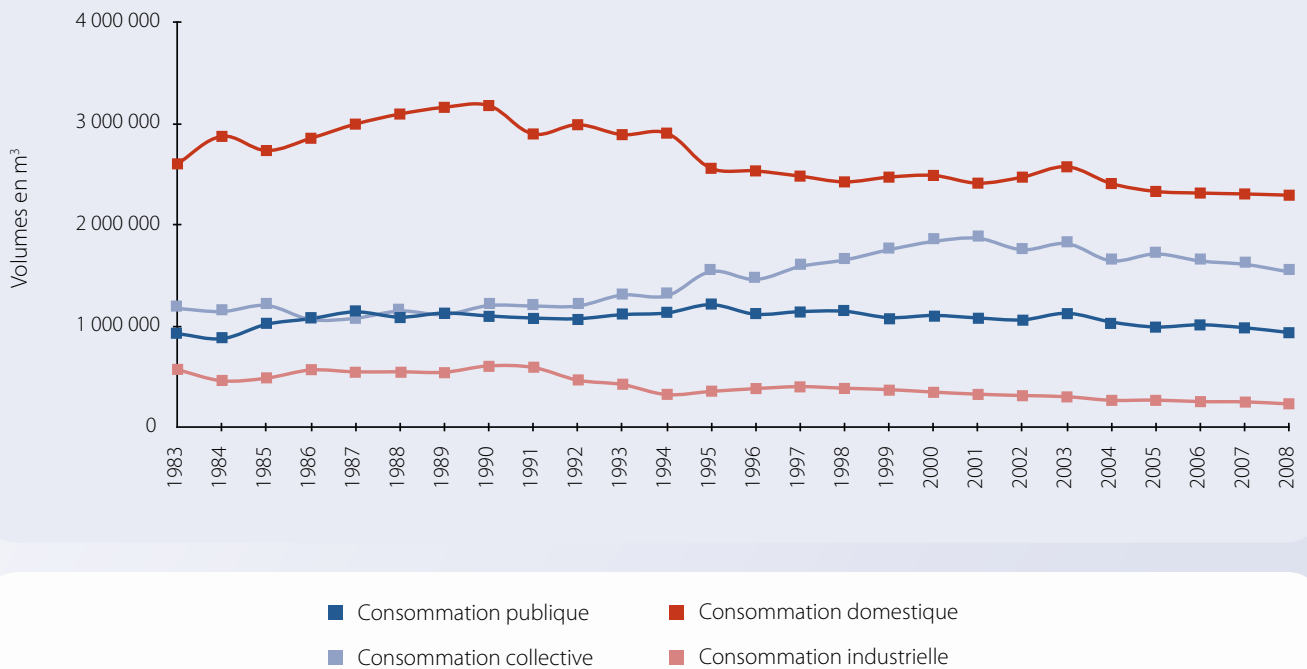


figure 5.4

Evolution de la consommation en eau par secteurs d'activités de 1983 à 2008

	Consommation publique	Consommation domestique	Consommation collective	Consommation industrielle	Consommation Totale
Année du maxima de consommation	1995	1995	2001	1990	1990
Baisse de consommation enregistrée depuis le maxima	-22,63 %	-27,81 %	-17,72 %	-61,42 %	-17,89 %

Tableau 5.4

Variations de la consommation d'eau enregistrées en 2008 par secteurs d'activités et par rapport à l'année où le maxima de consommation a été observé

### Consommation d'eau par habitant

Le tableau 5.5 et la figure 5.5 suivants montrent les consommations en eau :

- la consommation en eau publique, domestique et collective en fonction du nombre d'habitants,
- La consommation en eau domestique 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.

Année	Population estimée	Consommation totale par habitant et par jour	Consommation domestique par habitant et par jour
	N habitants	Litres/jour	Litres/jour
1994	30 775	506	259
1995	30 959	503	227
1996	31 147	485	223
1997	31 342	493	217
1998	31 549	489	211
1999	31 773	492	214
2000	32 020	496	213
2001	32 293	484	205
2002	32 598	473	208
2003	32 939	486	215
2004	33 320	443	198
2005	33 748	432	190
2006	34 226	420	186
2007	34 759	408	182
2008	35 352	389	178

Tableau 5.5

Consommation en eau totale et par secteurs d'activités de 1983 à 2008

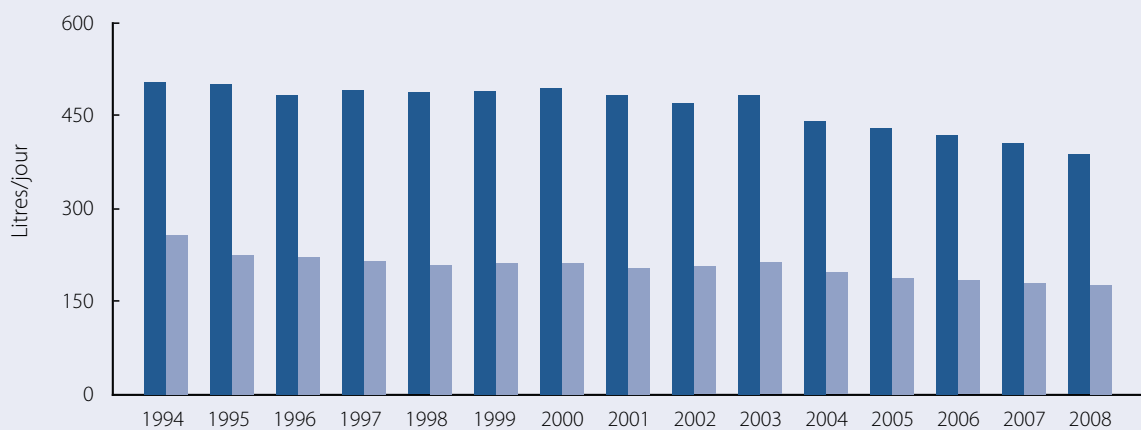


figure 5.5

■ Consommation totale par habitant et par jour ■ Consommation domestique par habitant et par jour

Evolution de la consommation totale et domestique en eau par habitants de 1994 à 2008

## 2. Eaux usées

L'ensemble des eaux usées urbaines de la Principauté et d'une partie des communes limitrophes, est collecté et fait l'objet d'un traitement épuratoire avant le rejet en mer. Le débit moyen journalier s'établit entre 15 000 et 20 000 m<sup>3</sup>/jour et la capacité de traitement des ouvrages est dimensionnée sur 70 000 Equivalent habitants (EH).

Compte tenu de la forte densité urbaine, la majeure partie du réseau de collecte est unitaire, cependant la réalisation de réseau séparatif de collecte des eaux pluviales est systématiquement mise en œuvre dans le cadre de la réalisation ou du réaménagement de quartiers (Fontvieille, terrains délaissés SNCF).

Les contraintes d'occupation du sol ont conduit à séparer le traitement des eaux résiduaires sur deux sites distincts :

- Une usine de pré-traitement (UPTER), souterraine, qui assure le traitement primaire des eaux usées (dégrillage/tamisage/dessablage/déshuilage). Sa capacité hydraulique permet le prétraitement total des eaux usées et des eaux de ruissellement pour des épisodes pluvieux de fréquence trimestrielle et évite ainsi le rejet en mer des eaux brutes.
- Une usine de traitement (UTER), située dans le sous-sol d'un immeuble industriel, dont la conception a été réalisée suivant des impératifs de performance, de compacité et d'absence de nuisances (bruits et odeurs). Conçue au début des années 1990, cette usine dont l'implantation est verticale a été une des premières à utiliser la filtration biologique selon le procédé Bio-Carbone. La filière de traitement mise en œuvre est : physico-chimique (coagulation-floculation), décantation lamellaire, filtration biologique. Cette usine se trouve à proximité immédiate de l'usine d'incinération des déchets urbains (UIRUI) ce qui permet une valorisation énergétique des boues (4 000 T/Ans), qui sont injectées directement dans les fours d'incinération.

Dans le cadre du programme de travaux résultant du Schéma Directeur d'Assainissement réalisé en 2005, la Principauté de Monaco a entrepris la réalisation des 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.

En 2008, 6 M€ ont été consacrés à l'optimisation de l'Usine de Traitement des Eaux Résiduaires concernant :

- L'amélioration du traitement de l'eau avec pour objectif un rejet conforme aux normes européennes.
- Le renforcement de la filière boue pour permettre le stockage et le transfert vers l'usine d'incinération du surplus de boue produit par la mise en place du traitement physico-chimique des eaux usées.

## 2.1 Collecte des eaux usées

Les eaux usées d'origine urbaines et industrielles à traiter proviennent principalement :

- du réseau d'assainissement de la Principauté, en majeure partie unitaire, sauf dans le cas du quartier de Fontvieille
- d'une partie des réseaux d'assainissement unitaires des communes françaises limitrophes de 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 au réseau d'eaux usées à Monaco est de 100%.

Étant donné que le réseau est en majorité unitaire, les débits et la qualité des effluents à épurer sont fortement influencés par la pluviométrie.



schéma 5.1

Cartographie schématique du réseau de collecte de la Principauté de Monaco

## 2.2 Prétraitement des eaux usées

Une des particularités du traitement des eaux résiduaires à Monaco réside dans le fait que le pré-traitement est désolidarisé de la partie traitement.

L'usine de prétraitement (UPTER) a été mise en fonction en 1987 et a une capacité maximale de prétraitement de 2m<sup>3</sup>/s.

Les volumes supérieurs (observés en cas de fortes pluies) compris entre 2m<sup>3</sup>/s et 6m<sup>3</sup>/s sont rejetés en mer par un émissaire à -47 mètres en subissant un prétraitement complet ou partiel suivant les débits. Les volumes supérieurs 6 m<sup>3</sup>/s sont rejetés par un émissaire de surface avec un traitement minimal.

Le pré-traitement des eaux comprend en :

### Le dégrillage et le tamisage

Les effluents bruts traversent 2 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 m<sup>3</sup>/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, suçant 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.

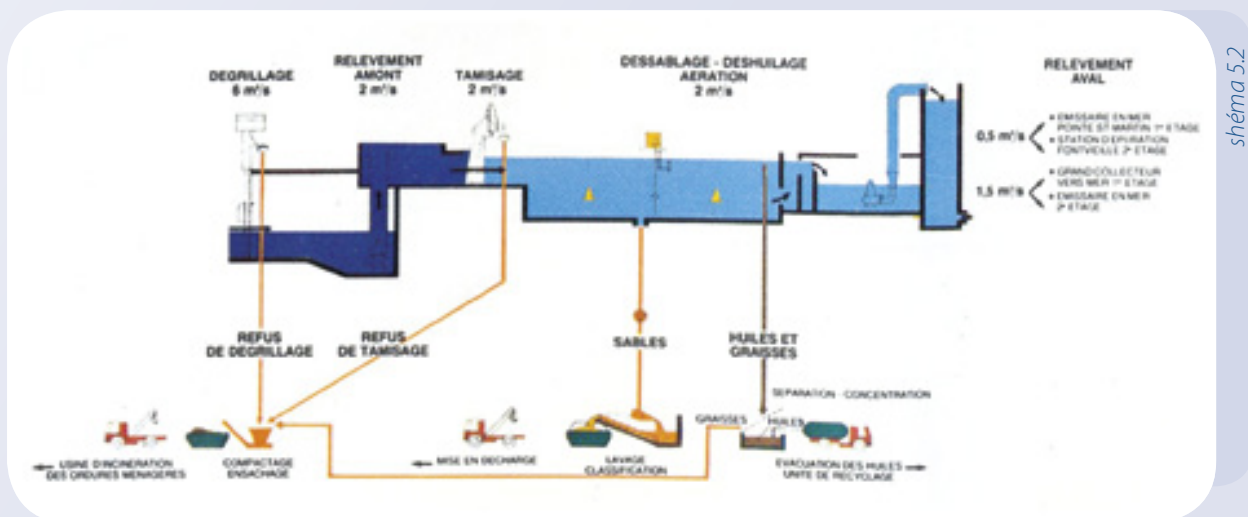


schéma 5.2

Synoptique des installations de prétraitement des eaux résiduaires (UPTER)

## ■ 2.2.1 Volumes traités

Les volumes traités par la station de pré-traitement sont en moyenne de 6 027 007 m<sup>3</sup>/an, 510 000 m<sup>3</sup>/mensuel ou 16 500 m<sup>3</sup>/jour.

Les volumes entrants et sortants de la station de pré-traitement sont dépendants des volumes d'eau consommés à Monaco en phase de fonctionnement normal (temps sec).

Par temps de pluie et en cas de dépassement des capacités hydrauliques, l'usine rejette des volumes prétraités à la mer par ses émissaires.

	Volumes transférés à l'UTER	Volumes prétraités rejetés à -47 mètres	Volumes prétraités rejetés en surface	Volumes dégrillés, rejetés en surface
2003	6239540	228510	78374	213202
2004	6160720	227536	1055	18306
2005	5980278	254866	8410	42693
2006	6028888	182797	6305	20297
2007	5875695	95144	2605	7281
2008	6009256	388223	7186	25633

Tableau 5.6

Volumes d'eau traités annuellement par l'usine de prétraitement de 2003 à 2008

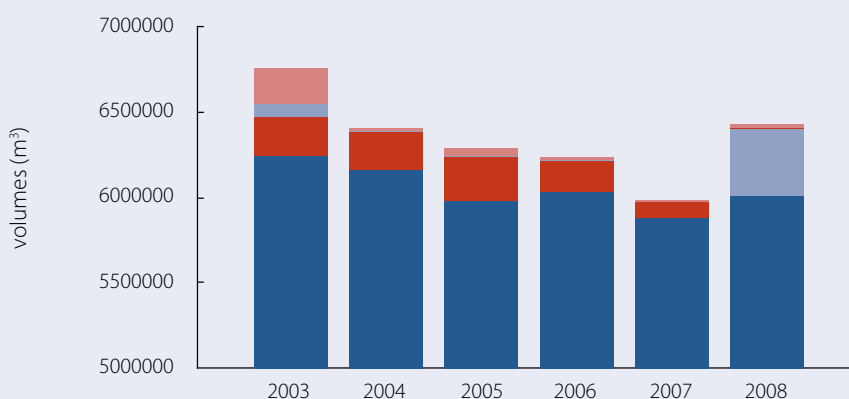


figure 5.6

- Volumes transférés à l'UTER
- Volumes prétraités rejetés en surface
- Volumes prétraités rejetés à -47 mètres
- Volumes dégrillés, rejetés en surface

Variation des volumes d'eau traités par l'usine de prétraitement de 2003 à 2008

## ■ 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.

	Déchets en Kg	Sables en Kg	Graisses en m <sup>3</sup>
	Total annuel	Total annuel	Total annuel
2003	224 650	52 360	282
2004	233 370	47 640	270
2005	283 007	61 400	300
2006	245 325	73 000	384
2007	261 500	62 850	300
2008	258 305	80 500	244

Tableau 5.7

Déchets extraits des eaux résiduaires par l'usine de prétraitement de 2003 à 2008

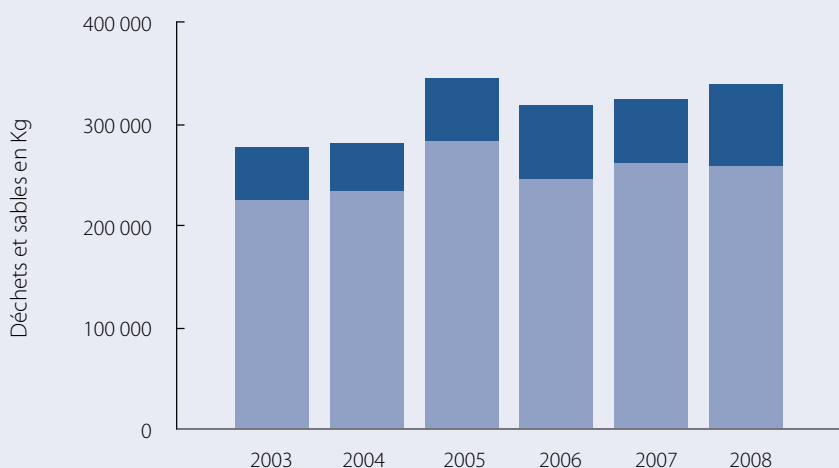


figure 5.7

Déchets et sables extraits des eaux résiduaires par l'usine de prétraitement de 2003 à 2008

■ Sables en Kg    ■ Déchets en Kg

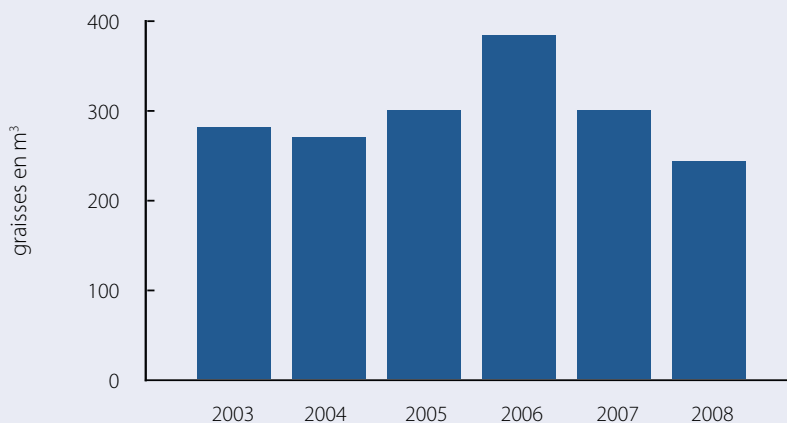


figure 5.8

Graisses extraites des eaux résiduaires par l'usine de prétraitement de 2003 à 2008

■ Graisses en m<sup>3</sup>

## 2.3 Traitement des eaux

L'Usine de Traitement des Eaux Résiduelles (UTER) procède au traitement primaire (décantation des matières en suspension) et au traitement secondaire (élimination biologique des polluants solubles) des eaux.

Elle dispose d'une capacité hydraulique maximale de 31 000 m<sup>3</sup>/jour correspondant à une capacité d'épuration de 70 000 équivalents habitants (EH).

En 2008, l'usine n'ayant été que partiellement opérationnelle dans le cadre de l'optimisation de son fonctionnement, les bilans ont été établis jusqu'en 2007 afin d'assurer une cohérence des données. Les bilans pour la période de travaux et dans le cadre de l'amélioration de la performance d'épuration seront effectués à l'issue de l'année 2009.

### 2.3.1 Équipements

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

- Bassins de coagulation floculation,
- 2 décanteurs lamellaires rectangulaires de 70 m chacun, procédé MULTIFLO
- 11 bio filtres totalisant 440 m<sup>2</sup>, procédé Biocarbone
- un poste de refoulement pour le rejet de l'eau traitée en mer (émissaire en diamètre de 800 à 100 m de profondeur),
- 2 épaisseurs,
- 1 atelier de déshydratation des boues par centrifugation (2 unités de capacité 200 kg/h de matière sèche),
- 1 atelier de séchage thermique non utilisé,
- 1 unité de désodorisation (4 tours de lavage) : l'ensemble de l'air extrait des bâtiments de traitement des eaux (34000 m<sup>3</sup>/h) et des boues (24000 m<sup>3</sup>/h) est soumis à un traitement chimique sur 4 tours de lavage.

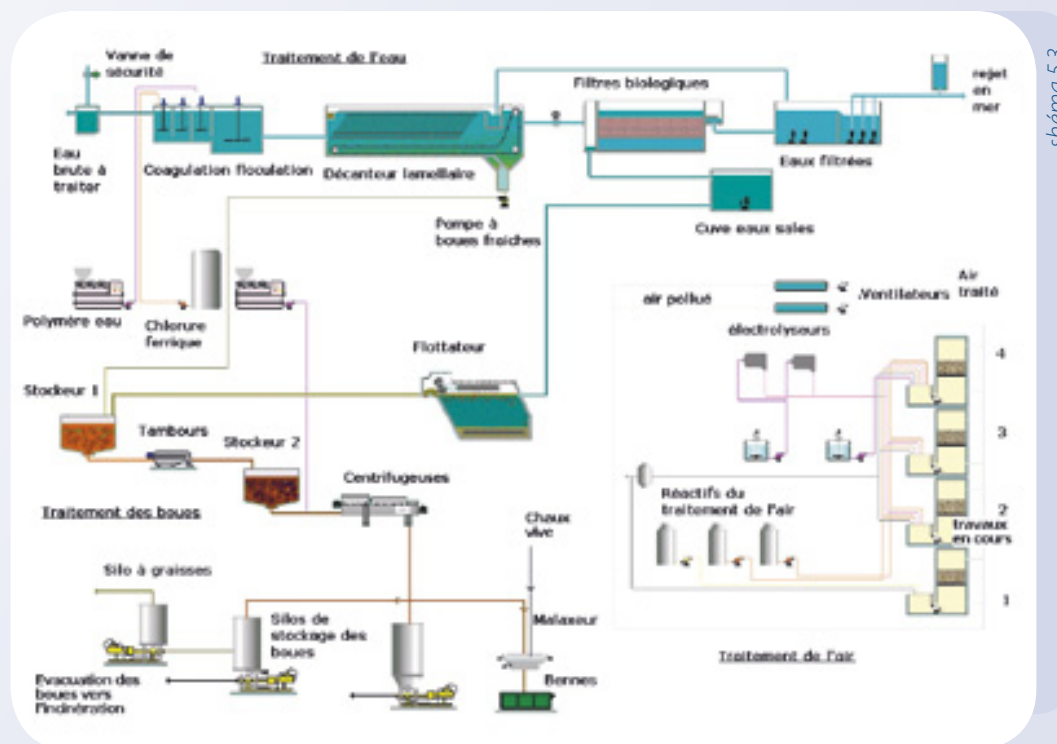
L'ensemble de ces ouvrages et équipements des filières eau et boue est réparti sur 9 niveaux dans un immeuble du quartier de Fontvieille.

En 2008 il a été procédé au renforcement des installations de traitements de l'eau et de transfert des boues d'épuration pour satisfaire les besoins futurs (horizon 2015), ainsi il a été procédé aux principaux réaménagement suivants :

- Le réaménagement de l'unité de décantation primaire pour en augmenter la capacité hydraulique,
- La transformation des biofiltres existants à flux descendant en biofiltres à flux ascendant,
- Le traitement spécifique des eaux de lavage des biofiltres, afin d'en augmenter la concentration en boue, grâce à la mise en œuvre d'un nouvel ouvrage de flottation
- Le réaménagement des deux épaisseurs existants et leur transformation en ouvrage de stockage homogénéisation des boues à déshydrater,
- La mise en œuvre d'un nouvel atelier de déshydratation organisé autour de deux centrifugeuses



- La mise en œuvre des équipements nécessaires au transfert des boues déshydratées vers le nouvel ouvrage de stockage
- La mise en place d'un nouvel ouvrage de stockage de boues déshydratées
- La mise en œuvre de pompes volumétriques destinées à l'alimentation de l'UIOM et le réaménagement du réseaux de refoulement des boues déshydratées vers les fours d'incinération visant à l'alimenter indépendamment chacun des trois fours dont deux simultanément.



Synoptique des installations de traitement des eaux résiduaires Après le renforcement des installations (UTER)

### ■ 2.3.2 Traitement des flux polluants

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau avant le rejet dans le milieu naturel. L'estimation de l'efficacité du traitement est basée sur trois paramètres indicatifs de la charge polluante des eaux, mesurés journalièrement.

**Les Matières en Suspension (MES) :** désigne l'ensemble des matières solides insolubles présentes dans un liquide.

**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 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 ces caractéristiques, deux objectifs de traitement sont fixés.

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

- Volume journalier maximal (m<sup>3</sup>/j), Q<sub>j</sub> : 31 000
- Débit horaire maximal (m<sup>3</sup>/h) : 1 800
- Charge maximale journalière en MES (kg/j) :  $2\,559 + 0.086 * Q_j$
- Charge maximale journalière en DBO (kg/j) :  $0.25 * Q_j$
- Charge maximale journalière en DCO (kg/j) :  $9\,600 + 0.125 * Q_j$
- Rapport DCO/DBO  $\leq 2.5$

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

Ces seuils sont identiques à ceux fixés par la Directive Européenne du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE).

Paramètres	Concentration maximale du rejet (mg/l)	Rendement d'épuration (%)
Matières en suspension (MES)	35	90
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	25	90
Demande chimique en Oxygène (DCO)	125	75

Dans le cas où l'effluent brut dépasserait les caractéristiques limites acceptables en entrée d'usine, l'objectif de traitement se limite à un pourcentage d'abattement minimal à respecter.

Paramètres	Rendement d'épuration (%)
Matières en suspension (MES)	< 40 % de la concentration entrante
Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	< 60 % de la concentration entrante
Demande chimique en Oxygène (DCO)	< 60 % de la concentration entrante

Observation des caractéristiques de l'effluent en entrée d'Usine dans le cadre des garanties de fonctionnement

Dépassement des caractéristiques limites de l'effluent brut						Analyse	Dépassement
MES	DBO5	DCO	DCO/ DBO5	1 paramètre à minima			
N jour nominal	N jour nominal	N jour nominal	N jour nominal	N jour nominal	N jour nominal	N j 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

Tableau 5.8

Dépassement des caractéristiques limites de l'effluent brut à l'entrée de l'usine de 1995 à 2007

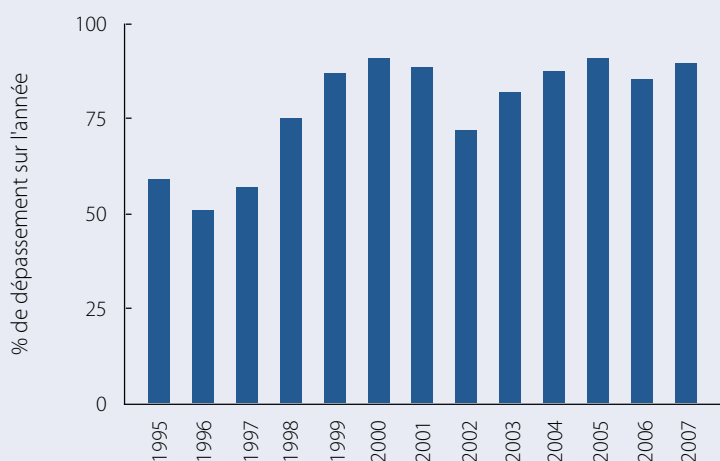


figure 5.9

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

### ■ 2.3.4 Volumes traités

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

Année	Moyen journalier	Total annuel
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
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

Tableau 5.9

Volumes annuels traités par l'usine de traitement des eaux résiduaires (UTER) de 1995 à 2008

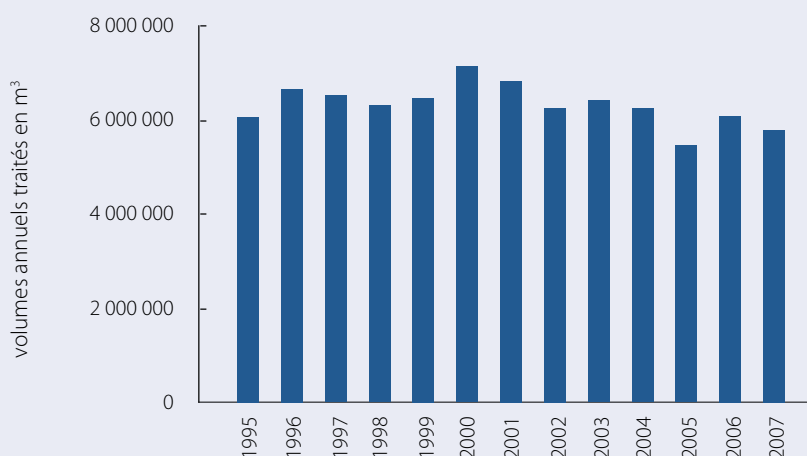


figure 5.10

Evolutions des volumes annuels traités par l'usine de traitement des eaux résiduaires (UTER) de 1995 à 2008

## ■ 2.3.5 Charges

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

Ce terme intègre aussi bien les charges polluantes dissoutes (exprimées en potentiel d'oxydation biologique DBO ou chimique DCO) que celles en suspension (matières en suspension).

Cette charge est calculée :

- 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.
- en sortie d'usine pour connaître les flux de polluants dissous et particuliers rejetés dans le milieu naturel.

