

#### 4.4. Résultats du modèle

Les résultats obtenus avec le modèle numérique sont rassemblés dans le tableau 4.1. Ce sont les valeurs maximales entre les deux points « Angle Sud » et « Angle Nord ».

Secteur	Incidence		$H_{m0}$ (m)			$T_p$ (s)
	Mini	Maxi	-IC 90%	VC	+IC 90%	
Durée de retour 1 an						
ESE	N090°	N120°	2.7	2.8	3.0	8.0
SE	N120°	N150°	1.5	1.7	1.9	6.6
SSE	N150°	N180°	2.6	2.8	2.9	7.8
SSW	N180°	N210°	-	-	-	9.5
Durée de retour 5 an						
ESE	N090°	N120°	3.1	3.5	3.7	8.3
SE	N120°	N150°	2.0	2.1	2.2	7.2
SSE	N150°	N180°	2.3	2.4	2.5	8.7
SSW	N180°	N210°	-	-	-	10.0
Durée de retour 10 ans						
ESE	N090°	N120°	3.5	3.9	4.0	8.5
SE	N120°	N150°	2.0	2.1	2.3	7.3
SSE	N150°	N180°	2.6	2.7	3.0	9.0
SSW	N180°	N210°	-	-	-	10.2
Durée de retour 50 ans						
ESE	N090°	N120°	3.7	4.5	4.9	8.9
SE	N120°	N150°	2.2	2.4	2.6	7.6
SSE	N150°	N180°	3.1	3.4	4.0	9.8
SSW	N180°	N210°	-	-	-	10.6
Durée de retour 100 ans						
ESE	N090°	N120°	4.3	5.0	5.5	9.0
SE	N120°	N150°	1.8	2.0	2.3	7.6
SSE	N150°	N180°	3.3	4.2	5.0	10.1
SSW	N180°	N210°	-	-	-	10.7

**Tableau 4.1** : Etats de mer enveloppe devant la STEP en fonction de la durée de retour.

Selon les incidences, le point de hauteur  $H_s$  maximale se déplace continuellement du point « Angle Sud » pour l'incidence de secteur Est, vers le point « Angle Nord » pour l'incidence de secteur Sud Sud-Est. Les états de mer de secteur Sud Sud-Ouest n'atteignent le talus devant la STEP, que de manière résiduelle.

Comme les coupes des ouvrages sont répartis sur une longueur de 150 m, située dans la partie Sud de la zone, nous retiendrons la houle incidente enveloppe,  $H_s=5.5$  m –  $T_p=9$  à 10 s, tout le long de l'ouvrage.

Les plans de vagues montrent que les houles atteignent le haut du talus marin, sensiblement, perpendiculairement au talus en enrochements. Cela est dû aux faits que :

- les périodes correspondent à des longueurs d'ondes intermédiaires :
  - suffisamment longues pour voir le fond et être puissamment réfractées et diffractées,
  - suffisamment courtes pour être soumises à la réfraction-diffraction sur plusieurs longueurs d'onde.

## 5. Efforts sur les murs de la STEP

### 5.1. Données de l'ouvrage maritime

La figure 5.1 présente la vue en plan de l'endiguement de la STEP. Il s'agit d'un talus en enrochements, disposé sur la partie où le talus côtier intercepte la surface libre.

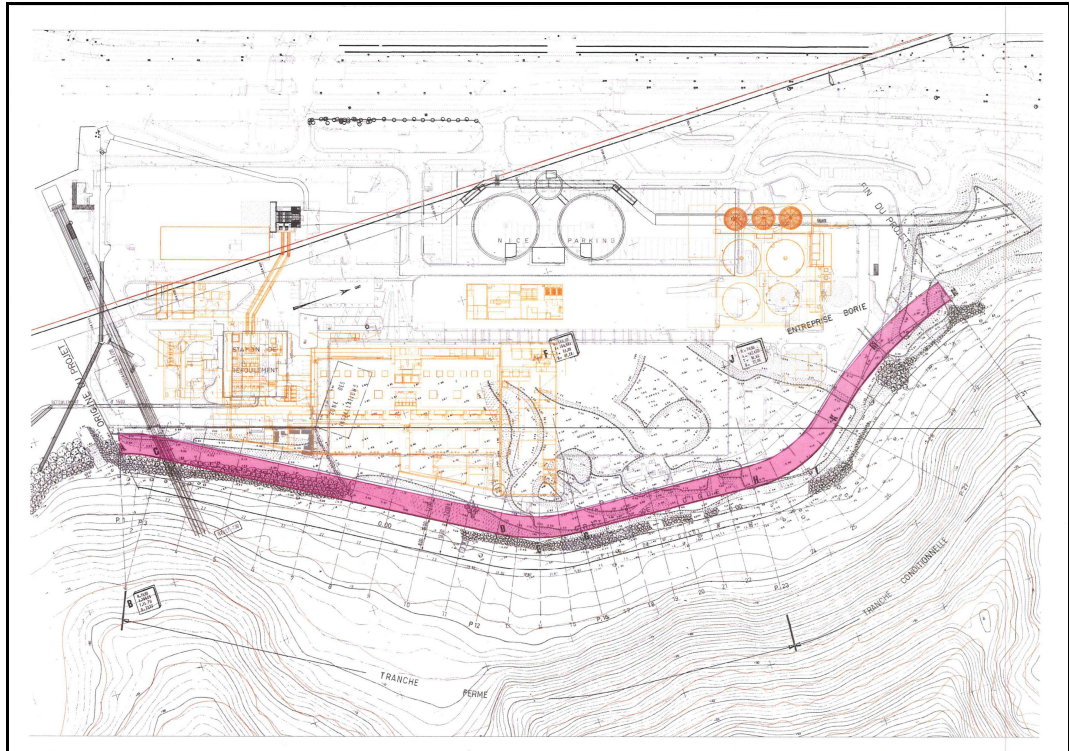


Figure 5.1 : Vue en plan de l'endiguement.

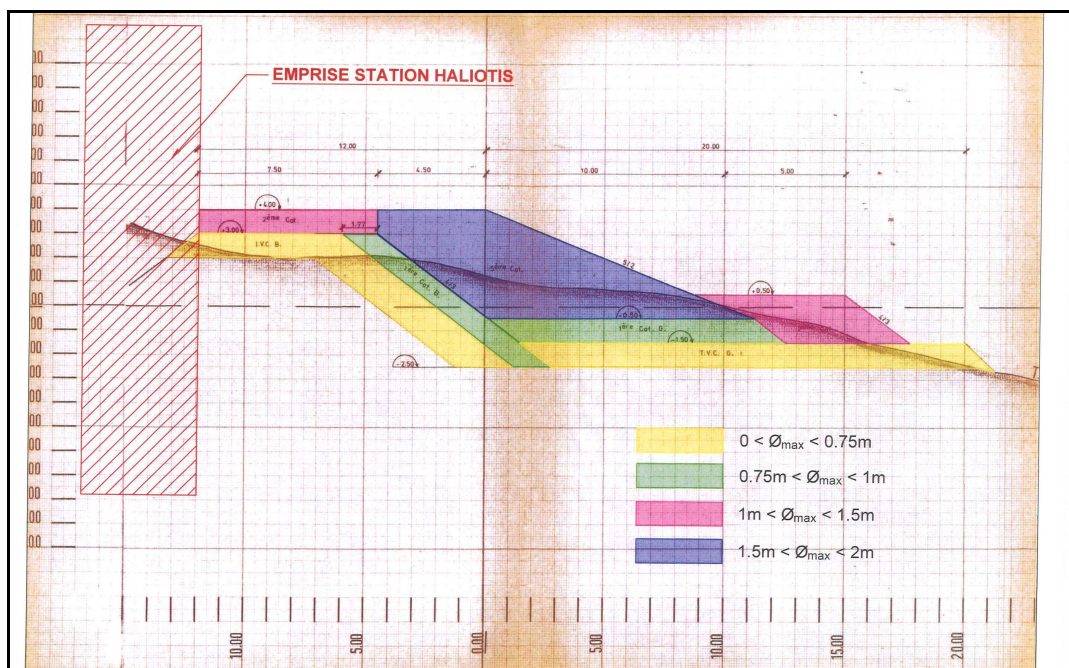


Figure 5.2 : Vue en coupe de l'endiguement.

Le talus en enrochement est arasé à la cote +4.0 m NGF. Sa pente est de 5H/2V. Les enrochements, d'un diamètre compris entre 1.5 m et 2.0 m, ont une masse médiane de l'ordre de 8 t (5 t - 11 t). Sa berme en tête a une largeur de 4.5 m. Elle est prolongée, côté terre, sur une largeur de 7.5 m par des enrochements de masse médiane de l'ordre de 3. t (1.4 t – 4.7 t). Sa butée de pied est composée des mêmes enrochements.

L'application de la formule de Hudson, utilisée pour le dimensionnement des carapaces des digues à talus, montre que la masse médiane de 8 t convient pour un état de mer centennal avec un coefficient de dommage de  $Kd=8.5$ . Or, les règles de l'art conseillent de ne pas dépasser un coefficient de dommage de  $Kd=4$ . Il en résulte que pour les états de mer les plus sévères, c'est-à-dire pour une durée de retour vicennale et plus, le talus en enrochements peut être partiellement déstructuré.

## 5.2. Données des ouvrages terrestres

Les ouvrages sont des bâtiments disposés le long du bord de mer, séparés du talus de protection par une route. La limite du domaine de la STEP est matérialisée par une clôture.

La figure 5.3 présente un schéma de principe des coupes en élévation. En rouge le bâtiment, en vert la clôture.

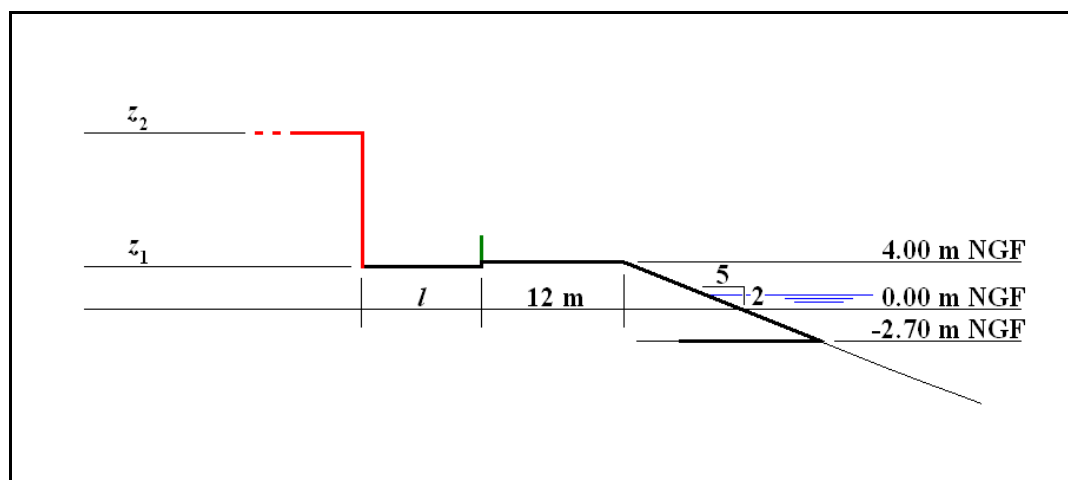


Figure 5.3 : Schéma de principe des coupes.

Coupe	$l$ (m)	$z_1$ (m NGF)	$z_2$ (m NGF)
C1	7.50	3.75	12.15
C2	8.00	3.80	12.90
C3	5.70	3.72	7.60
C4	8.60	3.70	14.13
C5	9.50	3.61	15.45
C6	9.90	3.63	11.90

Tableau 5.1 : Valeurs des paramètres des différentes coupes.

Le tableau 5.1 rassemble les valeurs de  $l$ ,  $z_1$  et  $z_2$  pour les six différentes coupes. La cote  $z_2$  correspond au haut du mur du bâtiment, sauf pour la coupe C3 où il s'agit du haut du mur de protection.

### 5.3. Méthodes d'évaluation des efforts sur le mur

Les pressions et les efforts sur le mur sont engendrés par les paquets de mer qui franchissent la carapace du talus en enrochements et qui viennent frapper le mur du bâtiment ou le mur de protection.

