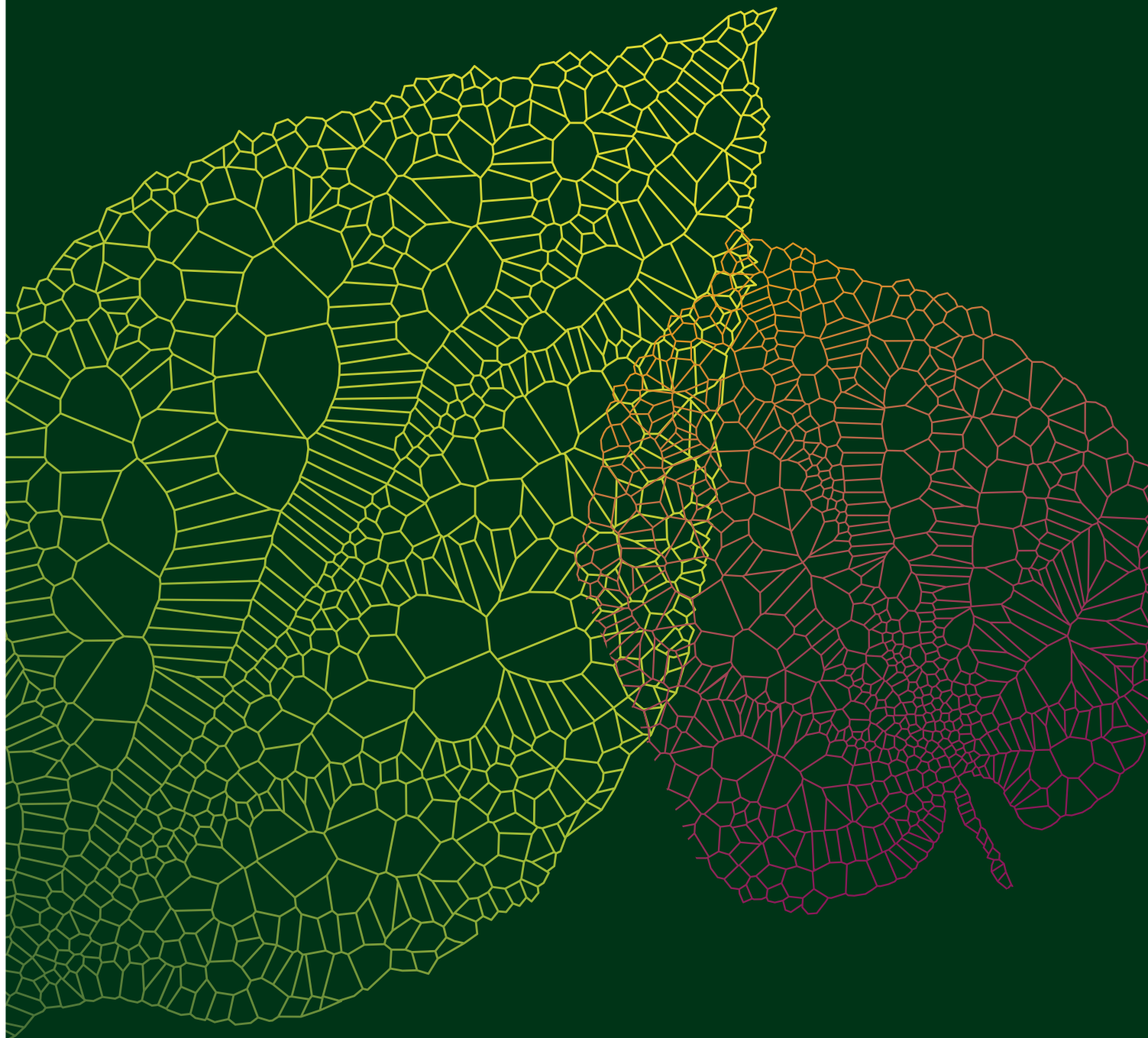


# L'ENVIRONNEMENT

en Principauté de Monaco



*Recueil de Données 2013*



Gouvernement Princier  
PRINCIPAUTÉ DE MONACO



# 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 oeuvre et évaluer sont les éléments clés d'une politique durable engagée en faveur du littoral et du milieu marin.

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

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

Cette surveillance continue est basée sur la mesure :

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

Cette surveillance continue a pour objectifs :

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

## 1. BASE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE MIS EN ŒUVRE À MONACO

### 1.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INTERNATIONAL

#### 1.1.1 Réglementation monégasque

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

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

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

## 1.1.2 Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée

---

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

## 1.1.3 Accord RAMOGE

---

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

## 1.2 DÉFINITION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

---

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

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

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

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

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

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

---

## 2. SURVEILLANCE CHIMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN

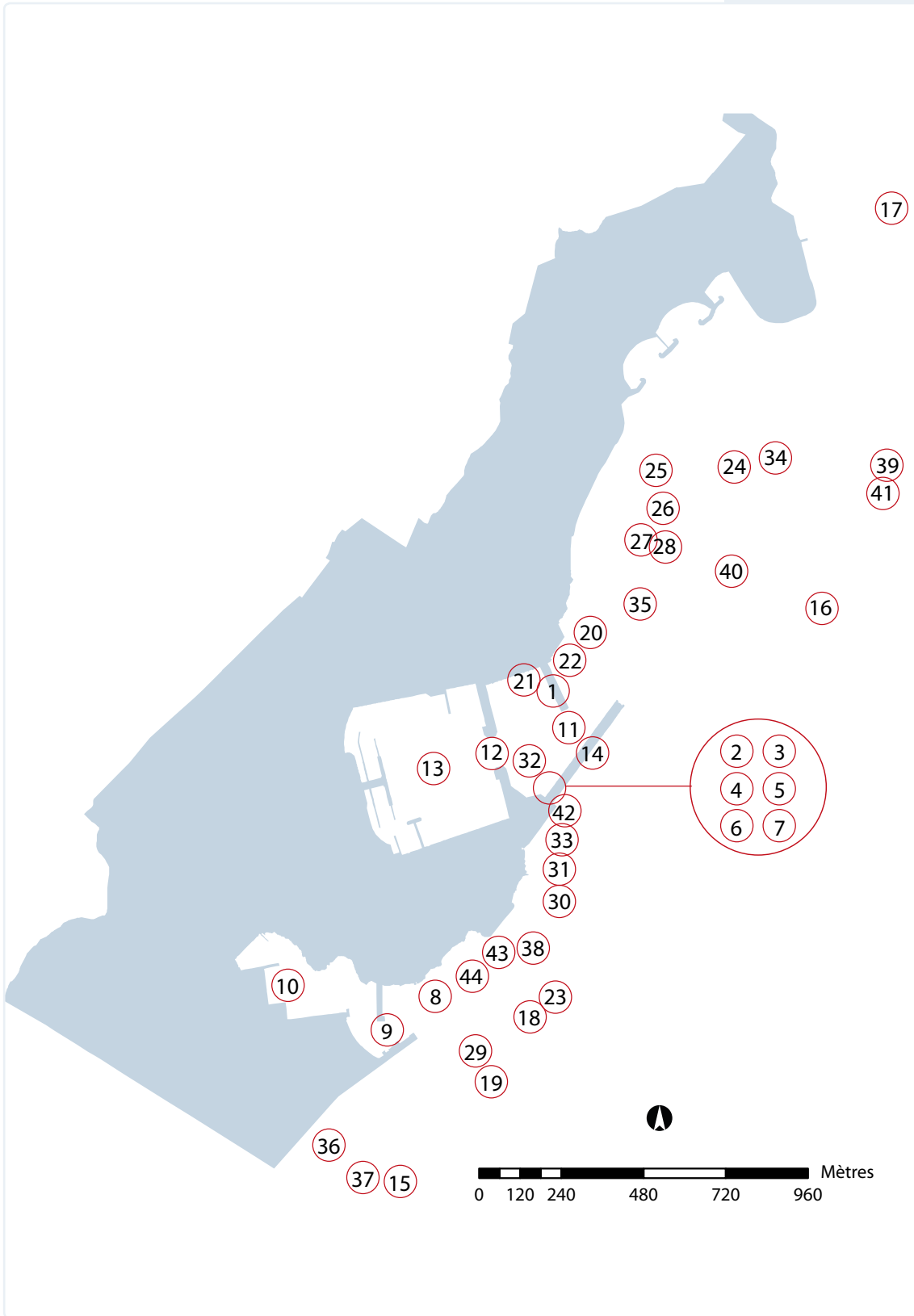
### 2.1 SURVEILLANCE CHIMIQUE DES SÉDIMENTS

---

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

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

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



Positionnement des prélèvements de sédiments en zone côtière, de 1999 à 2012

Tableau 6.1

N°	DATE	Localisation	Métaux (en mg/kg)							
			As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
8	déc-12	Extérieur Port de Fontvieille	8,7	< 0,2	17,1	7,1	0,1	11	16	37
30	déc-12	Plage des pêcheurs	6,8	< 0,2	12,5	18,2	< 0,02	11	35	51
44	déc-12	Face Musée Océanographique	9,4	< 0,2	15,5	27,0	0,2	13	89	59
44	nov.-11	Face Musée Océanographique	13,0	< 0,2	15,2	24,1	0,1	14	36	87
43	nov.-11	Face Parking Pêcheurs	16,6	< 0,2	27,5	35,4	0,4	23	114	105
42	nov.-11	Face Solarium	7,0	< 0,2	31,5	8,6	0,1	16	18	30
41	nov.-10	Haut fond Larvotto	13,8	< 0,1	23,0	16,0	0,1	10	22	40
40	nov.-10	Face Parking Pêcheurs	7,6	0,1	21,0	24,0	0,2	10	34	48
39	nov.-10	Haut fond Larvotto	7,8	< 0,1	37,0	19,0	0,1	18	29	53
38	nov.-10	Large Portier	10,4	0,1	47,0	26,0	0,3	23	47	80
37	déc.-09	Fontvieille Hélicoptère -50m	13,0	0,4	34,0	49,0	0,3	21	107	197
36	déc.-09	Fontvieille Hélicoptère -40m	11,0	0,2	29,0	10,0	0,1	23	25	48
35	juil.-07	Limite sud Larvotto	10,0	0,1	44,0	19,0	0,4	20	49	75
34	juil.-07	Portier	24,0	< 0,1	20,0	5,0	< 0,05	6	14	32
33	juin-06	Fort Antoine	10,0	0,1	26,0	13,0	0,1	12	33	69
32	juin-06	Secteur rejet UPTER	20,0	< 0,1	54,0	9,0	0,1	27	25	54
31	juin-06	Musée océanographique	*	*	*	*	0,2	*	*	*
30	juin-06	Avant-port	*	*	*	*	0,1	*	*	*
29	juin-06	Crepine AIEA	*	*	*	*	0,1	*	*	*
28	juin-06	Portier Larvotto 2	8,0	0,2	32,0	15,0	0,1	13	47	71
27	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	9,0	0,2	30,0	14,0	0,2	13	45	70
26	juin-06	Portier Larvotto 1	9,0	0,2	41,0	16,0	0,2	17	47	68
25	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	9,0	0,2	21,0	11,0	0,4	9	35	59
24	juin-06	Zone entre Portier et Larvotto	11,0	0,2	26,0	9,0	0,2	11	35	52
23	juil.-05	Musée océanographique	10,0	0,1	46,0	22,0	1,0	*	40	89
22	juil.-05	Tombant à corail	13,0	0,2	8,0	13,0	0,1	*	91	43
21	juil.-04	Extrémité sud du merlon	7,0	0,1	19,0	13,0	0,2	*	17	55
20	juil.-04	Tombant à corail	14,0	0,1	14,0	16,0	0,2	*	153	47
19	juin-03	Secteur rejet UPTER	13,0	0,4	59,0	37,0	0,6	28	76	185
18	juin-03	Musée océanographique	12,0	0,1	50,0	12,0	0,2	25	26	61
17	juil.-01	Beach	6,5	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4	*	< 10	< 40
16	juil.-01	Devant Fontvieille	5,7	< 1,2	43,0	< 40	< 0,4	*	23	77
15	juil.-01	Baie de Monaco	10,2	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4	*	28	65
14	juil.-01	Face Port Hercule	9,9	< 1,2	< 40	< 40	< 0,4	*	28	59
13	juil.-00	Extérieur du port Hercule	7,0	< 2	< 40	< 40	< 1	*	< 40	< 40
12	juil.-00	Intérieur Port de Fontvieille	12,0	< 2	< 40	50,0	< 1	*	120	239
11	juil.-00	Intérieur du port Hercule	10,0	< 2	< 40	< 40	< 1	*	< 40	170
10	juil.-00	Entrée du port Hercule	15,0	< 2	< 40	76,0	< 1	*	68	146
9	juil.-00	Extérieur Port de Fontvieille	7,0	< 2	< 40	< 40	0,2	*	56	128
8	juil.-00	Entrée du Port de Fontvieille	10,0	< 2	121,0	45,0	< 1	*	62	121
7	nov.-99	Terre-plein digue du large	11,0	0,1	31,6	17,1	0,4	16	55	48
6	nov.-99	Terre-plein digue du large	13,0	0,1	37,4	17,4	0,4	17	48	41
5	nov.-99	Terre-plein digue du large	14,0	0,1	44,7	12,4	0,1	20	21	36
4	nov.-99	Terre-plein digue du large	14,0	0,1	44,8	15,7	0,2	23	48	34
3	nov.-99	Terre-plein digue du large	14,0	0,1	39,9	16,0	0,4	20	44	33
2	nov.-99	Terre-plein digue du large	14,0	0,1	20,5	9,7	0,2	9	21	32
1	nov.-99	Terre-plein digue du large	*	*	*	*	*	*	*	*

\* Prélèvements non effectués

Concentrations en métaux dans les sédiments en zone côtière, en mg/kg, de 1999 à 2012



Tableau 6.2

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

\* Prélèvements non effectués

Concentrations en PolyChloroBiphényle (PCB) dans les sédiments en zone côtière, en µg/kg, de 1999 à 2012