	Charge en entrée d'usine (Kg/Jour)			Charge annuelle en entrée d'usine (tonnes/ an)		
	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO
1995	4 235	3 685	7904	1546	1345	2885
1996	3 807	4 039	8316	1390	1474	3035
1997	4 031	3 457	8868	1471	1262	3237
1998	4 323	3 739	9192	1578	1365	3355
1999	4 960	4 056	9902	1810	1480	3614
2000	5 270	4 455	10552	1924	1626	3851
2001	4 951	4 437	10005	1807	1620	3652
2002	4 905	3 865	8466	1790	1411	3090
2003	4 976	4 104	8719	1816	1498	3182
2004	4 985	4 056	8812	1820	1480	3216
2005	4 940	4 241	9170	1803	1548	3347
2006	4 831	4 165	8825	1763	1520	3221
2007	4 900	4 007	9311	1789	1463	3399

Tableau 5.10

Charge en entrée d'usine exprimée en moyenne journalière et en bilan annuel

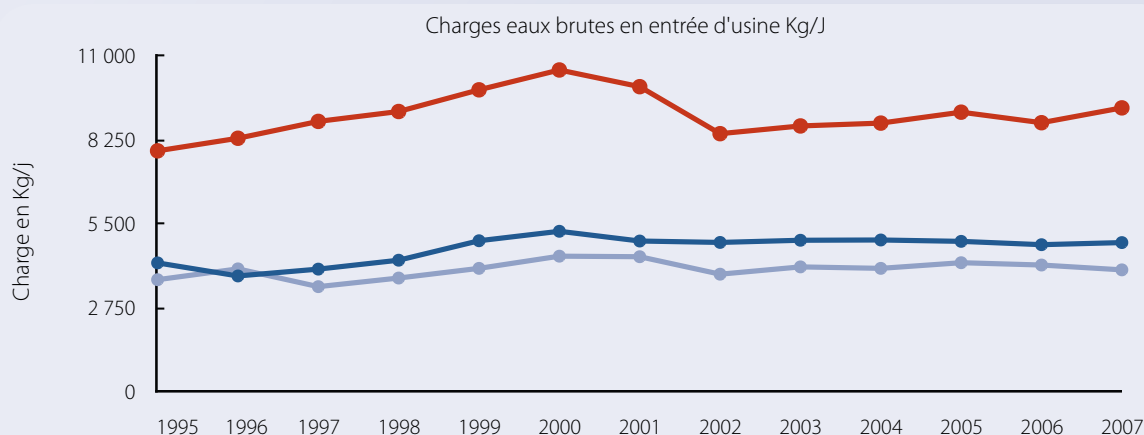


Figure 5.11

Variation de la charge moyenne journalière en entrée d'usine

■ MES      ■ DBO5      ■ DCO

## Charge des eaux traitées en sortie d'usine

	Charges eaux épurées en sortie d'usine ( kg/j)			Charges annuelles eaux epurées en sortie d'usine (tonnes)		
	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO
1995	567	626	1 889	207,1	228,7	689,5
1996	598	703	2 122	218,4	256,5	774,6
1997	629	560	2 323	229,5	204,4	848,0
1998	744	639	2 215	271,4	233,4	808,6
1999	918	844	2 575	334,9	307,9	939,7
2000	1 054	940	2 860	384,7	343,1	1043,8
2001	941	887	2 481	343,4	323,9	905,7
2002	932	928	2 227	340,2	338,6	812,7
2003	846	944	1 918	308,8	344,5	700,1
2004	897	933	2 379	327,5	340,5	868,4
2005	1 037	1 103	2 751	378,7	402,5	1004,1
2006	1 111	1 166	2 824	405,6	425,7	1030,8
2007	980	1 002	2 607	357,7	365,6	951,6

Tableau 5.11

Charges en sortie d'usine de traitement en moyenne journalière et en bilan annuel

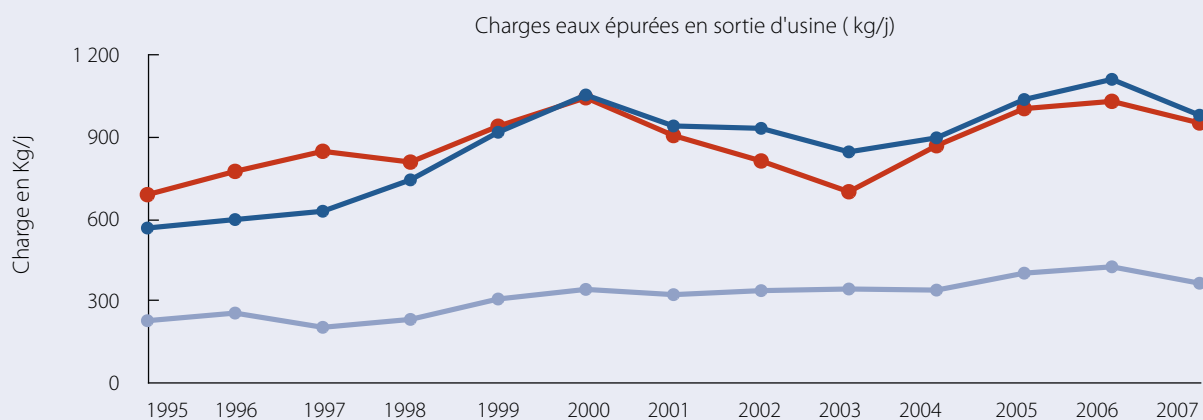


figure 5.12

Variation de la charge moyenne journalière en sortie d'usine de traitement

■ MES      ■ DBO5      ■ DCO

## ■ 2.3.6 Concentration des effluents selon les paramètres normatifs (MES, DBO5, DCO)

La mesure de la concentration en polluants des effluents constitue avec les débits les données nécessaires pour connaître le fonctionnement des installations de traitement des eaux.

Concentration des effluents en entrée d'usine.

Concentration des eaux brutes (mg/l)			
	MES	DBO5	DCO
1995	261	235	486
1996	232	227	463
1997	228	196	505
1998	240	218	563
1999	281	229	560
2000	271	233	542
2001	261	235	529
2002	271	233	510
2003	279	232	492
2004	292	238	515
2005	287	257	544
2006	289	249	538
2007	310	255	565

Tableau 5.12

Concentration des eaux brutes en entrée d'usine de traitement selon les paramètres normatifs

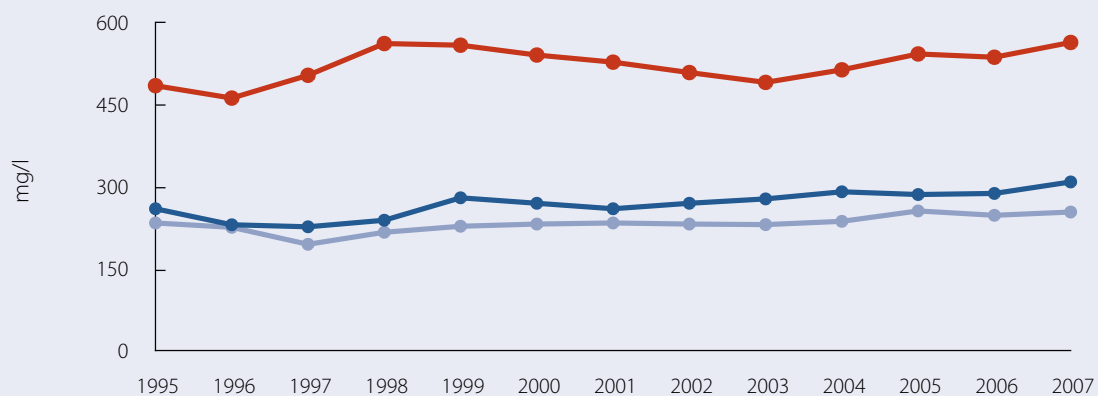


figure 5.13

Variation de la concentration des eaux brutes en entrée d'usine de traitement selon les paramètres normatifs

■ MES      ■ DBO5      ■ DCO

## Concentration des eaux traitées en sortie d'usine

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

Concentration des eaux traitées (mg/l)

	MES	DBO5	DCO
1995	32	41	114
1996	32	39	117
1997	36	32	117
1998	43	37	132
1999	51	49	132
2000	54	49	145
2001	50	47	147
2002	61	55	152
2003	44	45	135
2004	53	55	138
2005	61	65	163
2006	66	70	167
2007	61	63	164

Tableau 5.13

Concentration des eaux traitées en sortie d'usine de traitement selon les paramètres normatifs

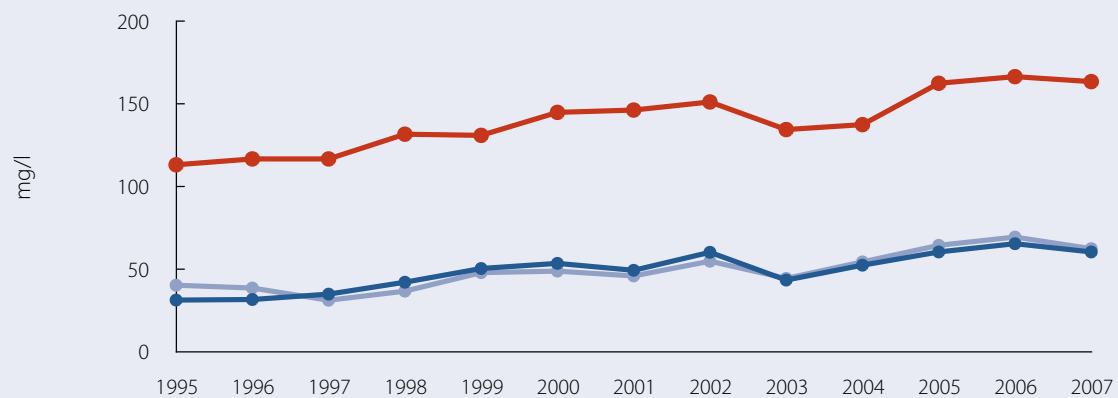


figure 5.14

Variation de la concentration des eaux traitées en sortie d'usine de traitement selon les paramètres normatifs

■ MES      ■ DBO5      ■ DCO



## ■ 2.3.7 Rendement de l'épuration

Le rendement représente le pourcentage d'abattement qui permet d'évaluer l'efficacité du traitement effectué par l'usine.

Rendement d'épuration %			
	MES	DBO5	DCO
1995	86,6	83,0	76,1
1996	84,3	82,6	74,5
1997	84,4	83,8	73,8
1998	82,8	82,9	75,9
1999	81,5	79,2	74,0
2000	80,0	78,9	72,9
2001	81,0	80,0	75,2
2002	81,0	76,0	73,7
2003	83,0	77,0	78,0
2004	82,0	77,0	73,0
2005	79,0	74,0	70,0
2006	77,0	72,0	68,0
2007	80,0	75,0	72,0

Tableau 5.14

Rendement d'épuration de l'usine de traitement

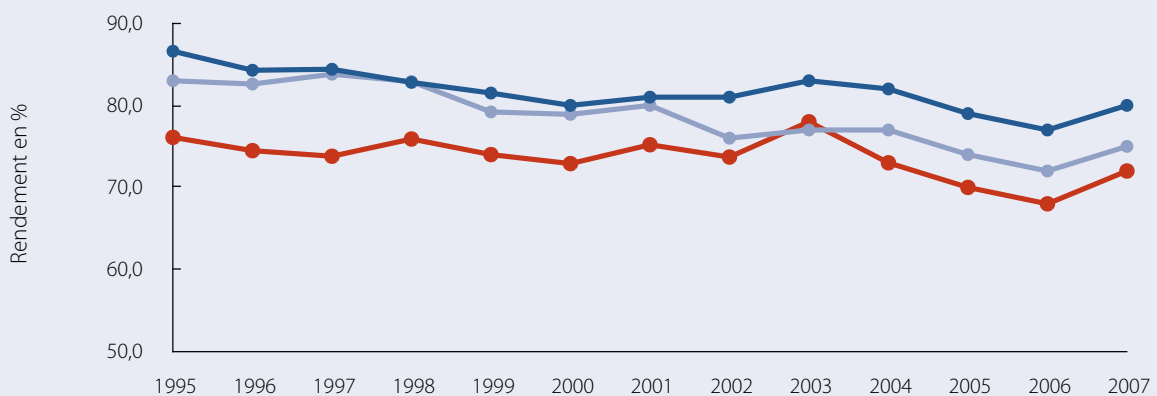


figure 5.15

Variation du rendement d'épuration de l'usine de traitement

■ MES      ■ DBO5      ■ DCO

### ■ 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 directement transférées par un réseau de canalisation vers l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriel pour leur valorisation énergétique par incinération.

Une deuxième filière de valorisation des boues est également mise en œuvre, par transfert dans une usine de compostage en France pour une valorisation agricole.

La production de boue se situe entre 4000 et 5000 tonnes/an. Les baisses de production enregistrées en 2002 et 2005 font suite à des arrêts techniques de l'usine. La plus forte proportion de boues évacuées en 2006 fait suite à l'arrêt de l'usine d'incinération de Monaco pour sa remise à niveau.

	Total boues produites	Incinération-Valorisation énergétique	Evacuation / compostage
	Tonnes/an	Tonnes/an	Tonnes/an
1995	5139	5081	58
1996	5166	5049	117
1997	5018	4995	23
1998	5176	5083	93
1999	4973	4860	113
2000	4929	4929	0
2001	4480	4480	0
2002	4139	4117	22
2003	4723	4723	0
2004	4952	4916	36
2005	4251	4251	0
2006	4367	3385	982
2007	4862	4675	187

Tableau 5.15

*Tonnages et destination des boues produites par l'UTER*

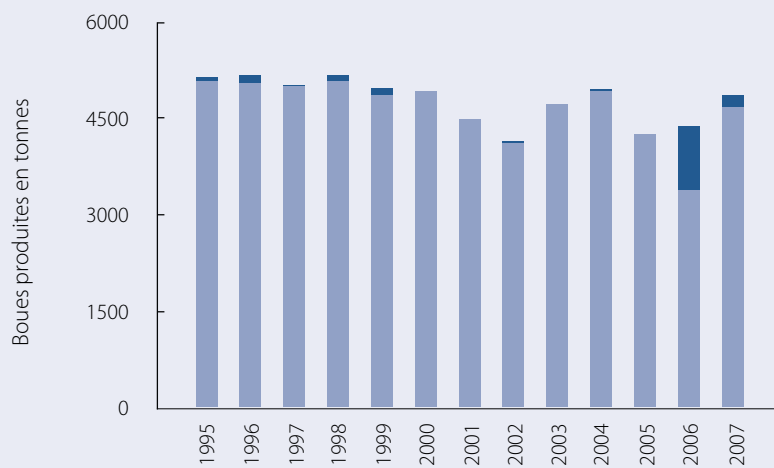


figure 5.16

Variation du tonnage des boues produites par l'UTER

■ Evacuation / compostage      ■ Incinération





# CHAPITRE

# 6

## 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 engagés d'une politique durable en faveur du littoral et du milieu marin.

La pression démographique, agricole, industrielle, les risques de contamination 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, quantifier les évolutions, identifier et évaluer l'impact des pressions sur ce milieu afin de mieux le protéger.

Cette surveillance continue est basée sur la mesure répétée :

- 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 objectif de :

- décrire la distribution spatiale d'une série de paramètres physiques, chimiques et biologiques, et autres (dont la démographie, les apports, les activités spécifiques) ;
- déterminer les tendances chronologiques, soit comme moyen de juger de l'efficacité des mesures politiques, soit afin d'apprécier, grâce à des indicateurs adéquats, l'évolution de certains aspects de la qualité du milieu marin ;
- 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).

Le Code de la Mer pose également la réglementation relative à la pratique des bains de mer et des sports nautiques (articles L.750-1, 0.753-2 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 et à protéger et 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 un 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 est une tradition monégasque initiée en 1972, par 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 actuellement 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 concernent des paramètres hydrologiques, chimiques et biologiques, permettant de décrire les tendances à long terme du stress anthropique s'exerçant sur les écosystèmes. Cette surveillance du milieu marin porte sur la détermination des paramètres suivants :

- **Les contaminants chimiques et leurs effets.** Les contaminants sont le plus souvent mesurés dans la matière vivante ou le sédiment, mais aussi parfois dans l'eau. Les organismes marins comme les mollusques filtreurs et les sédiments sont utilisés comme indicateurs quantitatifs de contamination.

- **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. un enrichissement en nutriment peut conduire à des développements excessifs d'algues appelés eutrophisation.
- **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.



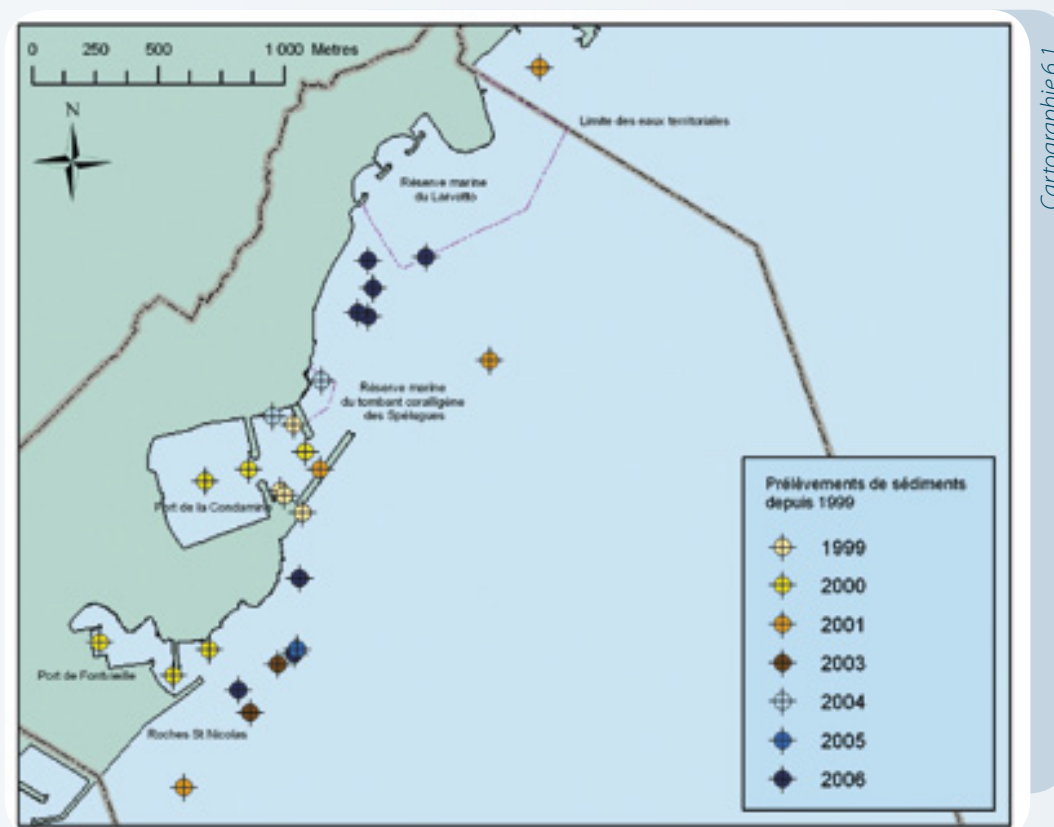
## 2. Surveillance chimique de l'environnement marin

### 2.1 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 présent dans les fonds marins de la Principauté.

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



Positionnements des prélèvements de sédiments en zone côtière de 1999 à 2007.

Le tableau suivant représente les teneurs en métaux lourds et Polychlorobiphényle (PCB) observées sur les sédiments.

DATE	Positionnement	Métaux							
		As (mg/ Kg)	Cd (mg/ Kg)	Cr (mg/ Kg)	Cu (mg/ Kg)	Hg (mg/ Kg)	Ni (mg/ Kg)	Pb (mg/ Kg)	Zn (mg/ Kg)
31-juil.-07	Limite Réserve Larvotto	24	<0,1	20	5	<0,05	6	14	32
31-juil.-07	Portier	10	0,14	44	19	0,43	20	49	75
27-juin-06	Musée océanographique					0,15			
27-juin-06	Avant-port					0,13			
27-juin-06	Fort Antoine					0,05			
27-juin-06	Fort Antoine	10	0,12	26	13	0,13	12	33	69
27-juin-06	Secteur rejet UPTER	20	< 0,1	54	9	0,14	27	25	54
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	9	0,16	41	16	0,18	17	47	68
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	8	0,17	32	15	0,13	13	47	71
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	9	0,22	30	14	0,21	13	45	70
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	9	0,17	21	11	0,35	9	35	59
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	11	0,18	26	9	0,18	11	35	52
6-juil.-05	Musée océanographique	10	0,13	46	22	1,01		40	89
6-juil.-05	Tombant coralligène des Spélugues	13	0,19	8	13	0,06		91	43
22-juil.-04	Avant Port	7	0,13	19	13	0,18		17	55
22-juil.-04	Tombant coralligène des Spélugues	14	0,14	14	16	0,15		153	47
25-juin-03	Secteur rejet UPTER	13	0,42	59	37	0,58	28	76	185
25-juin-03	Musée océanographique	12	0,09	50	12	0,16	25	26	61
12-juil.-01	Devant le Beach	6,5	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4		< 10	< 40
12-juil.-01	Baie de Monaco	10,2	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4		28	65
12-juil.-01	Fontvieille	5,7	< 1,2	43	< 40	< 0,4		23	77
12-juil.-01	Digue Sud Port Hercule	9,9	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4		28	59
18-juil.-00	Port Hercule	10	< 2	< 40	< 40	< 1		< 40	170
18-juil.-00	Passe d'entrée du Port Hercule	15	< 2	< 40	76	< 1		68	146
18-juil.-00	Extérieur Port Hercule	7	< 2	< 40	< 40	< 1		< 40	< 40
18-juil.-00	Port de Fontvieille	12	< 2	< 40	50	< 1		120	239
18-juil.-00	Passe d'entrée du port de Fontvieille	10	< 2	121	45	< 1		62	121
18-juil.-00	Extérieur Port de Fontvieille	7	< 2	< 40	< 40	< 1		56	128
nov.-99	Terre-plein digue flottante	14	0,1	21	10	0,18	9	21	32
nov.-99	Terre-plein digue flottante	11	0,11	32	17	0,38	16	55	48
nov.-99	Terre-plein digue flottante	13	0,1	37	17	0,38	17	48	41
nov.-99	Terre-plein digue flottante								
nov.-99	Terre-plein digue flottante	14	0,07	45	12	0,08	20	21	36
nov.-99	Terre-plein digue flottante	14	0,1	40	16	0,38	20	44	33
nov.-99	Terre-plein digue flottante	14	0,11	45	16	0,18	23	48	34

DATE	Positionnement	PCB-Congénère						
		28	52	101	118	138	153	180
		(µg/ Kg)	(µg/ Kg)	(µg/ Kg)	(µg/ Kg)	(µg/ Kg)	(µg/ Kg)	( µ g / Kg)
31-juil.-07	Limite Réserve Larvotto	0,15	0,23	0,56	0,11	0,64	0,58	0,23
31-juil.-07	Portier	0,44	0,68	1,68	1,08	2,44	2,19	0,95
27-juin-06	Musée océanographique	2	30	14	14	22,6	18,4	3,7
27-juin-06	Avant-port	4	11	6	12,1	10,7	7,8	0,3
27-juin-06	Fort Antoine	1	2	1	91	1,6	1,3	0,6
27-juin-06	Fort Antoine	6	15	9	7,4	6,1	7,3	1,3
27-juin-06	Secteur rejet UPTER	20	46	35	31,1	70,6	50	19,1
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	1	1	2	2,9	3,3	3,3	1,4
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	1	2	2	2,8	4,1	3,8	1,5
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	2	4	3	3,3	4,2	4,2	1,8
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	1	3	3	2,8	3,9	3,9	1,5
13-juin-06	Zone Portier Larvotto	2	2	3	3,1	3,6	3,6	1,2
6-juil.-05	Musée océanographique	2	2	5	1,9	4,4	3,6	1,3
6-juil.-05	Tombant coralligène des Spélugues	1	1	5	2,7	7,2	5,8	6,1
22-juil.-04	Avant Port							
22-juil.-04	Tombant coralligène des Spélugues							
25-juin-03	Secteur rejet UPTER	11	168	280	358	304,4	241	104,8
25-juin-03	Musée océanographique	1,05	6,9	7,55	7,9	5,3	4,6	1,6
12-juil.-01	Devant le Beach	< 20	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10
12-juil.-01	Baie de Monaco	< 20	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10
12-juil.-01	Fontvieille	< 20	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10
12-juil.-01	Digue Sud Port Hercule	< 20	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10
18-juil.-00	Port Hercule							
18-juil.-00	Passé d'entrée du Port Hercule							
18-juil.-00	Extérieur Port Hercule							
18-juil.-00	Port de Fontvieille							
18-juil.-00	Passé d'entrée du port de Fontvieille							
18-juil.-00	Extérieur Port de Fontvieille							
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,15	0,34	0,3	0,6	0,6	0,3
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,02	0,06	0	0,1	0,1	0
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,01	0,03	0	0	0	0
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,01	0,01	0	0	0	0
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,04	0,12	0,1	0,2	0,2	0,2
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,04	0,09	0,1	0,1	0,1	0
nov.-99	Terre-plein digue flottante		0,07	0,18	0,2	0,4	0,4	0,2

## 2.2 Surveillance chimique du compartiment biologique

La Commission Européenne, pour la surveillance des masses d'eau, s'est orientée vers le contrôle direct de l'eau. Or de nombreuses substances prioritaires (métaux et contaminants organiques hydrophobes) sont très faiblement solubles dans l'eau, notamment en Méditerranée, et ont tendance à s'accumuler à la fois dans le sédiment et dans le biota.