Les structures situées derrière le talus sont exposées à des dommages plus ou moins importants en fonction du débit linéique de franchissement  $q$  ( $m^3/s$  par mètre linéaire de talus). Le tableau 5.2 rassemble les seuils couramment admis [USA06-p.VI-5-20].

$q$ ( $m^3/s/m$ )	$q$ ( $l/s/m$ )	Circonstances (-)
Piétons		
$< 4 \cdot 10^{-6}$	$< 4 \cdot 10^{-3}$	Pas de danger
$4 \cdot 10^{-6}$ à $3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-3}$ à $3 \cdot 10^{-2}$	Inconfortable mais non dangereux
$3 \cdot 10^{-5}$ à $10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$ à 1	Dangereux
$> 10^{-3}$	$> 1$	Très dangereux
Revêtements		
$< 5 \cdot 10^{-2}$	$< 50$	Pas de dommages
$5 \cdot 10^{-2}$ à $2 \cdot 10^{-1}$	50 à 200	Dommage aux promenades non pavées
$> 2 \cdot 10^{-1}$	$> 200$	Dommage aux promenades pavées
Bâtiments		
$< 10^{-6}$	$< 10^{-3}$	Pas de dommages
$10^{-6}$ à $3 \cdot 10^{-5}$	$10^{-3}$ à $3 \cdot 10^{-2}$	Dommages mineurs
$> 3 \cdot 10^{-5}$	$> 3 \cdot 10^{-2}$	Dégâts structurels

**Tableau 5.2** : Seuils de franchissement couramment admis.

Les efforts sur le mur seront évalués par deux méthodes :

- L'application du théorème de la quantité de mouvement aux volumes de franchissements qui se déplacent à une vitesse horizontale égale à la célérité de la houle (annexe A). Cela suppose de faire une hypothèse sur le temps nécessaire à la destruction de la quantité de mouvement et donc sur « l'allongement » du paquet d'eau. L'application de l'équation de la mécanique au paquet supposé rigide permet de définir le point bas de l'impact sur le mur et donc d'évaluer le moment de l'effort.
- L'application de la formule de Pedersen, qui est la formule empirique la plus adaptée à ce type de situation et qui est la plus utilisée (annexe B).

### 5.4. Evaluation par la méthode de la quantité de mouvement

Le tableau 5.2 rassemble les résultats, obtenus pour les différents profils. Les franchissements sont évalués par la méthode de van der Meer et Janssen. Les efforts sont évalués par la méthode de la quantité de mouvement.

La durée de la tempête est de 3 heures.

Il est à noter que les paquets d'eau de mer touchent le sol sur les enrochements, avant d'atteindre le mur du bâtiment. C'est donc une lame d'eau coulant sur le sol qui atteint le mur. La hauteur d'eau maximale qui atteint le mur est de l'ordre de 1.76 m.

Les coefficients de frottement sont calculés par la formule de Colebrook-White.

Conformément à la définition de Nikuradse, la longueur caractéristique de la rugosité des enrochements est égale à leur diamètre, soit 1.5 m.

La rugosité caractéristique du terrain au delà des enrochements est égale à 0.1 m (clôture, bordures de trottoirs, végétation, etc.).

L'effort maximal sur le mur est de 110 kN/m.

Les calculs effectués sont bidimensionnels dans le plan vertical. Les efforts réellement subits par la structure dépendent donc des effets tridimensionnels liés à son orientation et à la distribution angulaire de l'état de mer.

$DR$	: durée de retour,
$N$	: niveau d'eau,
$H_s$	: Hauteur significative,
$T_p$	: période de pic,
$\lambda_{0p}$	: longueur d'onde de pic en grande profondeur,
$\gamma_{0p}$	: cambrure de l'onde de pic en grande profondeur,
$\xi_{0p}$	: nombre d'Iribaren d'onde de pic en grande profondeur,
$q$	: débit linéique moyen des franchissements,
$V$	: Volume maximal du paquet d'eau de franchissement,
$l_v$	: longueur caractéristique de ce paquet,
$h_v$	: hauteur caractéristique de ce paquet,
$h$	: profondeur d'eau à une demi-longueur d'onde du talus,
$k_0$	: nombre d'onde en grande profondeur,
$k$	: nombre d'onde devant le talus,
$\lambda_p$	: longueur d'onde de la période de pic devant le talus,
$C$	: célérité de l'onde devant le talus,
$t_c$	: temps mis par le paquet pour aller du bord du talus au mur.
$z(t_c)$	: cote théorique à laquelle le paquet atteint le mur,
$t_c$	: temps mis par le paquet pour aller du bord du talus au sol.
$z(t_c)$	: cote théorique à laquelle le paquet atteint le sol,
$C_{f1}$	: coefficient de frottement sur les enrochements du talus,
$U_1$	: vitesse du paquet à la fin du talus,
$C_{f2}$	: coefficient de frottement entre la clôture et le mur,
$U_2$	: vitesse du paquet au pied du mur. talus,
$C_{f2}$	: coefficient de frottement entre la clôture et le mur,
$U_2$	: vitesse du paquet au pied du mur,

$P_{\text{moy}}$  : pression moyenne sur le mur,  
 $f_{\text{max}}$  : effort linéique maximal.

### 5.4.1. Somme quadratique des niveaux

Etats de mer									Franchissements												Efforts						
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	λ <sub>0p</sub>	γ <sub>p</sub>	ξ <sub>0p</sub>	q	V	l <sub>v</sub>	h <sub>v</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>p</sub>	C	t <sub>c</sub>	z(t <sub>c</sub> )	t <sub>s</sub>	s(t <sub>s</sub> )	C <sub>f1</sub>	U <sub>1</sub>	C <sub>f2</sub>	U <sub>2</sub>	p <sub>moy</sub>	f <sub>max</sub>	
an	m	CM	m	NGF	m	-	-	m <sup>3</sup> /s/m	m <sup>3</sup> /m	m	m	m	rad/m	rad/m	m	m/s	s	m	s	m	-	m/s	-	m/s	kPa	kN/m	
Coupe C1																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.20	-12.03	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.48	2.3	0.9	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	2.14	-10.75	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	3.88	15.4	11.3	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	2.11	-9.95	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.79	23.6	21.0	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	2.03	-8.44	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.79	47.4	70.0	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	2.01	-8.06	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.71	61.1	107.8	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	1.84	-4.86	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.16	68.4	94.5	
Coupe C2																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.26	-13.07	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.44	2.1	0.8	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	2.20	-11.72	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	3.84	15.1	11.1	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	2.16	-10.88	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.76	23.2	20.7	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	2.08	-9.29	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.77	47.0	69.6	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	2.06	-8.89	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.69	60.7	107.2	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	1.89	-5.53	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.13	67.9	93.7	
Coupe C3																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.00	-8.55	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.64	2.8	1.1	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	1.95	-7.50	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	4.03	16.6	12.2	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	1.91	-6.84	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.93	24.9	22.2	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	1.84	-5.59	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.88	48.6	71.8	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	1.83	-5.28	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.79	62.3	109.9	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	1.67	-2.65	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.28	70.3	97.1	

Tableau 5.2-1 : Franchissement selon van der Meer et Janssen – efforts selon la quantité de mouvement.

Etats de mer									Franchissements											Efforts							
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	λ <sub>0p</sub>	γ <sub>p</sub>	ξ <sub>0p</sub>	q	V	l <sub>v</sub>	h <sub>v</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>p</sub>	C	t <sub>c</sub>	z(t <sub>c</sub> )	t <sub>s</sub>	s(t <sub>s</sub> )	C <sub>f1</sub>	U <sub>1</sub>	C <sub>f2</sub>	U <sub>2</sub>	p <sub>moy</sub>	f <sub>max</sub>	
an	m	CM	m	s	m	-	-	m <sup>3</sup> /s/m	m <sup>3</sup> /m	m	m	m	rad/m	rad/m	m	m/s	s	m	s	m	-	m/s	-	m/s	kPa	kN/m	
Coupe C4																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.33	-14.35	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.39	2.0	0.8	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	2.27	-12.93	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	3.79	14.7	10.8	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	2.22	-12.03	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.71	22.8	20.3	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	2.15	-10.34	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.74	46.7	69.0	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	2.13	-9.92	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.67	60.3	106.5	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	1.95	-6.36	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.09	67.2	92.9	
Coupe C5																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.43	-16.37	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.32	1.8	0.7	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	2.36	-14.81	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	3.72	14.2	10.4	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	2.32	-13.84	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.65	22.2	19.8	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	2.24	-12.00	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.70	46.1	68.1	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	2.22	-11.54	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.63	59.8	105.5	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	2.03	-7.66	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.04	66.3	91.6	
Coupe C6																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.018	5.33	13.32	0.40	9.96	0.063	0.089	70.8	8.85	2.48	-17.30	0.72	6.38	0.194	2.27	0.046	1.29	1.7	0.7	
5	1.40	1.06	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.070	15.52	21.24	0.73	10.46	0.058	0.083	75.5	9.09	2.41	-15.68	0.74	6.75	0.194	4.53	0.030	3.69	14.0	10.2	
10	1.42	1.08	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.110	22.37	25.12	0.89	10.81	0.056	0.080	78.7	9.26	2.36	-14.67	0.76	6.99	0.194	5.37	0.027	4.62	21.9	19.5	
50	1.47	1.13	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.321	55.16	37.31	1.48	11.55	0.051	0.074	85.4	9.60	2.28	-12.76	0.78	7.52	0.194	7.16	0.021	6.68	45.8	67.7	
100	1.49	1.15	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.447	71.62	40.58	1.76	11.76	0.050	0.072	87.2	9.69	2.26	-12.29	0.79	7.66	0.153	8.03	0.019	7.61	59.5	105.0	
100	1.49	1.15	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.365	60.74	43.99	1.38	13.81	0.039	0.059	106.8	10.58	2.07	-8.26	0.86	9.13	0.194	8.65	0.021	8.01	65.9	91.0	

Tableau 5.2-2 : Franchissement selon van der Meer et Janssen – efforts selon la quantité de mouvement.



### 5.4.2. Somme arithmétique des niveaux

Etats de mer									Franchissements												Efforts							
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	λ <sub>0p</sub>	γ <sub>0p</sub>	ξ <sub>0p</sub>	q	V	l <sub>v</sub>	h <sub>v</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>p</sub>	C	t <sub>c</sub>	z(t <sub>c</sub> )	t <sub>s</sub>	s(t <sub>s</sub> )	C <sub>f1</sub>	U <sub>1</sub>	C <sub>f2</sub>	U <sub>2</sub>	p <sub>moy</sub>	f <sub>max</sub>		
an	m	CM	m	NGF	m	s	m	-	-	m <sup>3</sup> /s/m	m <sup>3</sup> /m	m	m	m	rad/m	rad/m	m	m/s	s	m	s	m	-	m/s	-	m/s	kPa	kN/m
Coupe C1																												
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	2.18	-11.55	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	2.00	4.1	1.9		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	2.12	-10.23	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.51	20.9	17.5		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	2.08	-9.44	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.42	30.1	30.9		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	2.01	-7.96	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.54	58.4	98.1		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	1.99	-7.61	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.27	70.2	139.9		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	1.82	-4.54	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.76	78.8	124.8		
Coupe C2																												
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	2.24	-12.56	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	1.95	3.9	1.8		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	2.17	-11.18	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.47	20.6	17.3		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	2.13	-10.34	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.38	29.8	30.6		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	2.06	-8.79	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.52	58.1	97.6		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	2.04	-8.42	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.25	69.9	139.3		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	1.87	-5.18	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.73	78.3	124.1		
Coupe C3																												
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	1.98	-8.16	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	2.17	4.8	2.2		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	1.92	-7.07	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.65	22.2	18.6		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	1.89	-6.42	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.54	31.5	32.3		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	1.82	-5.20	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.62	59.6	100.2		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	1.81	-4.91	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.34	71.4	142.2		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	1.66	-2.38	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.86	80.6	127.7		