## 2.2 SURVEILLANCE DANS LES ORGANISMES VIVANTS

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

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

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

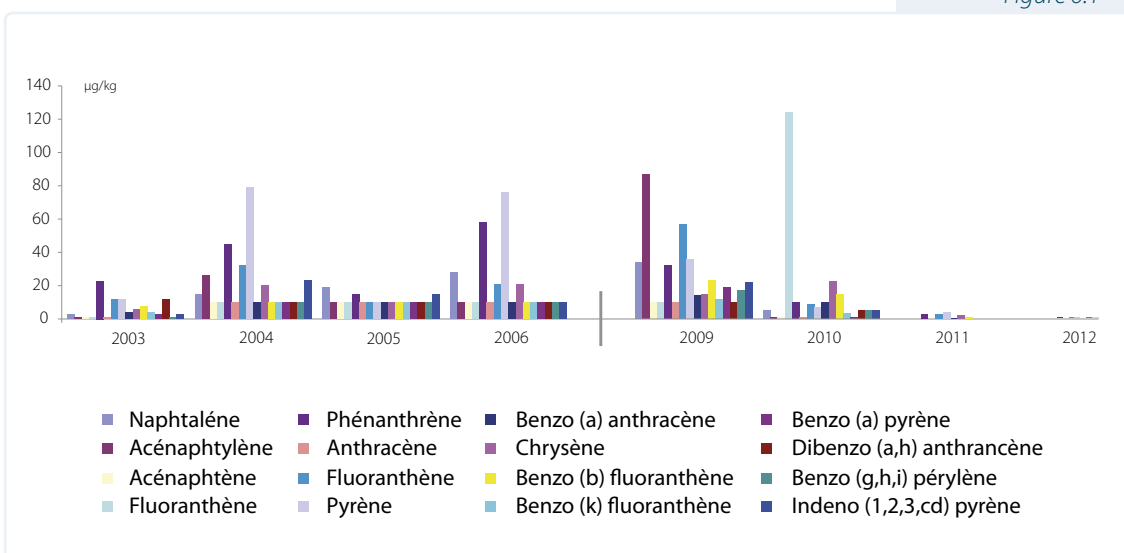
### HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

Tableau 6.3

HAP (en µg/kg)	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2011	2012
Naphtalène	3	15	19	28	34	5	<0,1	<0,1
Acénaphthylène	1	26	10	10	87	1	<0,1	<0,1
Acénaphthène	1	10	10	10	10	1	<0,1	<0,1
Fluorène	1	10	10	10	10	124	<0,1	<0,1
Phénanthrène	23	45	15	58	32	10	2,6	0,47
Anthracène	1	10	10	10	10	1	<0,1	<0,1
Fluoranthène	12	32	10	21	57	9	2,4	0,15
Pyrène	12	79	10	76	36	7	3,8	0,11
Benzo (a) anthracène	4	10	10	10	14	10	0,5	<0,1
Chrysène	6	20	10	21	15	23	2,2	0,12
Benzo (b) fluoranthène	8	10	10	10	23	15	1,2	0,15
Benzo (k) fluoranthène	4	10	10	10	12	4	<0,1	<0,1
Benzo (a) pyrène	3	10	10	10	19	1	<0,1	<0,1
Dibenzo (a,h) anthracène	12	10	10	10	10	5	<0,1	<0,1
Benzo (g,h,i) pérylène	1	10	10	10	17	5	<0,1	<0,1
Indeno (1,2,3,cd) pyrène	3	23	15	10	22	5	<0,1	<0,1

Concentrations en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les organismes vivants, en µg/kg, de 2003 à 2012

Figure 6.1



Concentrations en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les organismes vivants, en  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , de 2003 à 2012

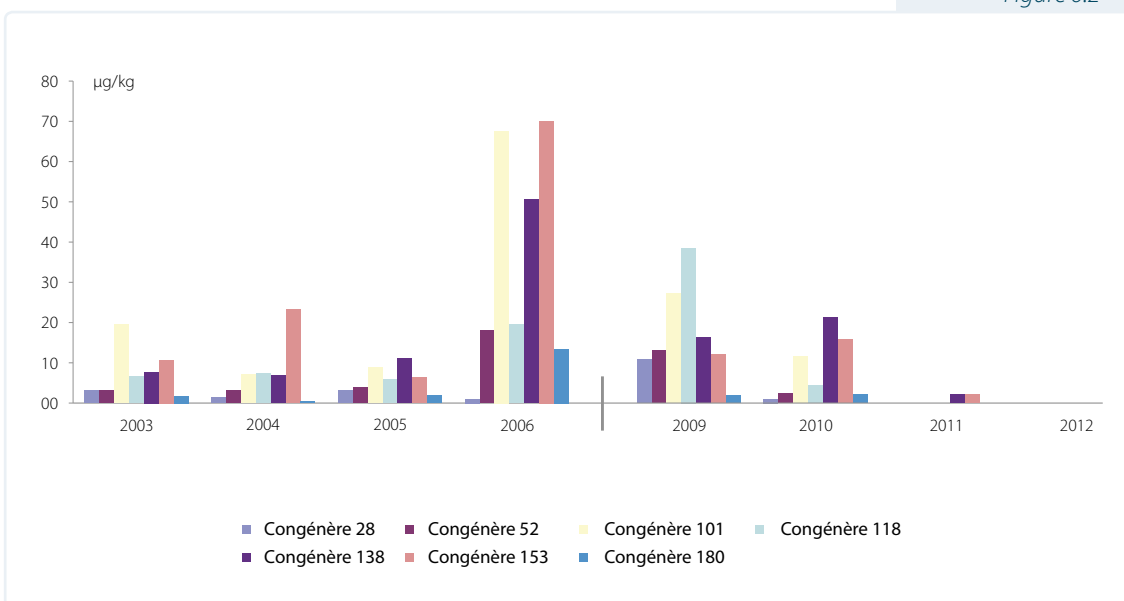
#### POLYCHLOROBIPHÉNYLES (PCB)

Tableau 6.4

PCB (en $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2011	2012
Congénère 28	3,14	1,30	3,13	1,11	10,76	1,00	<1	<1
Congénère 52	3,14	3,15	3,81	18,10	13,14	2,40	<1	<1
Congénère 101	19,61	6,98	8,70	67,69	27,33	11,60	<1	<1
Congénère 118	6,62	7,27	5,81	19,54	38,54	4,40	<1	<1
Congénère 138	7,75	6,82	10,94	50,61	16,27	21,20	2,00	<1
Congénère 153	10,73	23,35	6,42	70,12	12,11	15,90	2,00	<1
Congénère 180	1,76	0,29	1,87	13,52	1,88	2,10	<1	<1

Concentrations en PolyChloroBiphényles (PCB) dans les organismes vivants, en  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , de 2003 à 2012

Figure 6.2



Concentrations en PolyChloroBiphényles (PCB) dans les organismes vivants, en  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , de 2003 à 2012

MÉTAUX (mg/kg)

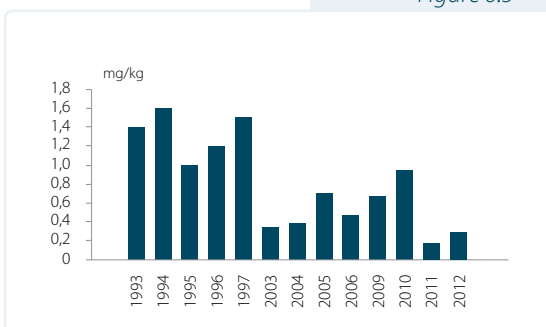
Tableau 6.5

Années	Cadmium (en mg/kg)	Cuivre (en mg/kg)	Mercure (en mg/kg)	Plomb (en mg/kg)
1993	1,40	7,00	0,08	1,60
1994	1,60	5,50	0,20	2,80
1995	1,00	8,30	0,09	2,10
1996	1,20	5,90	0,06	1,70
1997	1,50	4,90	0,05	0,90
2003	0,34	7,10	0,07	0,09
2004	0,39	5,40	0,44	0,26
2005	0,70	4,90	0,07	1,70
2006	0,47	5,60	0,16	1,60
2009	0,67	3,70	0,05	1,60
2010	0,95	22,90	0,17	2,70
2011	0,18	1,17	0,02	0,27
2012	0,29	2,15	0,02	0,45

Concentrations en métaux dans les organismes vivants, en mg/kg, de 1993 à 2012

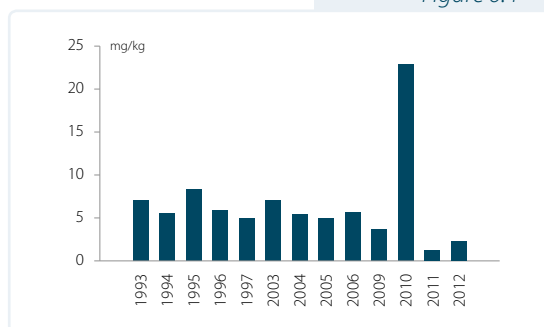
Cadmium

Figure 6.3



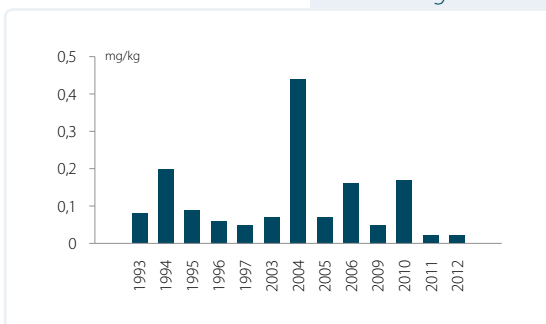
Cuivre

Figure 6.4



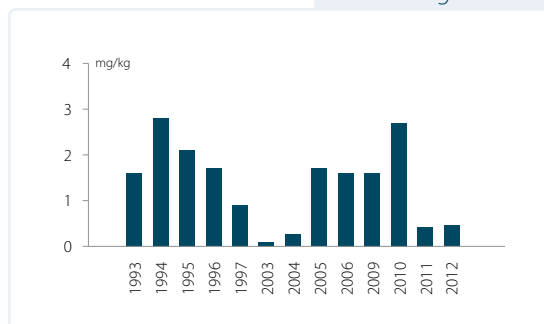
Mercure

Figure 6.5



Plomb

Figure 6.6



Concentrations en métaux dans les organismes vivants, en mg/kg, de 1993 à 2012

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

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

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

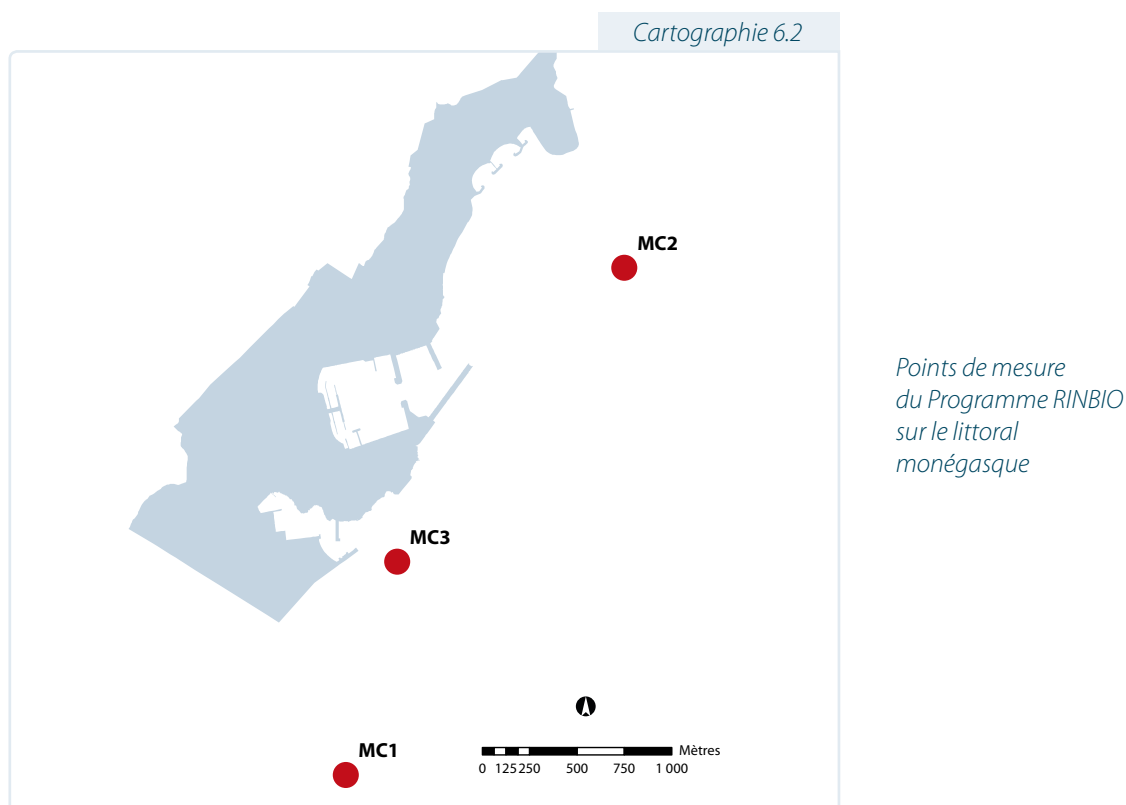
Réparti sur l'ensemble du littoral méditerranéen français, ce réseau offre l'avantage de fournir une information homogène des niveaux de contamination sur de larges zones géographiques.