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

HAP		2003	2004	2005	2006
Naphtalène	µg/kg	3	<15	19	28
Acénaphtylène	µg/kg	<1	26	<10	<10
Acénaphène	µg/kg	<1	<10	<10	<10
Fluorène	µg/kg	1	<10	<10	<10
Phénanthrène	µg/kg	23	45	<15	58
Anthracène	µg/kg	<1	<10	<10	<10
Fluoranthène	µg/kg	12	32	<10	21
Pyrène	µg/kg	12	79	<10	76
Benzo (a) anthracène	µg/kg	4	<10	<10	<10
Chrysène	µg/kg	6	20	<10	21
Benzo (b) fluoranthène	µg/kg	8	<10	<10	<10
Benzo (k) fluoranthène	µg/kg	4	<10	<10	<10
benzo (a) pyrène	µg/kg	3	<10	<10	<10
Dibenzo (a,h) anthracène	µg/kg	12	<10	<10	<10
Benzo (g,h,i) pérylène	µg/kg	<1	<10	<10	<10
Indeno (1,2,3,cd) pyrène	µg/kg	3	23	<15	<10

Tableau 6.2

*Concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.*

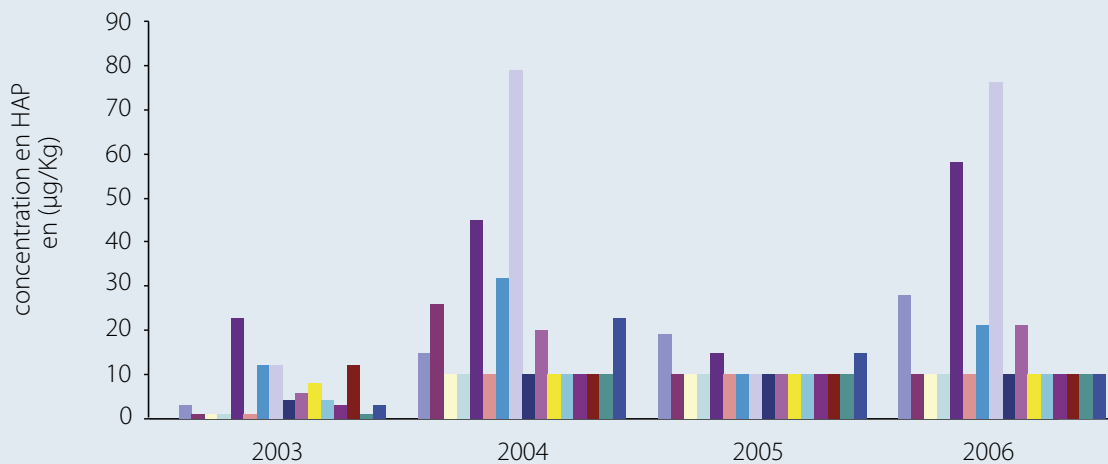


figure 6.1

Variations de la concentration en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

- Naphtalène
- Acénaphthylène
- Acénaphthène
- Fluoranthène
- Fluoranthène
- Phénanthrène
- Anthracène
- Chrysène
- Fluoranthène
- Pyrène
- Benzo (a) anthracène
- Benzo (b) fluoranthène
- Benzo (k) fluoranthène
- Benzo (a) pyrène
- Dibenzo (a,h) anthracène
- Benzo (g,h,i) pérylène
- Indeno (1,2,3,cd) pyrène

### Pesticides

Pesticides		2003	2004	2005	2006
DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane)	µg/kg	0,18	1,9	2,22	1,26
DDD (dichlorodiphényldichloroéthane)	µg/kg	0,4	0,88	2,49	0,46
DDE (dichlorodiphényltrichloroéthylène)	µg/kg	9,1	2,7	3,68	1,22

Tableau 6.3

Concentration en DDT et ses produits de décomposition DDD, DDE dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

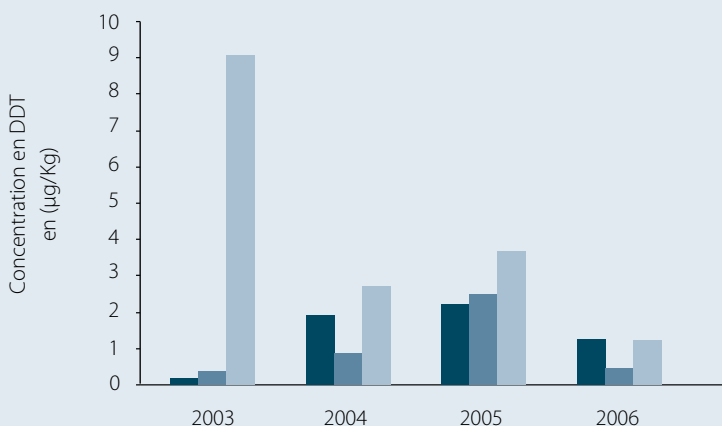


figure 6.2

Variations de la concentration en DDT et ses produits de décomposition DDD, DDE dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

- DDT
- DDD
- DDE

## Polychlorobiphényles

PCB		2003	2004	2005	2006
Congénère 28	µg/kg	3,14	1,3	3,13	1,11
Congénère 52	µg/kg	3,14	3,15	3,81	18,1
Congénère 101	µg/kg	19,61	6,98	8,7	67,69
Congénère 118	µg/kg	6,62	7,27	5,81	19,54
Congénère 138	µg/kg	7,75	6,82	10,94	50,61
Congénère 153	µg/kg	10,73	23,35	6,42	70,12
Congénère 180	µg/kg	1,76	0,29	1,87	13,52

Tableau 6.4

Concentration en PCB (polychlorobiphényles) dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

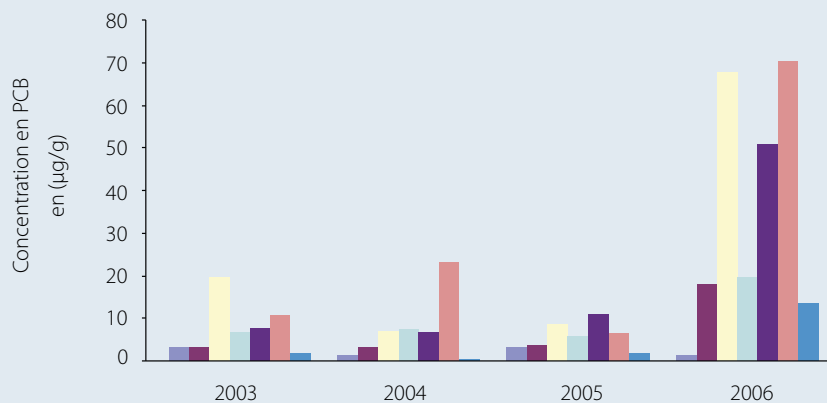


figure 6.3

Variations de la concentration en PCB (polychlorobiphényles) dans les mollusques filtreurs (moules) digue de Fontvieille



## Métaux

Années	Métaux			
	Cadmium mg/kg	Cuivre mg/kg	Mercure mg/kg	Plomb mg/kg
1989	1,1	5,8	0,07	2
1990	1,1	6,8	0,1	3,1
1991	1,2	8,6	0,12	3,3
1991	1,3	6,7	0,33	1,3
1992	1	7,8	0,08	3,3
1993	1,4	7	0,08	1,6
1994	1,6	5,5	0,2	2,8
1995	1	8,3	0,09	2,1
1996	1,2	5,9	0,06	1,7
1997	1,5	4,9	0,05	0,9
2001	<2	<40	<40	<1
2003	0,34	7,1	0,07	0,09
2004	0,39	5,4	0,44	0,26
2005	0,7	4,9	0,07	1,7
2006	0,47	5,6	0,16	1,6

Tableau 6.5

Concentration en métaux (cadmium, cuivre, mercure, plomb) dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

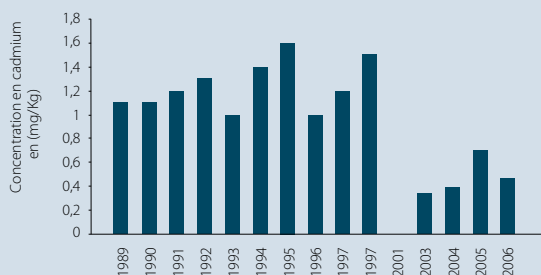


figure 6.4

Variations de la concentration en cadmium dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

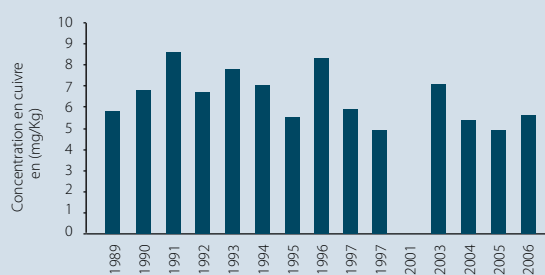


figure 6.5

Variations de la concentration en cuivre dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

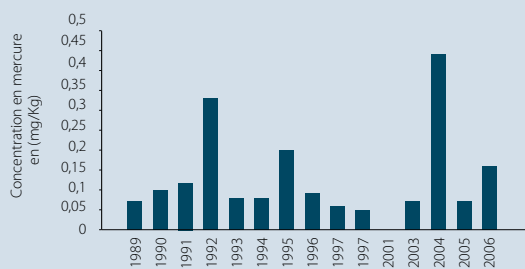


figure 6.6

Variations de la concentration en mercure dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

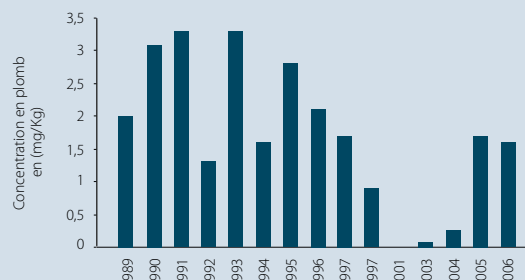


figure 6.7

Variations de la concentration en plomb dans les mollusques filtreurs (moules) de la digue de Fontvieille.

### 2.3 Accumulateur biologique : campagne RLM - 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.

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.

Étendu 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 s'est également développé à l'échelle régionale et 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 organismes concentrent différentes substances présentes dans l'environnement marin (métaux, hydrocarbures, 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.

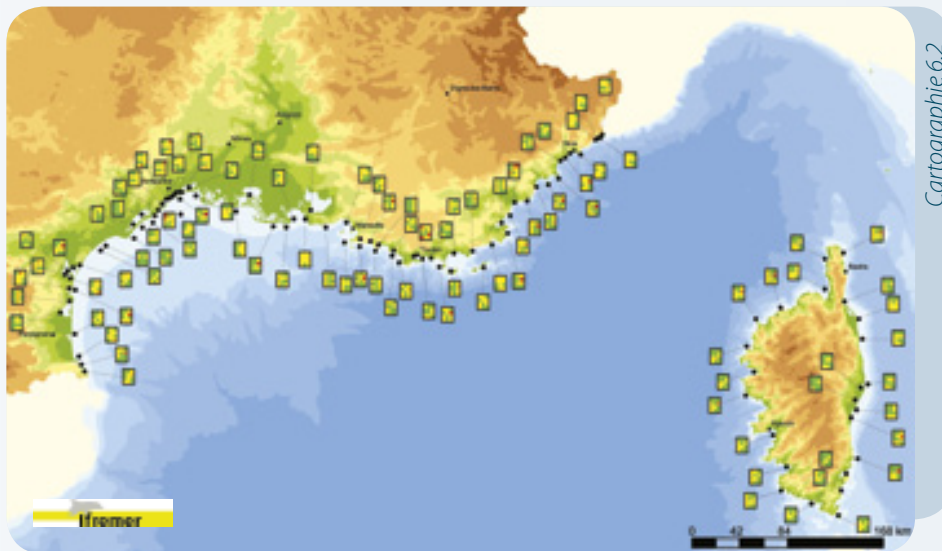


photographie 6.1

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/>)



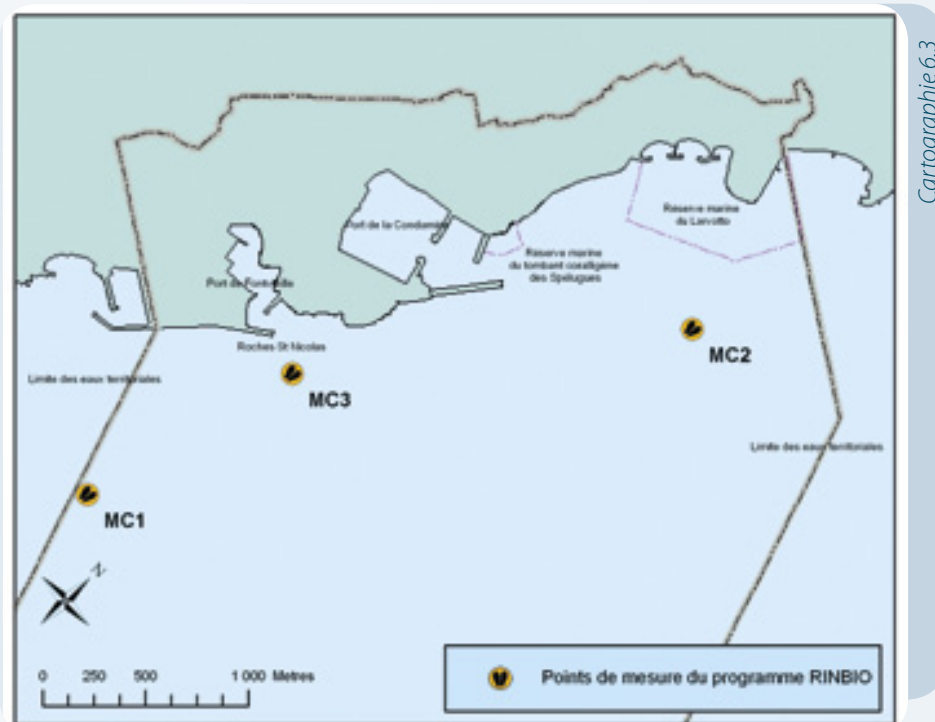


Cartographie 6.2



Cartographie 6.2 bis

Points de mesure du Programme RINBIO sur le littoral méditerranéen français incluant Monaco (© IFREMER).



Cartographie 6.3

Points de mesure du Programme RINBIO sur le littoral de Monaco

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

Niveaux de base  
Niveaux faibles  
Niveaux modérés  
Niveaux élevés  
Niveaux très élevés

Paramètres	Points de mesures		
	MC1	MC2	MC3
<b>Positionnement</b>			
Profondeur	51	60	51,5
Longitude	7,42235	7,42867	7,44495
Latitude	43,71953	43,72823	43,74225
Nombre d'individus	17	17	16
<b>Indices généraux de condition</b>			
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 en mm	233	231	220
Matières grasses %	3,2	8,4	14,1
<b>Métaux</b>			
Cadmium (mg/kg)	0,9	0,9	0,9
Chrome total (mg/kg)	0,5	0,5	0,5
Cuivre (mg/kg)	4,2	4,3	4,3
Mercurure (mg/kg)	0,08	0,08	0,07
Nickel (mg/kg)	1	1,4	1,1
Plomb (mg/kg)	1,4	1,5	1,6
Zinc (mg/kg)	139	129	131
Arsenic (mg/kg)	23	19,9	22
<b>DTT et métabolites</b>			
DDE (µg/kg)	4,1	2,8	2,2
DDT (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
DDD (µg/kg)	1,2	0,5	0,5
<b>Hexachlorocyclohexanes</b>			
Alpha HCH (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Beta HCH (Lindane) (µg/kg)	1,7	0,5	0,5
Gamma HCH (Lindane) (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
<b>Polychlorobiphényles</b>			
Congénère 138 (µg/kg)	0,5	0,5	1,1
Congénère 153 (µg/kg)	3,2	2,2	2,4
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>			
Naphtalène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Acénaphtalène (µg/kg)	5	5	5
Acénaphtène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Fluorène (µg/kg)	4,1	1,8	1,8
Phénanthrène (µg/kg)	7,7	3,2	3,1
Anthracène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Fluoranthène (µg/kg)	4,2	1,9	2,9
Pyrène (µg/kg)	1,4	1,2	1,2
Benzo(a)anthracène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Chrysène (µg/kg)	1,5	0,5	1,5
Benzo (b) fluoranthène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Benzo (k) fluoranthène (µg/kg)	0,5	0,5	0,5
Benzo (a) pyrène (µg/kg)	2,4	0,5	2,3

## 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.

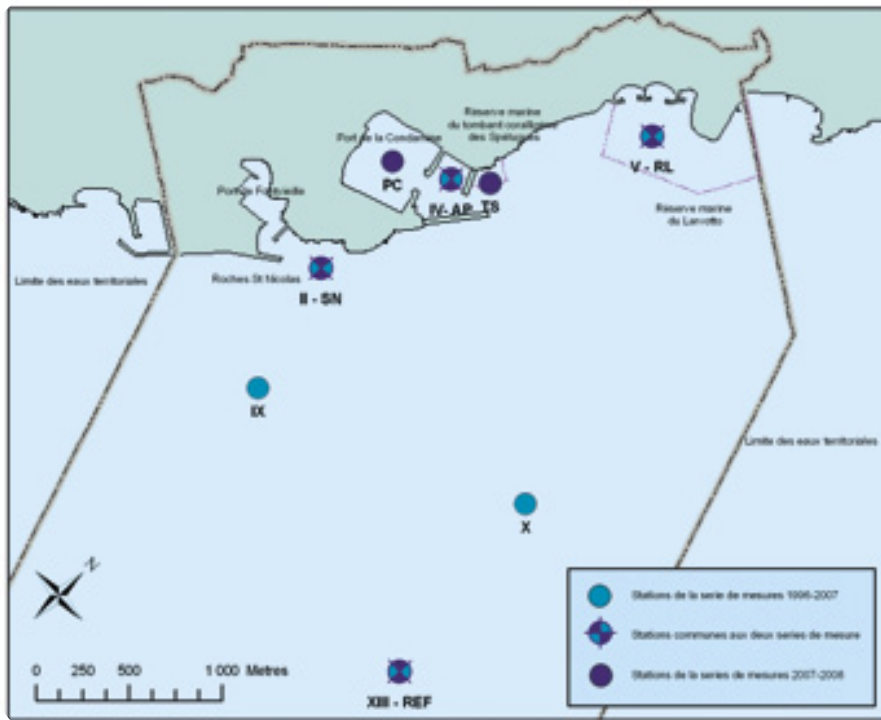
Une première série de mesures, issue de 111 missions couvrant la période de 1996 à 2007, a été réalisée sur les stations suivantes :

- 3 stations de prélèvements (II, IV, 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, suite à l'agrandissement du Port de la Condamine.
- 1 station de prélèvement (IX) est située au niveau du débouché de l'émissaire urbain de Fontvieille (Usine de Traitement des Eaux Résiduaires) ;
- 2 stations côtières (X et XIII) sont situées dans la partie centrale de la baie, considérée comme zone de référence du champ moyen, non soumise à l'influence d'une source terrigène en particulier.

En 2007, ce réseau a été modifié pour permettre d'assurer le suivi d'éventuelles perturbations 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 :

- 3 stations de prélèvements 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 se trouvent dans les zones confinées et semi confinées du Port de la Condamine (PC, AP) et sont 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.
- 1 station côtière (REF), située dans la partie centrale de la baie, est considérée comme zone de référence du champ moyen, non soumise à l'influence d'une source terrigène en particulier. Cette station assure la continuité des mesures au niveau de l'ancienne station XIII comme site témoin de conditions de référence.



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 :

- Salinité,
- Température,
- Oxygène dissous
- pH
- Transparence Secchi
- Transparence néphélométrie
- Matières en suspension

- Nitrates
- Nitrites
- Ammonium
- Chlorophylle *a*

Ces paramètres sont extrêmement stables, toutefois au voisinage de la côte, le mélange avec les eaux continentales et les rejets anthropiques peuvent modifier significativement ces caractéristiques. Ces données marquent donc l'influence continentale et anthropique et sont indispensables à l'analyse du suivi des pressions exercées sur l'écosystème marin.

### ■ 3.2.1 Température

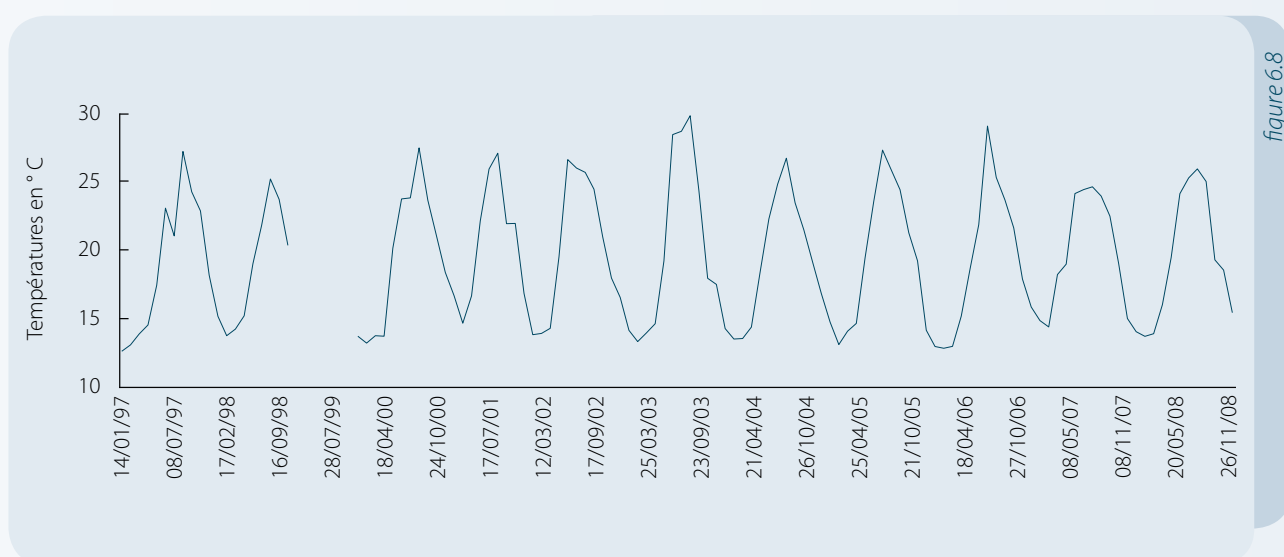
La température est un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu marin.

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.

#### Variations annuelles des températures

Toutes stations confondues, la température maximale relevée depuis 1997 est de 28,1°C dans l'entrée du Port Hercule le 26/08/03 (station IV), la température minimale relevée est de 12,0 °C le 14/01/97 toujours au niveau de la station IV.

La température moyenne toutes dates et sites confondus est de 18,58°C.



Variations annuelles des températures de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco de 1997 à 2008

# 6

## Variations mensuelles des températures

Moyenne des températures de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

Mois	Température de l'eau en zone côtière en °C				
	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	13,8	12,0	15,5	13,4	14,4
2	13,2	12,6	14,5	12,9	13,4
3	13,6	12,7	14,4	13,5	13,9
4	14,7	13,0	17,8	14,0	15,0
5	18,0	15,5	19,4	17,5	18,6
6	22,5	20,5	27,0	21,0	22,7
7	24,1	19,9	27,6	23,0	25,6
8	24,9	23,1	28,1	24,1	25,5
9	22,5	20,6	23,7	22,3	23,0
10	20,4	19,3	22,2	20,0	20,8
11	17,7	16,8	18,7	17,3	18,3
12	15,6	13,3	17,3	14,7	16,2
<b>Valeurs annuelles</b>	18,6	12,0	28,1	14,3	22,4

Tableau 6.7

### Variation de la moyenne mensuelle, minima et maxima de la température en zone côtière

Variation des moyennes des températures de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco, de 1996 à 2008

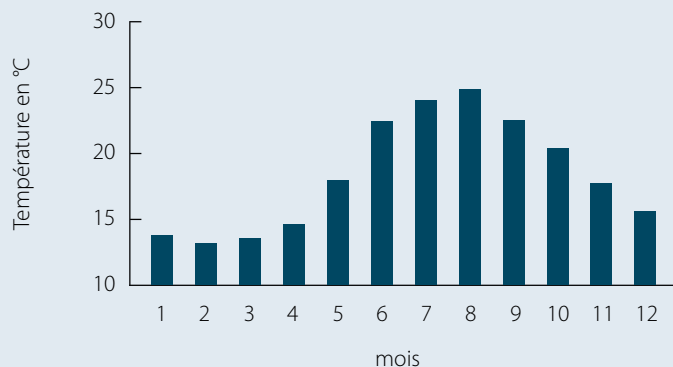


figure 6.9

### ■ 3.2.2 Salinité

En océanographie, la salinité est utilisée dans la caractérisation des masses d'eau. En milieu côtier, la salinité est principalement utilisée pour tracer les apports en eau continentale ou les apports anthropiques.

Les variations normales de salinité sont comprises entre 37,82 et 38,18 PSU (Practical Salinity Units) pour les stations côtières (intervalle normal de variation autour de la valeur moyenne de l'ensemble des valeurs des stations X et XIII) avec une moyenne de 37,97 PSU.

Les sites littoraux montrent une salinité plus faible témoignant des apports telluriques continus (rejets).

Les valeurs plus basses (salinité <37 PSU), sont la conséquence d'épisodes pluvieux importants et peuvent être également observées plus rarement sur les sites les plus éloignés de la côte (stations X et XIII) montrant l'influence des fleuves côtiers comme celui de la Roya.

### Variations annuelles

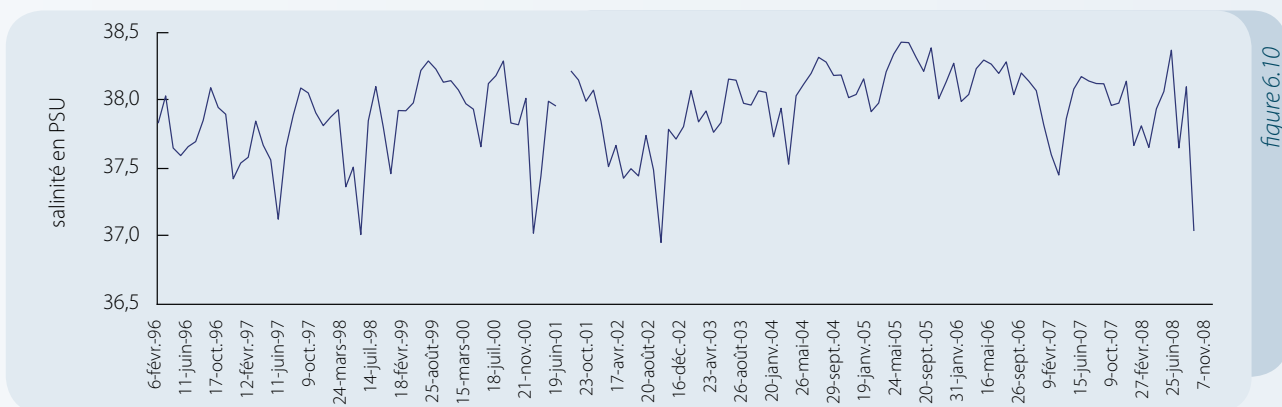


figure 6.10

Variations annuelles de la salinité observées en zone côtière de Monaco de 1996 à 2008

### Variations mensuelles de la salinité

Salinité de l'eau en zone côtière (PSU)					
Mois	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	37,91	37,19	38,26	37,71	38,10
2	37,95	37,30	38,23	37,83	38,09
3	37,93	36,36	38,28	37,90	38,12
4	37,77	37,20	38,20	37,61	37,95
5	37,71	36,85	38,45	37,58	37,94
6	37,70	34,45	38,58	37,54	38,01
7	37,95	37,28	38,40	37,79	38,19
8	38,07	37,27	38,45	38,03	38,24
9	38,18	37,23	38,52	38,10	38,30
10	38,03	37,14	38,37	37,83	38,26
11	37,89	36,32	38,27	37,79	38,12
12	37,88	36,61	38,80	37,77	38,12
<b>Valeurs annuelles</b>	37,91	34,45	38,80	37,73	38,14

Tableau 6.8

Moyenne des températures de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

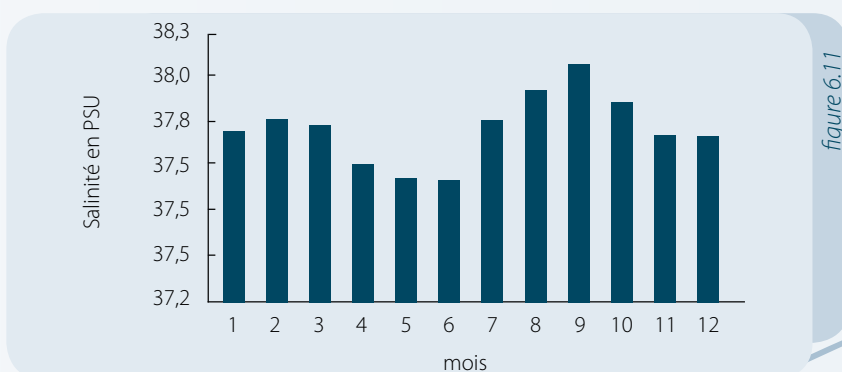


figure 6.11

Variation des moyennes des températures de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco, de 1996 à 2008

## Variations inter-stations.

Réseaux de surveillance	Salinité en (PSU)					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	37,95	37,03	38,52	37,80	38,19
	IV	37,86	36,67	38,40	37,69	38,12
	IX	37,96	37,07	38,45	37,81	38,15
	V	37,84	36,55	38,80	37,61	38,10
	X	37,95	36,32	38,50	37,82	38,16
	XIII	37,96	34,45	38,58	37,82	38,17
de 2007 à 2008	AP	37,79	36,99	38,37	37,64	38,05
	PC	37,74	36,61	38,36	37,62	38,05
	REF	37,85	37,18	38,37	37,70	38,10
	RL	37,81	37,12	38,37	37,68	38,06
	SN	37,82	37,23	38,36	37,60	38,05
	TS	37,83	37,09	38,36	37,72	38,05
<b>Valeurs annuelles</b>		<b>37,91</b>	<b>34,45</b>	<b>38,80</b>	<b>37,73</b>	<b>38,14</b>

Tableau 6.9

Variation des moyennes mensuelles de la salinité de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales de 1996 à 2008.

Variation de la salinité par site - série 1997-2007

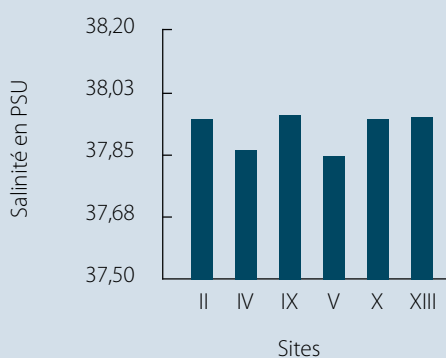


figure 6.12

Variation de la salinité par site - série 2007-2008

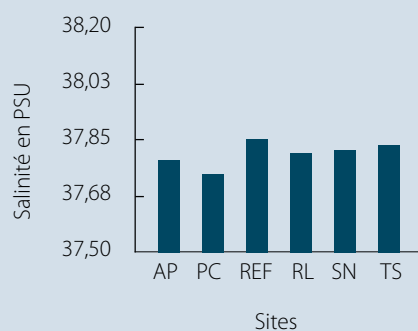


figure 6.12-2

Variation des moyennes de la salinité de l'eau de mer observées sur les différentes stations de Monaco de 1996 à 2008



### ■ 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, de nombreuses espèces vivantes meurent.

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.

La concentration en oxygène dissous en Principauté varie entre un minimum de 4,7 ml/l, un maximum de 6,1 ml/l (hors valeurs extrêmes) avec une moyenne de 5,4 ml/l pour la période de 1996 à 2009. Les teneurs minimales inférieures à 4 ml/l sont observées pour les stations littorales (IV et V), proches de la côte.