**Tableau 5.2-3** : Franchissement selon van der Meer et Janssen – efforts selon la quantité de mouvement.

Etats de mer									Franchissements											Efforts							
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	λ <sub>0p</sub>	γ <sub>p</sub>	ξ <sub>0p</sub>	q	V	l <sub>v</sub>	h <sub>v</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>p</sub>	C	t <sub>c</sub>	z(t <sub>c</sub> )	t <sub>s</sub>	s(t <sub>s</sub> )	C <sub>f1</sub>	U <sub>1</sub>	C <sub>f2</sub>	U <sub>2</sub>	p <sub>moy</sub>	f <sub>max</sub>	
an	m	CM	m	s	m	-	-	m <sup>3</sup> /s/m	m <sup>3</sup> /m	m	m	m	rad/m	rad/m	m	m/s	s	m	s	m	-	m/s	-	m/s	kPa	kN/m	
Coupe C4																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	2.30	-13.82	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	1.90	3.7	1.7	
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	2.24	-12.35	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.43	20.1	16.9	
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	2.20	-11.46	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.35	29.3	30.1	
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	2.12	-9.82	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.49	57.7	96.9	
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	2.10	-9.42	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.23	69.5	138.6	
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	1.93	-5.99	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.70	77.7	123.1	
Coupe C5																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	2.41	-15.78	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	1.83	3.4	1.6	
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	2.34	-14.18	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.36	19.5	16.4	
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	2.29	-13.22	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.29	28.7	29.5	
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	2.21	-11.43	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.45	57.1	95.9	
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	2.19	-10.99	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.19	69.0	137.4	
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	2.01	-7.26	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.65	76.8	121.7	
Coupe C6																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	99.92	0.03	2.31	0.029	6.99	15.26	0.46	10.23	0.063	0.088	71.5	8.94	2.41	-15.78	0.73	6.51	0.194	2.80	0.041	1.83	3.4	1.6	
5	1.70	1.36	3.70	8.3	107.56	0.03	2.16	0.109	20.50	24.41	0.84	10.78	0.058	0.082	76.4	9.20	2.34	-14.18	0.75	6.90	0.194	5.11	0.028	4.36	19.5	16.4	
10	1.74	1.40	4.00	8.5	112.80	0.04	2.12	0.171	29.68	28.93	1.03	11.15	0.056	0.079	79.7	9.37	2.29	-13.22	0.76	7.16	0.194	5.94	0.025	5.29	28.7	29.5	
50	1.82	1.48	4.90	8.9	123.67	0.04	2.01	0.469	71.27	42.41	1.68	11.91	0.051	0.073	86.5	9.71	2.21	-11.43	0.79	7.70	0.164	7.88	0.019	7.45	57.1	95.9	
100	1.85	1.51	5.50	9.0	126.47	0.04	1.92	0.631	91.31	45.82	1.99	12.11	0.050	0.071	88.2	9.80	2.19	-10.99	0.80	7.84	0.131	8.55	0.018	8.19	69.0	137.4	
100	1.85	1.51	5.00	10.1	159.27	0.03	2.26	0.526	79.95	50.46	1.58	14.16	0.039	0.058	107.9	10.69	2.01	-7.26	0.87	9.31	0.178	9.18	0.020	8.65	76.8	121.7	

**Tableau 5.2-4** : Franchissement selon van der Meer et Janssen – efforts selon la quantité de mouvement.

## 5.5. Evaluation par la méthode de Pedersen

Le tableau 5.3 rassemble les résultats, obtenus pour les différents profils. Les franchissements sont évalués par la méthode de Delft Hydraulics 1989 [USA06-p.VI-5-15].

Les efforts sont évalués par la méthode de Pedersen [PED96].

La durée de la tempête est de 3 heures.

L'effort maximal sur le mur, dépassé par 0.1% des plus grosses lames, est de l'ordre de 95 kN/m.

La hauteur d'eau maximale, qui atteint le mur, correspondant est de l'ordre de 1.55 m.

$DR$	: durée de retour,
$N$	: niveau d'eau,
$H_s$	: Hauteur significative,
$T_p$	: période de pic,
$T_m$	: période moyenne,
$\lambda_{m0}$	: longueur d'onde moyenne en grande profondeur,
$h$	: profondeur d'eau à une demi-longueur d'onde du talus,
$k_0$	: nombre d'onde en grande profondeur,
$k$	: nombre d'onde devant le talus,
$\lambda_m$	: longueur d'onde moyenne devant le talus,
$\xi_m$	: nombre d'Iribaren moyen devant le talus,
$Ru_{0.1\%}$	: Run up dépassé par 0.1% des plus grosses lames,
$P_m$	: pression moyenne,
$A_1$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$H_2$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$B_2$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$A_2$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$A$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$y$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$y_{eff}$	: paramètre de la formule de Pedersen,
$a$	: hauteur du point d'application de l'effort,
$f_{0.1\%}$	: effort linéique,
$m_{0.1\%}$	: moment linéique,
$p_{b0.1\%}$	: sous pression en pied de mur (sols perméables),
$h_{moy}$	: hauteur moyenne de la lame d'eau sur le mur.

### 5.5.1. Somme quadratique des niveaux

Etats de mer					Franchissements								Efforts														
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>m</sub>	λ <sub>m0</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>m</sub>	ξ <sub>m</sub>	Ru <sub>0.1%</sub>	p <sub>m</sub>	A <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A	y	y <sub>eff</sub>	a	f <sub>0.1%</sub>	m <sub>0.1%</sub>	p <sub>b 0.1%</sub>	h <sub>moy</sub>		
an	m	CM	m	s	s	m	m	rad/m	rad/m	m	-	m	kPa	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	-	m	m	m	kN/m	kN.m/m	kPa	m		
Coupe C1																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	25.51	63.67	10.79	90.47	342.55	1.0	1.78	0.89	0.49	12.2	6.0	25.5	0.48		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	35.80	62.87	10.76	90.22	340.65	1.0	2.49	1.25	0.69	25.0	17.1	35.8	0.70		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	40.55	62.34	10.74	90.05	339.38	1.0	2.82	1.41	0.78	32.8	25.5	40.6	0.81		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	52.35	60.62	10.68	89.50	335.29	1.0	3.65	1.82	1.00	57.3	57.5	52.4	1.09		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	58.33	59.70	10.64	89.21	333.09	1.0	4.06	2.03	1.12	71.9	80.4	58.3	1.23		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	61.35	59.70	10.64	89.21	333.09	1.0	4.27	2.14	1.18	89.3	104.9	61.4	1.46		
Coupe C2																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	25.01	66.23	10.99	92.15	355.37	1.0	1.74	0.87	0.48	11.6	5.6	25.0	0.46		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	35.30	65.41	10.96	91.89	353.43	1.0	2.46	1.23	0.68	24.0	16.2	35.3	0.68		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	40.05	64.87	10.94	91.73	352.14	1.0	2.79	1.39	0.77	31.6	24.3	40.0	0.79		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	51.85	63.11	10.88	91.18	347.97	1.0	3.61	1.81	0.99	55.5	55.1	51.9	1.07		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	57.83	62.17	10.84	90.89	345.73	1.0	4.03	2.01	1.11	69.8	77.3	57.8	1.21		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	60.85	62.17	10.84	90.89	345.73	1.0	4.24	2.12	1.17	86.7	101.1	60.8	1.43		
Coupe C3																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	25.81	58.10	10.07	84.43	298.36	1.0	1.80	0.90	0.49	13.1	6.5	25.8	0.51		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	36.10	57.35	10.04	84.18	296.58	1.0	2.51	1.26	0.69	26.7	18.4	36.1	0.74		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	40.85	56.86	10.02	84.01	295.40	1.0	2.85	1.42	0.78	35.0	27.4	40.9	0.86		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	52.66	55.26	9.96	83.47	291.58	1.0	3.67	1.83	1.01	60.8	61.4	52.7	1.16		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	58.63	54.40	9.92	83.17	289.54	1.0	4.08	2.04	1.12	76.3	85.7	58.6	1.30		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	61.66	54.40	9.92	83.17	289.54	1.0	4.30	2.15	1.18	94.6	111.8	61.7	1.54		

Tableau 5.3-1 : Franchissements selon Delft Hydraulics – efforts et moment selon Pedersen.

Etats de mer					Franchissements								Efforts														
DR an	N m CM	N m NGF	H <sub>s</sub> m	T <sub>p</sub> s	T <sub>m</sub> s	λ <sub>0</sub> m	h m	k <sub>0</sub> rad/m	k rad/m	λ <sub>m</sub> m	ξ <sub>m</sub> -	Ru <sub>0.1%</sub> m	p <sub>m</sub> kPa	A <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>2</sub> m	B <sub>2</sub> m	A <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	A -	y m	y <sub>eff</sub> m	a m	f <sub>0.1%</sub> kN/m	m <sub>0.1%</sub> kN.m/m	p <sub>b 0.1%</sub> kPa	h <sub>moy</sub> m		
Coupe C4																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	26.02	65.47	11.23	94.16	371.06	1.0	1.81	0.91	0.50	12.4	6.2	26.0	0.48		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	36.30	64.64	11.20	93.91	369.08	1.0	2.53	1.26	0.70	25.0	17.4	36.3	0.69		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	41.06	64.09	11.18	93.74	367.76	1.0	2.86	1.43	0.79	32.7	25.7	41.1	0.80		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	52.86	62.30	11.12	93.19	363.49	1.0	3.68	1.84	1.01	56.8	57.5	52.9	1.07		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	58.83	61.34	11.08	92.90	361.21	1.0	4.10	2.05	1.13	71.2	80.2	58.8	1.21		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	61.86	61.34	11.08	92.90	361.21	1.0	4.31	2.15	1.18	88.3	104.6	61.9	1.43		
Coupe C5																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	26.92	65.62	11.59	97.18	395.23	1.0	1.88	0.94	0.52	13.0	6.7	26.9	0.48		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	37.21	64.76	11.56	96.92	393.18	1.0	2.59	1.30	0.71	25.7	18.3	37.2	0.69		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	41.96	64.20	11.54	96.76	391.82	1.0	2.92	1.46	0.80	33.5	26.9	42.0	0.80		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	53.76	62.36	11.48	96.21	387.42	1.0	3.75	1.87	1.03	57.5	59.3	53.8	1.07		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	59.74	61.37	11.44	95.92	385.06	1.0	4.16	2.08	1.14	71.8	82.2	59.7	1.20		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	62.76	61.37	11.44	95.92	385.06	1.0	4.37	2.19	1.20	89.0	107.0	62.8	1.42		
Coupe C6																											
1	1.36	1.02	3.00	8.0	5.67	50.3	9.99	0.125	0.141	44.6	1.64	5.27	26.72	67.17	11.75	98.52	406.21	1.0	1.86	0.93	0.51	12.7	6.5	26.7	0.47		
5	1.40	1.06	3.70	8.3	5.89	54.1	10.50	0.116	0.132	47.7	1.53	6.26	37.01	66.30	11.72	98.27	404.14	1.0	2.58	1.29	0.71	25.2	17.9	37.0	0.68		
10	1.42	1.08	4.00	8.5	6.03	56.7	10.85	0.111	0.126	49.8	1.51	6.72	41.76	65.73	11.70	98.10	402.76	1.0	2.91	1.45	0.80	32.9	26.3	41.8	0.79		
50	1.47	1.13	4.90	8.9	6.31	62.2	11.60	0.101	0.116	54.3	1.43	7.82	53.56	63.86	11.64	97.55	398.30	1.0	3.73	1.87	1.03	56.6	58.1	53.6	1.06		
100	1.49	1.15	5.50	9.0	6.38	63.6	11.81	0.099	0.113	55.4	1.36	8.38	59.54	62.86	11.60	97.26	395.91	1.0	4.15	2.07	1.14	70.7	80.6	59.5	1.19		
100	1.49	1.15	5.00	10.1	7.16	80.1	13.87	0.078	0.092	68.5	1.60	8.68	62.56	62.86	11.60	97.26	395.91	1.0	4.36	2.18	1.20	87.6	105.0	62.6	1.40		

Tableau 5.3-2 : Franchissements selon Delft Hydraulics – efforts et moment selon Pedersen