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

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

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

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



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

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/>)

Tableau 6.6

Paramètres	Points de mesures		
	MC1	MC2	MC3
<b>Positionnement</b>			
Profondeur	51,00	60,00	51,50
Longitude_dd_w84	7,42	7,43	7,44
Latitude_dd_w84	43,72	43,73	43,74
Nombre d'individus	17,00	17,00	16,00
<b>Indices généraux</b>			
Poid sec (en g) (PS)	15,42	15,72	13,57
Poid coquille (en g) (PC)	114,40	121,30	109,60
PS/PC	0,13	0,13	0,12
Taille de la coquille (HCOQ) (en mm)	233,00	231,00	220,00
Matières grasses %	3,20	8,40	14,10
<b>Métaux</b>			
Cadmium (en mg/kg)	0,90	0,90	0,90
Chrome total (en mg/kg)	0,50	0,50	0,50
Cuivre (en mg/kg)	4,20	4,30	4,30
Mercure (en mg/kg)	0,08	0,08	0,07
Nickel (en mg/kg)	1,00	1,40	1,10
Plomb (en mg/kg)	1,40	1,50	1,60
Zinc (en mg/kg)	139,00	129,00	131,00
Arsenic (en mg/kg)	23,00	19,90	22,00
<b>DTT et métabolites</b>			
pp' DDE (en µg/kg)	4,10	2,80	2,20
pp' DDT (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
pp' DDD (en µg/kg)	1,20	0,50	0,50
<b>Hexachlorocyclohexanes</b>			
Alpha HCH (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Beta HCH (Lindane) (en µg/kg)	1,70	0,50	0,50
Gamma HCH (Lindane) (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
<b>Polychlorobiphényles</b>			
Congénère 138 (en µg/kg)	0,50	0,50	1,10
Congénère 153 (en µg/kg)	3,20	2,20	2,40
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>			
Naphtalène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Acénaphtalène (en µg/kg)	5,00	5,00	5,00
Acénaphtène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Fluorène (en µg/kg)	4,10	1,80	1,80
Phénanthrène (en µg/kg)	7,70	3,20	3,10
Anthracène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Fluoranthène (en µg/kg)	4,20	1,90	2,90
Pyrène (en µg/kg)	1,40	1,20	1,20
Benzo(a)anthracène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Chrysène (en µg/kg)	1,50	0,50	1,50
Benzo (b) fluoranthène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Benzo (k) fluoranthène (en µg/kg)	0,50	0,50	0,50
Benzo (a) pyrène (en µg/kg)	2,40	0,50	2,30

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



## 3. HYDROLOGIE DES EAUX CÔTIÈRES

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

### 3.1 PROGRAMME DE SURVEILLANCE

---

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

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

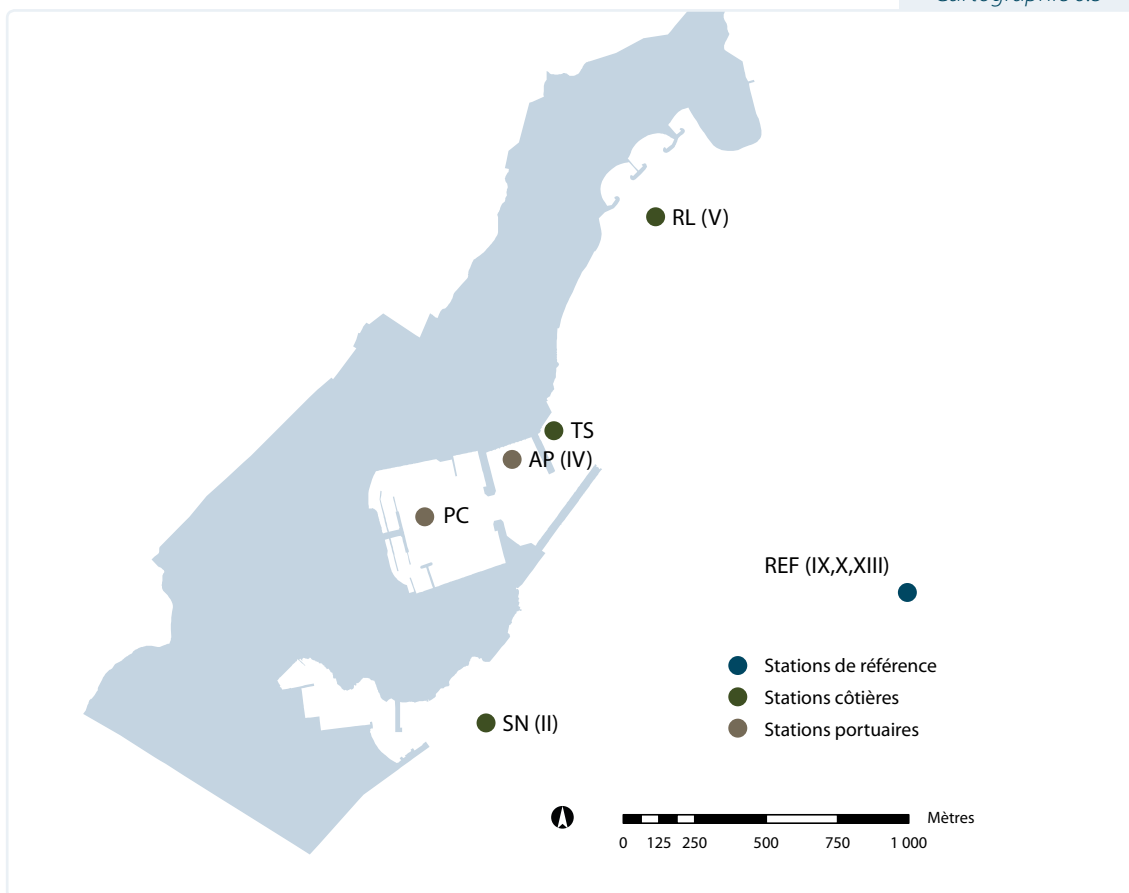
- 3 stations de prélèvements (II, IV et V) ont des caractéristiques littorales proches des sources potentielles de pollution. La station IV, se situant pendant des années en zone côtière, a par la suite été incluse dans la zone de l'Avant Port (AP), suite à l'agrandissement du Port de la Condamine (PC)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

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

Cette seconde série de mesures compte depuis 2007, 11 missions de surveillance sur les stations suivantes :

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

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



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

### 3.2. PARAMÈTRES MESURÉS

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

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

Les paramètres mesurés sont les suivants :

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



### 3.2.1 Température

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

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

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

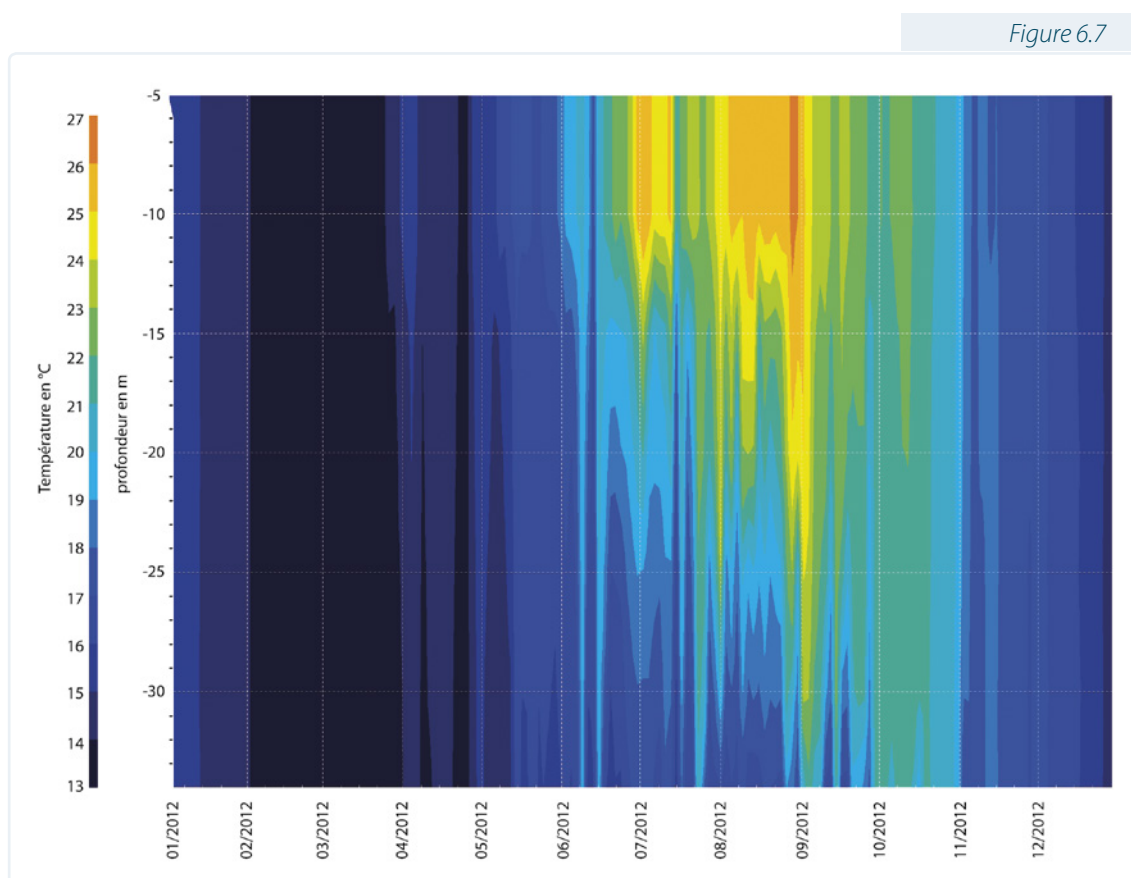
Ainsi, en hiver la température est homogène sur l'ensemble de la colonne d'eau entre 12 et 14 degrés suivant les conditions climatiques.

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

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

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

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



Évolution des températures de la colonne d'eau, de -5 à -35 mètres, relevées en Principauté sur le Tombant coralligène des Spélugues, en 2012

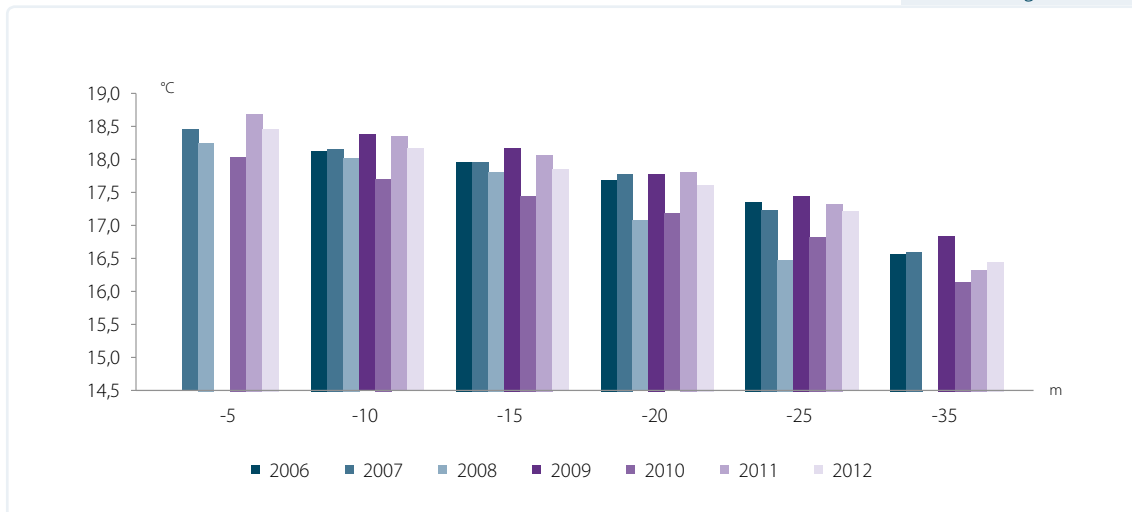
Tableau 6.7

Profondeur (en m)	Températures moyennes (en C°)					
	-5	-10	-15	-20	-25	-35
2006	*	18,2	18,0	17,7	17,3	16,4
2007	18,5	18,2	18,0	17,8	17,1	16,4
2008	18,3	18,1	17,8	17,0	16,3	*
2009	*	18,5	18,2	17,8	17,4	16,7
2010	18,1	17,7	17,4	17,1	16,7	15,9
2011	18,8	18,4	18,1	17,8	17,3	16,1
2012	18,5	18,2	17,9	17,6	17,1	16,2

\* Non évaluées

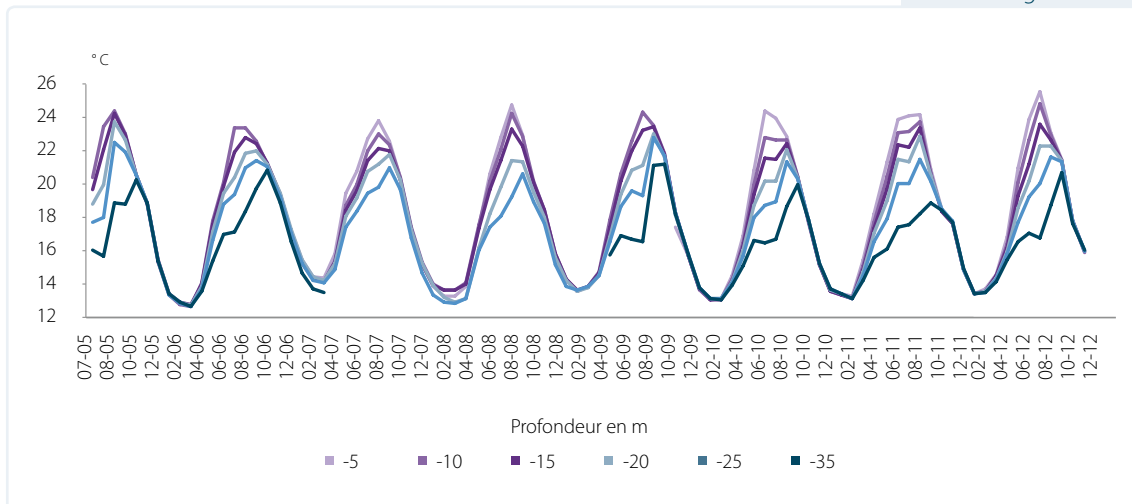
Variations des températures moyennes annuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs, de 2006 à 2012

Figure 6.8



Variations des températures moyennes annuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs de 2006 à 2012