#### Variations annuelles

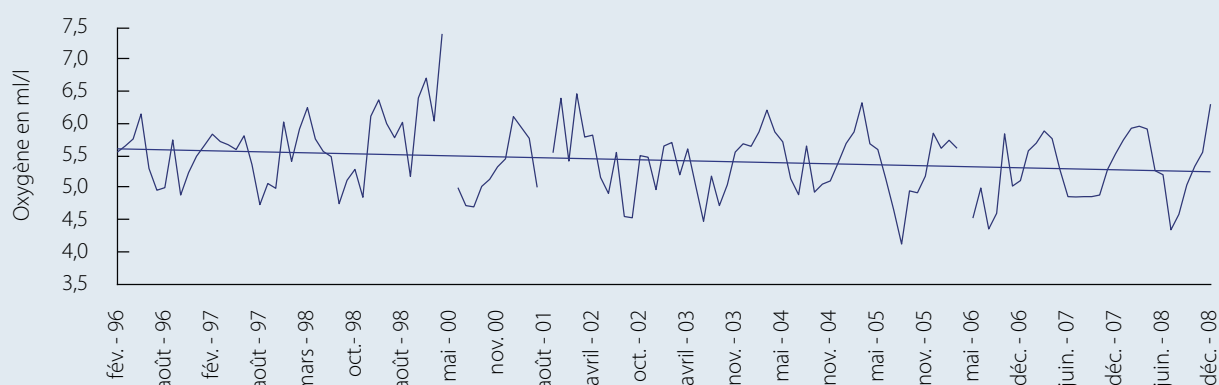


figure 6.13

Moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous observée en zone côtière de Monaco de 1996 à 2008

#### Variations mensuelles de la teneur en oxygène dissous

Moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1996 à 2008

Mois	Teneur en oxygène dissous de l'eau en zone côtière (ml/l)				
	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	5,7	4,7	6,7	5,5	5,8
2	5,9	5,0	7,1	5,7	6,0
3	5,9	5,0	6,8	5,7	6,1
4	5,8	5,2	7,6	5,7	5,9
5	5,5	4,2	6,7	5,2	5,7
6	5,2	4,3	6,7	5,0	5,5
7	4,9	4,0	5,9	4,7	5,2
8	4,7	3,1	6,2	4,6	4,9
9	5,0	4,0	6,4	4,8	5,4
10	5,0	4,5	6,6	4,9	5,3
11	5,3	4,8	6,6	5,2	5,6
12	5,5	4,8	6,9	5,2	5,6
<b>Valeurs annuelles</b>	5,4	3,1	7,6		

Tableau 6.10

Variation des moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous de l'eau de mer, de 1996 à 2008

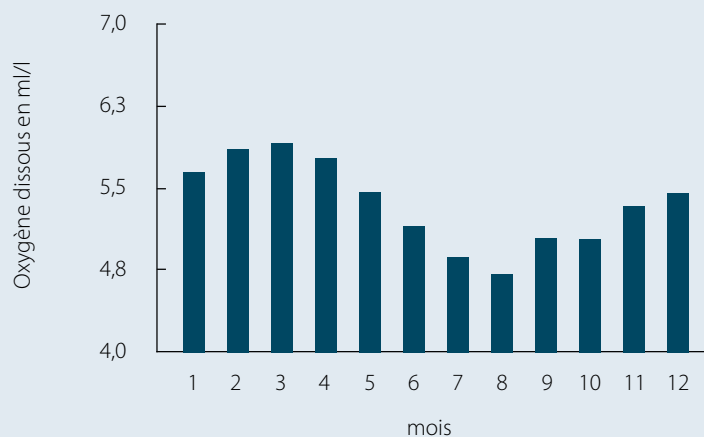


figure 6.14

### Variations inter-stations

Réseaux de surveillance	Oxygène dissous en ml/l					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	5,4	4,0	7,4	5,0	5,8
	IV	5,4	3,1	7,4	5,0	5,8
	IX	5,5	4,4	6,9	5,0	5,9
	V	5,4	3,6	7,5	4,9	5,7
	X	5,5	4,0	7,6	5,0	5,8
	XIII	5,5	4,1	7,4	5,0	5,8
de 2007 à 2008	AP	5,2	4,3	6,5	4,9	5,6
	PC	5,3	4,3	6,4	4,8	5,5
	REF	5,3	4,5	6,2	5,1	5,5
	RL	5,3	4,4	6,3	5,0	5,6
	SN	5,3	4,5	6,1	5,0	5,4
	TS	5,3	4,2	6,3	5,0	5,6
<b>Valeurs annuelles</b>		5,4	3,1	7,6	5,0	5,8

Tableau 6.11

Concentration en oxygène dissous observée en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure 1996 à 2008

Variation de la concentration en oxygène dissous par stations - série 1996-2008

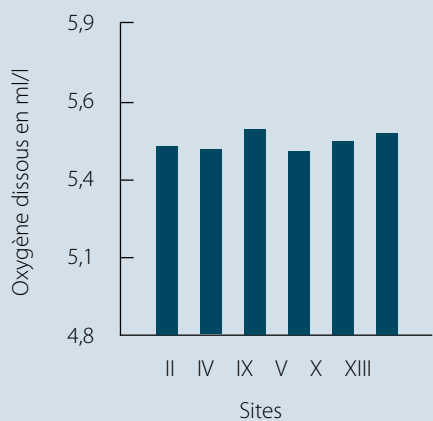


figure 6.15

Variation de la concentration en oxygène dissous par stations - série 2007-2008

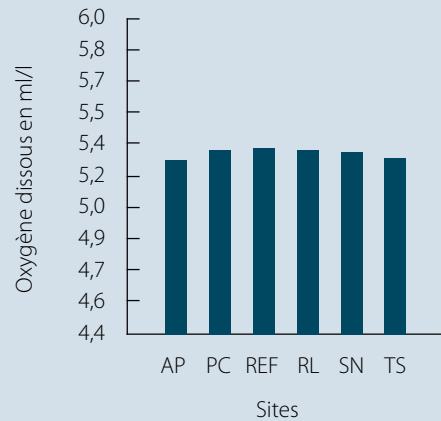


figure 6.15-2

Variations de la concentration en oxygène dissous de l'eau de mer observées sur les différentes stations côtières de Monaco de mesure de 1996 à 2008

### 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 normale, un développement printanier suivi d'un niveau plus faible en été, un regain en automne et de plus faibles teneurs en hiver.

La mesure de la chlorophylle permet également d'identifier des zones soumises à l'eutrophisation.

Tous sites et dates confondus la teneur moyenne observée est de 0,27 µg/l de chlorophylle, les variations observées (en dehors des valeurs extrêmes) se situant entre 0,07 µg/l et 0,48 µg/l.

Le cycle classique de variation de la chlorophylle est respecté sur la station côtière de référence (station XIII), indicateur de condition normale, où la teneur moyenne annuelle est de 0,23 µg/l. Les variations saisonnières se situent entre 0,09 µg/l pour les minimas en juillet, et 0,48 µg/l pour les maxima en mars.

#### Variations annuelles

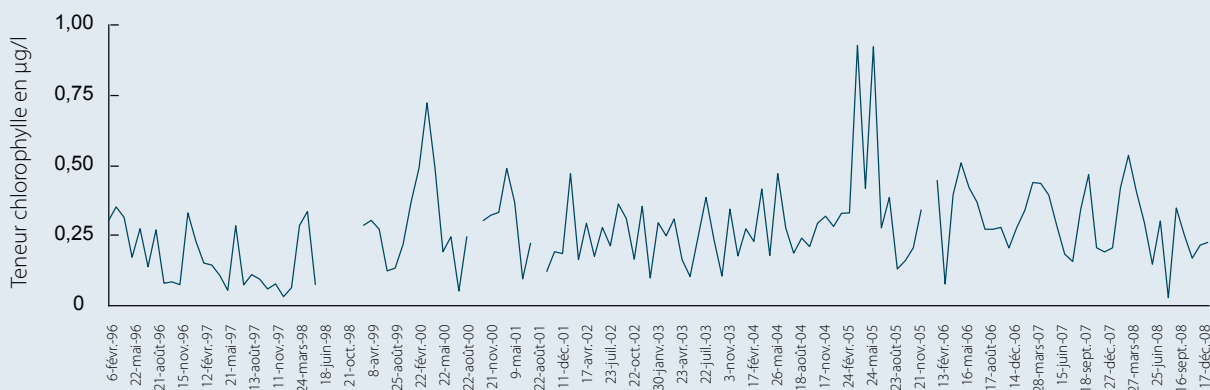


figure 6.16

Variations de la teneur en chlorophylle de l'eau de mer observées en zone côtière de Monaco de 1996 à 2008

## Variations mensuelles

Mois	Teneur en chlorophylle de l'eau en zone côtière µg/l				
	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	0,33	0,00	0,74	0,27	0,40
2	0,27	0,01	0,69	0,15	0,43
3	0,39	0,10	1,29	0,26	0,52
4	0,29	0,04	0,74	0,21	0,41
5	0,20	0,00	3,60	0,12	0,30
6	0,17	0,05	1,35	0,12	0,34
7	0,13	0,01	1,32	0,07	0,22
8	0,16	0,03	1,13	0,13	0,24
9	0,14	0,03	1,66	0,10	0,22
10	0,21	0,04	0,37	0,14	0,27
11	0,21	0,03	0,63	0,15	0,33
12	0,23	0,08	0,47	0,19	0,30
<b>Valeurs annuelles</b>	0,22	0,0	3,6	0,1	0,34

Tableau 6.12

Moyennes mensuelles de la teneur en chlorophylle observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

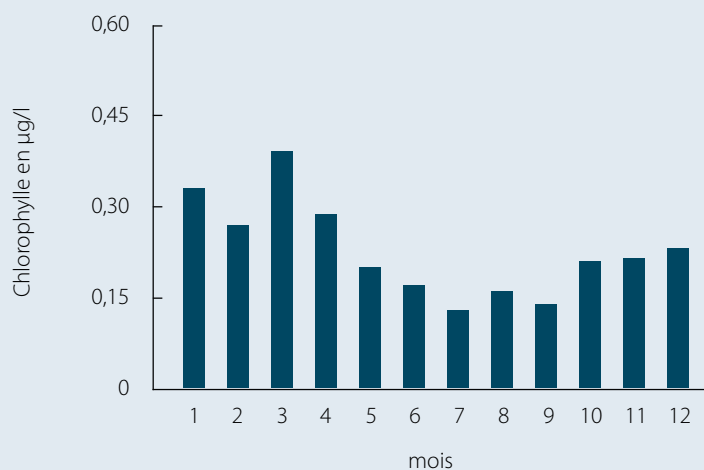


figure 6.17

Variation des moyennes mensuelles de la teneur en chlorophylle de l'eau de mer de 1996 à 2008

## Variations inter-stations.

Réseaux de surveillance	Teneur en chlorophylle ( $\mu\text{g/l}$ )					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	0,24	0,00	0,88	0,16	0,34
	IV	0,32	0,04	3,60	0,19	0,45
	IX	0,21	0,02	0,91	0,12	0,34
	V	0,23	0,01	0,74	0,15	0,31
	X	0,19	0,00	1,29	0,11	0,30
	XIII	0,17	0,03	0,83	0,09	0,31
de 2007 à 2008	AP	0,17	0,04	0,59	0,13	0,28
	PC	0,38	0,05	0,80	0,20	0,66
	REF	0,18	0,01	0,32	0,12	0,26
	RL	0,16	0,01	0,26	0,13	0,18
	SN	0,19	0,05	0,28	0,14	0,24
	TS	0,15	0,01	0,28	0,14	0,21
<b>Valeurs annuelles</b>		<b>0,22</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,14</b>	<b>0,34</b>

Tableau 6.13

Teneur en chlorophylle observée en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

Variation de la teneur en chlorophylle par stations - série 1996-2007

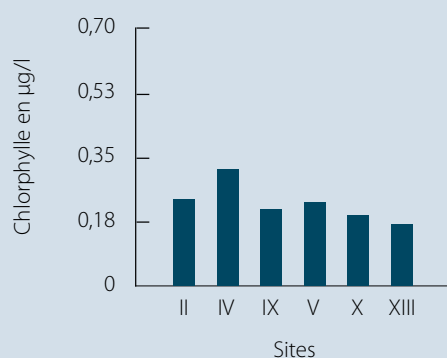


figure 6.18

Variation de la teneur en chlorophylle par stations - série 2007-2008

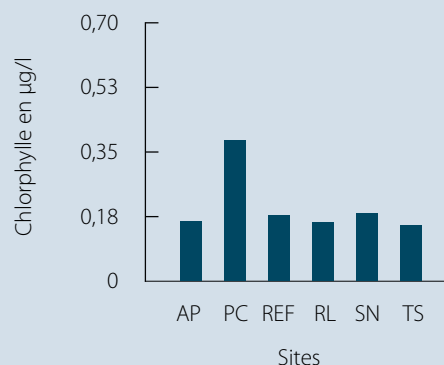


figure 6.18-2

Variation de la teneur en chlorophylle de l'eau de mer observée sur les différentes stations côtières de Monaco de 1996 à 2008

Dans les eaux portuaires (station IV puis AP), le cycle de variation montre un développement plus important que la normale durant les mois de mai à septembre, période durant laquelle l'eau est la plus chaude.

Ce cycle de variation est observé depuis la mise en place des nouvelles infrastructures portuaires en août 2002. La teneur moyenne annuelle relevée est de deux fois supérieures aux conditions côtières ( $0,40 \mu\text{g/l}$ ), la moyenne observée durant la période chaude est quant à elle de  $0,52 \mu\text{g/l}$  et des maximums supérieurs à  $1 \mu\text{g/l}$  sont fréquemment observés.

### ■ 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 (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  $2,5 \times PS$ .

La transparence des eaux varie saisonnièrement au niveau la station de référence (station XIII-REF), 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 m. 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.

#### Variations annuelles

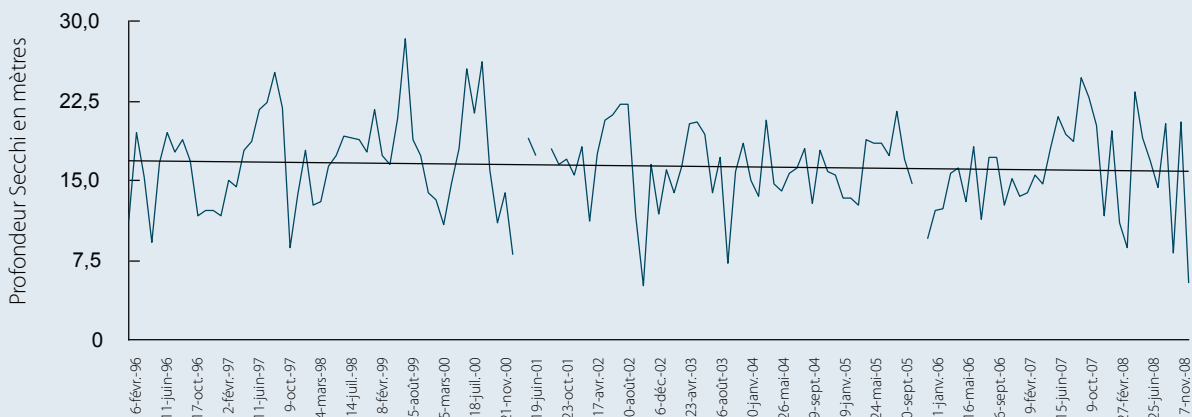


figure 6.19

Variation des moyennes mensuelles de profondeur de disparition du disque de Secchi observées sur les différentes stations côtières de Monaco 1996 à 2008

## Variations mensuelles

Transparence des eaux (profondeur Secchi en mètres) en zone côtière					
Mois	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	14,4	7	25	11	17
2	15,1	7	30	12	17
3	13,7	7	24	12	15
4	14,3	6	28	12	17
5	16,7	3	25	14	20
6	17,6	7	30	14	21
7	19,6	9	30	16	23
8	18,6	6	30	14	25
9	20,1	8	31	16	24
10	17,3	7	32	14	19
11	13,1	1	32	8	16
12	14,2	3	25	12	17
<b>Valeurs annuelles</b>	16,4	1	32	13	20

Tableau 6.14

Moyennes mensuelles de la transparence des eaux mesurées par disque de Secchi en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

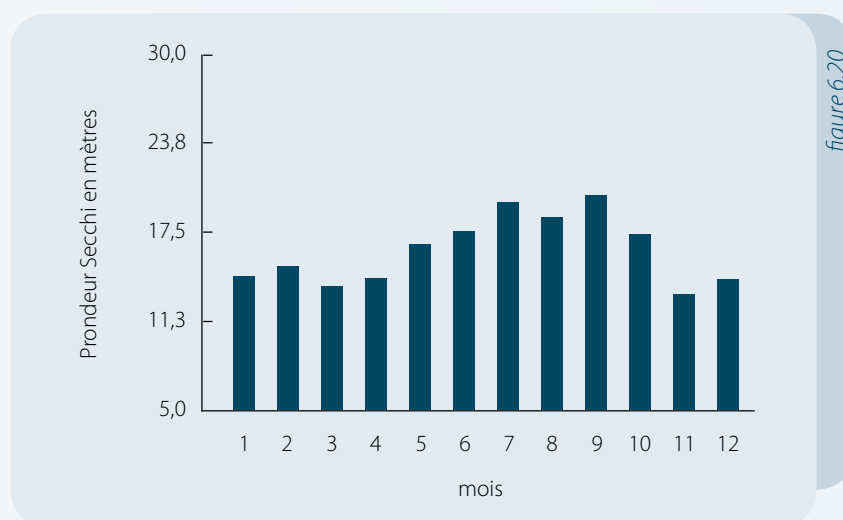


figure 6.20

Variation des moyennes mensuelles de la transparence des eaux mesurées par disque de Secchi, en zone côtière de Monaco de 1997 à 2008

Les stations littorales (II, IV, V puis RL, SN,TS) montrent dans la majeure partie des cas des Profondeurs Secchi inférieures aux stations littorales et côtières (IX, X, XIII-REF). Les valeurs moyennes relevées sur ces stations se situent entre 14 et 15 mètres alors que des valeurs comprises entre 17 et 20 mètres sont observées pour les stations côtières.

La station portuaire (PC) présente les eaux de plus forte turbidité, avec des valeurs souvent inférieures à 10 mètres.

## Variations inter-stations.

Réseaux de surveillance	Transparence des eaux en zone côtière (profondeur Secchi en mètres)					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	14,9	1	25	13	17
	IV	14,1	4	30	11	16
	IX	17,6	6	31	14	21
	V	13,6	3	30	12	16
	X	19,0	3	32	15	23
	XIII	19,4	7	31	15	23
de 2007 à 2008	AP	14,6	6	25	9	22
	PC	9,4	3	23	7	10
	REF	17,3	7	25	9	25
	RL	15,5	4	24	10	21
	SN	15,7	5	23	9	22
	TS	16,1	5	26	10	24
<b>Valeurs annuelles</b>		16,4	1	32	13	20

Tableau 6.15

Moyenne de la transparence (Profondeur Secchi) observée en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

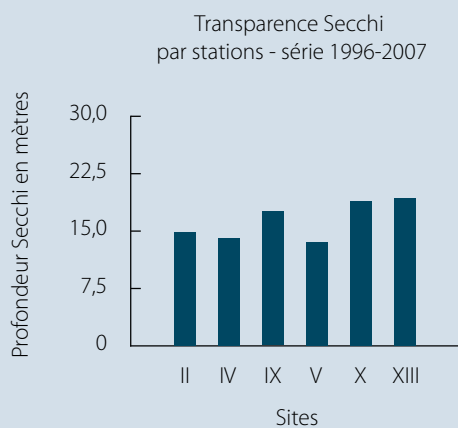


figure 6.21

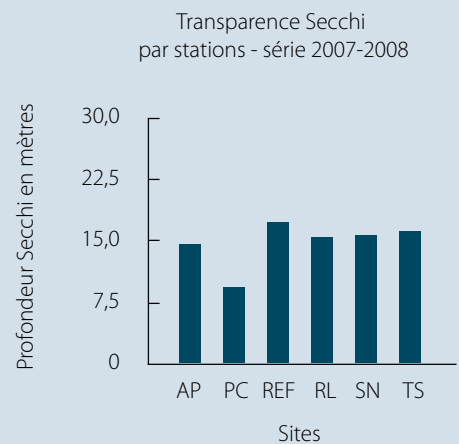


figure 6.21-2

Variations de transparence des eaux (profondeur Secchi) de l'eau de mer observées sur les différentes stations côtières de Monaco de 1996 à 2008

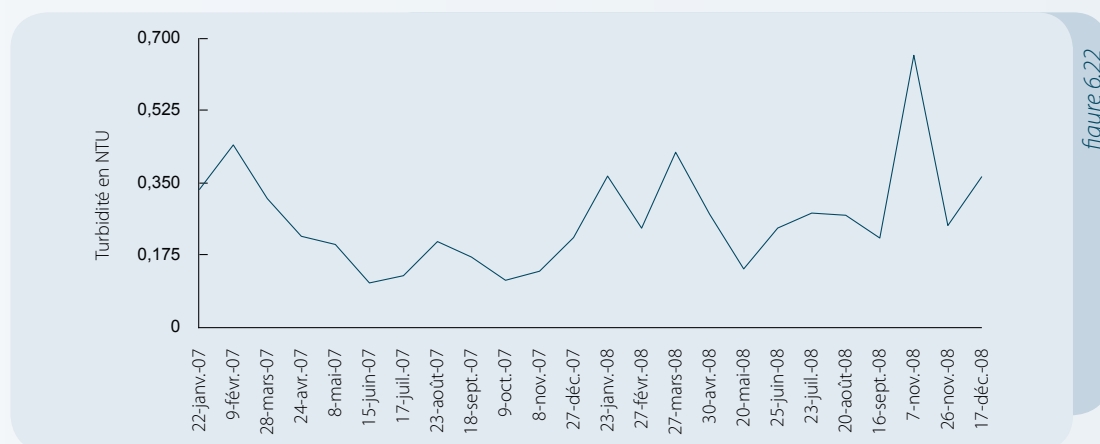


## Transparence néphéométrique

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).

### Variations annuelles



Variation de la turbidité des eaux (mesure néphéométrique) observées sur les différentes stations côtières de Monaco 1996 à 2008

### Variations mensuelles

Turbidité des eaux côtières (mesure néphéométrique) NTU					
		Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
Mois	Moyenne	Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	0,35	0,09	0,91	0,16	0,41
2	0,26	0,14	0,99	0,17	0,36
3	0,29	0,21	0,75	0,24	0,50
4	0,24	0,18	0,30	0,22	0,28
5	0,17	0,10	0,35	0,11	0,20
6	0,13	0,05	0,54	0,09	0,19
7	0,19	0,05	0,40	0,10	0,30
8	0,23	0,12	0,45	0,16	0,28
9	0,13	0,08	0,64	0,12	0,20
10	0,10	0,08	0,17	0,08	0,14
11	0,21	0,06	0,95	0,14	0,52
12	0,26	0,12	0,67	0,23	0,33
<b>Moyenne annuelle</b>	<b>0,22</b>	<b>0,05</b>	<b>0,99</b>	<b>0,14</b>	<b>0,31</b>

Moyennes mensuelles de la turbidité des eaux (mesure néphéométrique) observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

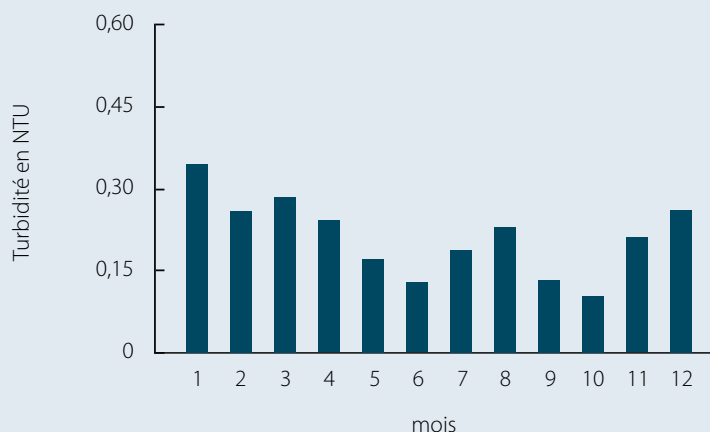


figure 6.23

Variation des moyennes mensuelles de la turbidité des eaux (mesure néphélogométrique) observées en zone côtière de Monaco de 1997 à 2008

#### Variations inter-stations.

Réseaux de surveillance	Turbidité des eaux côtière (mesure néphélogométrique) NTU					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	0,21	0,11	0,49	0,14	0,30
	IV	0,31	0,17	0,91	0,25	0,52
	IX	0,16	0,07	0,34	0,12	0,25
	V	0,21	0,10	0,99	0,16	0,43
	X	0,14	0,08	0,34	0,09	0,24
	XIII	0,13	0,05	0,35	0,09	0,19
de 2007 à 2008	AP	0,29	0,19	0,56	0,22	0,31
	PC	0,40	0,21	0,64	0,34	0,52
	REF	0,15	0,08	0,94	0,13	0,23
	RL	0,25	0,10	0,95	0,16	0,29
	SN	0,23	0,10	0,66	0,12	0,30
	TS	0,23	0,12	0,48	0,17	0,28
<b>Moyenne de turbidité</b>		<b>0,22</b>	<b>0,05</b>	<b>0,99</b>	<b>0,14</b>	<b>0,31</b>

Tableau 6.17

Moyenne de turbidité (mesure néphélogométrique) observée en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

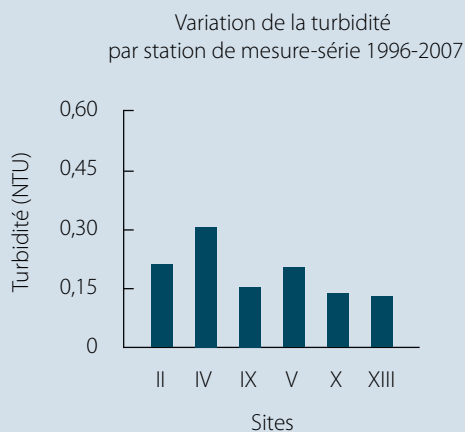


figure 6.24

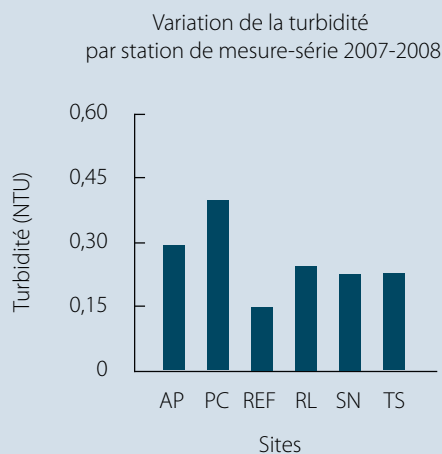


figure 6.24.2

*Variations de transparence des eaux (mesure néphélogéométrique) de l'eau de mer observées sur les différentes stations côtières de Monaco suivant les stations de mesure de 1996 à 2008*

La valeur moyenne de turbidité relevée sur la station côtière de référence (station REF) est de 0,15 NTU, la valeur minimale est de 0,05 NTU et la valeur maximale de 0,35 NTU.

Les valeurs moyennes de turbidité relevées sur les stations littorales sont plus importantes, de l'ordre de 0,25 NTU, la valeur minimale rencontrée est de 0,10 NTU et les valeurs maximales sont de l'ordre de 1 NTU.

Pour les stations situées à l'intérieur des infrastructures portuaires (IV-AP et PC) la valeur moyenne est respectivement de 0,35 et 0,40 NTU, la valeur minimale est de 0,20 NTU, et la valeur maximale est de 0,90 NTU. Les stations portuaires montrent des valeurs de turbidité significativement plus importantes que les stations côtières et les stations de référence.

### ■ 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 surfaces 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.

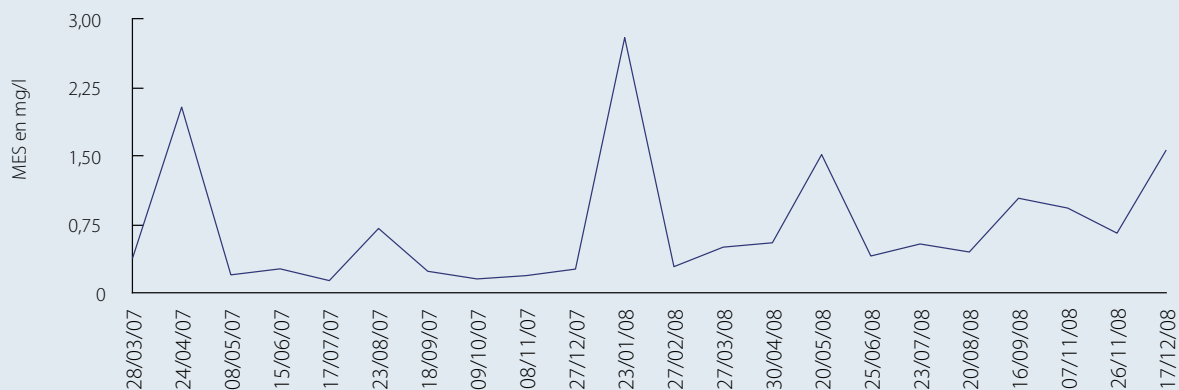
Les teneurs en matières en suspension relevées sont assez faibles et sont en corrélation avec les valeurs de transparence des eaux.