### 5.5.2. Somme arithmétique des niveaux

Etats de mer					Franchissements								Efforts														
DR	N	N	H <sub>s</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>m</sub>	λ <sub>m0</sub>	h	k <sub>0</sub>	k	λ <sub>m</sub>	ξ <sub>m</sub>	Ru <sub>0.1%</sub>	p <sub>m</sub>	A <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A	y	y <sub>eff</sub>	a	f <sub>0.1%</sub>	m <sub>0.1%</sub>	p <sub>b 0.1%</sub>	h <sub>moy</sub>		
an	m	CM	m	s	s	m	m	rad/m	rad/m	m	-	m	kPa	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	-	m	m	m	kN/m	kN.m/m	kPa	m		
Coupe C1																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	28.23	56.56	10.52	88.20	325.62	1.0	1.97	0.98	0.54	15.0	8.1	28.2	0.53		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	39.02	54.49	10.44	87.53	320.69	1.0	2.72	1.36	0.75	29.7	22.2	39.0	0.76		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	43.98	53.46	10.40	87.20	318.23	1.0	3.06	1.53	0.84	38.6	32.5	44.0	0.88		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	55.93	51.42	10.32	86.53	313.36	1.0	3.90	1.95	1.07	65.4	70.1	55.9	1.17		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	61.86	50.65	10.29	86.28	311.54	1.0	4.31	2.15	1.18	80.9	95.8	61.9	1.31		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	64.88	50.65	10.29	86.28	311.54	1.0	4.52	2.26	1.24	99.8	124.1	64.9	1.54		
Coupe C2																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	27.73	58.97	10.72	89.88	338.12	1.0	1.93	0.97	0.53	14.3	7.6	27.7	0.51		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	38.52	56.85	10.64	89.21	333.09	1.0	2.68	1.34	0.74	28.6	21.1	38.5	0.74		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	43.47	55.80	10.60	88.88	330.59	1.0	3.03	1.51	0.83	37.3	31.0	43.5	0.86		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	55.43	53.71	10.52	88.20	325.62	1.0	3.86	1.93	1.06	63.4	67.3	55.4	1.14		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	61.35	52.93	10.49	87.95	323.77	1.0	4.27	2.14	1.18	78.6	92.3	61.4	1.28		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	64.38	52.93	10.49	87.95	323.77	1.0	4.48	2.24	1.23	97.1	119.7	64.4	1.51		
Coupe C3																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	28.53	51.48	9.80	82.17	282.57	1.0	1.99	0.99	0.55	16.1	8.8	28.5	0.56		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	39.33	49.56	9.72	81.50	277.98	1.0	2.74	1.37	0.75	31.6	23.8	39.3	0.80		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	44.28	48.60	9.68	81.16	275.70	1.0	3.08	1.54	0.85	41.1	34.8	44.3	0.93		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	56.23	46.70	9.60	80.49	271.16	1.0	3.92	1.96	1.08	69.4	74.7	56.2	1.23		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	62.16	46.00	9.57	80.24	269.47	1.0	4.33	2.17	1.19	85.7	102.1	62.2	1.38		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	65.18	46.00	9.57	80.24	269.47	1.0	4.54	2.27	1.25	105.8	132.1	65.2	1.62		

Tableau 5.3-3 : Franchissements selon Delft Hydraulics – efforts et moment selon Pedersen.

Etats de mer					Franchissements								Efforts														
DR an	N m CM	N m NGF	H <sub>s</sub> m	T <sub>p</sub> s	T <sub>m</sub> s	λ <sub>0</sub> m	h m	k <sub>0</sub> rad/m	k rad/m	λ <sub>m</sub> m	ξ <sub>m</sub> -	Ru <sub>0.1%</sub> m	p <sub>m</sub> kPa	A <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>2</sub> m	B <sub>2</sub> m	A <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	A -	y m	y <sub>eff</sub> m	a m	f <sub>0.1%</sub> kN/m	m <sub>0.1%</sub> kN.m/m	p <sub>b 0.1%</sub> kPa	h <sub>moy</sub> m		
Coupe C4																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	28.74	58.08	10.96	91.89	353.43	1.0	2.00	1.00	0.55	15.1	8.3	28.7	0.53		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	39.53	55.93	10.88	91.22	348.29	1.0	2.75	1.38	0.76	29.6	22.4	39.5	0.75		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	44.48	54.86	10.84	90.89	345.73	1.0	3.10	1.55	0.85	38.4	32.7	44.5	0.86		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	56.43	52.73	10.76	90.22	340.65	1.0	3.93	1.97	1.08	64.8	70.0	56.4	1.15		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	62.36	51.93	10.73	89.97	338.75	1.0	4.34	2.17	1.19	80.0	95.5	62.4	1.28		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	65.38	51.93	10.73	89.97	338.75	1.0	4.55	2.28	1.25	98.7	123.6	65.4	1.51		
Coupe C5																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	29.64	58.02	11.32	94.91	377.03	1.0	2.06	1.03	0.57	15.7	8.9	29.6	0.53		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	40.44	55.80	11.24	94.24	371.72	1.0	2.82	1.41	0.77	30.4	23.5	40.4	0.75		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	45.39	54.70	11.20	93.91	369.08	1.0	3.16	1.58	0.87	39.2	34.1	45.4	0.86		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	57.34	52.50	11.12	93.24	363.82	1.0	3.99	2.00	1.10	65.5	71.9	57.3	1.14		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	63.27	51.69	11.09	92.98	361.86	1.0	4.41	2.20	1.21	80.6	97.7	63.3	1.27		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	66.29	51.69	11.09	92.98	361.86	1.0	4.62	2.31	1.27	99.3	126.1	66.3	1.50		
Coupe C6																											
1	1.62	1.28	3.00	8.0	5.67	50.3	10.26	0.125	0.140	44.9	1.64	5.27	29.44	58.52	11.32	94.91	377.03	1.0	2.05	1.03	0.56	15.5	8.7	29.4	0.53		
5	1.70	1.36	3.70	8.3	5.89	54.1	10.82	0.116	0.131	48.1	1.53	6.26	40.23	56.30	11.24	94.24	371.72	1.0	2.80	1.40	0.77	30.1	23.2	40.2	0.75		
10	1.74	1.40	4.00	8.5	6.03	56.7	11.19	0.111	0.125	50.2	1.51	6.72	45.19	55.19	11.20	93.91	369.08	1.0	3.15	1.57	0.87	38.8	33.6	45.2	0.86		
50	1.82	1.48	4.90	8.9	6.31	62.2	11.96	0.101	0.115	54.7	1.43	7.82	57.14	53.00	11.12	93.24	363.82	1.0	3.98	1.99	1.09	65.0	71.1	57.1	1.14		
100	1.85	1.51	5.50	9.0	6.38	63.6	12.16	0.099	0.112	55.9	1.36	8.38	63.07	52.18	11.09	92.98	361.86	1.0	4.39	2.20	1.21	80.1	96.7	63.1	1.27		
100	1.85	1.51	5.00	10.1	7.16	80.1	14.22	0.078	0.091	69.0	1.60	8.68	66.09	52.18	11.09	92.98	361.86	1.0	4.60	2.30	1.27	98.7	124.9	66.1	1.49		

Tableau 5.3-4 : Franchissements selon Delft Hydraulics – efforts et moment selon Pedersen

## 5.6. Conclusion et recommandations

Comme, ni le PFD, ni l'étude de Globocéan, ne se sont prononcés sur la manière de cumuler les niveaux de différentes origines, nous avons réalisé les calculs avec les deux méthodes et recommandons d'utiliser la somme quadratique, statistiquement plus cohérente.

Les efforts sur le parapet ont été évalués par deux méthodes indépendantes.

La méthode de la quantité de mouvement se veut « enveloppe ». La méthode de Pedersen fournit une évaluation de l'effort linéique qui est dépassé par 0.1% des plus grosses lames.

Les pressions maximales atteintes sont du même ordre 60 à 70 kPa avec la somme quadratique et entre 5% et 15% plus avec la somme arithmétique.

C'est la hauteur de la lame d'eau qui fait l'essentiel de la différence. Elle est de 20 cm à 25 cm plus épaisse avec la somme arithmétique qu'avec la somme quadratique.

Avec la moyenne quadratique, on a obtenu un effort linéique de l'ordre de 110 kN/m pour la quantité de mouvement et de 95 kN/m pour Pedersen. soit un écart de moins de 15%. Avec la moyenne arithmétique, l'effort linéique est de 30% à 35% plus élevé.

Compte tenu qu'il s'agit d'approches empiriques, et que les différents profils ne sont pas très différents, On peut conclure que la pression de dimensionnement est de 110 kN/m et que la hauteur de la lame d'eau qui atteint le mur est de 1.75 m



## **6. Documents de références**

### **6.1. Dossier de consultation des entreprises**

- [DCE01] DCE (2020/02) *Commune de Nice – Emissaire Californie-Ferber, Plan Bathymétrique.*
- [DCE02] DCE (2022/02/02) *Marché global de performance relatif à la conception-réalisation et l'exploitation-maintenance du nouveau complexe Haliotis – Programme fonctionnel détaillé – Prescription techniques particulières pour les travaux, Dossier MNCA : 21N0307-H, 89 P.*
- [GLO21] GlobOéan (2021/09/10) *Conditions météo-océaniques au large de Nice, rapport n°R21-063.A, 40 p.*

### **6.2. Documents généraux**

- [BOU04] Bougis Jean (2004) *Modèle d'approche de la houle par une méthode de réfraction-diffraction en coordonnées curvilignes, VIII<sup>e</sup> Journées Nationales de Génie Côtier et de Génie Civil, Compiègne Septembre 2004.*
- [CET13] CETMEF (2013) *Analyse des surcotes extrêmes le long des côtes métropolitaines.*
- [GOD85] Goda (1985) *Random Seas and Design of Marine Structures*, University of Tokyo Press.
- [PED96] Pedersen J. (1996) *Wave Forces and Overtopping on Crown Walls of Rubble Mound Breakwater – an experimental study*, PhD Thesis, Hydraulics & Coastal Engineering Laboratory, Aalborg University, Denmark, Series paper 12, 154 p.
- [SHO94] SHOM (1994) *Instructions Nautiques n°D2.2, Du Cap Croisette à la frontière italienne.*
- [SHO01] SHOM (2001) *Carte n°7200L, Du Cap d'Antibes au Cap Ferrat – Baie des Anges – Rade de Villefranche, 1:25000.*
- [SHO17] SHOM (2017) *Références Altimétriques Maritimes, Ports de France métropolitaine et d'outre-mer, Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée.*
- [USA06] U.S. Army Corps of Engineers – CERC (1973, 1984) *Shore Protection Manual – (2002-2006) Coastal Engineering Manual*, Washington D.C. (in 6 volumes).

## 7. Annexe A : Variation de quantité de mouvement

### 7.1. Evaluation des franchissements

#### 7.1.1. Paramètres des franchissements

Nous nous intéresserons ici aux franchissements de la carapace par des paquets d'eau qui viennent frapper le mur.

Les franchissements d'un talus par les lames d'un état de mer dans sa zone de génération sont particulièrement irréguliers. La part essentielle du débit de franchissement linéique n'est due qu'à une fraction limitée du nombre de lames, avec une très forte disparité d'une lame à l'autre.

Le débit de franchissement d'un talus dépend de paramètres géométriques macroscopiques à l'échelle de la houle (cf. figure A.1) :

- la profondeur d'eau  $h$ , le tirant d'air  $R$  et la pente  $\tan \alpha$  du talus,
- la hauteur  $H$ , la longueur d'onde  $\lambda$  (ou période  $T$ ) et l'incidence  $\beta$  de la houle.

Il dépend également de paramètres microscopiques à l'échelle de la houle tels que la perméabilité, la porosité et la rugosité du talus.

Deux paramètres adimensionnels jouent un rôle essentiel dans les franchissements des talus :

- le tirant d'air relatif  $R/H$ ,
- la cambrure des lames  $\gamma = H/\lambda$ .