Figure 6.9



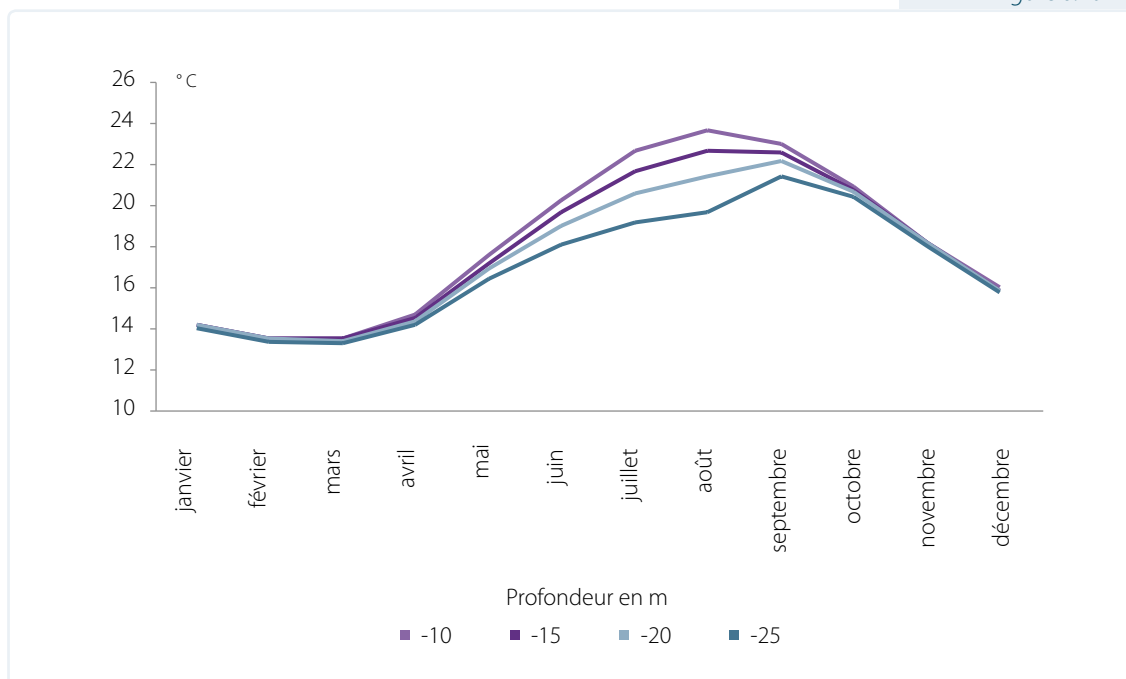
Variations annuelles des températures moyennes mensuelles de l'eau sur le Tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs, de 2006 à 2012

Tableau 6.8

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

Moyennes des températures mensuelles de l'eau sur le tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs, de 2006 à 2012

Figure 6.10



Moyennes des températures mensuelles de l'eau sur le tombant coralligène des Spélugues en fonction des profondeurs, de 2006 à 2012

### 3.2.2 Salinité

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

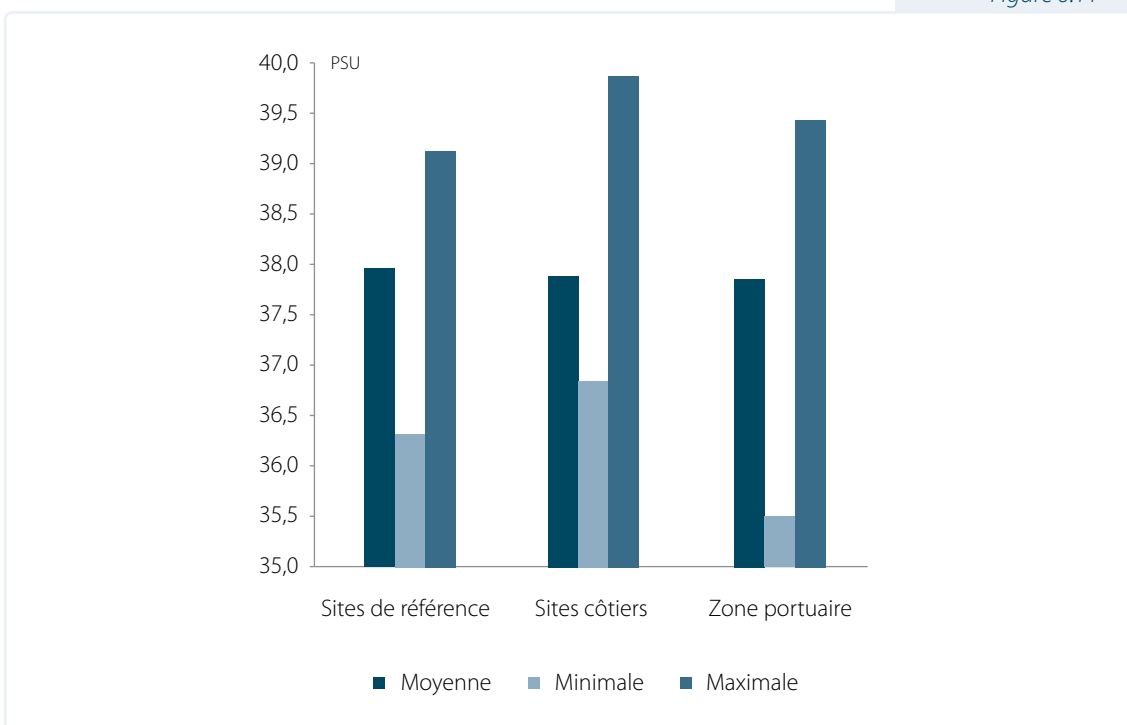
En milieu côtier, la salinité est principalement utilisée pour suivre les apports en eau continentale ou les apports anthropiques.

Tableau 6.9

	Salinité (en PSU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS, II, V)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	37,96	37,90	37,86
Minimale	36,32	36,85	35,51
Maximale	39,12	39,87	39,44

Salinité annuelle, en PSU, de 1996 à 2012

Figure 6.11



Salinité annuelle, en PSU, de 1996 à 2012

La moyenne de la salinité sur les sites de référence est de 37,96 PSU.

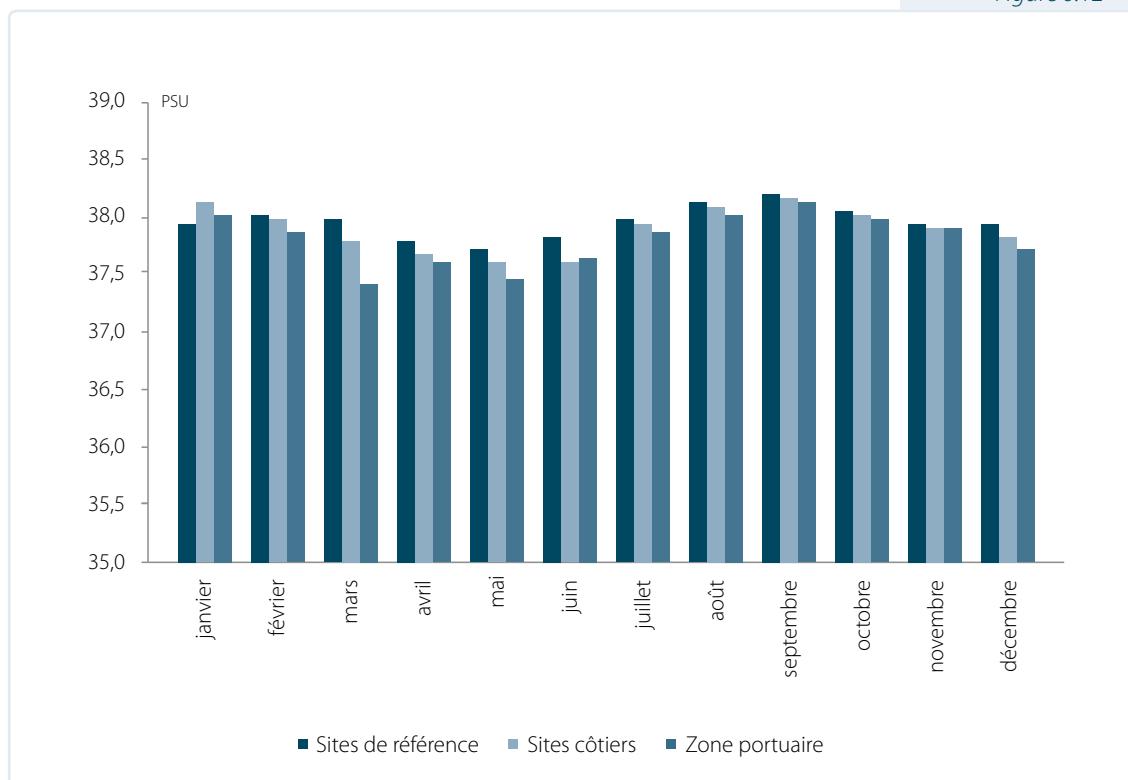
Les sites littoraux montrent une salinité plus faible témoignant des apports telluriques. Les valeurs plus basses (salinité <37 PSU) sont la conséquence d'épisodes pluvieux importants et peuvent être également observées sur les sites de référence montrant l'influence des fleuves côtiers comme celui de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

Tableau 6.10

	Salinité moyenne mensuelle (en PSU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	37,93	38,14	38,02
février	38,01	37,98	37,87
mars	37,96	37,80	37,40
avril	37,80	37,67	37,62
mai	37,72	37,59	37,46
juin	37,81	37,61	37,64
juillet	37,99	37,93	37,87
août	38,12	38,07	38,02
septembre	38,20	38,15	38,11
octobre	38,06	38,03	37,99
novembre	37,93	37,90	37,89
décembre	37,94	37,84	37,72

Variations de la salinité mensuelle moyenne, en PSU, de 1996 à 2012

Figure 6.12



Variations de la salinité mensuelle moyenne, en PSU, de 1996 à 2012

### 3.2.3 Oxygène dissous

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

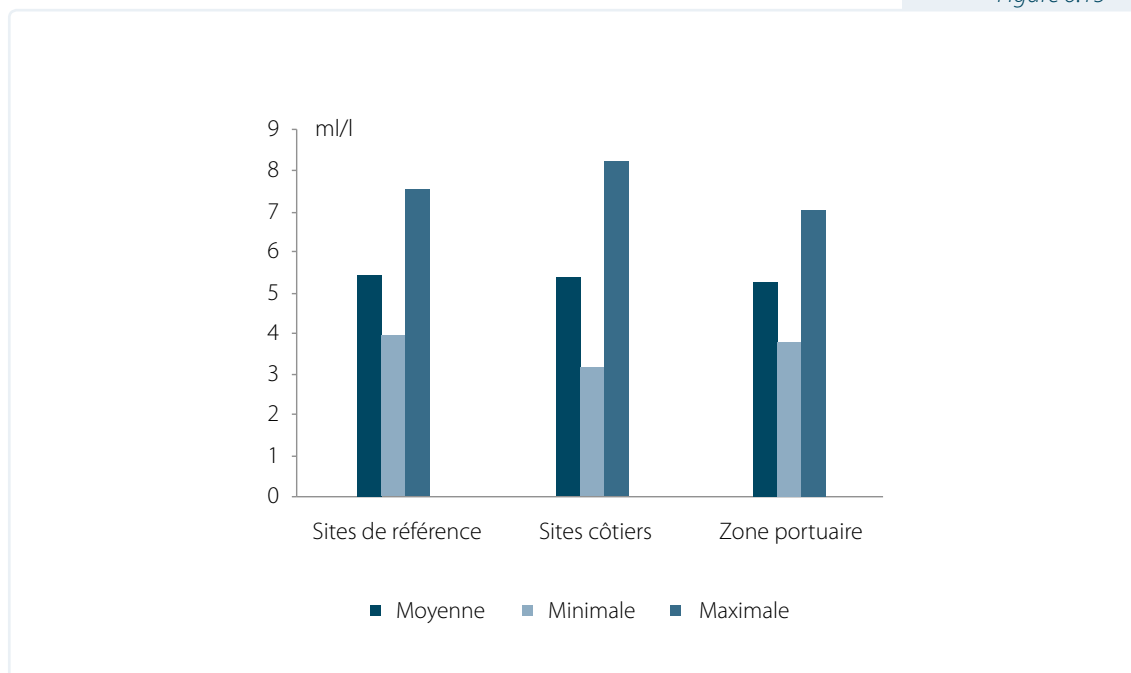
L'oxygène étant plus soluble à froid qu'à chaud, des variations saisonnières sont observées, ainsi la saturation en oxygène, plus basse l'été, aura tendance à accroître le risque potentiel d'anoxie du milieu.