Les teneurs minimales sont observées sur la station côtière (REF), la teneur moyenne est de 0,58 mg/l, la teneur minimale est de 0,05 mg/l et la teneur maximale de 1,90 mg/l.

Pour les stations littorales la valeur moyenne des trois stations est de 0,76 mg/l, la teneur minimale est de 0,25 mg/l et la teneur maximale de 2,32 mg/l.

Pour les stations situées à l'intérieur des infrastructures portuaires (AP et PC) les teneurs moyennes sont respectivement de 0,78 mg/l et 1,39 mg/l, les teneurs minimales de 0,46 mg/l et 0,45 mg/l, et les teneurs maximales de 1,71 mg/l et 3,94 mg/l.

## Variations annuelles



Variation de la teneur en matières en suspension observées sur les différentes stations côtières de Monaco 1996 à 2008

## Variations mensuelles

Mois	Teneur en matières en suspension (mg/l)				
	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
		Minimum	Maximum	Bas	Haut
1	2,66	2,21	3,61	2,31	3,34
2	0,52	0,00	1,02	0,00	0,95
3	0,41	0,12	0,84	0,28	0,58
4	1,05	0,42	3,58	0,54	1,77
5	0,31	0,03	3,94	0,14	1,41
6	0,26	0,00	1,32	0,17	0,43
7	0,22	0,06	1,60	0,10	0,42
8	0,53	0,25	1,21	0,33	0,74
9	0,40	0,12	1,94	0,16	1,03
10	0,15	0,08	0,25	0,13	0,19
11	0,55	0,05	1,20	0,25	0,89
12	0,76	0,21	2,32	0,27	1,36
<b>Moyenne annuelle</b>	0,42	0,00	3,94	0,21	1,01

Moyennes mensuelles de la teneur en matières en suspension observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008

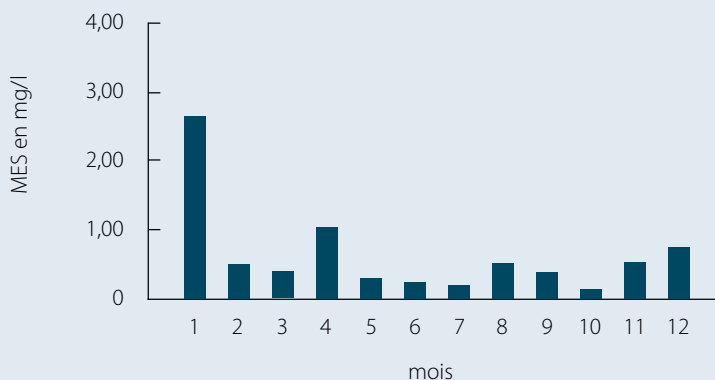


figure 6.26

Variation des moyennes mensuelles de la teneur en matières en suspension observées en zone côtière de Monaco de 1997 à 2008

### Variations inter-stations.

Réseaux de surveillance	Teneur en matières en suspension en mg/l					
	Sites	Moyenne	Valeurs extrêmes		Intervalle normal de variation	
			Minimum	Maximum	Bas	Haut
de 1996 à 2007	II	0,36	0,12	3,34	0,21	0,54
	IV	0,54	0,25	2,98	0,38	0,83
	IX	0,25	0,06	2,35	0,12	0,34
	V	0,29	0,00	3,61	0,19	0,58
	X	0,18	0,08	2,21	0,13	0,30
	XIII	0,16	0,00	3,58	0,12	0,40
de 2007 à 2008	AP	0,59	0,46	1,71	0,51	1,23
	PC	1,32	0,63	3,94	1,17	1,60
	REF	0,38	0,03	1,90	0,17	0,51
	RL	0,46	0,23	2,32	0,31	1,11
	SN	0,54	0,26	1,35	0,43	0,72
	TS	0,71	0,00	1,90	0,42	0,81
<b>Moyenne</b>		<b>0,42</b>	<b>0,00</b>	<b>3,94</b>	<b>0,21</b>	<b>1,01</b>

Tableau 6.19

Variation de la teneur en matières en suspension observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

Variation de la teneur en matières en suspension par stations - série 1996-2007

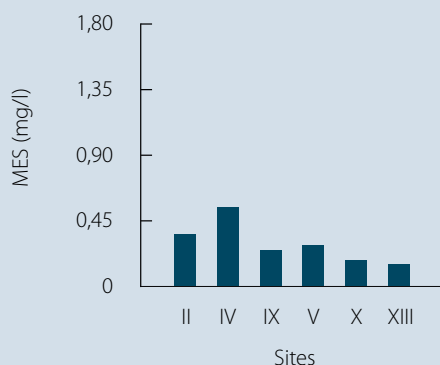


figure 6.27

Variation de la teneur en matières en suspension par stations - série 2007-2008

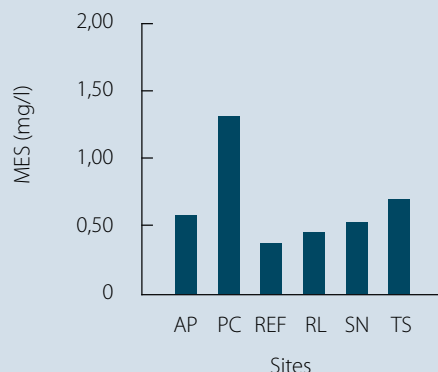


figure 6.27.2

Variations de la teneur en matières en suspension de l'eau de mer observées sur les différentes stations côtières de Monaco de 1996 à 2008

### ■ 3.2.7 Éléments 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 entraîner à des surproductions de phytoplancton conduisant à une eutrophisation du milieu.

Les apports en éléments nutritifs azotés sont fortement conditionnés par les apports continentaux (eaux de surface et rejets d'eaux usées), expliquant le fait que les concentrations les plus importantes sont retrouvées sur les stations littorales et en particulier les stations II et IX, situées au niveau des débouchés des déversoirs d'orage et d'émissaire, pour les nitrites et l'ammonium.

Pour les nitrates ( $\text{NO}_3$ ) la valeur moyenne tous sites confondus est de  $1,5 \mu\text{mol/l}$ , les valeurs minimales se situent pour l'ensemble des stations autour de  $0,05 \mu\text{mol/l}$ , les valeurs maximales, conditionnées par les apports telluriques peuvent dépasser  $20 \mu\text{mol/l}$  pour les sites littoraux et de l'ordre de  $10 \mu\text{mol/l}$  pour les sites côtiers.

Pour les nitrites ( $\text{NO}_2$ ) la valeur moyenne tous sites confondus est de  $0,26 \mu\text{mol/l}$ , les valeurs minimales pour l'ensemble des stations sont inférieures à  $0,05 \mu\text{mol/l}$  et les valeurs maximales autour de  $2 \mu\text{mol/l}$ .

Pour l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) la valeur moyenne tous sites confondus est de  $0,60 \mu\text{mol/l}$ , les valeurs minimales pour l'ensemble des stations se situent en dessous de la limite de détection de  $0,15 \mu\text{mol/l}$  et les valeurs maximales peuvent atteindre les  $100 \mu\text{mol/l}$ .

#### Variations annuelles

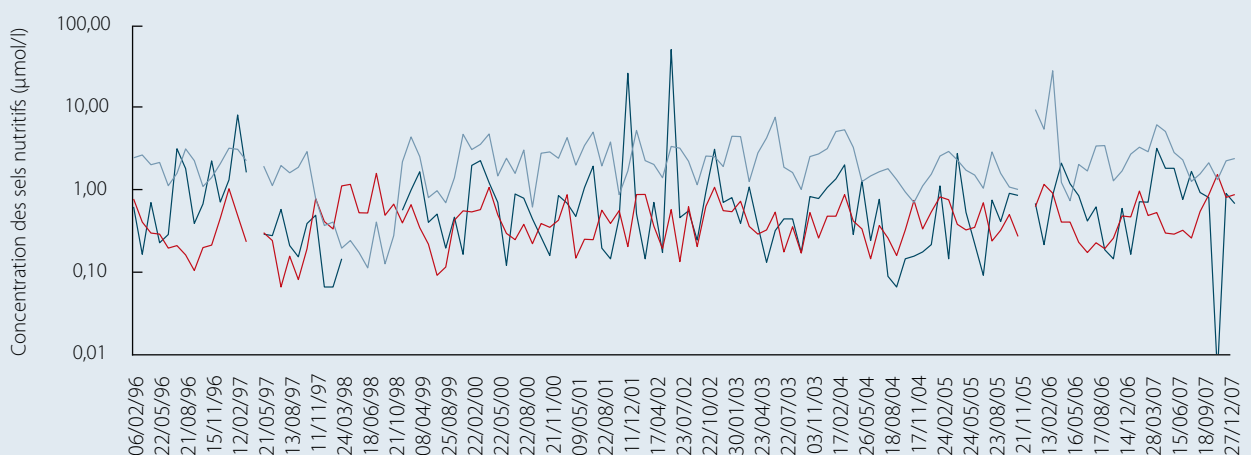


figure 6.28

Variations des concentrations en sels nutritifs observées  
sur les différentes stations côtières de Monaco 1996 à 2008

■  $\text{NO}_3$  ( $\mu\text{mol/l}$ ) ■  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{mol/l}$ ) ■  $\text{NH}_4$  ( $\mu\text{mol/l}$ )

## Variations mensuelles

Tableau 6.20

Mois	NO <sub>3</sub> (µmol/l)			NO <sub>2</sub> (µmol/l)			NH <sub>4</sub> (µmol/l)		
	Médiane	Intervalle normal de variation		Médiane	Intervalle normal de variation		Médiane	Intervalle normal de variation	
		bas	haut		bas	haut		bas	haut
1	1,33	0,90	2,20	0,30	0,25	0,45	0,25	0,10	0,40
2	1,70	1,10	1,96	0,38	0,28	0,46	0,39	0,14	0,60
3	1,40	0,85	2,05	0,30	0,20	0,40	0,25	0,10	0,61
4	1,10	0,67	1,65	0,21	0,15	0,30	0,38	0,21	1,00
5	0,81	0,40	1,24	0,15	0,12	0,22	0,18	0,10	0,36
6	0,89	0,40	1,30	0,14	0,10	0,20	0,20	0,10	0,42
7	0,85	0,50	1,30	0,11	0,07	0,19	0,26	0,10	0,50
8	0,99	0,62	1,25	0,13	0,11	0,20	0,24	0,12	0,45
9	0,70	0,40	0,90	0,13	0,08	0,22	0,15	0,10	0,27
10	0,70	0,30	1,06	0,19	0,12	0,32	0,25	0,10	0,40
11	0,73	0,40	1,12	0,20	0,13	0,34	0,21	0,10	0,52
12	1,00	0,60	1,20	0,25	0,18	0,35	0,29	0,10	0,54

Moyennes mensuelles des concentrations en sels nutritifs observées en zone côtière de Monaco, intervalle moyen de variation de 1997 à 2008.

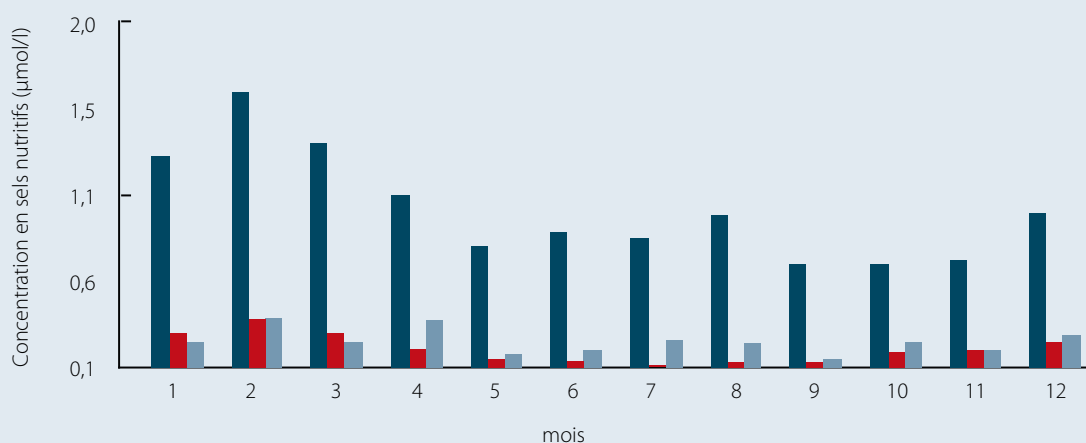


figure 6.29

Variation des moyennes mensuelles des concentrations en sels nutritifs observées en zone côtière de Monaco de 1997 à 2008

■ NO<sub>3</sub> (µmol/l) ■ NO<sub>2</sub> (µmol/l) ■ NH<sub>4</sub> (µmol/l)

## Variations inter-stations

Stations	NO <sub>3</sub> (µmol/l)			NO <sub>2</sub> (µmol/l)			NH <sub>4</sub> (µmol/l)		
	Médiane	Intervalle normal de variation		Médiane	Intervalle normal de variation		Médiane	Intervalle normal de variation	
		bas	haut		bas	haut		bas	haut
II	1,30	0,90	2,00	0,31	0,17	0,60	0,28	0,13	0,65
IV	1,08	0,70	1,54	0,18	0,12	0,28	0,25	0,10	0,44
IX	0,90	0,50	1,29	0,20	0,13	0,35	0,25	0,15	0,65
V	1,20	0,70	1,55	0,16	0,11	0,26	0,23	0,10	0,45
X	0,70	0,40	1,01	0,15	0,10	0,26	0,20	0,10	0,35
XIII	0,70	0,40	1,00	0,19	0,12	0,30	0,24	0,10	0,40
AP	0,66	0,66	0,66	0,22	0,12	0,33	0,42	0,42	0,42
PC	0,40	0,40	0,40	0,22	0,15	0,30	0,10	0,10	0,10
REF	0,27	0,27	0,27	0,15	0,06	0,24	0,10	0,10	0,10
RL	0,27	0,27	0,27	0,20	0,09	0,31	0,10	0,10	0,10
SN	0,40	0,40	0,40	0,22	0,21	0,23	0,10	0,10	0,10
TS	0,40	0,40	0,40	0,24	0,11	0,36	0,10	0,10	0,10

Tableau 6.21

Moyenne des concentrations en sels nutritifs observées en zone côtière de Monaco, valeurs minimales et maximales, intervalle moyen de variation suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

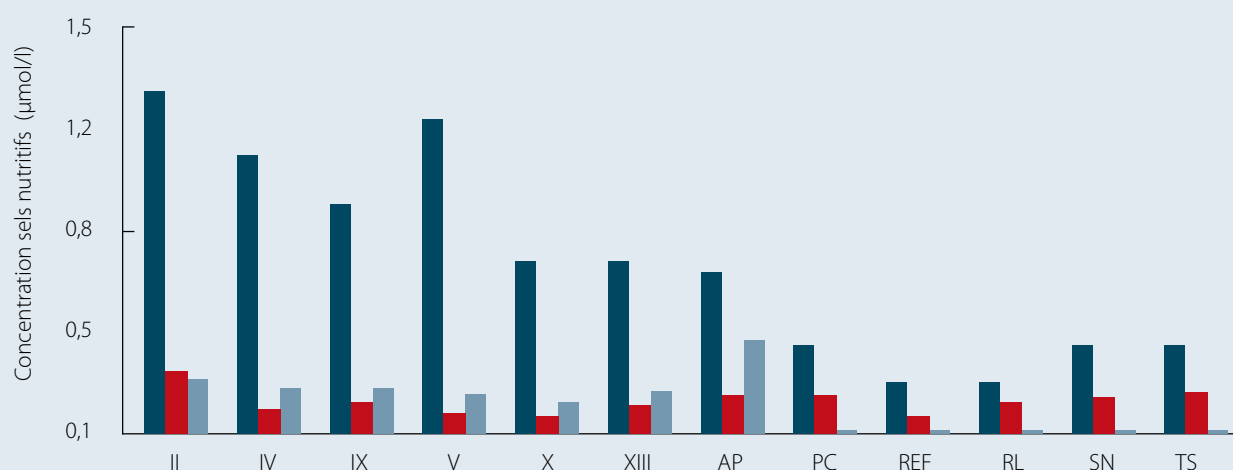


figure 6.30

Variation des concentrations en sels nutritifs observées en zone côtière de Monaco, suivant les stations de mesure de 1997 à 2008

■ NO<sub>3</sub> (µmol/l) ■ NO<sub>2</sub> (µmol/l) ■ NH<sub>4</sub> (µmol/l)



## 4. Qualité sanitaire des eaux de baignade

### 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.

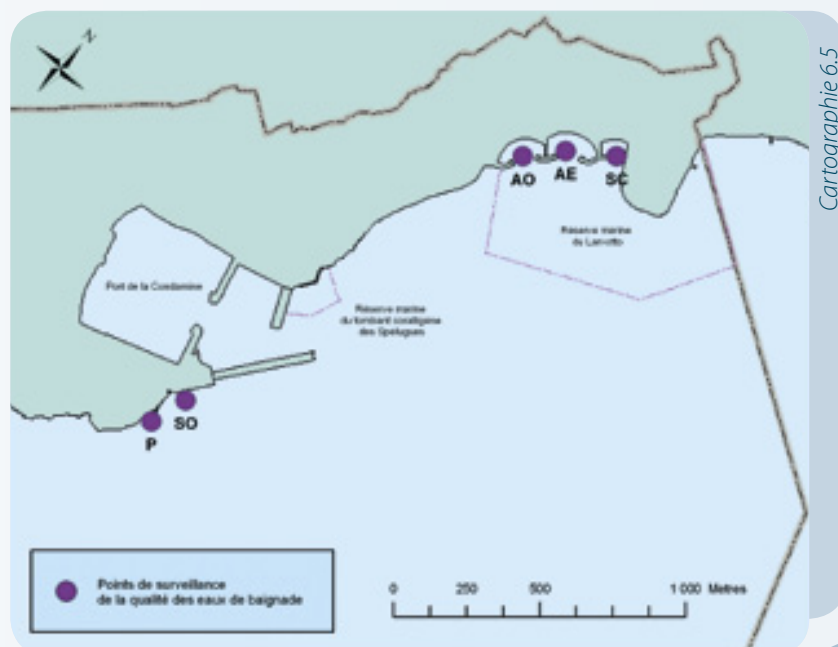
Ces dispositions sont intégrées dans le Code de la Mer, l'article 0.753-3 précise les zones de prélèvement, la durée de la saison balnéaire, la fréquence d'échantillonnage ainsi que les modalités de prélèvement et les paramètres d'analyses obligatoires.

Conformément à cette réglementation, la surveillance est effectuée pour chaque zone homogène et donne lieu à un rapport hebdomadaire 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 baignade 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



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

### — 4.3 Méthodes d'analyse

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 dans le cas d'une pollution constatée, permettant ainsi de limiter le risque sanitaire.

### — 4.4 Résultats et bilan de la surveillance des eaux de baignade

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 définies par la réglementation, permettant d'établir ainsi un état de la qualité de l'eau.

	Valeurs guides	Valeurs impératives
Coliformes totaux / 100 ml	2000	10 000
Coliformes fécaux / 100 ml	100	2000
Streptocoques fécaux / 100 ml	100	

Tableau 6.22

AE (Larvotto anse Est)				
	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Total
2001 (N)	18	1	0	19
2001 (%)	94,74 %	5,26 %	0,00 %	
2002 (N)	21	2	0	23
2002 (%)	91,30 %	8,70 %	0,00 %	
2003 (N)	22	0	0	22
2003 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2004 (N)	22	0	0	22
2004 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2005 (N)	22	0	0	22
2005 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2006 (N)	22	0	0	22
2006 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2007 (N)	22	1	0	23
2007 (%)	95,65 %	4,35 %	0,00 %	
2008 (N)	20	1	0	21
2008 (%)	95,24 %	4,76 %	0,00 %	
<b>Total N</b>	<b>169</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>174</b>
<b>Total %</b>	<b>97,13 %</b>	<b>2,87 %</b>	<b>0,00 %</b>	

Tableau 6.23

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

### Interprétations de la qualité 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.
- Un dépassement d'une valeur guide entraîne une qualité de l'eau moyenne.
- Un dépassement d'une valeur impérative entraîne une mauvaise qualité de l'eau.

N = Nombre de prélèvements effectués.

AO (Larvotto anse Ouest)				
	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Total
2001 (N)	19	0	0	19
2001 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2002 (N)	20	3	0	23
2002 (%)	86,96 %	13,04 %	0,00 %	
2003 (N)	22	0	0	22
2003 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2004 (N)	21	1	0	22
2004 (%)	95,45 %	4,55 %	0,00 %	
2005 (N)	22	0	0	22
2005 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2006 (N)	22	0	0	22
2006 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2007 (N)	23	0	0	23
2007 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2008 (N)	20	1	0	21
2008 (%)	95,24 %	4,76 %	0,00 %	
<b>Total N</b>	<b>169</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>174</b>
<b>Total %</b>	<b>97,13 %</b>	<b>2,87 %</b>	<b>0,00 %</b>	

Tableau 6.23-2

SC (Méridien Beach Plaza)				
	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Total
2001 (N)	22	0	0	22
2001 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2002 (N)	23	0	0	23
2002 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2003 (N)	21	1	0	22
2003 (%)	95,45 %	4,55 %	0,00 %	
2004 (N)	22	0	0	22
2004 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2005 (N)	22	0	0	22
2005 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2006 (N)	22	0	0	22
2006 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2007 (N)	23	0	0	23
2007 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2008 (N)	21	0	0	21
2008 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
<b>Total N</b>	<b>191</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>191</b>
<b>Total %</b>	<b>99,44 %</b>	<b>0,56 %</b>	<b>0,00 %</b>	

Tableau 6.23-3

SO (Solarium)				
	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Total
2001 (N)	0	0	0	0
2001 (%)	---	---	---	
2002 (N)	4	0	0	4
2002 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2003 (N)	21	0	0	21
2003 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2004 (N)	22	0	0	22
2004 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2005 (N)	22	0	0	22
2005 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2006 (N)	22	0	0	22
2006 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2007 (N)	23	0	0	23
2007 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2008 (N)	21	0	0	21
2008 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
<b>Total N</b>	<b>135</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>135</b>
<b>Total %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,00 %</b>	

Tableau 6.23-4

\* En 2001, les zones de la plage des pêcheurs et du Solarium étaient interdites à la pratique des bains de mer en raison des travaux d'extension du Port Hercule. Ces zones ont été autorisées à la baignade en cours de saison 2002

P* (Plage de Pêcheurs)				
	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Total
2001 (N)				
2001 (%)				
2002 (N)	3	1	0	4
2002 (%)	75,00 %	25,00 %	0,00 %	
2003 (N)	21	0	0	21
2003 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2004 (N)	22	0	0	22
2004 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2005 (N)	22	0	0	22
2005 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
2006 (N)	21	1	0	22
2006 (%)	95,45 %	4,55 %	0,00 %	
2007 (N)	22	1	0	23
2007 (%)	95,65 %	4,35 %	0,00 %	
2008 (N)	21	0	0	21
2008 (%)	100,00 %	0,00 %	0,00 %	
<b>Total N</b>	<b>151</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>156</b>
<b>Total %</b>	<b>96,79 %</b>	<b>3,21 %</b>	<b>0,00 %</b>	

Tableau 6.23-5

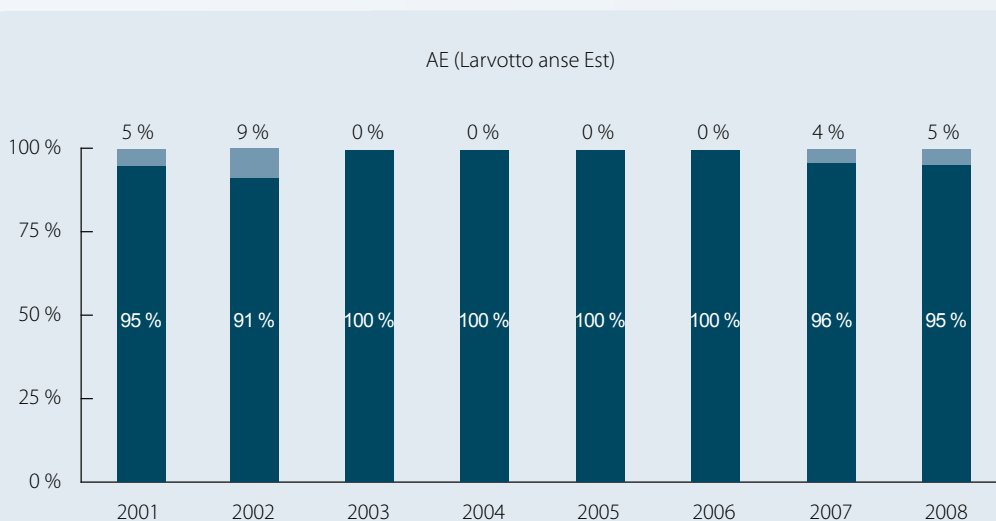
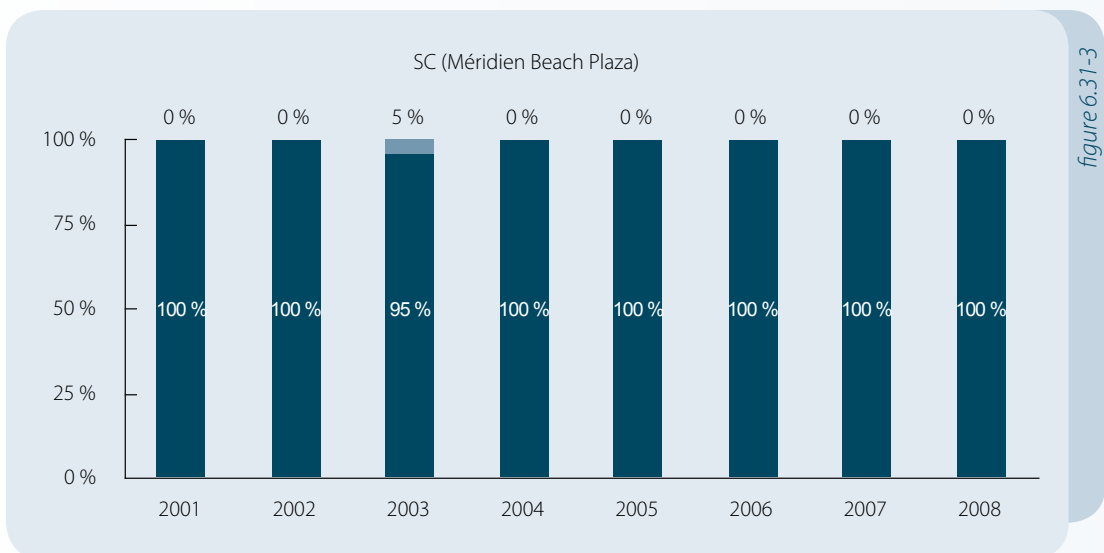
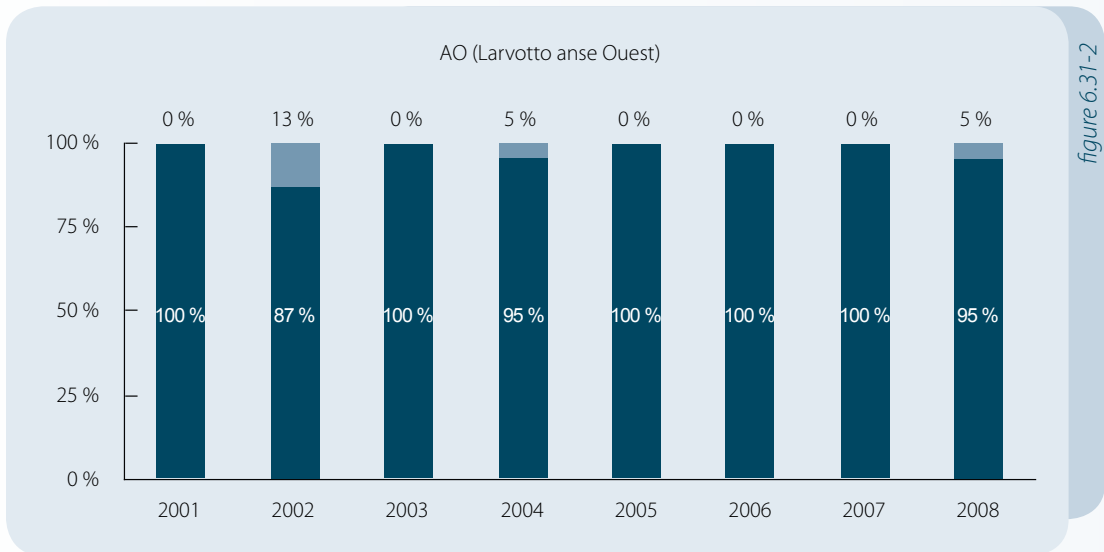


figure 6.31

■ Bonne    ■ Moyenne    ■ Mauvaise

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



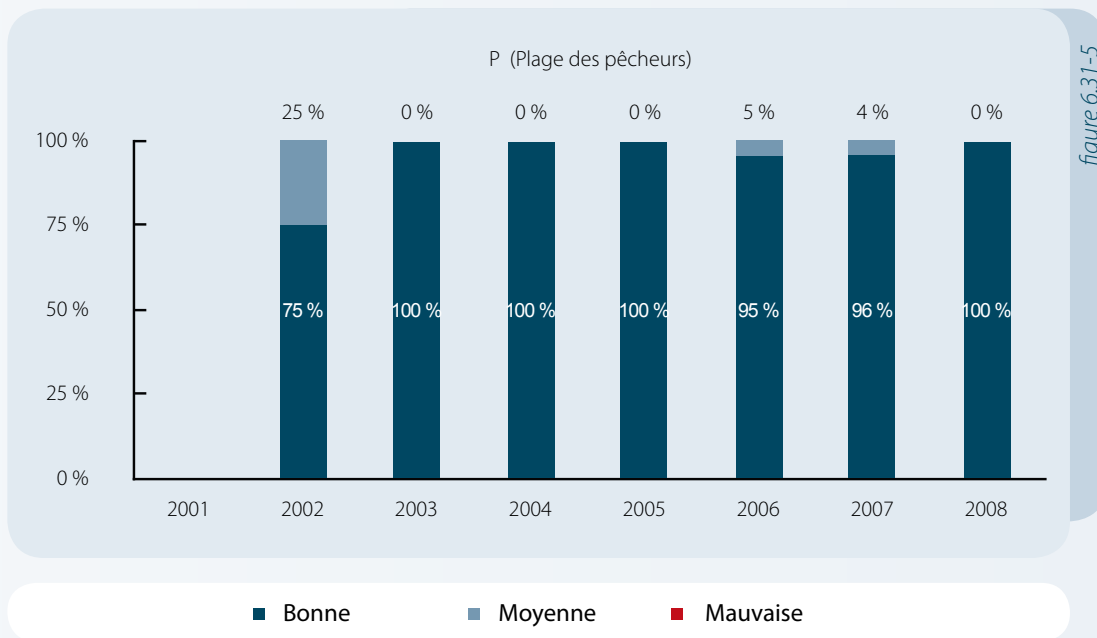


figure 6.31-5

*Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade 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, de phénols (composés chimiques aromatiques, utilisés pour la fabrication de produits tels que colorants, produits pharmaceutiques, parfums, huiles essentielles, solvants), 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.