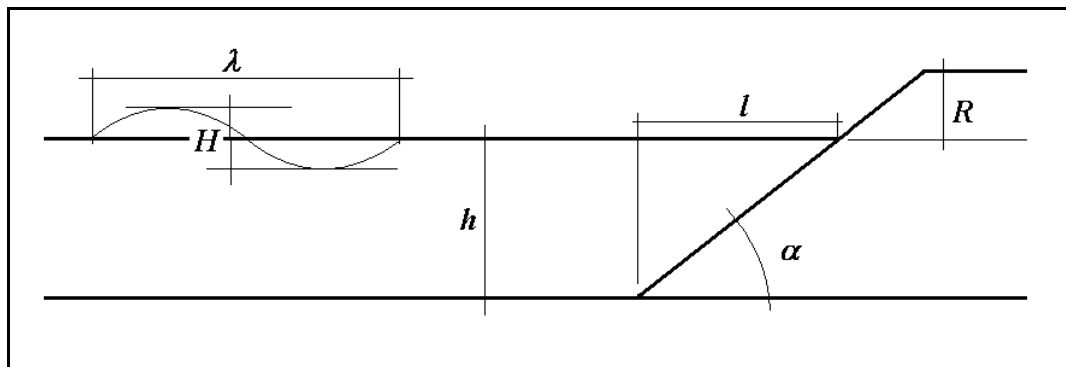


Figure A.1 : Paramètres géométriques liés au franchissement.

#### 7.1.2. Débits moyen de franchissement

La complexité des phénomènes en jeu laisse entrevoir que la seule approche réaliste (jusqu'à aujourd'hui) relève de formulations empiriques fondées sur l'analyse dimensionnelle et des essais sur modèles physiques en laboratoire.

Parmi les nombreuses formulations proposées pour évaluer le débit moyen de franchissement, nous retiendrons celle de van der Meer et Janssen qui est adaptée aux talus plans perméables, poreux et rugueux,

avec ou sans risbermes et sans mur de couronnement. Le débit moyen de franchissement est indépendant de la période.

Compte tenu de l'importante dispersion des résultats d'essais (fréquemment de 1 à 2), les évaluations ne fournissent que des ordres de grandeur.

Van der Meer et Janssen ont proposé la formulation suivante (1995) [USA06-p.VI-5-27] pour les houles limitées ou non par la profondeur :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{\gamma_{0p}}{\text{tg } \alpha}} = 0.06 \exp \left\{ -5.2 \left( \frac{R}{H_s} \frac{\sqrt{\gamma_{0p}}}{\text{tg } \alpha} \frac{1}{\gamma_r \gamma_b \gamma_h \gamma_\beta} \right) \right\} \quad \xi_{0p} < 2 \quad (\text{A.1-1})$$

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.2 \exp \left\{ -2.6 \left( \frac{R}{H_s} \frac{1}{\gamma_r \gamma_b \gamma_h \gamma_\beta} \right) \right\} \quad \xi_{0p} > 2 \quad (\text{A.1-2})$$

La première formule étant applicable pour un argument (terme entre parenthèses) compris entre 0.3 et 2.0.

En désignant par :

- $q$  : le débit linéique moyen,
- $g$  : l'accélération de la pesanteur,
- $H_s$  : la hauteur significative devant l'ouvrage (à  $\lambda_p/2$ ),
- $\gamma_{0p}$  : la cambrure de pic en eau profonde :  $\gamma_{0p} = H_s / \lambda_{0p}$ ,
- $\text{tg } \alpha$  : la pente du talus (hauteur sur largeur),
- $R$  : le franc-bord du talus,
- $\gamma_r$  : un coefficient de rugosité,
- $\gamma_b$  : un coefficient de risberme,
- $\gamma_h$  : un coefficient d'étalement du spectre,
- $\gamma_\beta$  : un coefficient d'incidence,
- $\xi_{0p}$  : nombre d'Iribaren-Battjes :  $\xi_{0p} = \text{tg } \alpha / \sqrt{H_{0p} / \lambda_{0p}}$

Avec :

- $\gamma_r=0.55$  pour un talus en blocs naturels rangés sur deux couches,
- $\gamma_b=1.0$  pour un talus sans berme intermédiaire,
- $\gamma_h=0.86$  pour une distribution de Weibull (1.0 pour Rayleigh),
- $\gamma_\beta=1.0$  pour une incidence normale ( $\pm 10$  à  $20^\circ$ ) au talus.

Le produit des quatre coefficients ne saurait être inférieur à 0.5.

### 7.1.3. Volumes de franchissement des lames

Le débit moyen de franchissement ne donne aucune information sur le volume maximum de franchissement des lames prises individuellement. Il faut donc lui associer une fonction de distribution de probabilité des volumes de franchissement par lame.

En s'appuyant sur des extrapolations d'essais par une loi de Weibull, différents auteurs, dont van der Meer et Janssen, ont adopté la répartition suivante :

$$\text{Prob}[v > V] = \exp\left[-\left(\frac{V}{B}\right)^{3/4}\right] \quad \text{soit} \quad V = B(-\ln[\text{Prob}[v > V]])^{4/3} \quad (\text{A.2})$$

Avec :

$$B = 0.84 \frac{T_m q}{P_f} \quad (\text{A.3})$$

En désignant par :

- $v$  : le volume de franchissement d'une vague,
- $T_m$  : la période moyenne,
- $q$  : le débit linéique moyen,
- $P_f$  : la probabilité de franchissement  
(nombre de vagues qui franchissent / nombre total de vagues).

Si le niveau atteint par les lames suit une loi de Rayleigh, alors la probabilité de franchissement est de l'ordre de :

$$P_f = \exp\left[-\left(\frac{R}{cH_s}\right)^2\right] \quad (\text{A.4})$$

Avec :  $c=0.81 \xi_{0p} \gamma_r \gamma_b \gamma_h \gamma_\beta$

Le volume de franchissement maximal au cours d'une tempête de durée  $D$  à la période moyenne  $T_m$  est donc de l'ordre de :

$$V = B(\ln N)^{4/3} = B\left(\ln \frac{D}{T_m}\right)^{4/3} \quad (\text{A.5})$$

## 7.2. Module de l'effort sur le mur

La structure subit des efforts engendrés par les chocs des paquets de mer qui passent par dessus le talus pour venir la frapper.

Considérons un paquet de mer, de masse volumique  $\rho$ , qui se détache de la vague déferlante pour venir frapper le mur ou le sol. Ce paquet, qui se déplace à une vitesse horizontale  $C$  et à la vitesse  $U$  suivant son abscisse curviligne  $s$ , est supposé être « cylindrique », défini par son volume  $V$  et sa section  $S$ . Lors du choc sur le mur, la quantité de mouvement interceptée par le mur pendant le temps  $dt$  s'écrit :

$$dQ = U dm = \rho U S ds = \rho U^2 S dt \quad (\text{A.6})$$

L'effort subit par le mur est égal à la variation temporelle de la quantité de mouvement ; soit :

$$F = \frac{dQ}{dt} = \rho S U^2 = \left( \frac{1}{2} \rho U^2 \right) 2S \quad (\text{A.7})$$

Ce qui est le produit de la pression dynamique  $p_d = \rho U^2 / 2$  par deux fois la section  $S$  du paquet de mer qui est la surface de l'impact sur la structure. La pression moyenne sur le mur est donc de l'ordre de deux fois la pression dynamique.

En raisonnant par unité de longueur du mur et supposant que le volume linéique  $V$  des paquets de mer franchissant soit suffisamment important pour que les efforts puissent exister, la surface  $S$  est le produit de l'unité de largeur par la hauteur mouillée  $h_v$  du mur, qui est inférieure ou égale à la hauteur libre du mur.

Assumons l'hypothèse que le rapport entre la hauteur  $h_v$  et la longueur  $l_v$  du paquet de mer soit égal au rapport entre la hauteur significative  $H_s$  de la lame et sa longueur d'onde  $\lambda_{0p}$ , c'est-à-dire à sa cambrure :

$$\frac{h_v}{l_v} = \frac{H_s}{\lambda_{0p}} \quad (\text{A.8})$$

Comme le produit  $h_v l_v$  est égal au volume de franchissement  $V$  :

$$h_v = \sqrt{\frac{H_m V}{\lambda_{0p}}} \quad \text{et} \quad l_v = \sqrt{\frac{\lambda_{0p} V}{H_m}} \quad (\text{A.9})$$

Ce paquet d'eau de mer agit sur la structure pendant le temps moyen égal à :

$$\Delta t = \frac{V}{SC} = \frac{V}{h_v C} \quad (\text{A.10})$$

### 7.3. Cinématique du volume de franchissement

Choisissons l'origine des abscisses  $s$  et des ordonnées  $z$  à la crête du talus et l'origine des temps quand le volume de franchissement passe par ce point et considérons que :

- Le volume de franchissement a une vitesse horizontale égale à la célérité  $C$  de la houle :  $\dot{s} = C$  ; sa vitesse verticale initiale est donc imposée par la pente du talus :  $\dot{z} = C \operatorname{tg} \alpha$ .
- La distance horizontale de la crête du talus au mur est suffisamment faible pour que la variation de vitesse horizontale, due au frottement dans l'air, soit négligeable :  $\ddot{s} = 0$ .

- Si le paquet d'eau touche le sol avant de toucher le mur, il est soumis au frottement sur le sol et à la gravité si le sol n'est pas horizontal.

### 7.3.1.1. Trajet dans l'air

La trajectoire du volume soumis à la pesanteur terrestre est purement cinématique et s'obtient donc par une simple intégration :

$$\begin{aligned} \ddot{s}(t) &= 0 & \dot{s}(t) &= C & s(t) &= Ct \\ \ddot{z}(t) &= -g & \dot{z}(t) &= C \operatorname{tg} \alpha - gt & z(t) &= C \operatorname{tg} \alpha t - \frac{1}{2} gt^2 \end{aligned} \quad (\text{A.11})$$

Désignons par  $d$  la distance horizontale qui sépare la crête du talus du mur et par  $z_m$  la cote du terrain devant le mur.

#### 7.3.1.1.1. Le paquet d'eau touche le mur avant de toucher le sol

Le volume  $V$  atteindra le mur au temps  $t_c = d/C$ . La cote du point bas sera alors :

$$z(t_c) = C \operatorname{tg} \alpha_c - \frac{1}{2} gt_c^2 = d \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} g \left( \frac{d}{C} \right)^2 \quad (\text{A.12})$$

La cote d'impact sera au-dessus du niveau du talus ( $z(t_c) > 0$ ) si :

$$C^2 = gh > \frac{gd}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (\text{A.13})$$

et donc si la profondeur d'eau  $h$  devant le talus est supérieure à  $d/(2 \operatorname{tg} \alpha)$ .

Le module de la vitesse sur le mur sera de l'ordre de :

$$U = \sqrt{C^2 + \left( C \operatorname{tg} \alpha - \frac{gd}{C} \right)^2} = C \sqrt{1 + \left( \operatorname{tg} \alpha - \frac{gd}{C^2} \right)^2} \quad (\text{A.14})$$

#### 7.3.1.1.2. Le paquet d'eau touche le sol avant de toucher le mur

Le volume  $V$  atteindra le sol au temps  $t_s$  définie par :

$$z(t_s) = C \operatorname{tg} \alpha t - \frac{1}{2} gt^2 = z_m \quad (\text{A.15})$$

soit :

$$t_s = \frac{C \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{C^2 \operatorname{tg}^2 \alpha - 2gz_m}}{g} = \frac{C}{g} \left( \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{2gz_m}{C^2}} \right) \quad (\text{A.16})$$

L'abscisse de ce point s'écrit :

$$s_s = Ct_s = \frac{C^2}{g} \left( \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{2gz_m}{C^2}} \right) \quad (\text{A.17})$$

### 7.3.1.1.3. Le paquet d'eau se propage sur un sol horizontal

Considérons que le volume fluide, qui se propage sur le sol, subit une dissipation d'énergie proportionnelle à sa surface au sol et au carré de sa vitesse.

Désignons par  $C_f$  le coefficient de frottement, qui inclut les pertes d'énergie du choc du paquet de mer sur les enrochements et le frottement sur le sol.