Tableau 6.11

	Concentrations en oxygène dissous (en ml/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	5,44	5,36	5,29
Minimale	3,95	3,14	3,79
Maximale	7,56	8,20	7,01

Concentrations annuelles en oxygène dissous, en ml/l, de 1996 à 2012

Figure 6.13



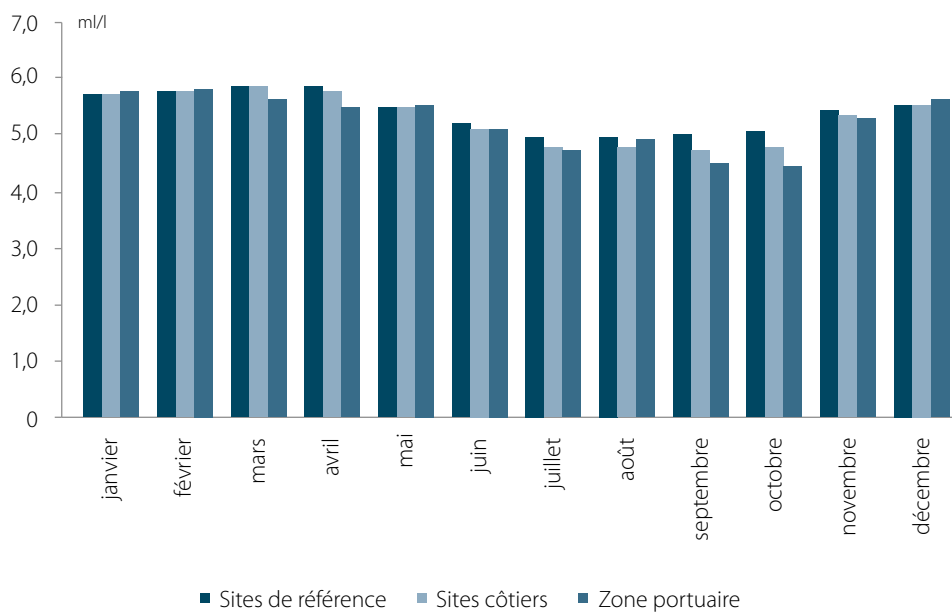
Concentrations annuelles en oxygène dissous, en ml/l, de 1996 à 2012

Tableau 6.12

	Concentrations en oxygène dissous (en ml/l)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	5,73	5,72	5,77
février	5,80	5,77	5,83
mars	5,88	5,86	5,65
avril	5,85	5,76	5,50
mai	5,50	5,47	5,52
juin	5,19	5,13	5,12
juillet	4,95	4,79	4,75
août	4,97	4,80	4,94
septembre	5,02	4,75	4,52
octobre	5,08	4,79	4,45
novembre	5,45	5,37	5,28
décembre	5,56	5,53	5,65

Variations de la concentration mensuelle moyenne en oxygène dissous, en ml/l, de 1996 à 2012

Figure 6.14



Variations de la concentration mensuelle moyenne en oxygène, en ml/l, de 1996 à 2012

### 3.2.4 Chlorophylle

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

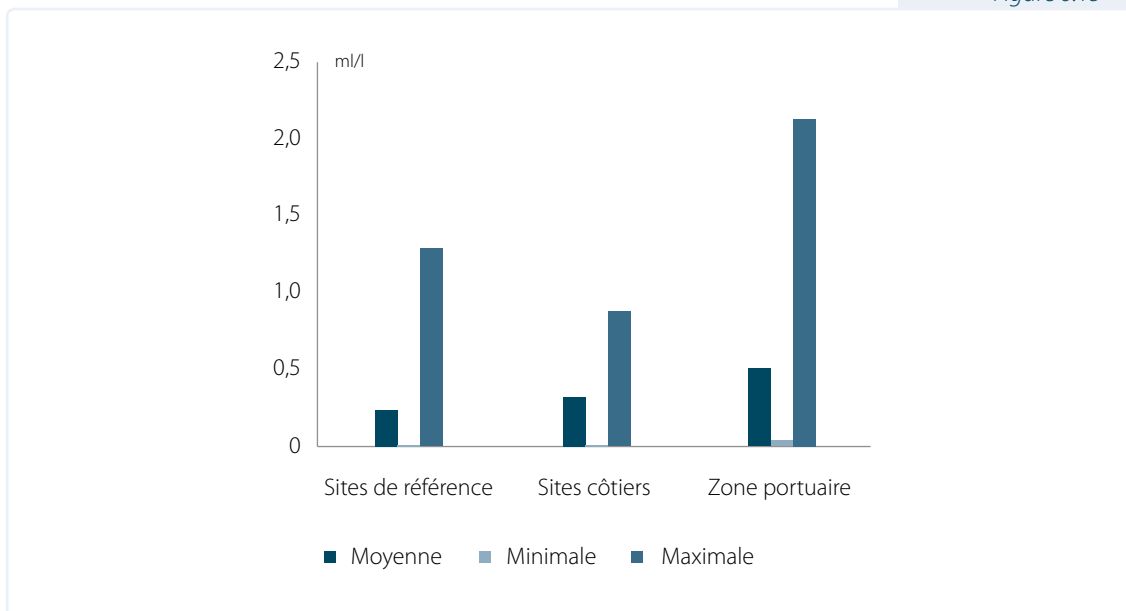
Le cycle de variation de la chlorophylle est respecté sur la zone de référence où la teneur moyenne annuelle est de 0,23 µg/l. Les variations saisonnières montrent des teneurs très faibles en juillet, et de l'ordre de 0,9 µg/l pour les maximales observées au printemps.

Tableau 6.13

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

Concentrations annuelles en chlorophylle, en µg/l, de 1996 à 2012

Figure 6.15



Concentrations annuelles en chlorophylle, en µg/l, de 1996 à 2012

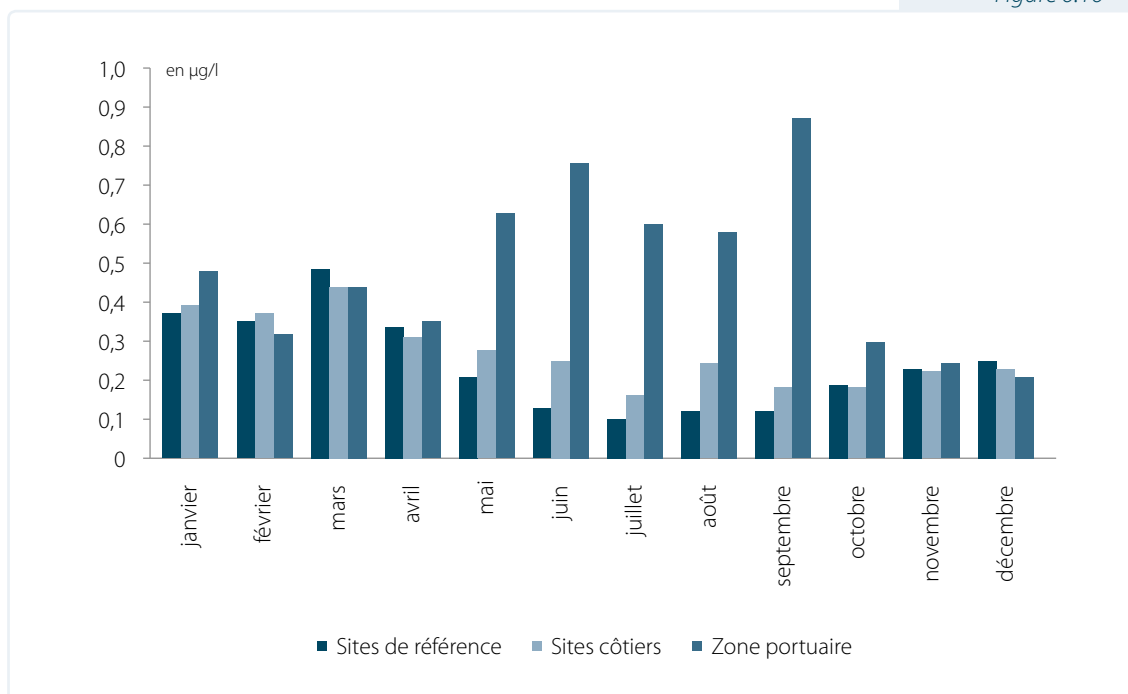


Tableau 6.14

	Concentrations en chlorophylle (en $\mu\text{g/l}$ )		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,37	0,39	0,48
février	0,35	0,37	0,32
mars	0,49	0,44	0,44
avril	0,34	0,31	0,35
mai	0,21	0,28	0,63
juin	0,13	0,25	0,76
juillet	0,10	0,16	0,60
août	0,12	0,24	0,58
septembre	0,12	0,18	0,87
octobre	0,19	0,18	0,30
novembre	0,23	0,22	0,24
décembre	0,25	0,23	0,21

Variations de la concentration mensuelle moyenne en chlorophylle, en  $\mu\text{g/l}$ , de 1996 à 2012

Figure 6.16



Variations de la concentration mensuelle moyenne en chlorophylle, en  $\mu\text{g/l}$ , de 1996 à 2012

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

### 3.2.5 Transparence

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

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

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

#### Profondeur Secchi

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

La transparence des eaux varie saisonnièrement au niveau sur la zone de référence, en fonction de la croissance du phytoplancton et des apports telluriques dus aux épisodes pluvieux. Ainsi, la saison où l'on rencontre les plus forts taux de pénétration lumineuse correspond à l'été, période pendant laquelle la transparence est généralement supérieure à 22 mètres. A l'inverse, au cours des périodes de printemps et d'automne, la transparence des eaux est plus faible et varie généralement entre 15 et 18 mètres.

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

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

Tableau 6.15

	Profondeur (en m)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	18,6	14,7	12,3
Minimale	2,0	0,5	2,0
Maximale	32,0	30,0	27,0

Variations de la transparence Secchi, en mètres, de 2002 à 2012

Figure 6.17

Variations de la transparence Secchi, en mètres, de 1996 à 2012

- Moyenne
- Minimale
- Maximale

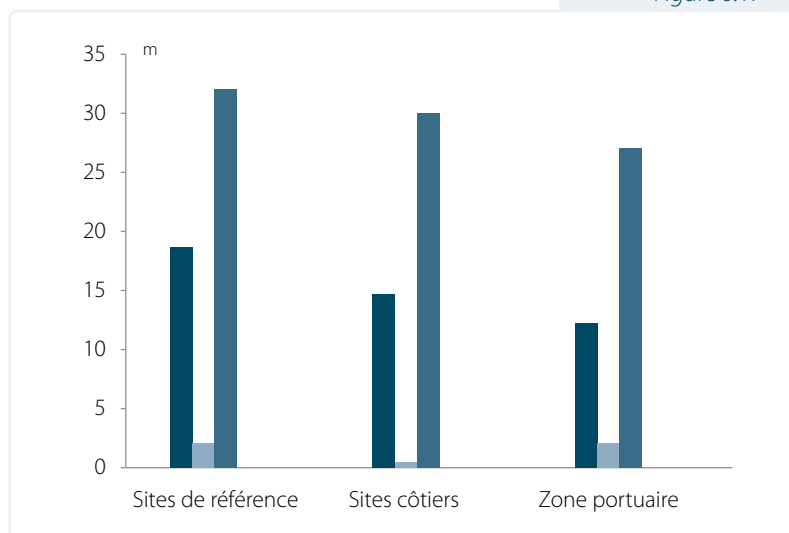
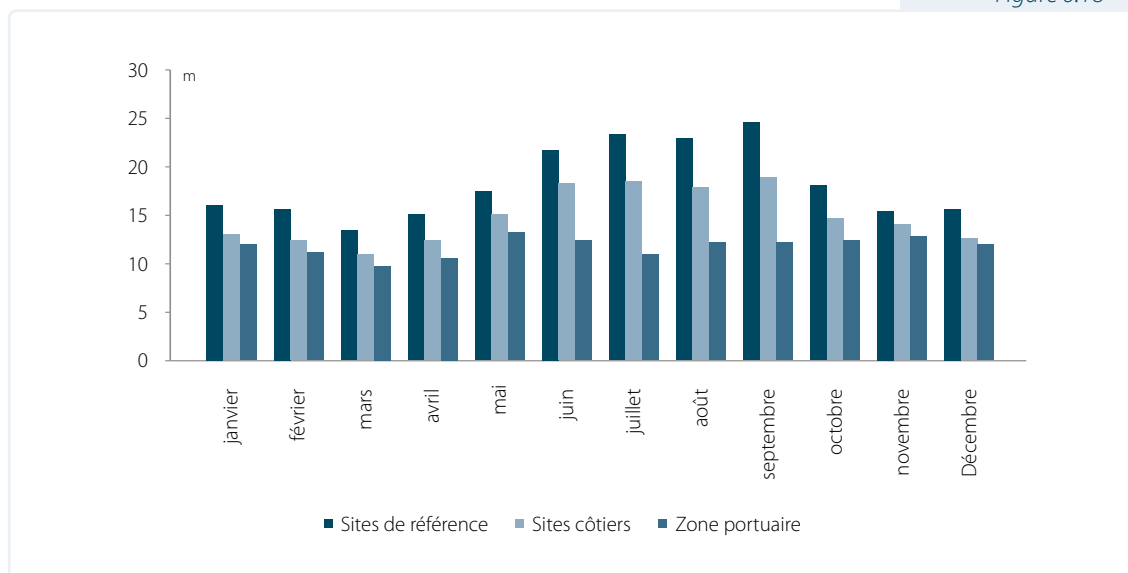


Tableau 6.16

	Profondeur (en m)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	16,0	12,9	11,9
février	15,6	12,4	11,1
mars	13,4	11,0	9,8
avril	15,0	12,4	10,6
mai	17,4	15,0	13,1
juin	21,7	18,3	12,4
juillet	23,4	18,5	11,0
août	22,9	17,9	12,2
septembre	24,6	18,9	12,3
octobre	18,0	14,6	12,3
novembre	15,4	14,0	12,7
décembre	15,6	12,5	11,9

Variations mensuelles moyennes de la transparence Secchi, en mètres, de 1996 à 2012

Figure 6.18



Variations mensuelles moyennes de la transparence Secchi, en mètres, de 1996 à 2012

## Transparence néphéométrique

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

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

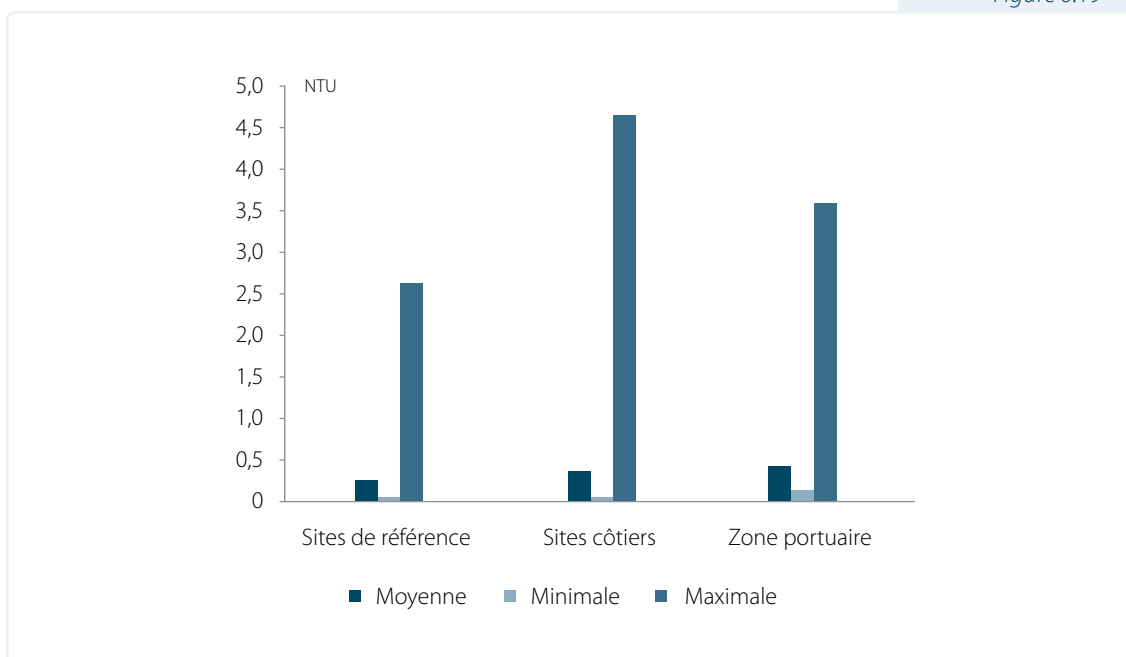
Ces mesures de turbidité ont été initiées en janvier 2007 en complément de la mesure de pénétration lumineuse (Profondeur Secchi).