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

Tableau 6.24

*Valeurs seuils de la réglementation monégasques concernant les paramètres visuels*

Stations	Année	Nombre de prélèvements	Coloration	Transparence		Huile minérale	Substances tensioactives	Odeur phénol	Résidus flottants
		N*	VI**	VG***	VI**	VI**	VI**	VI**	VG***
AO	2002	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AO	2003	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AO	2004	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
AO	2005	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	91 %
AO	2006	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
AO	2007	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AO	2008	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AE	2002	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AE	2003	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AE	2004	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
AE	2005	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	91 %
AE	2006	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
AE	2007	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
AE	2008	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2002	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2003	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2004	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2005	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
SC	2006	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2007	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SC	2008	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
P	2002	4	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
P	2003	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95.2%
P	2004	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
P	2005	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
P	2006	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
P	2007	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
P	2008	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SO	2002	4	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SO	2003	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95.2%
SO	2004	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SO	2005	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SO	2006	22	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %
SO	2007	23	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
SO	2008	21	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

\*: Nombre de prélèvements  
\*\*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	Points de mesure	% 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	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	100,00 %	98,20 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
2003	Pêcheurs	P	99,00 %	98,00 %	100,00 %	Conforme
	Solarium	SO	99,00 %	98,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	100,00 %	98,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
2004	Pêcheurs	P	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	98,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	98,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	98,00 %	95,00 %	Conforme
2005	Pêcheurs	P	100,00 %	100,00 %	95,50 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	100,00 %	95,50 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
2006	Pêcheurs	P	100,00 %	97,80 %	98,50 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	97,80 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	97,80 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	97,80 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	97,80 %	100,00 %	Conforme
2007	Pêcheurs	P	100,00 %	100,00 %	95,50 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	100,00 %	95,50 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
2008	Pêcheurs	P	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Solarium	SO	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Méridien Beach Plaza	SC	100,00 %	100,00 %	100,00 %	Conforme
	Larvotto Anse Est	AE	100,00 %	100,00 %	98,40 %	Conforme
	Larvotto Anse Ouest	AO	100,00 %	100,00 %	96,80 %	Conforme

Tableau 6.25

*Synthèse annuelle de la conformité des eaux de baignade depuis 2002 en fonction des zones de baignade*

(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.





# CHAPITRE

# 7

## SURVEILLANCE ET PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ EN PRINCIPAUTÉ

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 SSW-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 vers son extrémité Ouest (38 m) qu'à l'Est (33-34 m).

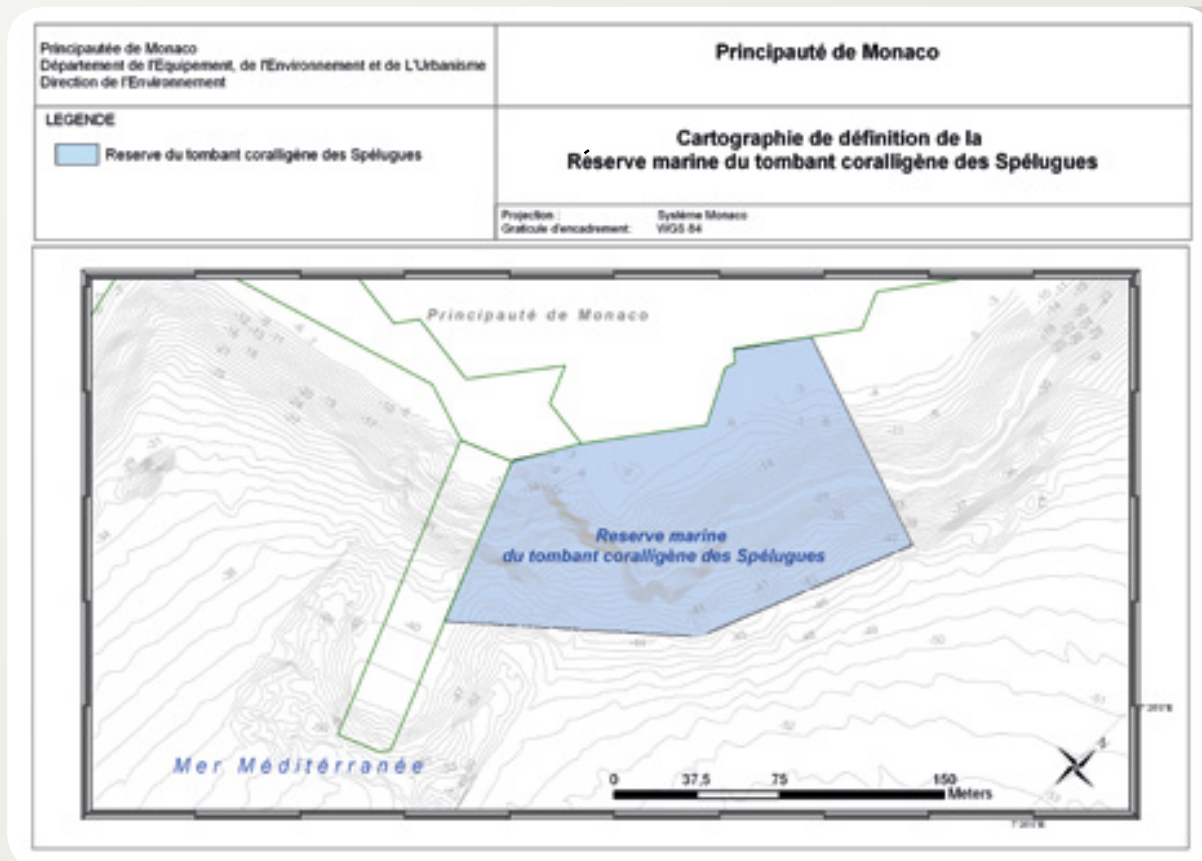
Ce tombant est couvert par des formations coralligènes, associations typiques de faune et de flore fixées sur un substrat dur. Le site abrite de nombreux habitats et espèces emblématiques de la Méditerranée (corail rouge, éponges, gorgones, oursins diadèmes, grandes nacres, et plusieurs espèces de poissons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

Des suivis biologiques sont régulièrement réalisés depuis 2002 : inventaires, suivi d'indicateurs biologiques, pose d'enregistreurs de température en continue sur plusieurs niveaux de bathymétries.



photo 7.1

Localisation de l'aire marine protégée du Tombant des Spélugues



Cartographie 7.1

Cartographie de la Réserve marine du Tombant coralligène des Spélugues

## 1.2 Aire marine protégée du Larvotto

L'aire marine 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 hectares.

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

Cette aire marine protégée fait l'objet de suivis biologiques réguliers :

- Des premières marques permanentes au niveau de la limite inférieure de l'herbier ont été posées en 1977 ;
- Une cartographie des biocénoses sous-marines a été effectuée en 2002 (cartographie de la limite supérieure et inférieure, répartition et positionnement des barres rocheuses et des récifs artificiels) ;
- Un balisage complet de toute la limite inférieure a été mis en place en 2004, avec la pose de 48 marques permanentes pour permettre des suivis à long terme de l'état de vitalité de l'herbier de posidonies.

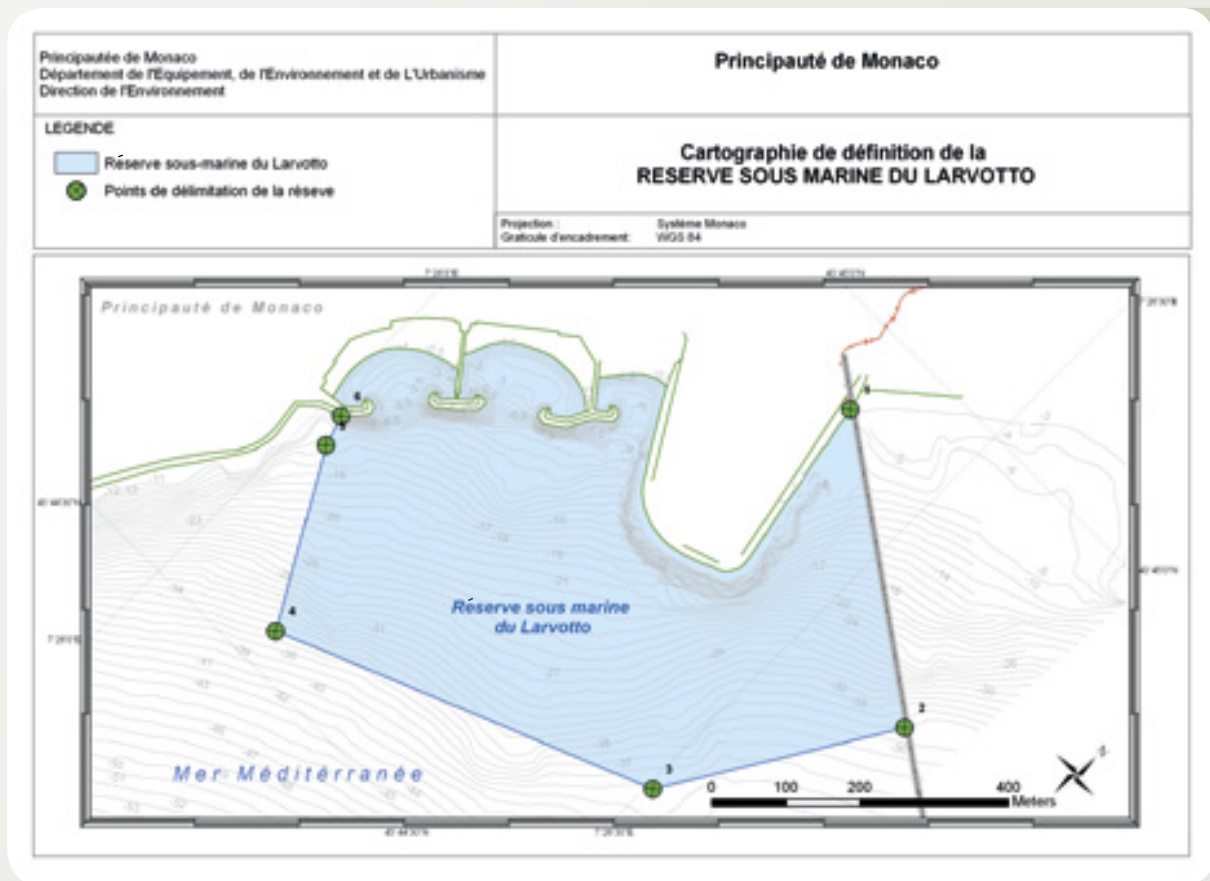
En amont de cet herbier, du sable grossier compose les fonds sur les cinq premiers mètres, en aval un fond sablo-vaseux est rencontré, abritant quelques roches profondes. Cette aire marine protégée contient plusieurs récifs thalamés et alvéolaires dont le dernier a été posé courant 2004.

Ces structures abritent notamment de nombreuses grandes éponges, plusieurs espèces de gorgonaires et quelques colonies de corail rouge. Les profondeurs varient de 0 à 39 m, avec une moyenne de 19,8 m. Le courant dominant est le courant Ligure venant du Golfe de Gênes à l'Est.



photo 7.2

Localisation de l'aire marine protégée du Larvotto



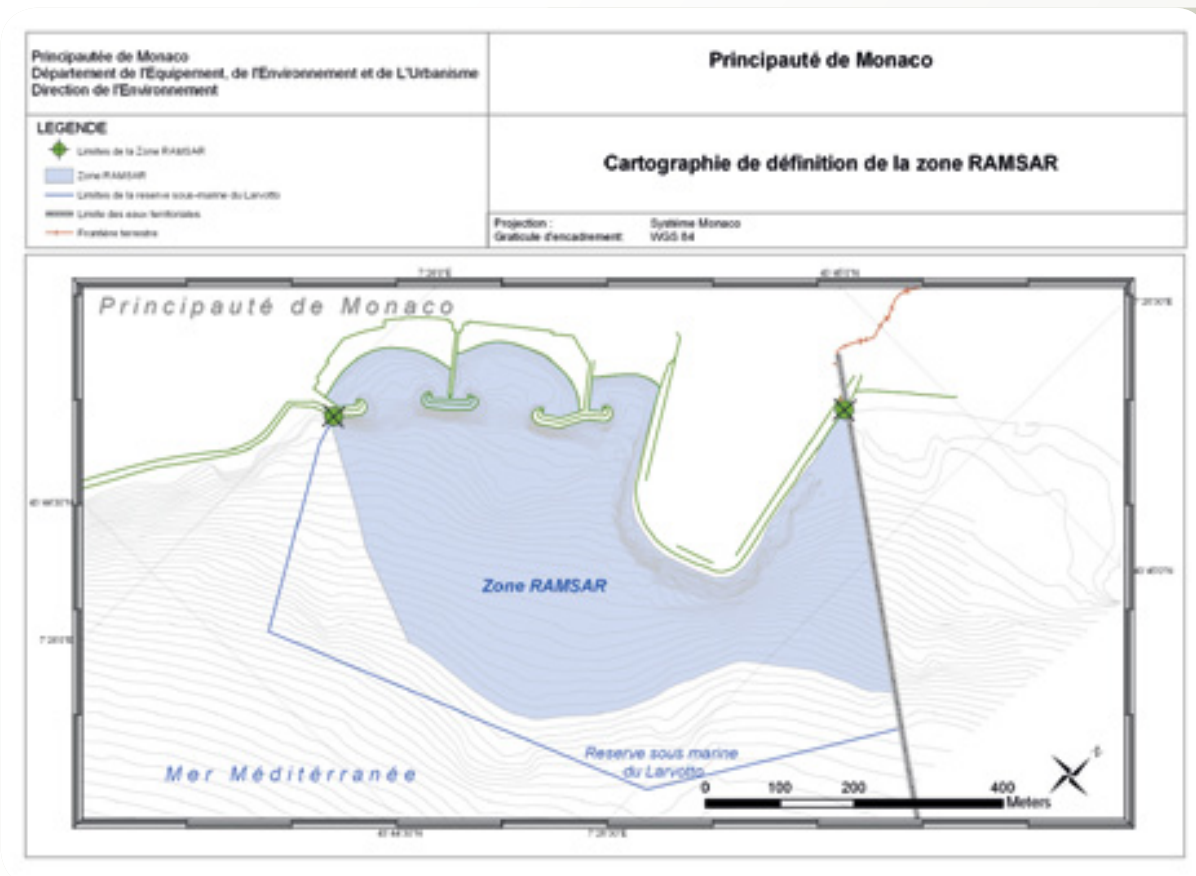
Cartographie 7.2

Cartographie de la Réserve marine 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 la réserve sous-marine du Larvotto abritant l'herbier de posidonies est classée en site Ramsar.



Cartographie de la zone Ramsar



## 2. Evaluation 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'Etat dans la mise en œuvre de sa stratégie de surveillance et de protection de la biodiversité marine et de sa politique d'aménagement du territoire.

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.

Ces indicateurs peuvent être notamment largement appliqués dans le cadre d'études d'impact sur l'environnement et servent d'outils précieux pouvant être intégrés dans les systèmes de surveillance nationaux et/ou conventionnels.

Dans l'élaboration d'indicateurs de qualité écologique, l'objectif ultime consiste à maintenir une haute qualité écologique, à savoir une diversité biologique élevée.

L'appréciation de la qualité du milieu marin peut être réalisée à l'aide de diagnostics fondés sur l'observation du « monde vivant ». L'éventail des possibilités est varié : phytoplancton, zooplancton, faune ou flore benthique, poissons, mammifères,...

Les paramètres retenus liés à l'abondance, la diversité des espèces, l'état physiologique, la croissance et la reproduction sont utilisés essentiellement dans des études d'impact ou des programmes à caractère patrimonial.

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

L'utilisation de séries à long terme réalisées sur le monde du vivant permet de soutenir des actions rattachées au thème des relations entre les changements climatiques et la variabilité hydrobiologique, ou d'effectuer la validation et le calibrage de modèles numériques d'écologie côtière par exemple.

Entrent au titre de ces indicateurs destinés à l'évaluation de l'état écologique :

- Les modifications dans les populations d'espèces clés (notamment protégées) ;
- La fréquence des espèces causes de nuisance (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 d'inventaires réguliers 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, dont les suivis apportent de précieuses informations sur la vitalité et la santé du milieu marin.

Le recensement de ces populations et l'étude de leur dynamique rend également compte de l'efficacité des mesures de protection ou de restauration 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 et qui, pour certaines espèces ou groupes d'espèces préconisent une série de mesures telles que le suivi scientifique, l'inventaire et la protection :

- la conservation des herbiers de posidonies est considérée comme une principale priorité,
- les communautés coralligènes 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, mérrou 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 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 importantes qui en font un écosystème méditerranéen remarquable.

En raison 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 particulière depuis 2002 :

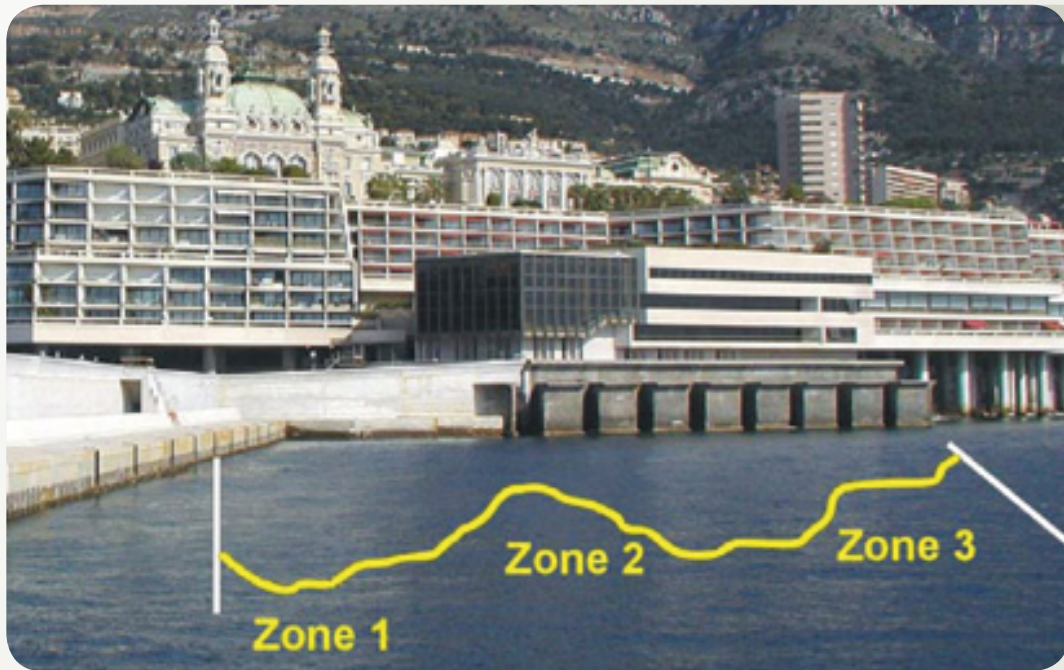


photo 7.3

Localisation de l'aire marine protégée du tombant des Spélugues

- en 1999, un inventaire des peuplements du tombant coralligène a été réalisé,
- depuis 2003, une surveillance régulière est mise en place afin d'apprécier à la fois l'impact des travaux d'aménagement du port de la Condamine et les épisodes de mortalité massive des gorgones dues au réchauffement climatique observé sur le littoral Sud-Est Méditerranéen en 1999 et 2003.

Ce suivi se poursuit de façon régulière et est mené sur la base d'inventaires complémentaires couplés à la mise en place de suivis d'indicateurs biologiques de substrats durs. Il est complété par des enregistrements de températures en continue et en plusieurs profondeurs, afin de connaître et 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

Malgré les perturbations qu'il a subi, le peuplement d'éponges du Tombant est riche de 37 espèces, dont une relativement rare en Provence (*Crella pulvinar*) que l'on trouve de manière abondante. La grotte artificielle en polyester installée depuis 1993 devant le Tombant à corail porte 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.



photo 7.4

*Tombant coralligène  
(aire marine protégée des Spélugues)*

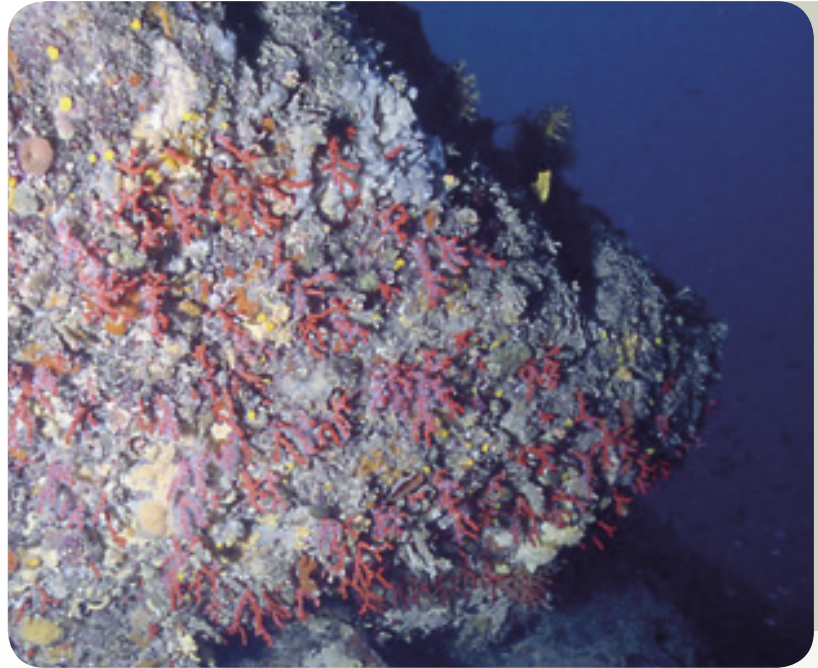


photo 7.5

*Colonies de Corail rouge (aire marine protégée des Spélugues)*

### 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 encore des éléments essentiels des paysages sous-marins de Méditerranée. De nombreuses espèces patrimoniales subsistent en particulier dans les anfractuosités des parties les plus profondes du Tombant.

Certaines espèces emblématiques de la Méditerranée sont encore rencontrées comme des oursins diadèmes, des grandes nacres, des langoustes.

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

## ■ 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 60m, ont fait l'objet d'une opération de prospection en mai 2003.

Trop profondes pour y faire plusieurs plongées de longue durée en scaphandre autonome, l'exploration a été conduite grâce à un véhicule sous-marin (R.O.V : Remote Operated Vehicle).

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*) et de gorgones bicolores (*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).

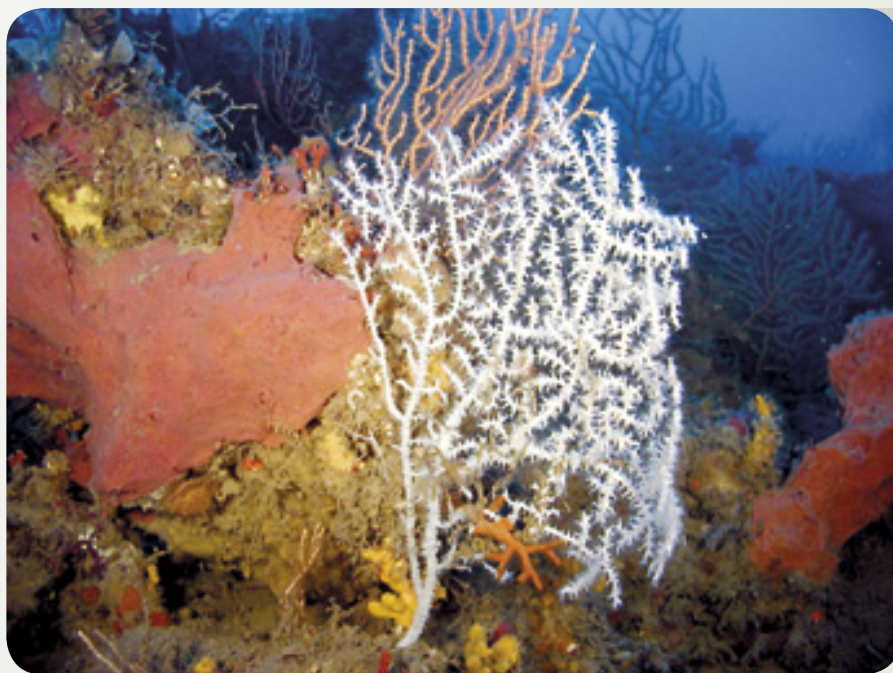


photo 7.6

*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 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 se trouvant sur les côtes monégasques.



photo 7.7

Saint Pierre  
(Condamine)



photo 7.8

Banc de Barracudas  
(Fort Antoine)



photo 7.9

Rascasse  
(Tombant des Spélugues)

### Le mérou brun (*Epinephelus Marginatus*)

Espèce emblématique, le mérou brun, est une espèce protégée par Ordonnance Souveraine en Principauté depuis 1993 et sous moratoire en France depuis 1993. Il était 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.