L'application du théorème des quantités de mouvement au paquet de mer permet d'écrire :

$$\rho S l \frac{dC}{dt} = -\frac{1}{2} \rho l C^2 C_f \quad (\text{A.18})$$

soit :

$$\frac{dC}{C} = -\frac{C_f}{2S} dl \quad (\text{A.19})$$

d'où :

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{C_f}{2S}(l-l_0)\right) = C_0 \exp\left(-\frac{C_f}{2S}(d-s_s)\right) \quad (\text{A.20})$$

Il résulte, de cette dissipation d'énergie, une diminution de la vitesse du paquet d'eau et donc une diminution de la pression sur le mur.

Dans le cas d'une succession de revêtements de différents coefficients de frottement, la vitesse finale s'écrit :

$$C = C_0 \prod_{i=1}^N \exp\left(-\frac{C_{fi}}{2S}(l_i - l_{i-1})\right) \quad (\text{A.21})$$

#### 7.4. Pression hydrodynamique et pression acoustique

La structure subit des efforts engendrés par les chocs des paquets de mer qui passent par dessus le talus pour venir la frapper. Deux phénomènes se produisent alors :

- Le mur arrête le paquet de mer qui tombe à son pied et retourne à la mer en s'infiltrant dans la carapace du talus. Il en résulte une pression hydrodynamique liée à la variation de quantité de mouvement du paquet de mer.
- La lame d'air, qui sépare le paquet de mer du mur, est enfermée et violemment comprimée. Il en résulte une montée en pression acoustique extrêmement importante, très localisée, qui dure un très bref instant.

Les chocs hydrodynamiques sont donc classés en trois types (voir figure A.2) :

- les chocs frontaux ventilés sur un mur,
- les chocs frontaux avec emprisonnement d'air sur un mur,
- les chocs ventilés en haut de talus

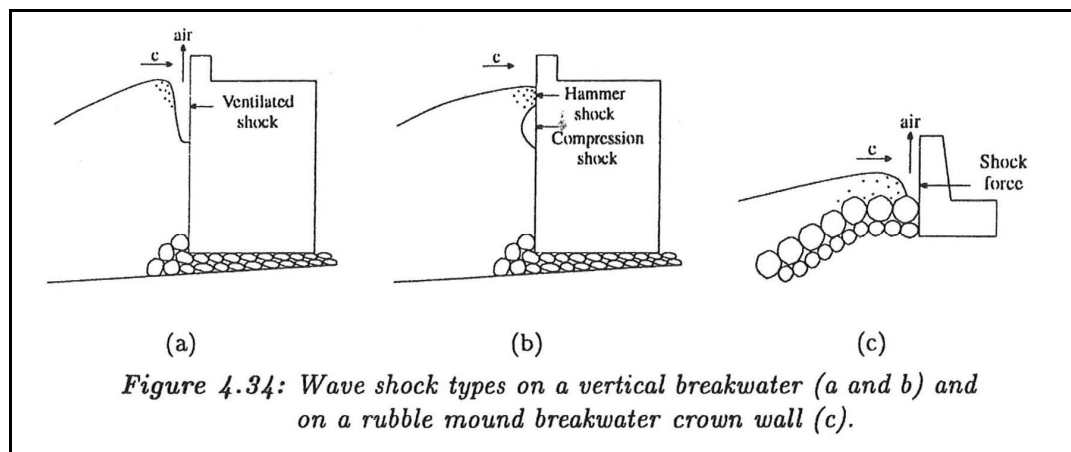


Figure 4.34: Wave shock types on a vertical breakwater (a and b) and on a rubble mound breakwater crown wall (c).

Figure A.2 : Différents types de chocs hydrodynamiques [USA06].

##### 7.4.1.1. Ordre de grandeur de la pression hydrodynamique

Pour une vitesse du fluide de l'ordre de 10 m/s, la pression hydrodynamique est de l'ordre de 100 kPa.

Cette pression est une valeur moyenne qui est à moduler selon les répartitions de vitesse dans le fluide.

##### 7.4.1.2. Ordre de grandeur de la pression acoustique

Lorsque le paquet de mer « touche » le mur, il comprime la lame d'air qui le sépare du mur et provoque ainsi une montée en pression extrêmement importante pouvant atteindre des coefficients de pression de 30 à 50 pour des parois arrondies et 300 à 500 pour des parois planes ou anguleuses [FAL90]. Les pressions peuvent alors atteindre des valeurs de 10 à 20 GPa.



Comme le travail des forces motrices et résistantes doit rester commensurable avec les énergies potentielle et cinétique du paquet de mer, ces pics de pressions ne peuvent être que très brefs (de l'ordre de la milliseconde, voire moins) et très localisés (une fraction de mètre carré). En d'autres termes, l'impulsion (intégrale temporelle de l'effort) est négligeable et il n'a pas le temps de mobiliser la structure, mais il est capable d'éclater le parement de béton et de mettre à nu les aciers.

Goda [GOD85-p134] a proposé la formule suivante pour évaluer le pic de pression acoustique :

$$p_{\max} \approx \frac{\pi \rho_e C H_{\max}^2}{4 \tau h_v} \quad (\text{A.22})$$

expression dans laquelle  $\tau$  est le temps de montée en pression et  $h_v$  la hauteur du mur concernée.

Sans entrer dans les détails de cette formulation, il apparaît clairement que la pression acoustique croît avec la célérité et avec le carré de la hauteur maximale, qui sont proportionnelles à la profondeur.

Enfin la principale difficulté pour appliquer cette formulation réside dans l'évaluation du temps de montée de la pression.

## 8. Annexe B : Formule de Pedersen

Pour évaluer directement les efforts, la seule approche réaliste, en dehors des essais sur modèle physique, relève de formulations empiriques fondées sur l'analyse dimensionnelle et des essais systématiques en laboratoire.

Parmi les nombreuses formulations proposées pour évaluer les efforts sur un mur de couronnement, nous retiendrons celle de Pedersen qui est adaptée aux murs de couronnement des talus plans perméables, poreux et rugueux. La formule de Pedersen est issue des travaux expérimentaux que cet auteur a mené dans le cadre de sa Thèse de Doctorat [PED96].

Pedersen a proposé la formulation suivante (1996) [PED96] et [USA06-VI-5-160] pour les houles limitées ou non par la profondeur :

$$f_{h,0.1\%} = 0.21 \sqrt{\frac{\lambda_{0m}}{B}} \left( 1.6 y_{eff} + \frac{1}{2} Ah' \right) p_m \quad (B.1)$$

$$m_{h,0.1\%} = a f_{h,0.1\%} \quad (B.2)$$

$$a = 0.55 (y_{eff} + h') \quad (B.3)$$

$$p_{b,0.1\%} = 1.00 A p_m \quad (B.4)$$

Expression dans laquelle :

- $f_{h,0.1\%}$  : effort linéique horizontal avec la probabilité de dépassement de 0.1%,
- $m_{h,0.1\%}$  : moment linéique horizontal avec la probabilité de dépassement de 0.1%,
- $a$  : hauteur d'application de l'effort  $f_{h,0.1\%}$  au-dessus de la base du mur,
- $p_{b,0.1\%}$  : sous pression avec la probabilité de dépassement de 0.1%.

Le profil du talus est caractérisé par :

- $B$  : la largeur de la berme en tête de talus,
- $\alpha$  : l'inclinaison du talus sur l'horizontale,
- $A_C$  : la hauteur de la berme de tête au-dessus de l'eau,
- $f_C$  : la hauteur du mur au-dessus de la berme de tête,
- $A = \min\{A_2/A_1; 1\}$  : le coefficient de surfaces,
- $A_1$  : l'aire du talus au-dessus de la surface libre en avant du mur,
- $A_2$  : l'aire définie devant le talus sur la figure 3.6,
- $y_{eff} = \min\{y/2; f_C\}$  : avec :  $y = \text{Min} \left\{ \frac{R_{u,0.1\%} - A_C \sin 15^\circ}{\sin \alpha \cos(\alpha - 15^\circ)} ; 0 \right\}$
- $h'$  : la hauteur du mur protégé par les enrochements,

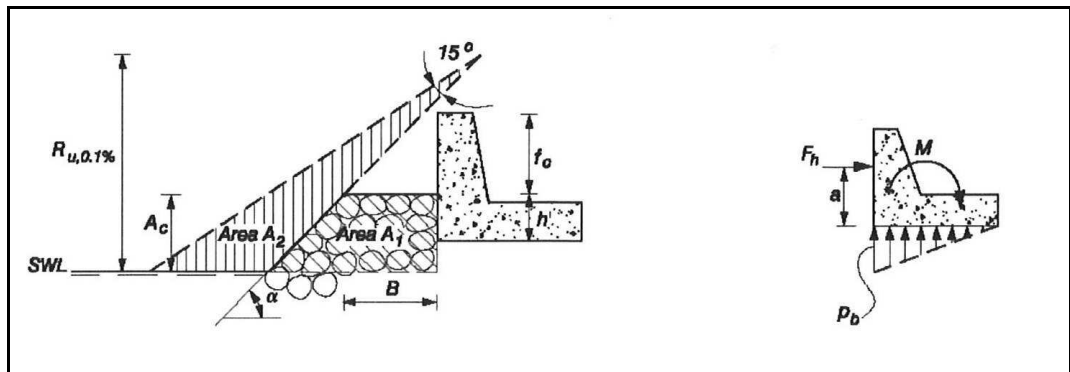


Figure 5.6 : Paramètres géométriques de la formule de Pedersen [USA06].

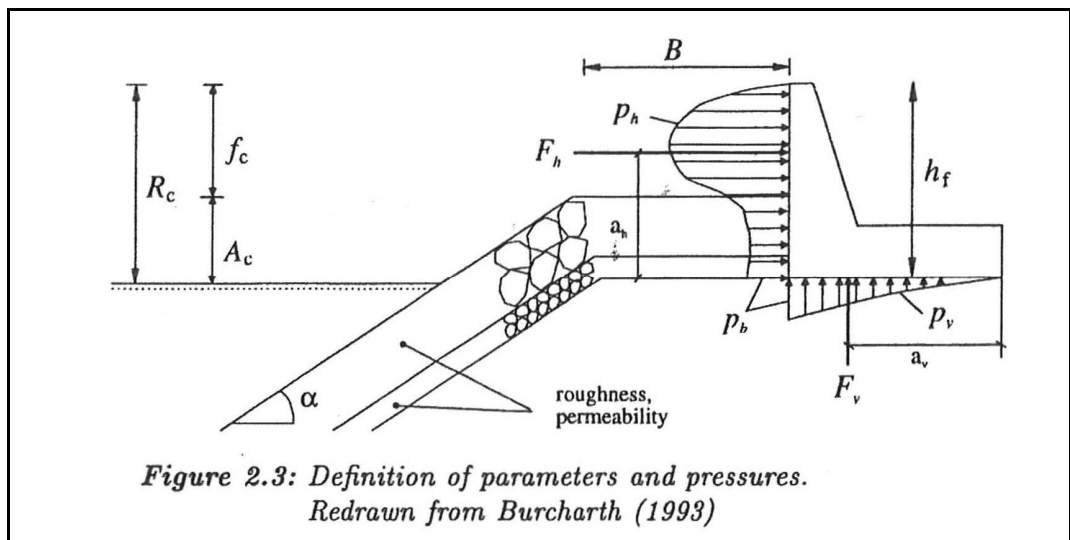


Figure 2.3: Definition of parameters and pressures.  
Redrawn from Burcharth (1993)

Figure 3.7 : Paramètres géométriques de la formule de Pedersen [PED96].

L'état de mer est caractérisé par :

- $H_s$  : la hauteur significative devant l'ouvrage,
- $T_p$  : la période de pic de l'état de mer,
- $T_m \approx T_p / 1.41$  : la période moyenne de l'état de mer,
- $\lambda_{0m} = gT_{0m}^2 / 2\pi$  : la longueur d'onde moyenne au large en grande profondeur,
- $\xi_m = \text{tg} \alpha / \sqrt{H_s / \lambda_{0m}}$  : le nombre d'Iribaren – Battjes,
- $R_{u,0.1\%}$  : le run-up (hauteur à laquelle montent les franchissements au-dessus de la surface libre avec la probabilité de dépassement de 0.1%).

$$R_{u,0.1\%} = \begin{cases} 1.12 H_s \xi_m & \xi_m \leq 1.5 \\ 1.34 H_s \xi_m^{0.55} & \xi_m > 1.5 \end{cases}$$

- $p_m = \rho_e g (R_{u,0.1\%} - A_c)$  : la pression moyenne.