Tableau 6.17

	Transparence (en NTU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	0,24	0,36	0,41
Minimale	0,05	0,05	0,12
Maximale	2,60	4,62	3,58

Variations de la transparence néphéométrique, en NTU, de 2007 à 2012

Figure 6.19



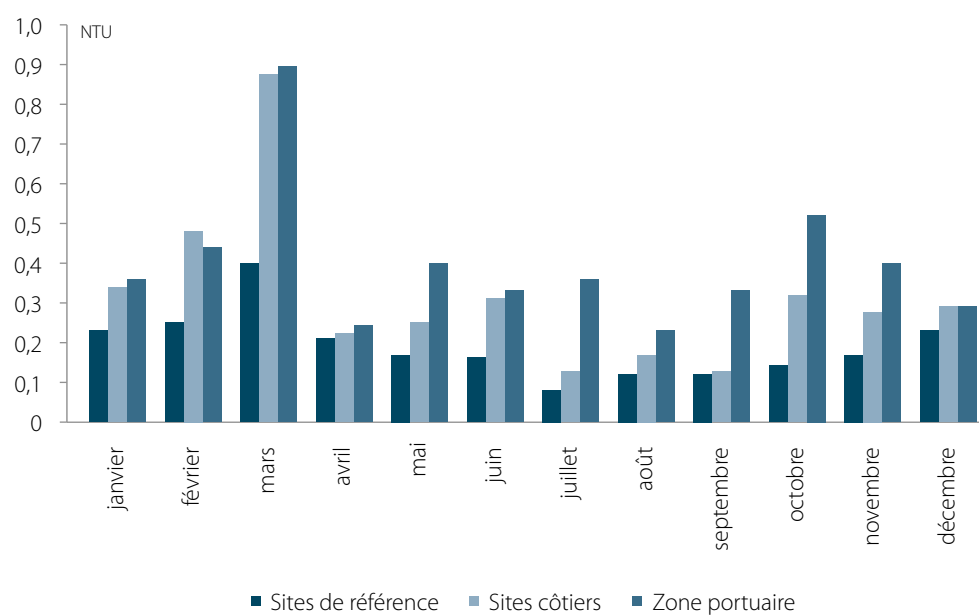
Variations de la transparence néphéométrique, en NTU, de 2007 à 2012

Tableau 6.18

	Transparence (en NTU)		
	Sites de référence (REF, X, XIII, IX)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	0,23	0,34	0,36
février	0,25	0,48	0,44
mars	0,40	0,87	0,89
avril	0,21	0,22	0,24
mai	0,17	0,25	0,40
juin	0,16	0,31	0,33
juillet	0,08	0,13	0,36
août	0,12	0,17	0,23
septembre	0,12	0,13	0,33
octobre	0,14	0,32	0,52
novembre	0,17	0,28	0,40
décembre	0,23	0,29	0,29

Variations mensuelles de la transparence néphéométrique, en NTU, de 2007 à 2012

Figure 6.20



Variations mensuelles moyennes de la transparence néphéométrique, en NTU, de 2007 à 2012

### 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 et zooplancton) ou terrigènes (érosion des côtes, apport des eaux de surface ou anthropiques).

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

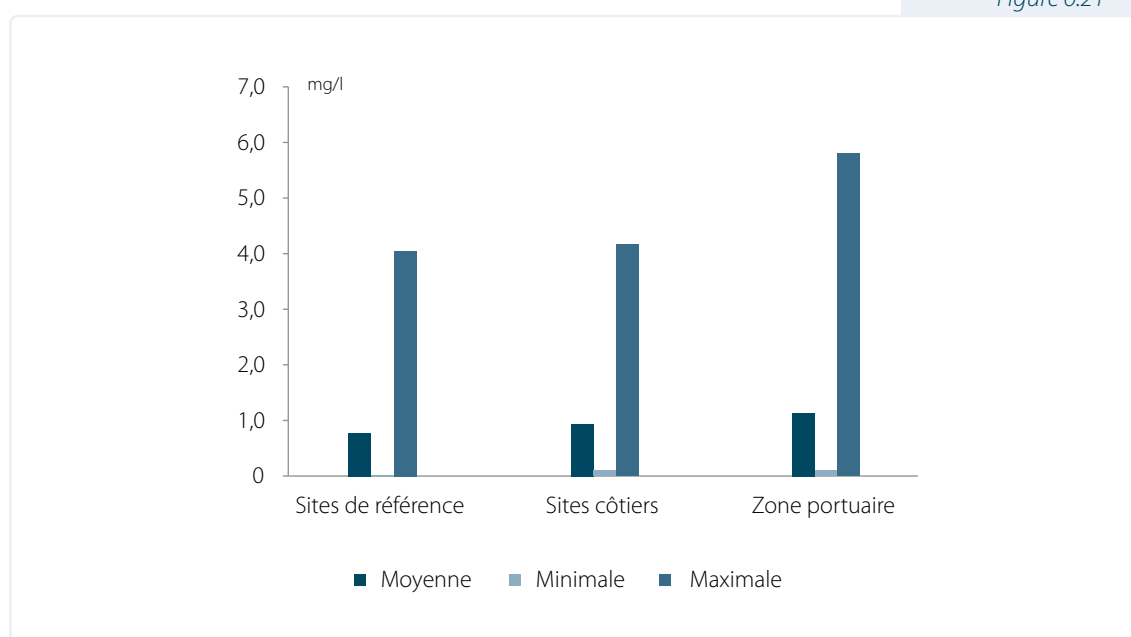
Les teneurs en MES relevées sont assez faibles et d'une manière générale ces résultats sont en accord avec les valeurs de transparence des eaux.

Tableau 6.19

	Concentrations en MES (en mg/l)		
	Sites de référence (REF, X)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
Moyenne	0,77	0,93	1,15
Minimale	0,03	0,11	0,11
Maximale	4,03	4,18	5,80

Concentrations annuelles en matières en suspension, en mg/l, de 2008 à 2012

Figure 6.21



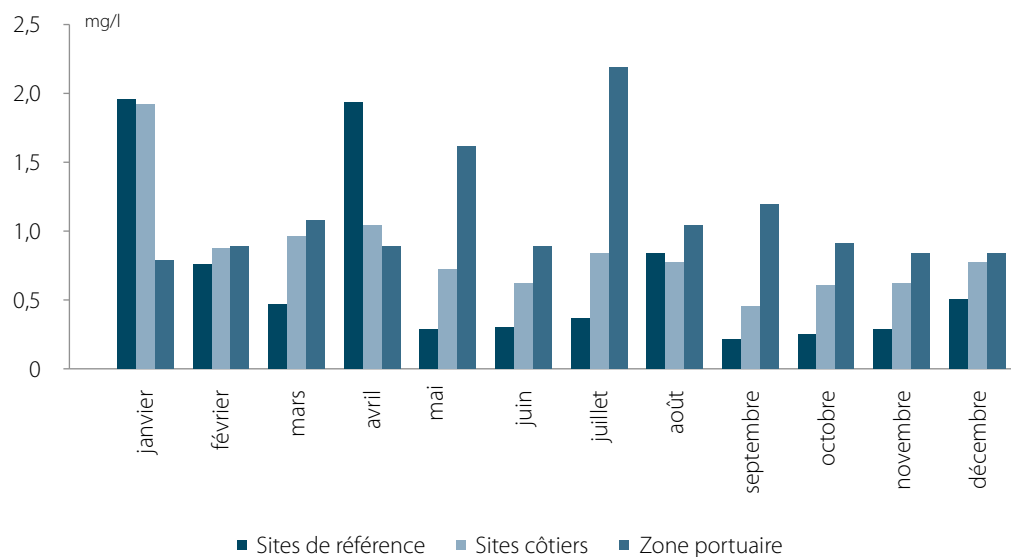
Concentrations annuelles en matières en suspension, en mg/l, de 2008 à 2012

Tableau 6.20

	Concentrations en MES (en mg/l)		
	Sites de référence (REF, X)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP, PC)
janvier	1,97	1,93	0,80
février	0,76	0,88	0,90
mars	0,48	0,97	1,09
avril	1,94	1,05	0,90
mai	0,29	0,72	1,63
juin	0,31	0,63	0,89
juillet	0,37	0,85	2,20
août	0,85	0,77	1,04
septembre	0,22	0,45	1,20
octobre	0,26	0,61	0,91
novembre	0,29	0,62	0,84
décembre	0,51	0,77	0,85

Variations des concentrations mensuelles moyennes des matières en suspension, en mg/l, de 2008 à 2012

Figure 6.22



Variations des concentrations mensuelles moyennes des matières MES en suspension, en mg/l, de 2008 à 2012

### 3.2.7 pH

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

Cependant, les variations du pH à la surface des océans sont également provoquées par le CO<sub>2</sub> d'origine atmosphérique. L'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique (principalement d'origine anthropique) induit une acidification des océans (diminution progressive du pH).

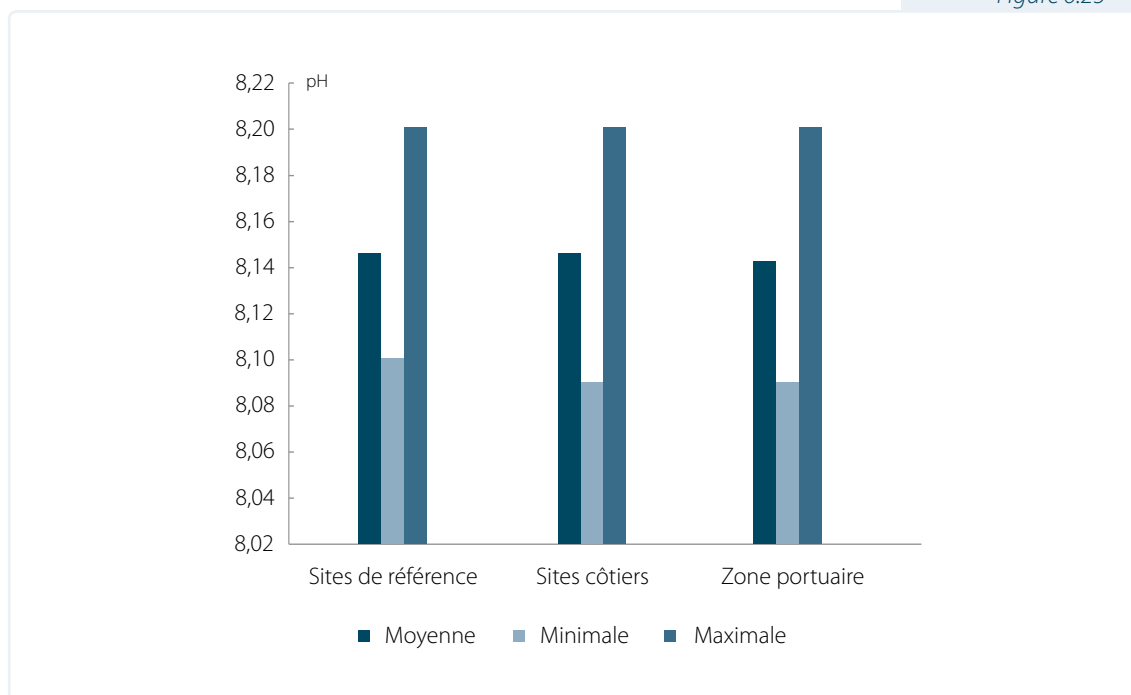
Ainsi, il a été estimé que, du XVIII<sup>ème</sup> siècle à nos jours, le pH des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14. Sur la base des prévisions du Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), l'augmentation actuelle du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère devrait encore diminuer le pH des eaux du globe de 8,14 à 7,8 d'ici la fin du siècle.