Un premier recensement de la population de mérou brun en Principauté avait été réalisé en 1998 et avait permis de comptabiliser 15 mérous.



photo 7.10

Mérou brun (*Epinephelus Marginatus*)

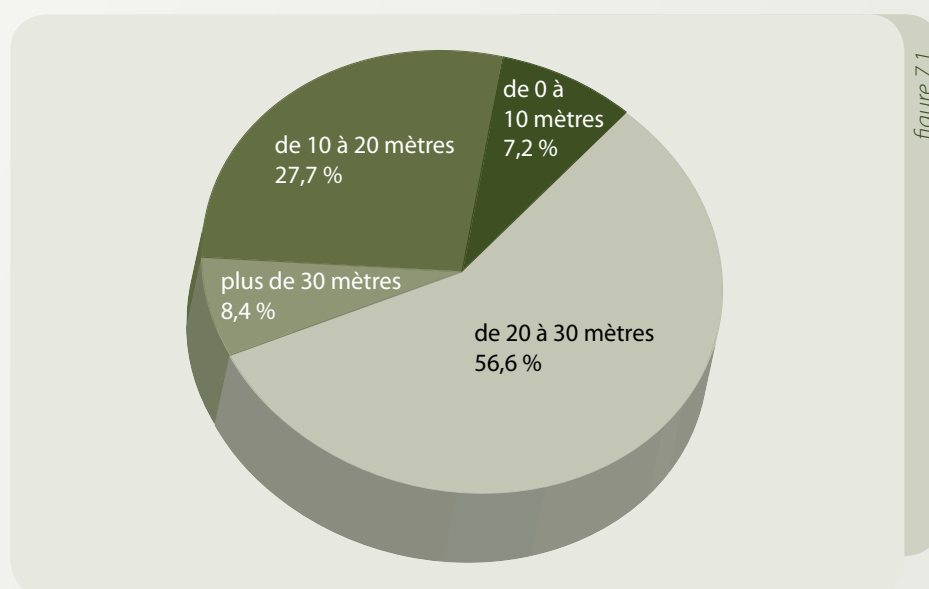
En 2006, la Direction de l'Environnement a procédé à un second recensement basé sur un protocole identique à celui mis en place dans certains Parcs Marins Français.

Au total, 83 individus d'une taille comprise entre 20 et 110 cm (dont de nombreux juvéniles), ont été observés. Les secteurs les plus riches sont :

- celui situé entre le pied du Musée Océanographique de Monaco et la rotule de la grande digue du Port de la Condamine,
- celui situé entre L'hôtel « Fairmont » et l'émissaire du Larvotto.

L'analyse de la répartition bathymétrique de la population de mérou dans les eaux monégasques (Figure 7.1 ci-dessous) montre une forte proportion des individus (56,6%) dans la zone de 20 à 30 m de profondeur.

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.



Répartition bathymétrique du mérou brun dans les eaux de la Principauté de Monaco (octobre 2006)

## 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.

Les biocénoses et leurs évolutions spatio-temporelles ont également une valeur bio-indicatrice. Elles peuvent, par exemple, permettre de mettre en évidence des pollutions ou les premiers effets du changement climatique.

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 des biocénoses marines de la réserve du Larvotto

La posidonie (*Posidonia oceanica*) est une phanérogame marine (plante à fleur) endémique de la Méditerranée. Elle constitue de vastes prairies sous-marines, appelées herbiers, qui se développent depuis la surface de l'eau jusqu'à 25 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, ...

L'herbier de posidonie est considéré comme l'un des écosystèmes les plus importants de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Sa présence est une condition sine qua non de l'équilibre écologique et de la richesse des fonds littoraux méditerranéens, en terme de biodiversité et de qualité des eaux littorales.

Unique représentant de ce type d'habitat remarquable en Principauté, le suivi et la conservation de l'herbier de Posidonie de la Réserve du Larvotto, par son caractère endémique méditerranéen, est un axe majeur de la stratégie de surveillance de la biodiversité marine en Principauté.



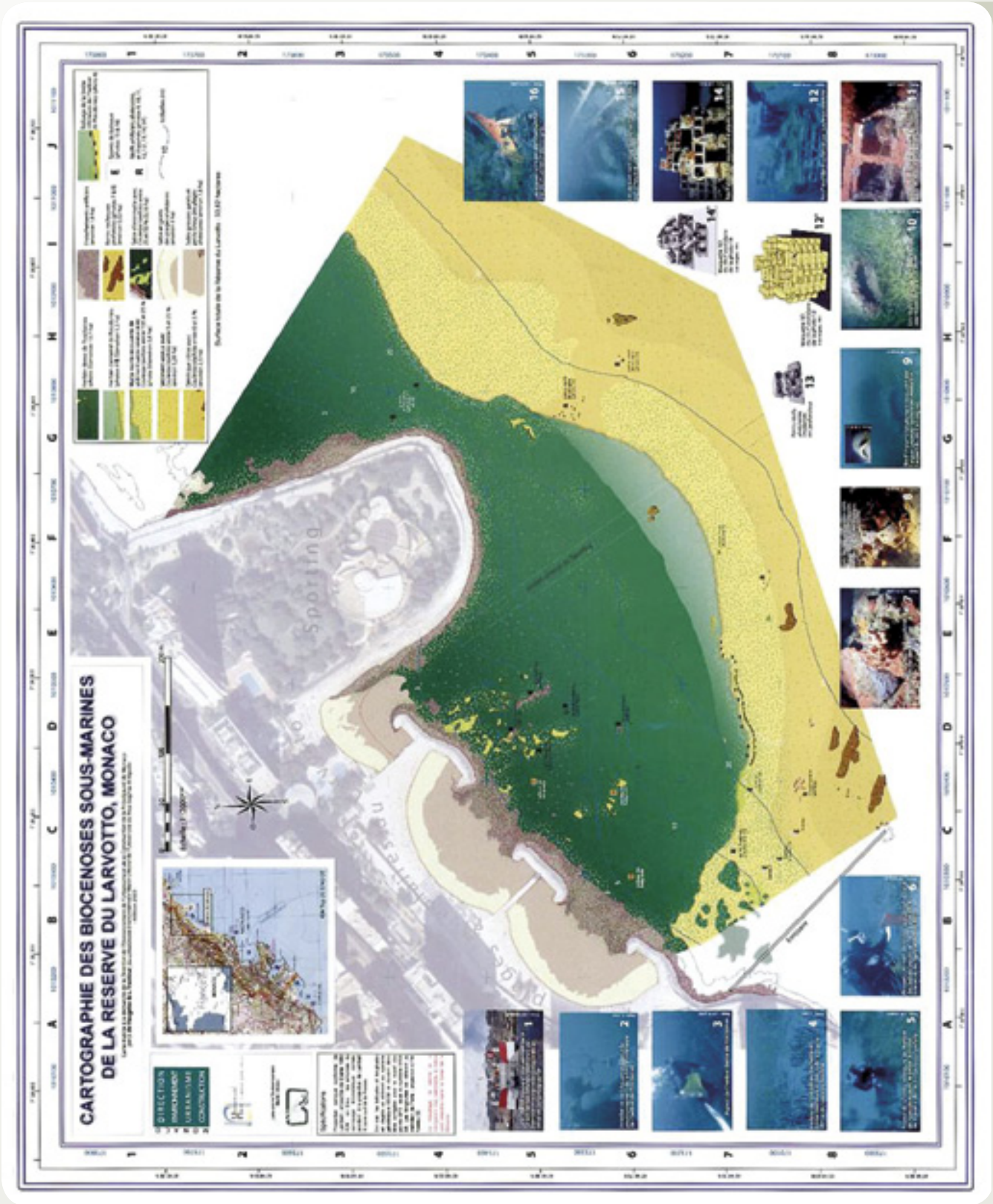
photo 7.11

*Limite inférieure  
de l'herbier de posidonie  
du Larvotto.*

La cartographie des biocénoses sous-marines de la Réserve du Larvotto 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 dans la Réserve sous-marine du Larvotto (barres rocheuses, récifs artificiels, 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 représentant 33,62 hectares.





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

## ■ 2.2.2 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 d'Ail et le Cap Martin a été réalisée sur le biennium 2006-2007.

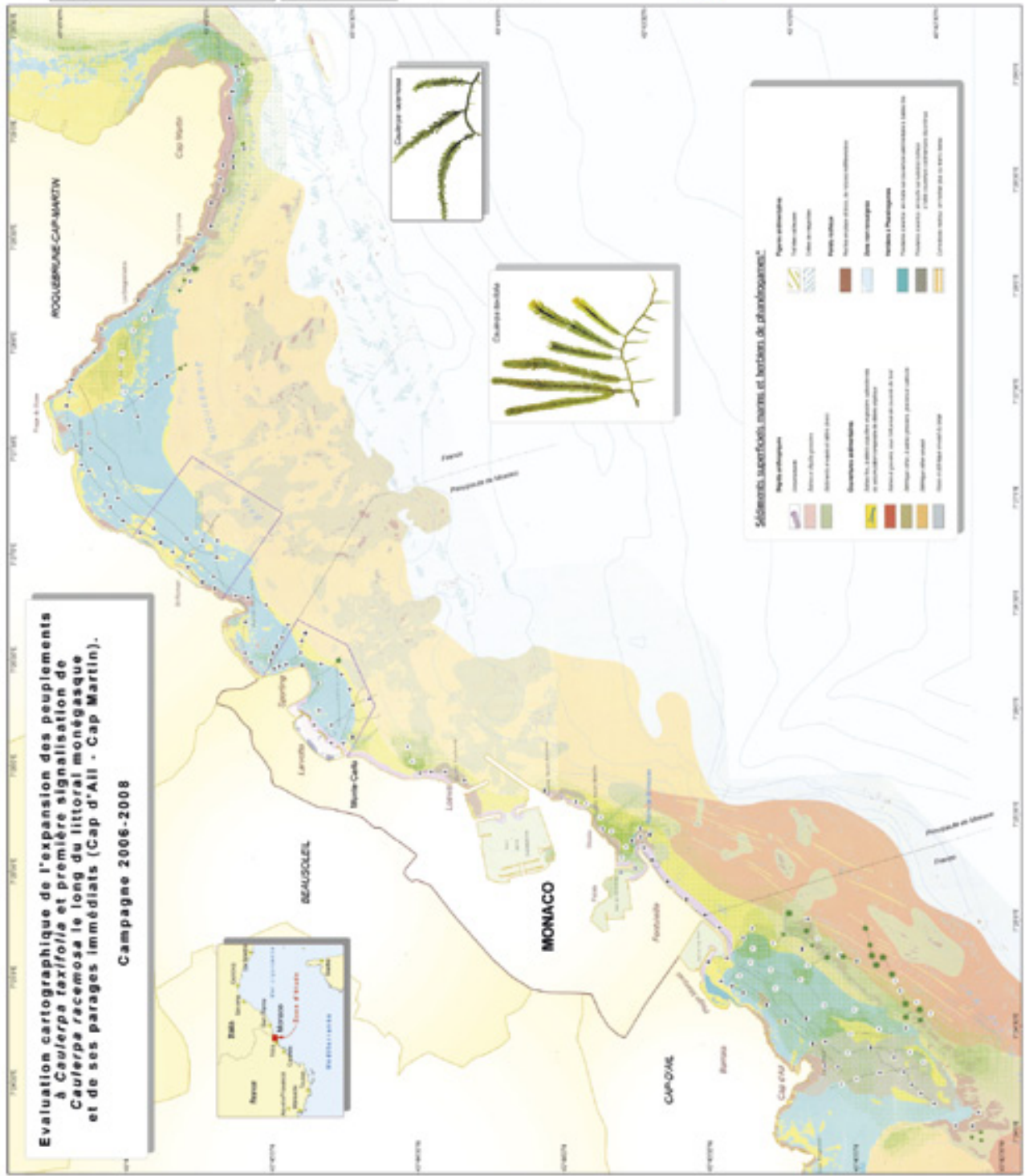
Cette étude était l'occasion pour la Principauté de mettre à jour les connaissances sur les taux de recouvrement de l'algue *Caulerpa Taxifolia*.

En comparaison du précédent état de 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.

Cette espèce se répartit sur des profondeurs autour de 35 à 40 mètres contrairement à *C. Taxifolia* qu'il est possible de rencontrer dans quelques mètres d'eau.

Il semble que la dynamique de colonisation de cette espèce soit plus rapide que *C. 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 marines.



**Evaluation cartographique de l'expansion des peuplements à *Caulerpa taxifolia* et première signalisation de *Caulerpa racemosa* le long du littoral monégasque et de ses parages immédiats (Cap d'Ail - Cap Martin).  
Campagne 2006-2008**

**Principaux sujets effectués en plongée**

**Caulerpa taxifolia**

Etat des peuplements observés de 1995 à 1998\*

- Individes épars
- 0 à 25 % de recrutement
- 25 à 50 % de recrutement
- 50 à 100 % de recrutement

Etat des peuplements observés entre 2006 et 2008 par rapport aux observations de 1995 à 1998

- Déclin
- Augmentation
- Stabilité

**Caulerpa racemosa**

Premières observations réalisées entre 2006 et 2008

- Individes épars
- 0 à 25 % de recrutement
- 25 à 50 % de recrutement
- 50 à 100 % de recrutement

Centre réalisé par  
**J. GAUTOT, J.-H. COTTALEGGIA et J. de VAUGELAS**  
Décembre 2008

Adresses sites:  
COTTALEGGIA J.-H., GAUTOT J., HERRON J.A. & VAUGELAS J. de  
VAUGELAS J. de, Centre de Recherches sur les Ecosystèmes  
Marins (CREM), Université de Monaco, 2000, Avenue des  
Miroirs, 98000, Cap-Martin, France. Tél: 04 93 27 00 00. Email:  
jvaugelas@univ-monte-carlo.mc  
GAUTOT J., Centre de Recherches sur les Ecosystèmes Marins  
(CREM), Université de Monaco, 2000, Avenue des Miroirs,  
98000, Cap-Martin, France. Tél: 04 93 27 00 00. Email:  
jgaillot@univ-monte-carlo.mc



Système de coordonnées : Lambert II (Système officiel de coordonnées géographiques, géométriques et astronomiques pour la République de France depuis 2000; système géocentrique MGRS, utilisé en France depuis 2000; système géodésique NAD83, utilisé en France depuis 2007). Coordonnées : Système de Projection Lambert 93 (Système d'axe et d'origine géographiques utilisés par l'IGN pour les cartes géographiques à grande échelle) et Lambert 92 (Système d'axe et d'origine géographiques utilisés par l'IGN pour les cartes géographiques à petite échelle).

\* Etat de "Crisis des habitats, espèces rares, des écosystèmes dégradés et des paysages remarquables de Monaco" (Cotteleggia, 2007, p. 107-108). Plan de l'Etat de Monaco (Etat de Monaco, 1984). Travaux de l'IGN (IGN, 1984). Travaux de l'IGN (IGN, 1984). Travaux de l'IGN (IGN, 1984).

Avec l'aide financière substantielle de leurs adresses.

**Sédiments superficiels marins et habitats de phanérogames\***

	<b>Types sédimentaires</b>		<b>Types d'habitats</b>
	Sables fins		Herminette
	Sables fins et médians		Herminette et Posidonies
	Sables médians et grossiers		Herminette et Posidonies
	Sables grossiers et galets		Herminette et Posidonies
	Sables très grossiers et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies
	Sables et galets		Herminette et Posidonies

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

### ■ 2.2.3 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 et qui filtrent l'eau pour en extraire les fines particules de matière organique et les micro-algues planctoniques dont elles se nourrissent.

Leur vulnérabilité est liée à plusieurs causes d'origines anthropiques. 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, etc.). Cette sensibilité à la qualité de l'eau fait de ces mollusques filtreurs de bons indicateurs de la qualité du milieu et leur présence est toujours un signe de bonne santé de l'environnement marin côtier.

En 2007 et 2008, des plongées ont été effectuées par la Direction de l'Environnement pour établir une cartographie précise de ce peuplement (abondance et distribution spatiale) au sein de la Réserve 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

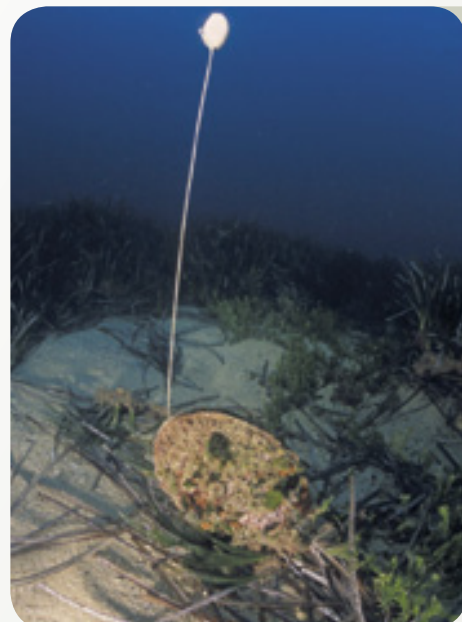
*Grande nacre (Larvotto)*

photo 7.13

*Balisage d'une grande nacre (Larvotto)*

# Inventaire des grandes nacrés de la Réserve du Larvotto

Bilan intermédiaire  
Février 2009

- Nacrés 2007-08
- Nacrés 23/11/2008

## Bathymétrie

- -10 m
- -20 m
- -30 m
- -40 m
- Limite de la Réserve du Larvotto

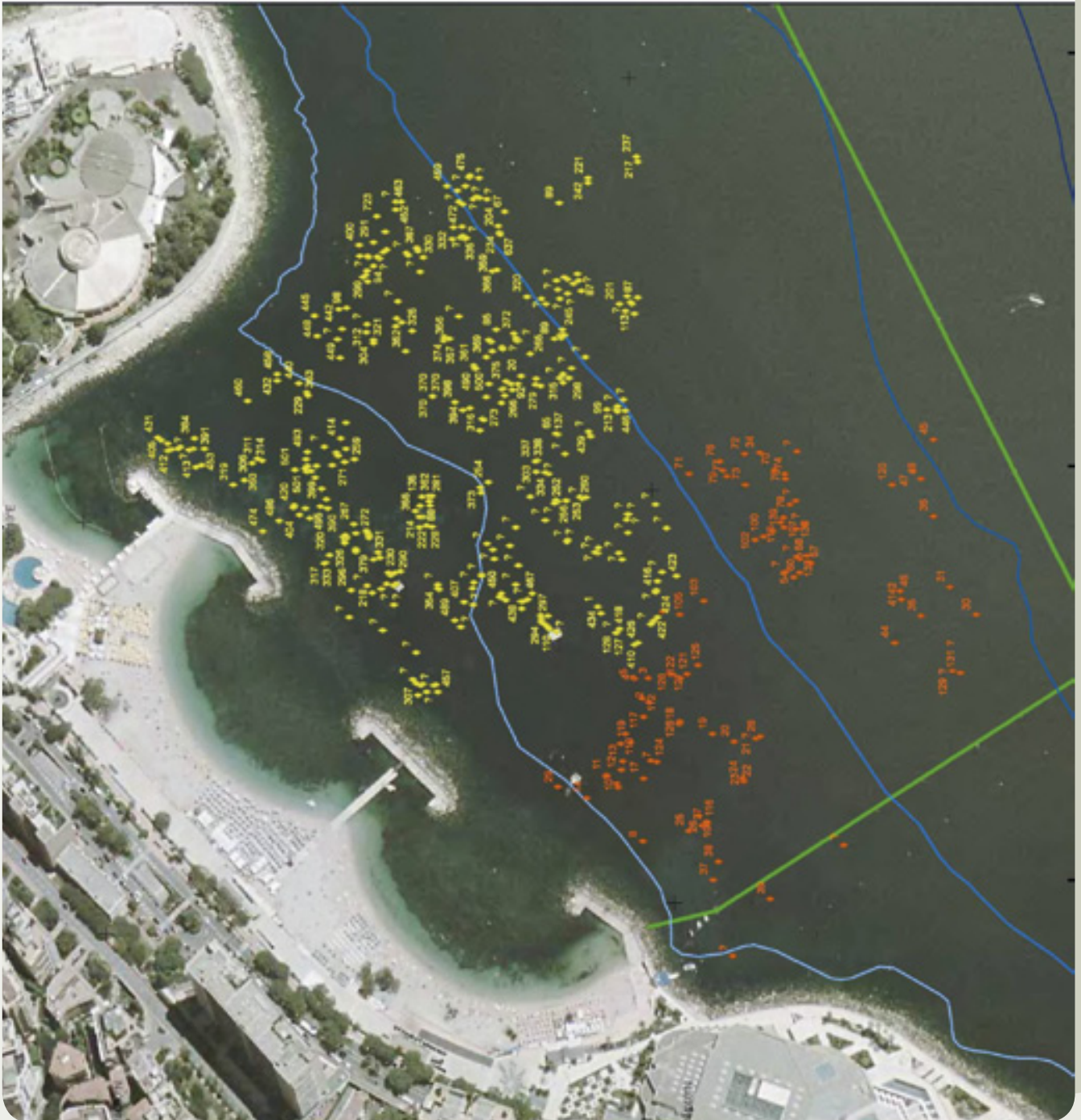


0 25 50 100  
mètres

Système de projection RGF93 Lambert93  
Fond de carte : BD\_ORTH IGN 2003

27 novembre 2008  
Julien GRATIOT et Jean de VAUGELAS

Direction de l'Environnement  
Principauté de Monaco



Cartographie des grandes nacrés inventoriés en 2007 (chiffres oranges) et 2008 (chiffres jaunes).  
Environ 450 individus ont été répertoriés et positionnés.

## 2.3 Suivi d'indicateurs biologiques

Un indicateur biologique (bioindicateur) est constitué par une espèce végétale ou animale, un groupe d'espèce, ou 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.

Il est défini sur une base scientifique solide, et est standardisé et normalisé pour permettre des comparaisons à différentes échelles spatio-temporelles. Il peut s'agir d'espèces sessiles, endémiques ou clefs pour la biodiversité Méditerranéenne.

Le rôle de ces bioindicateurs est de détecter les perturbations de l'environnement marin, 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 et sont 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. En conséquence à de telles perturbations, les colonies de gorgonaires peuvent être partiellement nécrosées, voire totalement mortes.

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 évènements 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.

Une attention particulière a été portée sur la zone du « Tombant des Spélugues » et celle des « Roches Saint Nicolas » qui constituent des sites avec des enrochements naturels et une diversité biologique importante.

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 mise en place de suivis d'indicateurs biologiques (gorgone jaune, corail rouge et échinodermes) comprend des retours réguliers sur sites pour analyser à la fois l'évolution de la structure démographique et les indicateurs de vitalité (paramètres démographiques et morphologiques).

Leur reconduction périodique 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.

Les peuplements des grottes sous-marines présentent un grand intérêt écologique, en particulier à cause de l'intensité des gradients physiques (lumière, circulation hydrologique, sédimentation) qui s'y déploient et du fait de la fragmentation importante de leur habitat. La distribution des organismes, régie par ces gradients, se traduit par une succession d'assemblages qui diffèrent de manière très marquée en fonction de la distance à l'entrée.

Les parties obscures et confinées sont souvent considérées comme représentant un mésocosme des grands fonds. Ce phénomène est encore accentué dans des profils de grottes descendantes où des masses d'eaux froides peuvent être piégées toute l'année.

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 (avec notamment des suivis photographiques dans les différents types de grottes).

#### **Architecture de la contre-jetée :**

Les cavités présentes dans l'ouvrage de la contre-jetée du Port de la Condamine sont de deux types de configuration où il est possible de pénétrer par des trous d'environ 80-100 cm de diamètre :

Des cavités de sections carrées que nous avons appelées « caisson ».

Un ensemble de dédales communicant avec l'extérieur par un puit à 23 m avec des parties très confinées que nous avons appelées « cathédrales ».

#### **Programme d'étude :**

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

Sur chaque transect, 6 photos minimum ont été prises, avec une surface photographiée de 24x18 cm. Le recouvrement est étudié à l'aide du logiciel Photoshop en calculant la surface couverte par chacun des organismes recensés. Les résultats sont exprimés en pourcentage de recouvrement de la surface totale.



Pour mener à bien cette étude, les observations ont été réalisées en plongée entre 0 et 40 m de profondeur (observations, prélèvements et prises de photos numériques).

Une série d'enregistreurs de température en continu ont été placés, depuis 2005, dans les deux types de grottes « caisson » et « cathédrale » à des profondeurs allant jusqu'à 35m.

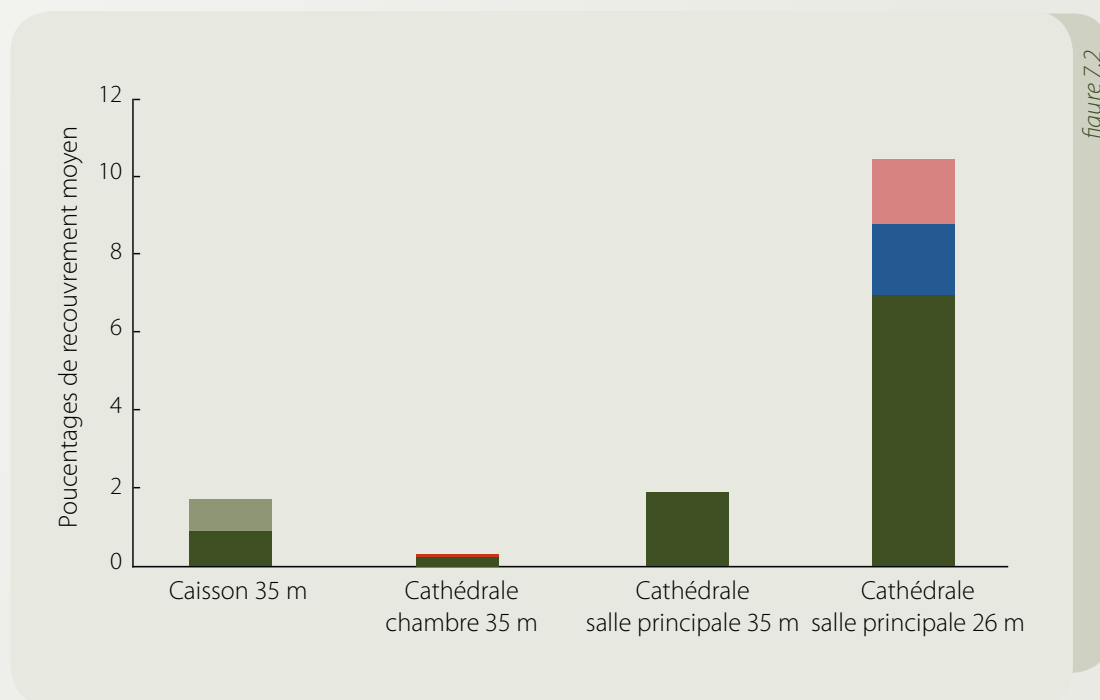
### Faune observée :

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



Les résultats de cette colonisation des grottes obscures montrent que la petite chambre isolée de la « cathédrale » apparaît comme le milieu le plus confiné où la colonisation est la moins importante.

Cette colonisation est de 5 à 10 fois supérieure à la même profondeur dans le caisson C1 et dans la salle principale de la « cathédrale ».

Ces conclusions montrent une dynamique de colonisation intéressante, avec l'observation notamment de spongiaires, bryozoaires (dentelle de Neptune), mollusques (jeunes nacres), oursins et poissons.

L'observation la plus spectaculaire a été faite en 2006, avec 6 dorades coryphènes, d'assez grande taille, visiblement piégées dans une 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.



photo 7.14

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

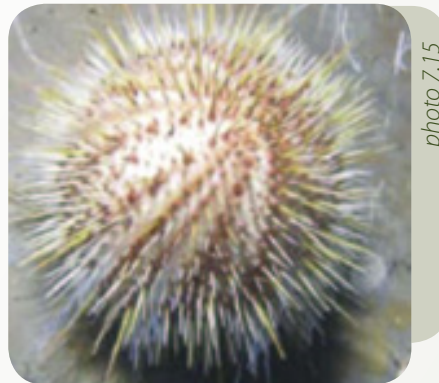


photo 7.15

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



photo 7.16

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



photo 7.17

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 Balisage de la limite inférieure 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, etc.

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 dans les 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.

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 (48 balises) a pu être effectuée sur la totalité de la limite inférieure (environ 1 km de longueur).



photo 7.18

*Positionnement de la limite inférieure de l'herbier de posidonie (Larvotto)*

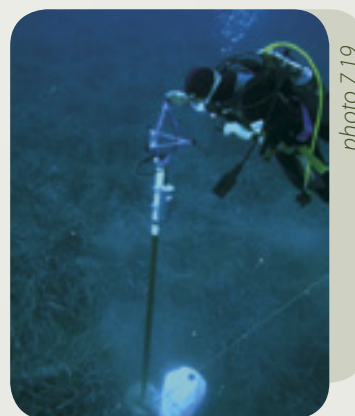


photo 7.19

*Balise acoustique*

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, sédiments).