## **D.6. ANNEXE 6 : CERTIFICATION « QUALITÉ DES EAUX DE BAINADE » DE LA VILLE DE NICE (HORS PAGINATION)**





VILLE DE NICE

Direction des Activités Portuaires et Maritimes  
Service Études et Travaux Ports et Littoral

## Certification « Qualité des eaux de baignade »



PROTECTION SANITAIRE DE LA BAIGNADE  
SAISON BALNÉAIRE 2023

## Gestion documentaire

Version	Rédacteur	Date	Motif
01	DAEERM – Service Front de Mer – Roderick Gröner	16 février 2011	Création document pour la saison balnéaire 2011
02	DAEERM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Mai 2012	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2012
03	DAEERM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Mai 2013	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2013
04	DAEERM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Avril 2014	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2014
05	DAEERM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Avril 2015	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2015
06	DAEQM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Avril 2016	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2016
07	DAEQM – Service Front de Mer – Michael Moretti	Mai 2017	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2017
08	Environnement – Service Front de Mer – Michael Moretti	Avril 2018	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2018
09	Environnement – Division Mer et Littoral – Julien LARRAUN	Avril 2019	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2019
10	Environnement – Division Mer et Littoral – Julien LARRAUN	Avril 2020	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2020
11	Activités Portuaires et Maritimes – Service Etudes et Travaux Littoral – Julien LARRAUN	Avril 2021	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2021
12	Activités Portuaires et Maritimes – Service Etudes et Travaux Ports et Littoral – Julien LARRAUN	Juin 2022	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2022
12	Activités Portuaires et Maritimes – Service Etudes et Travaux Ports et Littoral – Julien LARRAUN	Mai 2023	Mise à jour du document pour la saison balnéaire 2023

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>LA PROTECTION SANITAIRE DES EAUX DE BAINADE ? .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>LE CONTRÔLE BACTÉRIOLOGIQUE RÉGLEMENTAIRE.....</b>	<b>5</b>
	<b>2.1 Règlementation .....</b>	<b>5</b>
	<b>2.2 Programme de surveillance réglementaire 2013.....</b>	<b>5</b>
	POLLUTION BACTÉRIOLOGIQUE CONSTATÉE APRÈS ANALYSES .....	8
<b>3</b>	<b>PROGRAMME D'AUTO-SURVEILLANCE.....</b>	<b>10</b>
	<b>3.1 Analyses bactériologiques supplémentaires .....</b>	<b>10</b>
	<b>3.2 Recueil des pollutions et base de données.....</b>	<b>10</b>
	<b>3.3 Actions liées à la stratégie de surveillance.....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>POLLUTIONS MARITIMES .....</b>	<b>12</b>
	<b>4.1 Cadre réglementaire et champs d'application .....</b>	<b>12</b>
	<b>4.2 Procédure d'urgence lors de pollutions marines .....</b>	<b>13</b>
	CONSIGNES GÉNÉRALES – APPLICATION DU P.C.S.....	13
	LORS D'UNE POLLUTION DE NATURE INDETERMINÉE .....	14
	LORS D'UNE POLLUTION DUE AUX HYDROCARBURES .....	15
	DÉVERSEMENT À CARRAS SUITE À UN ARRÊT DE LA STATION HALIOTIS .....	16
	PROLIFÉRATION DE L'ALGUE « OSTREOPSIS OVATA » .....	17
<b>5</b>	<b>LES ACTEURS ET LEURS MISSIONS.....</b>	<b>19</b>
	<b>5.1 ville de Nice.....</b>	<b>19</b>
	<b>5.2 Nice Côte d'Azur.....</b>	<b>21</b>
	<b>5.3 Autres services et intervenants.....</b>	<b>23</b>

# 1 LA PROTECTION SANITAIRE DES EAUX DE BAINADE ?

Les origines de la pollution des eaux sont variées et intimement liées aux activités humaines : pollutions domestiques, urbaines, industrielles et agricoles. Il existe différentes natures de pollution :

- La pollution bactériologique : présence de bactéries, virus et autres champignons
- La pollution chimique : présence de substances dissoutes, (produits phytosanitaires, nitrates, phosphates, métaux lourds, PCB, hydrocarbures),
- La pollution physique : présence de matières en suspension,
- La pollution thermique : augmentation de la température.

Or, en application de l'article L2212-2 du CGCT, il appartient au maire « *de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser par la distribution des secours nécessaires, les accidents et les fléaux calamiteux ainsi que les pollutions de toute nature [...], de pourvoir d'urgence à toutes les mesures d'assistance et de secours et, s'il y a lieu, de provoquer l'intervention de l'administration supérieure* ».

Cette responsabilité du maire s'applique en mer jusqu'à la limite des 300 mètres du rivage communal en vertu de son pouvoir spécial de la baignade (*cf. annexe n°1*).

En conséquence, le maire et toutes les collectivités locales concernées par la protection sanitaire des baignades sont amenés, réglementairement, à organiser d'une part le contrôle bactériologique des eaux de baignade (prévention) et d'autre part la lutte contre la pollution maritime (protection).

Le fascicule « Protection sanitaire de la baignade 2023 » s'inscrit dans cet objectif de prévention grâce à la description des premières mesures d'information et de protection des usagers, des plages et du plan d'eau.

Sont ainsi détaillés dans ce document :

- la campagne 2023 de contrôle de la qualité des eaux de baignade,
- les mesures d'urgence lors d'une pollution maritime,
- les acteurs locaux de la protection sanitaire de la baignade.



## 2 LE CONTRÔLE BACTÉRIOLOGIQUE RÉGLEMENTAIRE

Lors d'activités nautiques, les usagers peuvent être exposés à des germes pathogènes amenés en mer :

- directement par les baigneurs,
- par les réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales (insuffisance structurelle, accident, surcharge par temps de pluie ...),
- par les apports telluriques depuis les cours d'eaux.

Le contrôle bactériologique représente donc un élément essentiel d'une action préventive face à ce risque mais est aussi un facteur d'évaluation des réseaux de collecte et de traitement des eaux.

En effet, les résultats obtenus lors des analyses bactériologiques traduisent directement la qualité des réseaux existants. Ils sont ainsi dépendants de l'entretien et l'amélioration de ces équipements mais aussi de la surveillance quotidienne du plan d'eau.

### ***Entretien et amélioration des réseaux***

La surveillance technique des réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales est assurée par les services assainissement et eaux pluviales/Gemapi de NCA qui en améliore sans cesse la qualité et la capacité.

### ***Nettoyage du plan d'eau et surveillance***

La qualité des eaux de baignade dépend également de la présence ou non des macro-déchets flottants sur le plan d'eau. Ceux-ci sont ramassés quotidiennement par les bateaux nettoyeurs de la direction de la propreté de la ville de Nice.

Enfin, les agents municipaux effectuent quotidiennement une surveillance « visuelle » du plan d'eau dans le cadre de leurs missions (nettoyage du plan d'eau, surveillance de la baignade, ...).

### **2.1 Règlements**

Face à ce risque, la directive européenne n° 76/160 CEE du 8 décembre 1975 a établi des normes de qualité d'eau de baignade et a donné des indications générales sur les mesures à prendre pour en assurer la surveillance.

Ce texte européen a été révisé et remplacé le 15 février 2006 par la directive 2006/7/CE publiée au JOUE du 4 mars 2006. Cette nouvelle directive sur la qualité des eaux de baignade, qui remplacera progressivement la directive actuelle, renforce et modernise les obligations de la directive de 1976.

La Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA), transposant la directive européenne 2006/7/CE prévoit notamment une évolution des modalités de contrôle des eaux de baignade et de la méthode de classement de leur qualité.

Il s'agit maintenant d'avoir une connaissance précise des sources de pollution pouvant impacter la qualité des eaux de baignade et de mettre en place, pour chaque collectivité en tant que personne responsable, un système de gestion de la qualité des eaux de baignade.

Pour la personne responsable d'une eau de baignade, en application de l'article L1332-3 du code de la santé publique, il s'agit :

- de définir la durée de la saison balnéaire,
- d'établir le programme de surveillance de la qualité des eaux de baignade (*cf. article suivant*),
- d'analyser la qualité des eaux de baignade,
- d'élaborer puis de réviser le profil des eaux de baignade (actuellement en cours de réalisation),
- de prendre des mesures en vue d'améliorer la qualité des eaux de baignade qui ne sont pas conformes aux normes sanitaires,
- d'informer le public.

Ces missions sont faites sous le contrôle du représentant de l'Etat : l'**Agence Régionale de Santé** (ex-DDASS) qui, pour sa part, est en charge de l'évaluation de la qualité et le classement des eaux de baignade ainsi que de la réalisation du contrôle sanitaire.

Ces nouvelles dispositions sont mises en place progressivement pour être totalement opérationnelles en 2015.


### **2.2 Programme de surveillance réglementaire 2023**


<b>Saison balnéaire :</b>	1 <sup>er</sup> juin au 30 septembre
<b>Lieux de prélèvement :</b>	26 sites de prélèvement répartis entre La Lanterne et Coco Beach ( <i>Cf. annexe n° 2</i> )
<b>Prélèvements et analyses :</b>	Le laboratoire CARSO-LSEHL a été choisi pour effectuer les prélèvements et les analyses bactériologiques du département des Alpes-Maritimes pour la qualité des eaux de baignade.
<b>Paramètres mesurés :</b>	Escherichia coli et entérocoques intestinaux Surveillance visuelle de l'état de l'eau
<b>Périodicité :</b>	Contrôle hebdomadaire auquel s'ajoute un prélèvement d'avant saison balnéaire (entre le 10 et 20 mai).

**Interprétation des résultats :** Les résultats des analyses sont connus au minimum 36 heures après les prélèvements et sont interprétés suivant les normes des seuils ANSES pris en compte dans le cadre de la nouvelle directive européenne s'appliquent à partir de 2013 :

**\*Dépassement des normes :**

La ville de Nice met en place la procédure suivante :

 : Résultat nécessitant une contre analyse systématique et une investigation sur les réseaux;

 : Résultat nécessitant une contre analyse systématique et la mise en place d'une information « baignade déconseillée » sur le site de baignade


Si confirmation de la pollution par la contre analyse une fermeture de la baignade est effectuée.

**\*Déversement temporaire accidentel du réseau d'assainissement :**

De manière préventive et en fonction du volume déversé (évalué à partir du temps de déversement) :

- Mesures systématiques : mise en place du drapeau orange (baignade dangereuse mais surveillée pour cause de mer agitée, méduse, pollution ...) et du drapeau jaune (qualité de l'eau : baignade déconseillée). Une analyse bactériologique est effectuée au droit des points de déversements.

- Si le déversement est supérieur à 1 heure et/ou si les analyses bactériologiques sont en dépassement

 : fermeture temporaire de la baignade (drapeau rouge : baignade interdite) jusqu'au retour à des résultats d'analyses bactériologique de bonne qualité.