Tableau 6.21

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

Variations du pH, de 2008 à 2012

Figure 6.23



Variations du pH, de 2008 à 2012



### 3.2.8 Éléments nutritifs azotés (nitrates, nitrites et ammonium)

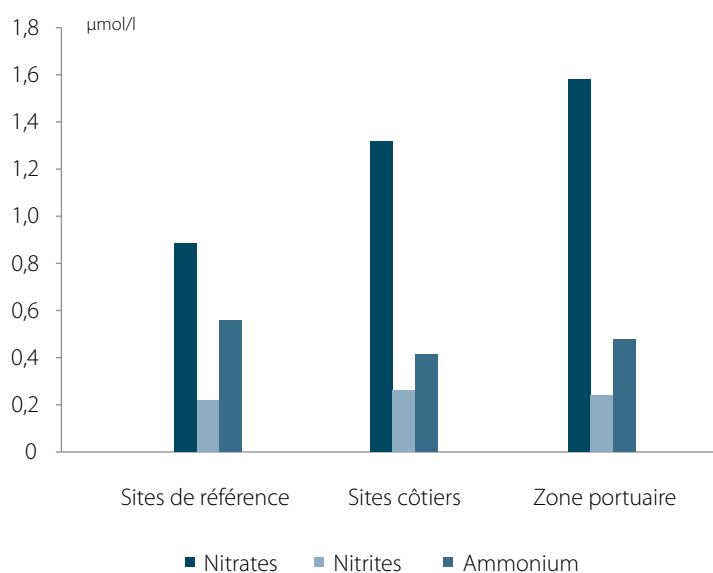
Les éléments nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude ou à la caractérisation d'un écosystème marin. Indirectement, ils peuvent avoir des répercussions sur les activités humaines, car leur disponibilité conditionne la production primaire sur laquelle se développe ensuite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

Tableau 6.22

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

Concentrations moyennes en éléments nutritifs azotés, en  $\mu\text{mol/l}$ , de 2002 à 2012

Figure 6.24



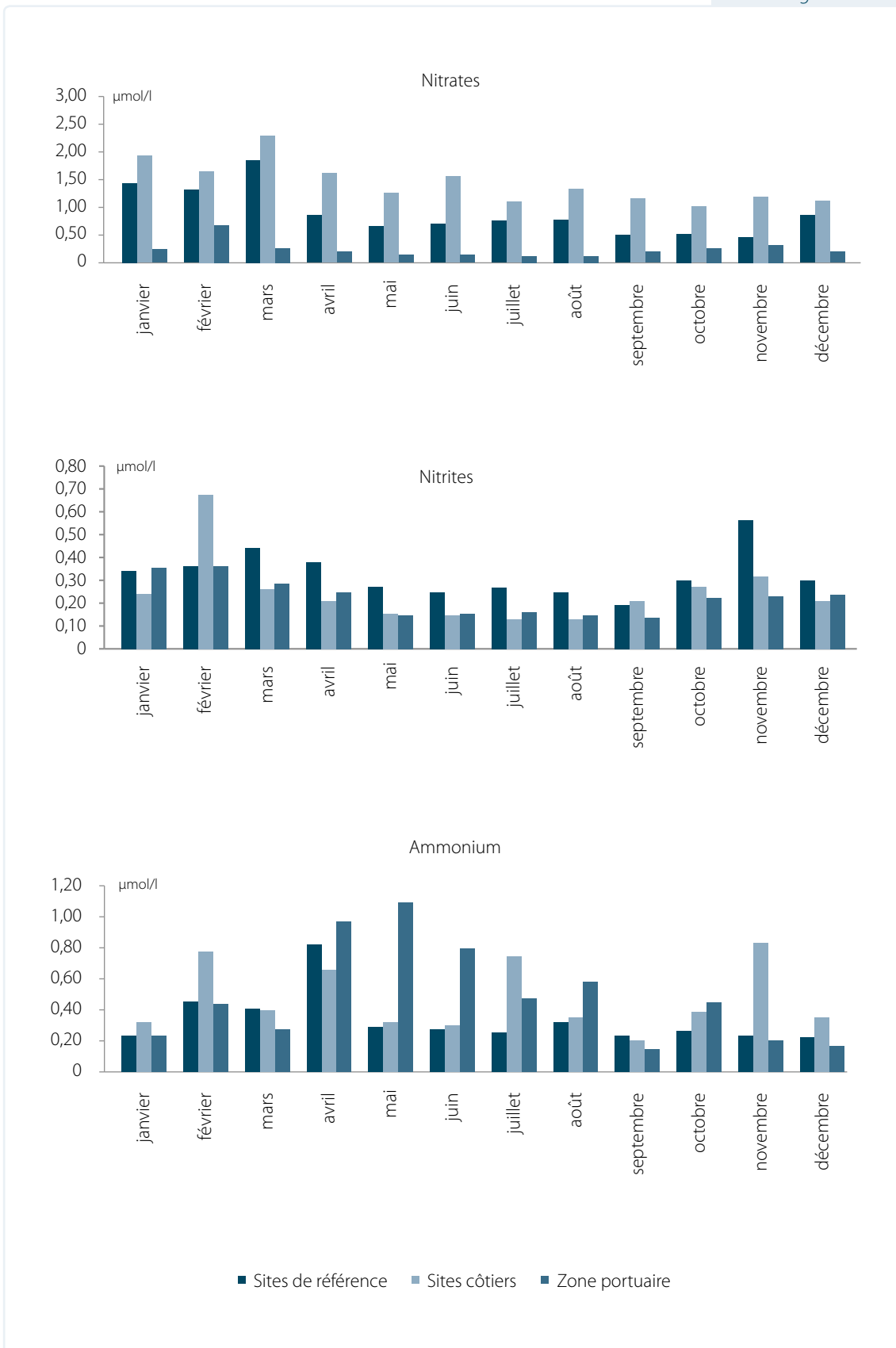
Variations des concentrations en éléments nutritifs azotés, en  $\mu\text{mol/l}$ , de 2002 à 2012

Tableau 6.23

	Sites de référence (X, XIII)	Sites côtiers (SN, RL, TS)	Zone portuaire (AP)
	Nitrates (NO <sub>3</sub> ) moyennes mensuelles (en µmol/l)		
janvier	1,43	1,93	2,16
février	1,31	1,64	2,34
mars	1,84	2,28	2,72
avril	0,86	1,60	1,87
mai	0,66	1,25	1,55
juin	0,69	1,56	1,11
juillet	0,75	1,10	1,14
août	0,77	1,33	0,89
septembre	0,51	1,15	0,92
octobre	0,52	1,01	0,86
novembre	0,46	1,19	0,94
décembre	0,86	1,11	1,27
	Nitrites (NO <sub>2</sub> ) moyennes mensuelles (en µmol/l)		
janvier	0,34	0,24	0,36
février	0,36	0,67	0,36
mars	0,44	0,26	0,28
avril	0,38	0,21	0,25
mai	0,27	0,15	0,15
juin	0,25	0,15	0,16
juillet	0,27	0,13	0,16
août	0,24	0,13	0,15
septembre	0,19	0,21	0,13
octobre	0,30	0,27	0,22
novembre	0,56	0,31	0,23
décembre	0,30	0,21	0,24
	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) moyennes mensuelles (en µmol/l)		
janvier	0,23	0,31	0,23
février	0,46	0,77	0,43
mars	0,40	0,40	0,27
avril	0,82	0,65	0,97
mai	0,29	0,32	1,09
juin	0,27	0,30	0,79
juillet	0,25	0,74	0,47
août	0,32	0,35	0,58
septembre	0,24	0,20	0,14
octobre	0,26	0,39	0,44
novembre	0,24	0,83	0,21
décembre	0,22	0,35	0,16

Concentrations en éléments nutritifs azotés, en µmol/l, de 2002 à 2012

Figure 6.25



Variations mensuelles des concentrations en éléments nutritifs azotés, en  $\mu\text{mol/l}$ , de 2002 à 2012

### 3.2.9 Contamination bactérienne

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

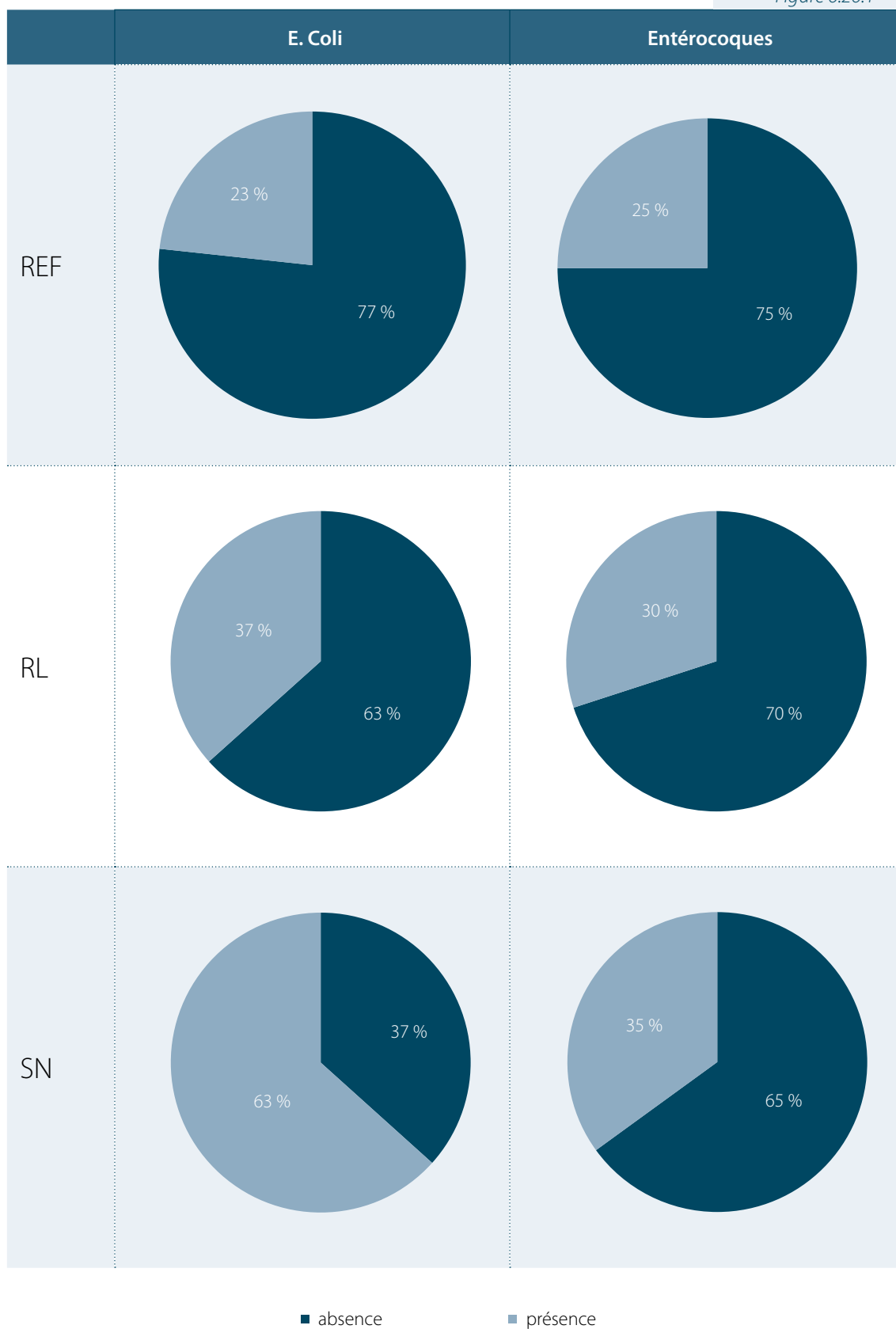
Cette recherche de contamination est basée sur les mêmes bactéries indicatrices (E. Coli et Entérocoques) utilisées dans le cadre du contrôle de la qualité sanitaire des eaux de baignade.

Tableau 6.24

Site	Qualité (en germes /100ml)	Germes	
		E. Coli	Entérocoques
REF	Absence	77%	75%
	]0;10]	15%	10%
	]10;100]	5%	12%
	]100;2000]	3%	3%
	<2000	0%	0%
RL	Absence	63%	70%
	]0;10]	13%	12%
	]10;100]	20%	15%
	]100;2000]	3%	3%
	<2000	0%	0%
SN	Absence	37%	65%
	]0;10]	33%	8%
	]10;100]	22%	20%
	]100;2000]	7%	7%
	<2000	2%	0%
TS	Absence	38%	55%
	]0;10]	21%	17%
	]10;100]	34%	21%
	]100;2000]	6%	6%
	<2000	0%	0%
AP	Absence	15%	20%
	]0;10]	7%	18%
	]10;100]	43%	55%
	]100;2000]	33%	7%
	<2000	2%	0%
PC	Absence	17%	19%
	]0;10]	13%	23%
	]10;100]	49%	38%
	]100;2000]	21%	19%
	<2000	0%	0%

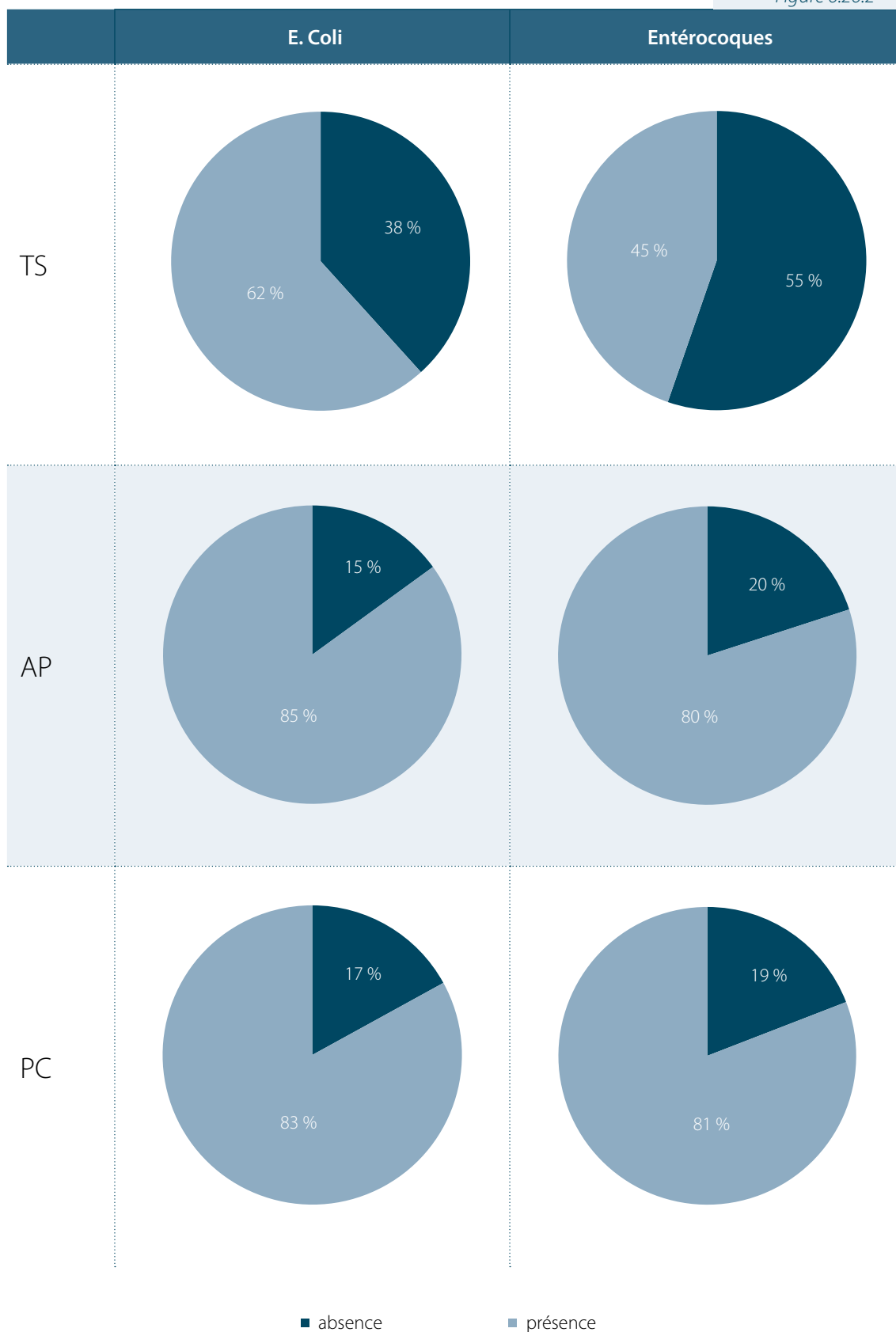
Contamination bactérienne anthropique observée, de 2007 à 2012