L'originalité du balisage réalisé à Monaco en 2004 est double :

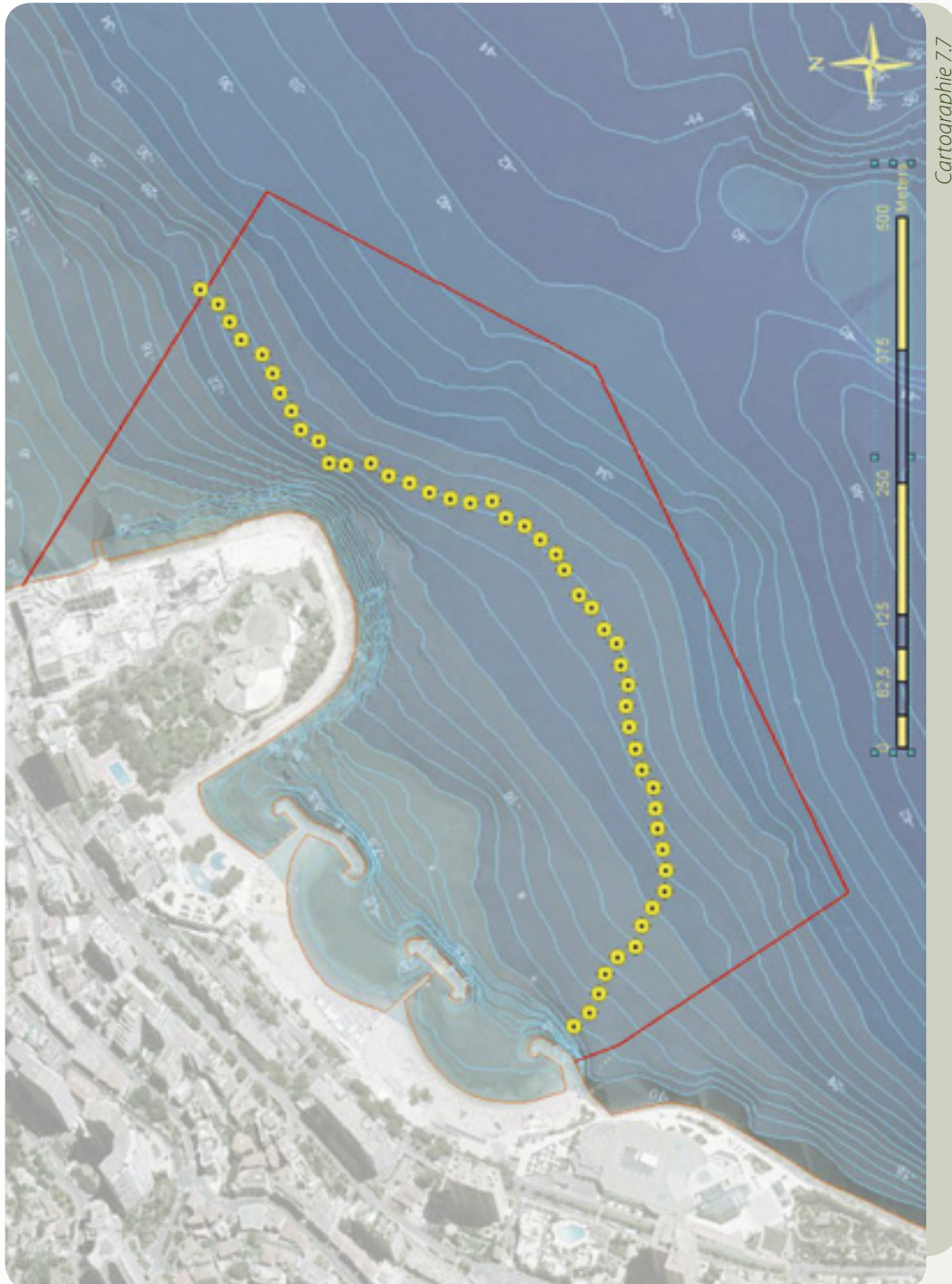
C'est la première fois qu'un balisage de précision est mené sur une telle distance (1 km de limite inférieure et 48 points balisés) ;

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.



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

### 3. Evaluation 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 précis 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, le 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 ligures, constitue l'un des 10 « hot spots » régionaux de biodiversité du Bassin méditerranéen

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.



*Crithmum maritimum* – Plage des Pêcheurs

La Biodiversité végétale monégasque se compose suivant cet inventaire de :

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

Le glacis du Palais représente 1,2% de la flore méditerranéenne sur 0,000085% de la surface terrestre du territoire

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,
- 3 des 5 habitats d'intérêt patrimonial.



photo 7.21

*Nivéole de Nice (Acis nicaensis)*



photo 7.22

*Rocher de Monaco*

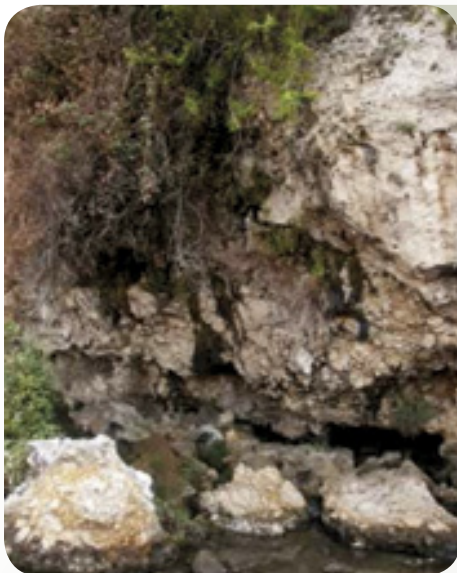


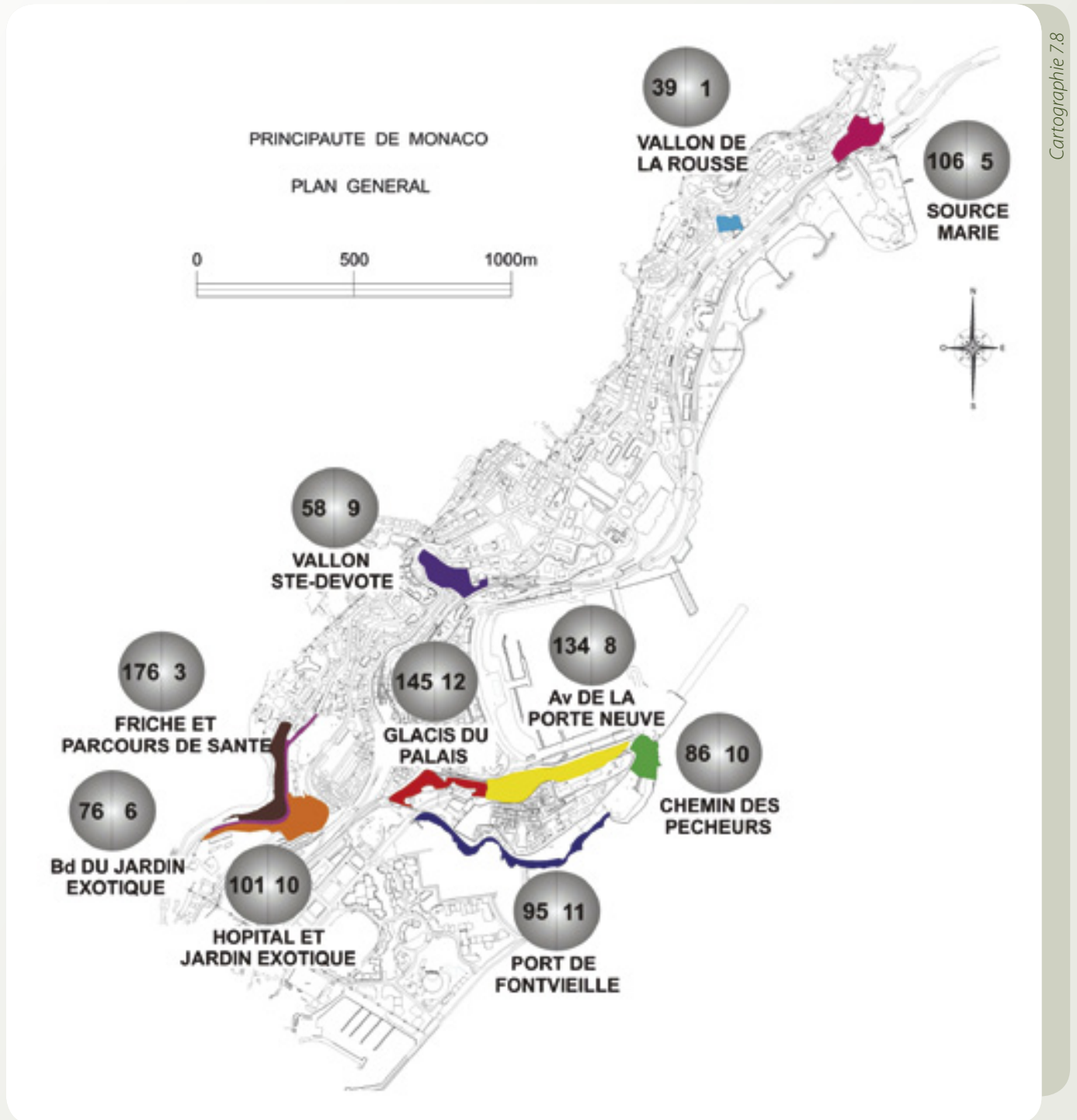
photo 7.23

*Habitat des parois calcaires suivantes thermophiles à Cheveux de Vénus  
Adiantum capillus-veneris au Port de Fontvieille*



photo 7.24

Photos et figures sont extraites de l'« Inventaire de la flore terrestre sauvage de la Principauté de Monaco » - 2006 - Katia Diadema, Frédéric Médail & Robert Salanon.



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.

\* 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).

Ptérédophyte : végétal cryptogame vasculaire, organe reproducteur plus ou moins caché (fougères, prêle, lycopode..), .

† Photos et figures sont extraites de l'« Inventaire de la flore terrestre sauvage de la Principauté de Monaco » - 2006 - Katia Diadema, Frédéric Médail & Robert Salanon

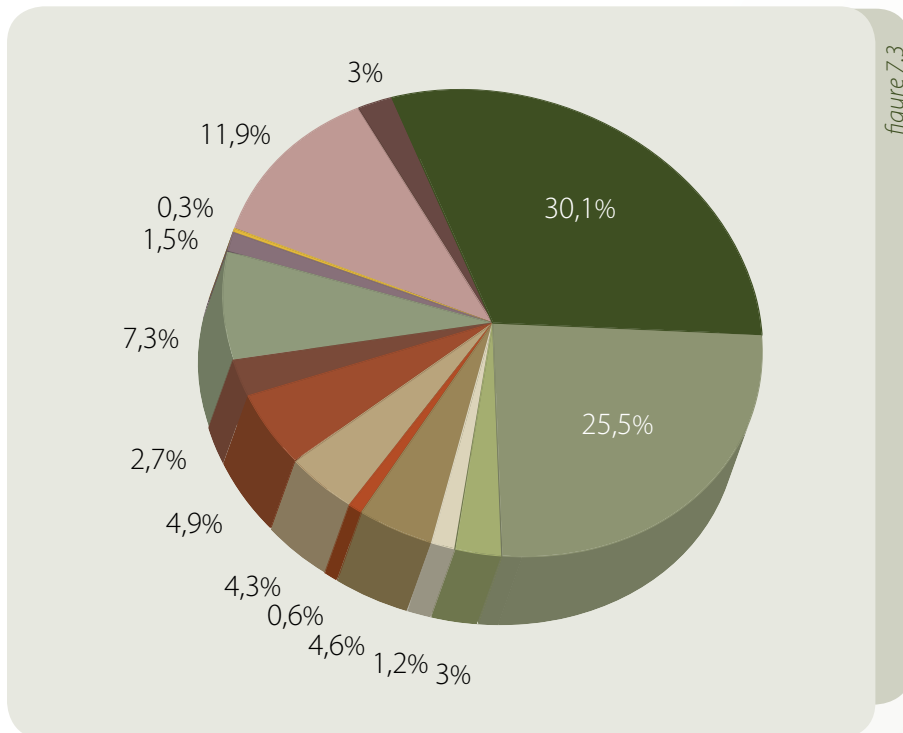
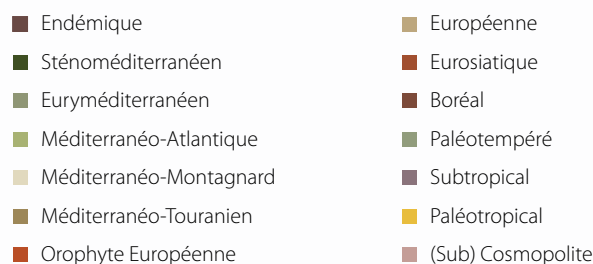


figure 7.3

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



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

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

- La nivéole de Nice *Acis nicaeensis* (Ardoino) Lledó, Davis et Crespo,
- L'ail à tépales aigus *Allium acutiflorum* Loisel.,
- Le chou de Robert *Brassica montana* Pourret,
- La campanule à racine épaisse *Campanula macrorrhiza* Gay ex A. DC.,
- Le chardon litigieux *Carduus litigiosus* Nocca & Balbis,
- Le statice à feuilles cordées *Limonium cordatum* (L.) Miller.





*Acis nicaeensis*



*Campanula macrorhiza*



*Limonium cordatum*

### 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 euryméditerranéens [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 eurasien,
- les atlantiques : taxons dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes atlantiques d'Europe,
- les boréaux ou 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.

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.

## 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.

Les principaux ordres à inventorier sont les Coléoptères et les Hétéroptères (punaises). Les recherches se concentrent 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 de Sainte Dévote et la Source Marie.



photo 7.28

*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 7.29

*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 ont 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. 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.

À ce jour, elle a été détectée en assez grand nombre dans deux stations : la «Source Marie» et sur les glacis du Palais Princier.



photo 7.30

*Un insecte remarquable découvert dans la Principauté de Monaco: *Brachypterus labiatus* (Coléoptère Nitidulidae).*

## 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 et est plus connue par son sigle CITES ou encore comme la Convention de Washington. Elle est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1975.

C'est l'un des accords sur la conservation qui comporte le plus de Parties : 175 pays en 2009.

Le commerce concerné porte sur des spécimens de plantes et d'animaux vivants ou non (trophées, produits dérivés tels que produits alimentaires, articles en cuir, maroquinerie, vêtements, souvenirs pour touristes, remèdes, cosmétiques, bijoux, ...).

Près de 33 000 espèces - 5 000 animales et 28 000 végétales - sont protégées par la CITES réparties dans trois annexes :

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.

L'Annexe III comprend toutes les espèces protégées dans un pays qui a demandé aux autres 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 est inscrite (la population d'un seul pays, par exemple).

La CITES contrôle et réglemente le commerce international des spécimens d'espèces inscrites à ses annexes.

Toute importation, exportation, réexportation (exportation d'un spécimen importé) ou introduction en provenance de la mer de spécimens d'espèces couvertes par la Convention doit être autorisée dans le cadre d'un système de permis mis en place par les pays Parties.

## 4. 2 La Principauté de Monaco et la Convention CITES

La Principauté de Monaco a adhéré à la Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction le 19 avril 1978. Cette dernière y entre en vigueur le 18 juillet 1978 (rendue exécutoire à Monaco par l'Ordonnance Souveraine n° 6.292 du 23 juin 1978).

La Principauté de Monaco s'est dotée d'outils pour l'application de la CITES :

- un organe de gestion chargé des contacts avec le Secrétariat de la Convention CITES : Département des Relations Extérieures et des Affaires Economiques et Financières Internationales - Délégation permanente auprès des organismes internationaux à caractère scientifique, environnemental et humanitaire ;
- un organe de gestion chargé de la délivrance des permis et des contrôles : Département pour l'Équipement l'Environnement et l'Urbanisme - Direction de l'Environnement ;
- une autorité scientifique qui donne son avis sur les effets du commerce sur les espèces : Département pour l'Équipement l'Environnement et l'Urbanisme - Direction de l'Environnement.

En prenant comme année de référence l'année 2000, l'organe de gestion monégasque chargé de la délivrance des permis CITES a noté une augmentation du nombre de permis de 180 % sur la période 2000-2008.

Années	Nombre de Documents CITES émis
2000	1702
2001	1799
2002	1089
2003	986
2004	2724
2005	2549
2006	3426
2007	4352
2008	4784

Tableau 7.1

*Nombre de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2000 à 2008*

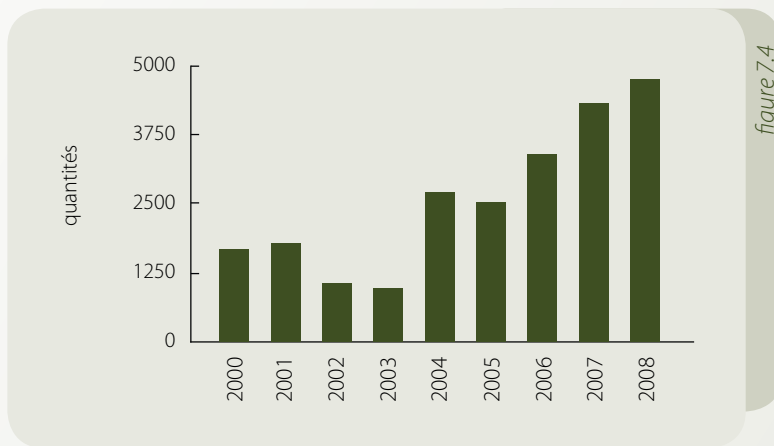


figure 7.4

*Nombre de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2000-2008*

Cette augmentation qui se confirme d'année en année, repose sur trois principaux facteurs combinés :

- inscription de nouvelles espèces dans les annexes CITES (et principalement les espèces d'esturgeon entraînant l'émission de permis pour le caviar, les filets ainsi que les cosmétiques composés à base de caviar) ;
- mise en place par l'organe de gestion monégasque, la Direction de l'Environnement, de mesures d'information, de sensibilisation et d'accompagnement des personnes concernées et surtout des boutiques et organisateurs de manifestations ;
- organisation de contrôles et de visites in situ par les agents de l'organe de gestion chargé de l'émission des permis ;

### 4.3 Rapports nationaux CITES

Un rapport annuel est édité par l'organe de gestion chargé de la délivrance des permis. Ce rapport mentionne toutes les transactions effectuées pendant l'année concernée. Il est communiqué au Secrétariat de la CITES qui compile les données de toutes les Parties concernant le commerce international des espèces inscrites aux Annexes permettant ainsi d'en suivre les évolutions.

Une partie des données des années 2006 à 2008 est représentée ci-après.

Années	2006	2007	2008
<b>Certificat de propriété</b>			1
<b>Documents pré-convention</b>			
Nombre de documents pré-convention	1	3	4
<b>Permis d'exportation</b>			
Total des permis d'exportation	71	28	16
<b>Permis d'importation</b>			
Nombre pour les produits d'esturgeon (caviar, filets et cosmétiques)	217	209	125
Nombre pour les produits manufacturés (maroquinerie)	304	453	653
Total des permis d'importation	544	699	824
<b>Permis de réexportation</b>			
Nombre pour les produits manufacturés (maroquinerie)	2784	3614	3917
Nombre pour les espèces animales ou végétales vivantes	17	6	14
Total des permis de réexportation	2804	3622	3939
<b>Nombre total de documents émis par l'organe de gestion monégasque</b>	<b>3420</b>	<b>4352</b>	<b>4784</b>

Tableau 7.2

Répartition des différents types de documents CITES émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2008

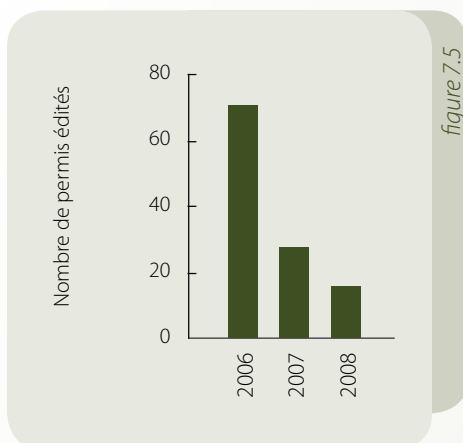


figure 7.5

Nombre annuel total de permis d'exportation émis par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2008

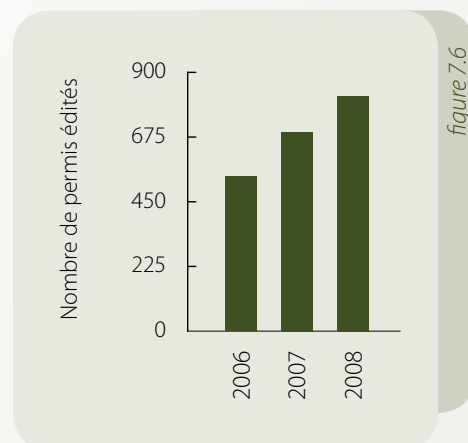


figure 7.6

Nombre annuel total de permis d'importation édités par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2008

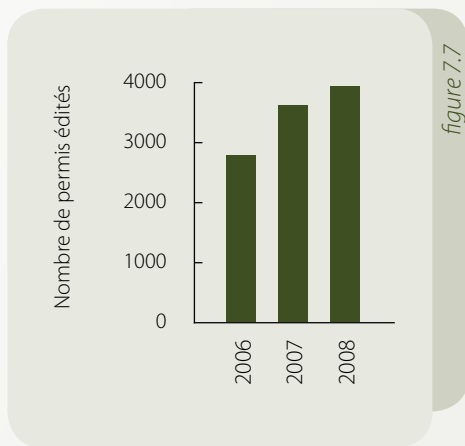


figure 7.7

Nombre annuel total de permis de ré-exportation édités par l'organe de gestion monégasque pour la période 2006-2008

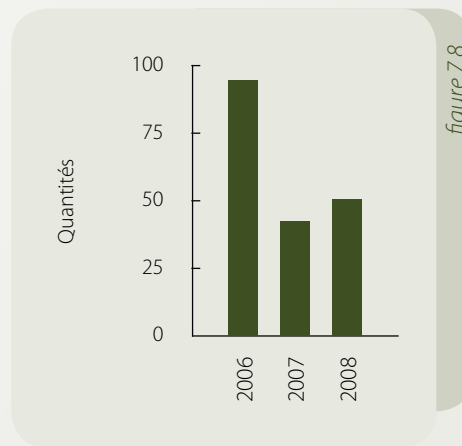


figure 7.8

Nombre de permis CITES délivrés pour des spécimens vivants pour la période 2006-2008

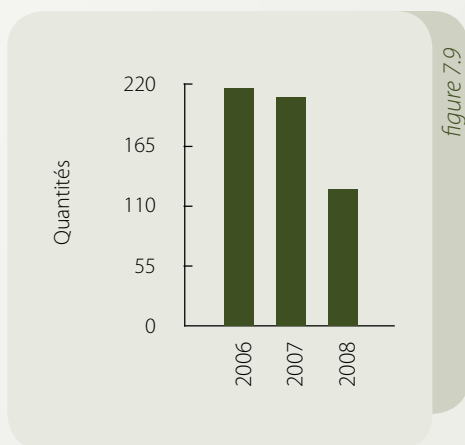


figure 7.9

Nombre de permis CITES délivrés pour des spécimens d'esturgeon pour la période 2006-2008

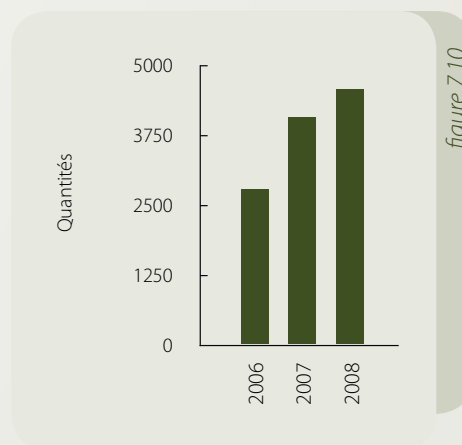


figure 7.10

Nombre de permis CITES délivrés pour des produits à destination de boutiques de luxes ou de prêt-à-porter pour la période 2006-2008

## Rapport CITES de l'année 2006 en application des dispositions de la Convention de Washington :

Pour 2006, 3 420 documents ont été émis dont :

- 1 document pré-convention (c'est à dire pour un spécimen acquis avant l'entrée en vigueur de la convention) ;
- 544 permis d'importation :
  - 1 pour 5 peaux de Python molure ;
  - 1 pour une défense d'éléphant sculptée ;
  - 4 pour des spécimens pré-convention (dont 2 pour des particuliers) ;
  - 17 pour des spécimens vivants (animaux et plantes) ;
  - 70 pour les cosmétiques comportant de l'esturgeon ;
  - 147 pour le caviar et filets d'esturgeon ;
  - 304 pour les produits manufacturés ;

- 71 permis d'exportation :
  - 1 pour un spécimen pré-convention ;
  - 9 pour des spécimens pré-convention ;
  - 61 pour des plantes vivantes ;
- 2 804 certificats de réexportation :
  - 3 pour des spécimens pré-convention ;
  - 17 pour des spécimens vivants (animaux et plantes) ;
  - 2 784 pour des produits manufacturés.

### **Rapport CITES de l'année 2007 en application des dispositions de la Convention de Washington :**

Pour 2007 en application des dispositions de la Convention de Washington, 4 352 documents ont été émis dont :

- 3 documents pré-convention ;
- 699 permis d'importation :
  - 1 pour du placage de bois (*Swietenia macrophylla*) ;
  - 1 pour un trophée de chasse pour un particulier ;
  - 2 pour des peaux d'ours noir (*Ursus americanus*) pour un particulier ;
  - 9 pour des spécimens pré-convention (4 pour des particuliers, 4 pour le retour d'une exposition au Japon, 1 pour un particulier) ;
  - 24 pour des spécimens vivants (animaux et plantes) ;
  - 73 pour les cosmétiques comportant de l'esturgeon ;
  - 136 pour le caviar d'esturgeon ;
  - 453 pour les produits manufacturés ;
- 28 permis d'exportation :
  - 3 pour des particuliers (déménagement spécimens pré-convention) ;
  - 1 pour un spécimen pré-convention ;
  - 1 pour le Musée Océanographique – participation à une exposition ;
  - 23 pour des plantes vivantes (exportation du Jardin Exotique) ;
- 3 622 certificats de réexportation :
  - 1 pour un spécimen pré-convention ;
  - 1 pour du placage de bois Acajou (*Swietenia macrophylla*) ;
  - 6 pour des spécimens vivants (1 pour un animal de compagnie, 4 pour participation au Festival international du cirque, 1 pour le Jardin animalier) ;
  - 3 614 pour des produits manufacturés.



## Rapport CITES de l'année 2008 en application des dispositions de la Convention de Washington :

En 2008, 4784 documents ont été émis se répartissant comme suit :

- 1 certificat de propriété pour un Ara Bleu (*Ara ararauna*) ;
- 4 documents pré-convention ;
- 824 permis d'importation :
  - 1 pour le Musée Océanographique pour le retour d'une exposition d'une statuette en os et dent de baleine ;
  - 1 pour le Centre Scientifique pour des squelettes de coraux en provenance d'Israël ;
  - 4 pour un particulier : *Canis lupus*, *Ursus americanus*, *Ursus maritimus* ;
  - 4 pour des spécimens pré-convention pour un particulier pour des statuettes en ivoire (*Elephantidae spp.*) ;
  - 36 pour des spécimens vivants (14 pour des animaux pour le Festival International du Cirque, 13 pour des plantes pour le Jardin Exotique, 7 pour des coraux vivants pour le Musée Océanographique et pour le Centre Scientifique, 1 pour des bécotiers vivants pour le Musée Océanographique, 1 pour des hippocampes vivants pour le Musée Océanographique) ;
  - 45 pour les cosmétiques comportant de l'esturgeon ;
  - 80 pour le caviar d'esturgeon ;
  - 653 pour des produits manufacturés ;
- 16 permis d'exportation :
  - 1 pour des particuliers (déménagement spécimens pré-convention) ;
  - 4 pour le prêt de spécimens pré-convention pour des expositions ;
  - 11 pour la mise en vente de spécimens pré-convention par un particulier ;
- 3939 certificats de réexportation :
  - 8 pour des spécimens pré-convention (1 pour une miniature en ivoire : *Elephas maximus*, 5 pour une exposition en Russie, 2 pour des objets en écaille de tortue : *Cheloniidae spp.* vente à un particulier) ;
  - 14 pour des spécimens vivants pour le retour des animaux ayant participé au Festival International du Cirque (8 pour des oiseaux, 1 pour un éléphant : *Loxodonta africana*, 5 pour des tigres : *Panthera tigris*) ;
  - 3917 pour des produits manufacturés.







PRINCIPAUTÉ DE MONACO  
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT

3, avenue de Fontvieille - MC 98000 MONACO  
Tél : + 377 98 98 80 00 - Fax : + 377 92 05 28 91  
[environnement@gouv.mc](mailto:environnement@gouv.mc)