Figure 6.26.1



Contamination bactérienne anthropique observée, de 2007 à 2012

Figure 6.26.2



Contamination bactérienne anthropique observée, de 2007 à 2012

## 4. QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX DE BAINADE

### 4.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE

---

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

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

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

Cette surveillance est fixée par :

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

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

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

### 4.2 ZONES DE BAINADE ET POINTS DE SURVEILLANCE

---

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

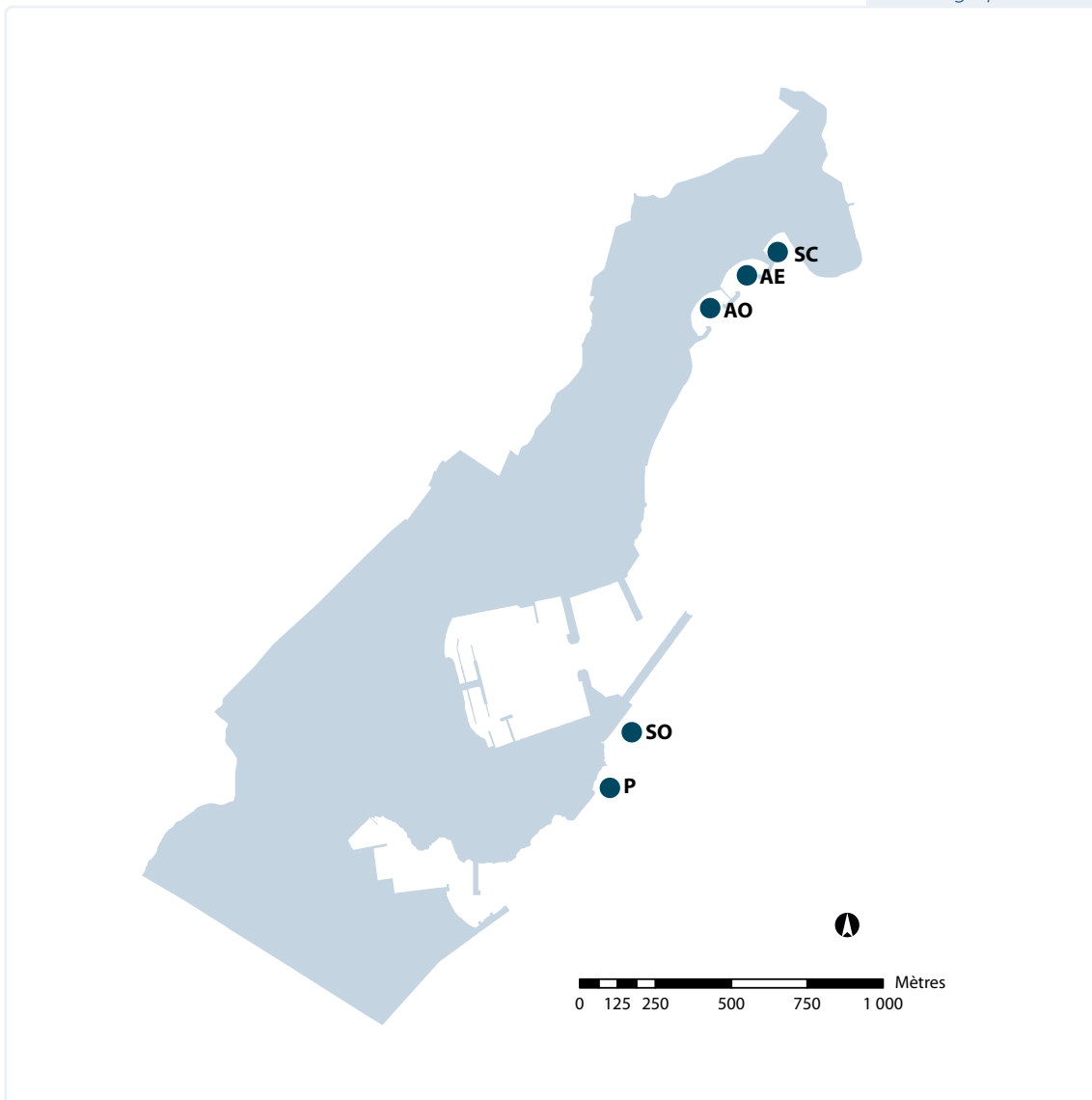
- Plage des pêcheurs : P ;
- Plage du Solarium : SO ;
- Anse Ouest du Larvotto : AO ;
- Anse Est du Larvotto : AE ;
- Plage du Méridien (Sea Club) : SC.

### 4.3 MÉTHODES D'ANALYSES

---

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

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



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

#### 4.4 RÉSULTATS ET BILAN DE LA SURVEILLANCE DES EAUX DE 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 (valeurs guides et impératives) définies par la réglementation, permettant d'établir ainsi un état de la qualité de l'eau.

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

Tableau 6.25

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

\* Non réglementée

#### Valeurs seuils bactériologiques de qualité des eaux de baignades

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

Tableau 6.26.1

	Années	Bonne (en %)	Moyenne (en%)	Mauvaise (en%)
AO (Larvotto anse Ouest)	2003	100%	0%	0%
	2004	95%	5%	0%
	2005	100%	0%	0%
	2006	100%	0%	0%
	2007	100%	0%	0%
	2008	95%	5%	0%
	2009	100%	0%	0%
	2010	100%	0%	0%
	2011	100%	0%	0%
	2012	95%	5%	0%
AE (Larvotto anse Est)	2003	100%	0%	0%
	2004	100%	0%	0%
	2005	100%	0%	0%
	2006	100%	0%	0%
	2007	96%	4%	0%
	2008	95%	5%	0%
	2009	100%	0%	0%
	2010	100%	0%	0%
	2011	100%	0%	0%
	2012	95%	5%	0%
SC (Méri dien Beach Plaza)	2003	95%	5%	0%
	2004	100%	0%	0%
	2005	100%	0%	0%
	2006	100%	0%	0%
	2007	100%	0%	0%
	2008	100%	0%	0%
	2009	100%	0%	0%
	2010	100%	0%	0%
	2011	100%	0%	0%
	2012	95%	5%	0%

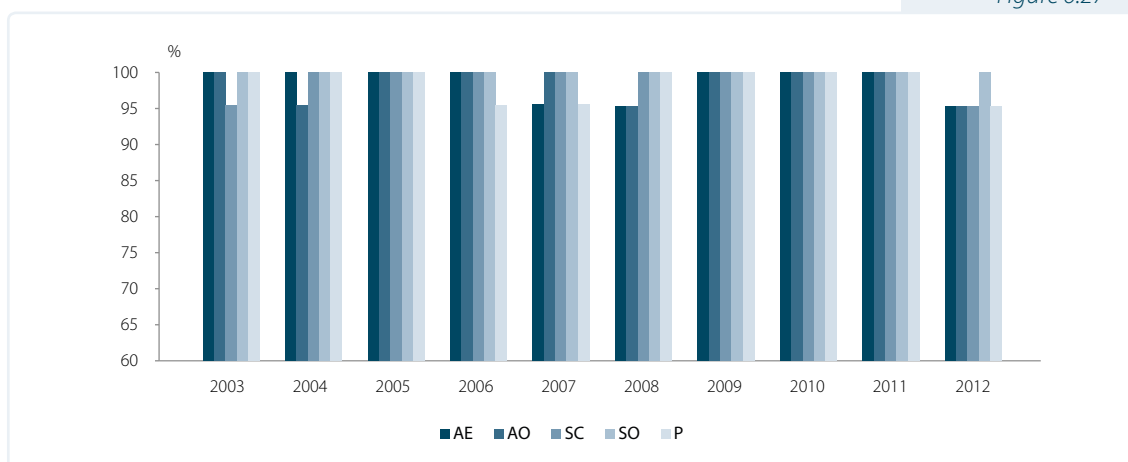
*Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur, de 2003 à 2012*

Tableau 6.26.2

	Années	Bonne (en %)	Moyenne (en%)	Mauvaise (en%)
P (Plage des Pêcheurs)	2003	100%	0%	0%
	2004	100%	0%	0%
	2005	100%	0%	0%
	2006	95%	5%	0%
	2007	96%	4%	0%
	2008	100%	0%	0%
	2009	100%	0%	0%
	2010	100%	0%	0%
	2011	100%	0%	0%
	2012	95%	5%	0%
	SO (Solarium)	2003	100%	0%
2004		100%	0%	0%
2005		100%	0%	0%
2006		100%	0%	0%
2007		100%	0%	0%
2008		100%	0%	0%
2009		100%	0%	0%
2010		100%	0%	0%
2011		100%	0%	0%
2012		100%	0%	0%

Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur, de 2003 à 2012

Figure 6.27



Synthèse annuelle de la qualité bactériologique des eaux de baignade interprétée en fonction des valeurs seuils de la réglementation en vigueur de 2003 à 2012

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

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

Tableau 6.27

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

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

Tableau 6.28.1

Stations	Année	Coloration	Transparence	Substances tensioactives	Huile minérale	Odeur phénol	Résidus flottants
AO	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	91%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
AE	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	91%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SC	2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation, de 2003 à 2012

Tableau 6.28.2

Stations	Année	Coloration	Transparence	Substances tensioactives	Huile minérale	Odeur phénol	Résidus flottants
P	2003	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2011	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2012	100%	100%	100%	100%	100%	96%
SO	2003	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2004	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2005	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2006	100%	100%	100%	100%	100%	95%
	2007	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2009	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2010	100%	100%	100%	100%	100%	96%
	2011	100%	100%	100%	100%	96%	100%
	2012	100%	100%	100%	100%	96%	100%

*Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation, de 2003 à 2012*

### 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.

Tableau 6.29.1

Années	Sites	% des échantillons conformes aux valeurs impératives (1)	% des échantillons conformes aux valeurs guides autres que celles se rapportant aux paramètres microbiologiques (2)	% des échantillons conformes aux valeurs guides se rapportant aux paramètres microbiologiques (3)	Conformité de la zone de baignade
2003	P	99%	98%	100%	Conforme
	SO	99%	98%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	98%	Conforme
	AE	100%	100%	100%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2004	P	100%	100%	100%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	98%	100%	Conforme
	AE	100%	98%	100%	Conforme
	AO	100%	98%	95%	Conforme
2005	P	100%	100%	95%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	96%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2006	P	100%	98%	99%	Conforme
	SO	100%	98%	100%	Conforme
	SC	100%	98%	100%	Conforme
	AE	100%	98%	100%	Conforme
	AO	100%	98%	100%	Conforme

Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation de 2003 à 2012

(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.

Tableau 6.29.2

Années	Sites	% des échantillons conformes aux valeurs impératives (1)	% des échantillons conformes aux valeurs guides autres que celles se rapportant aux paramètres microbiologiques (2)	% des échantillons conformes aux valeurs guides se rapportant aux paramètres microbiologiques (3)	Conformité de la zone de baignade
2007	P	100%	100%	96%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	96%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2008	P	100%	100%	100%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	98%	Conforme
	AO	100%	100%	97%	Conforme
2009	P	100%	98%	100%	Conforme
	SO	100%	98%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	100%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2010	P	100%	100%	100%	Conforme
	SO	100%	98%	100%	Conforme
	SC	100%	98%	100%	Conforme
	AE	100%	98%	100%	Conforme
	AO	100%	98%	100%	Conforme
2011	P	100%	99%	100%	Conforme
	SO	100%	99%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	100%	Conforme
	AE	100%	100%	100%	Conforme
	AO	100%	100%	100%	Conforme
2012	P	100%	100%	98%	Conforme
	SO	100%	100%	100%	Conforme
	SC	100%	100%	95%	Conforme
	AE	100%	100%	95%	Conforme
	AO	100%	100%	97%	Conforme

Synthèse annuelle de la qualité des eaux de baignade pour les paramètres visuels en fonction des valeurs seuils de la réglementation de 2003 à 2012

- (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.







Imprimé sur du papier recyclé | www.federal.net

**Direction de L'Environnement**

3, avenue de Fontvieille  
MC 98013 MONACO  
Tél : + 377 98 98 80 00  
Fax : + 377 92 05 28 91  
environnement@gouv.mc  
[www.gouv.mc](http://www.gouv.mc)