Paramètre microbiologique	Inférieur aux seuils	Seuils	Dépassement de seuils	
Entérocoques intestinaux/100ml	Bonne qualité	370	Seuil de vigilance >370 et <1000	Seuil d'alerte >1000
Escherichia coli/100 ml		1000	>1000 et < 2000	>2000

**Diffusion des résultats :**

Les résultats des analyses sont transmis par télécopie et informatiquement du laboratoire Carso vers le service Environnement qui les diffuse par courrier électronique aux élus et aux responsables des différents services et intervenants concernés par ce domaine :

Nom	Collectivité	Fonction
CHEMLA richard	Nice	Adjoint délégué à l'Environnement et à la Santé
BREUJILLY Olivier	Nice	Directeur Général des Services
AYMONIN-ROUX Florian	NCA	DGA Transition écologique
BONNIN Arnaud	NCA	Directeur des Activités Portuaires et Maritimes
DOGLIOLI Anne Marie	NCA	Directeur de la Prévention et de la Gestion des Risques
SARAUX Patricia	Nice	Directeur de la santé publique de proximité
CAMPEGGIO Jean Marc	NCA	Directeur des réseaux et contrats concédés
BONNOT Yannick	NCA	Chef Service exploitation assainissement
Céline BUSSINGER	NCA	Chargée Coordination Assainissement
POISSON Sébastien	NCA	Responsable Réseaux assainissement Pôle Nice
PAZZAGLIA Patrick	NCA	Responsable Exploitation Réseaux assainissement Nice
DECOBECQ Hugues	NCA	Responsable Pôle patrimoine et Prospective assainissement
ZAPALSKI Delphine	NCA	Service métrologie assainissement
ACALET Elodie	NCA	Responsable Pôle Gestion des Stations d'Épuration
CUQ Marie-Laure	NCA	Pôle Gestion des Stations d'Épuration
LE NOUVEAU Nathalie	NCA	Responsable service eaux pluviales et GEMAPI

FRAGNI Jessica	NCA	Responsable Pôle Section monitoring hydrométéo et systèmes d'alerte locaux
MASSA Jean-Claude	NCA	Section monitoring hydrométéo et systèmes d'alerte locaux
GAROFALO Frédéric	NCA	Responsable service études générales assainissement
ZAPALSKI Delphine	NCA	Service métrologie
CRONFALT Thierry	NCA	Responsable service Projet Haliotis
CAMPEGGIO Jean Marc	NCA	Service Projet Haliotis
MENEAU Claudie	Nice	Responsable service Documentation
BRESSON Benoit	Nice	Responsable service communication numérique
TARTOIS Julie	Nice	Service chargés de communication NCA
MAMINDY-PAJANY Yannick	NCA	Responsable du Laboratoire Environnement
LIGOT Marc	Nice	Directeur de la Police Municipale
CALATAYUD Laurent	Nice	Directeur de la Propreté
GARZUNEL Steven	Nice	Pole propreté du plan d'eau

Les prestataires SNA, Degremont Sce et les quinze établissements de bains de Nice sont également destinataires de ces résultats.

La diffusion des résultats vers le grand public est ensuite faite par affichage en mairie, à tous les postes de secours du front de mer et sur internet (<http://www.ville-nice.fr>).

Une formation est délivrée en début de saison à tous les MNS intervenant sur la commune.

Tous les profils de baignade sont à la disposition des baigneurs aux différents postes de secours.

## POLLUTION BACTÉRIOLOGIQUE CONSTATÉE APRÈS ANALYSES

▶ Dans le cas où les seuils de vigilance sont atteints :

### 1. Prélèvement(s) et analyses complémentaires sur les sites concernés (systématiques)

Réalisés à l'appréciation de l'agence régionale de santé par le laboratoire d'analyses

### 2. Demander une recherche de pollution sur les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales

Demande faite dans le mail de diffusion des résultats d'analyses. Remplir la fiche de renseignements (cf. annexe 7)

- sur le réseau d'eaux usées unitaire et séparatif (DAHP-Secteur centre)
- sur le réseau d'eaux pluviales (DAHP-Secteur centre)

▶ Dans le cas où les seuils d'alerte sont dépassés :

### 1. Prélèvement(s) et analyses complémentaires sur les sites concernés (systématiques)

Réalisés par le laboratoire d'analyses à la demande de l'agence régionale de santé

### 2. Mesures préventives déconseillant la baignade

A mettre en place en fonction des résultats de recherche de pollution ou des niveaux de pollution constatés par analyses et des instructions de l'ARS

- Mise en place des fanions jaunes aux postes de secours et établissements de bains concernés,
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées de plages (cf. annexe n°6),
- Préparer l'arrêté d'interdiction de baignade en cas de pollution bactériologique (cf. annexe n°3),

▶ Si les résultats de l'analyse complémentaire confirment la pollution, les mesures d'urgence sont les suivantes :

### 1. Préparer un arrêté d'interdiction de baignade

Un exemplaire de cet arrêté municipal est joint en annexe n°3 de ce fascicule.



### 3. Mesures d'interdiction de la baignade

- Mettre en place les fanions rouges aux postes de secours et établissements concernés (le fanion jaune sera laissé en place),
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre (cf. annexe n°6),
- Affichage de l'arrêté municipal interdisant la baignade,



### 4. Fermer les accès aux plages publiques concernées

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

### 5. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public

▶ La levée d'interdiction de baignade pourra intervenir dès le premier prélèvement de bonne qualité.

## POLLUTION BACTÉRIOLOGIQUE CONSTATÉE APRÈS DEVERSEMENT ACCIDENTEL DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

▶ Dans le cas où un déversement en mer est constaté (source assainissement ou MNS) sont atteints :

### 1. Prélèvement(s) et analyses sur les sites concernés (systématiques)

Réalisés par le service Etudes et travaux du littoral et l'Observatoire du Développement Durable Nice Côte d'Azur.

### 2. Mesures préventives déconseillant la baignade

A mettre en place systématiquement

- Mise en place des fanions jaunes et oranges aux postes de secours et établissements de bains concernés,
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées de plages (cf. annexe n°6),
- Préparer l'arrêté d'interdiction de baignade en cas de pollution bactériologique (cf. annexe n°3),

▶ Dans le cas où le déversement est supérieur à 1 heure et/ou si les analyses bactériologiques atteignent le seuil d'alerte:

### 1. Préparer un arrêté d'interdiction de baignade

Un exemplaire de cet arrêté municipal est joint en annexe n°3 de ce fascicule.



### 2. Mesures d'interdiction de la baignade

- Mettre en place les fanions rouges aux postes de secours et établissements concernés (*le fanion jaune sera laissé en place*),
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre (*cf. annexe n°6*),
- Affichage de l'arrêté municipal interdisant la baignade,



### **3. Fermer les accès aux plages publiques concernées**

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

### **4. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06**

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public

- ▶ La levée d'interdiction de baignade pourra intervenir dès le premier prélèvement de bonne qualité.

### 3 Programme d'auto-surveillance

La ville de Nice s'est engagée dans la procédure de **certification** de son système de gestion de la qualité des eaux de baignades.

L'objectif de cette certification est de garantir une méthode de surveillance et de gestion des eaux de baignade par une collectivité publique ou une personne privée visant à améliorer la qualité de l'eau et à en informer largement le public, afin de protéger la santé des baigneurs.

Elle permettra également d'anticiper les nouvelles dispositions législatives et réglementaires prévoyant une évolution des modalités de contrôle de la qualité des eaux de baignade et de la méthode de classement de leur qualité.

Cette certification, élaborée par un groupe de travail piloté par l'ANEL<sup>1</sup>, l'ANMSCCT<sup>2</sup> avec le soutien du MEEDAT<sup>3</sup> et des autres ministères concernés, s'appuie sur :

- le **référentiel de certification du système de gestion de la qualité des eaux de baignade** ;
- le **guide national pour l'élaboration des profils de baignade**.

Sur la base de ces documents techniques, la ville de Nice doit mettre en place un programme de d'auto-surveillance de la qualité des eaux de baignade qui vient s'ajouter au contrôle bactériologique réglementaire décrit précédemment.

Ce programme d'auto-surveillance porte sur le contrôle de la qualité des eaux de baignade ainsi que sur la surveillance des sources de pollutions identifiées et des facteurs d'influence pouvant affecter cette qualité.

Il comprend :

- des analyses bactériologiques supplémentaires ;
- la mise en place d'un « recueil des pollutions » et d'une base de données permettant de déterminer les conditions de passage en situation d'alerte et/ou de crise ;
- la définition des actions liées à la stratégie de surveillance.

#### 3.1 Analyses bactériologiques supplémentaires

En application de l'arrêté du 22 septembre 2008 relatif à la fréquence d'échantillonnage et aux modalités d'évaluation de la qualité et de classement des eaux de baignade (article 1), « *les prélèvements d'eau [...] doivent être effectués à intervalles réguliers tout au long de la saison balnéaire. [...] Cet intervalle maximal est de quinze jours dans le cas d'eaux de baignade pouvant être affectées par des pollutions à court terme.* »

En conséquence, du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre, le contrôle bactériologique réglementaire doit comprendre au minimum 9 prélèvements par site de baignade, ce qui représente **243 prélèvements par saison**.

Or, la fréquence de prélèvement de la ville de Nice est hebdomadaire soit 20 prélèvements (celui du 15 mai n'est pas pris en compte) pour la même période représentant **540 prélèvements par saison**.

Par conséquent, ces analyses supplémentaires participent à l'auto-surveillance.

#### 3.2 Recueil des pollutions et base de données

A partir de la saison balnéaire 2010, un recueil des pollutions a été mis en place. Il a pour objectif d'améliorer la gestion de la qualité des eaux de baignade.

Pour chaque pollution, une fiche de renseignements récapitule l'ensemble des observations et actions réalisées lors de l'évènement.

De la même manière, une base de données **informatique** sur toute information pertinente liée à la qualité des eaux de baignade (analyses bactériologiques des années précédentes, pluviométrie quotidienne, les déversements des satellites, les débits de déversoirs d'orages,...) a été créée à partir de 2010.

Toutes ces données ainsi que celles contenues dans les profils de baignade ont permis de définir des **indicateurs** pouvant indiquer une altération de la qualité des eaux de baignade dont le suivi permettra de mettre en place des mesures protectives et d'améliorer la gestion de la qualité des eaux de baignade.

L'analyse de ces fiches de renseignements (*cf. annexe n°7*), des données emmagasinées a permis de définir en partenariat avec l'ARS une procédure d'intervention en cas de pollution.

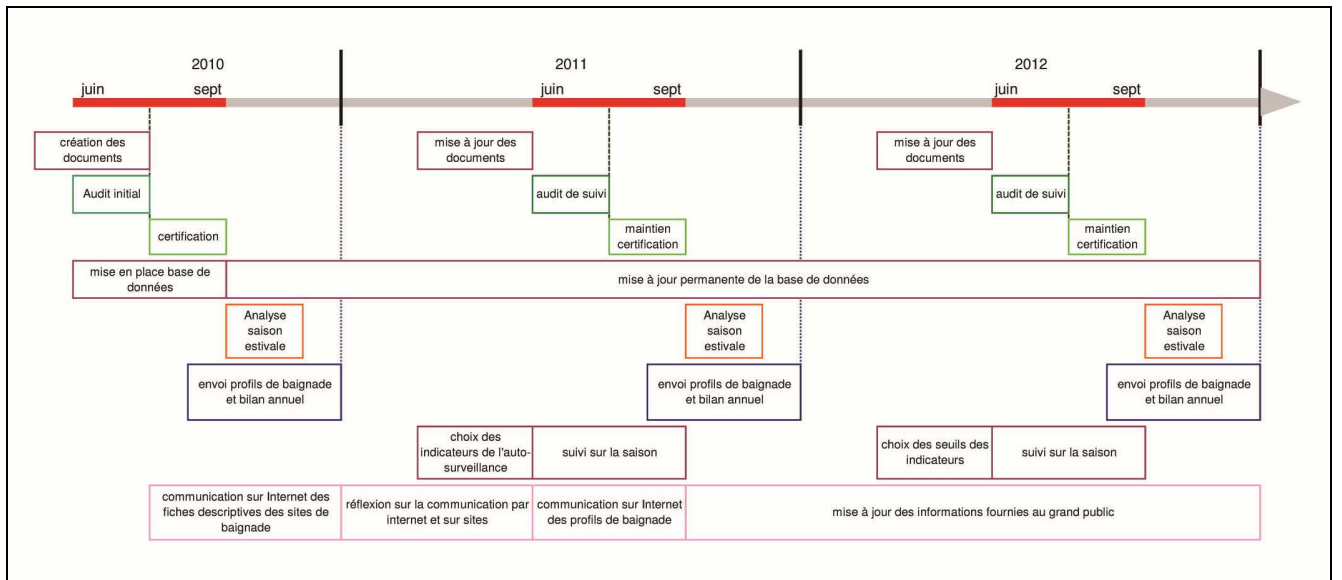
#### 3.3 Actions liées à la stratégie de surveillance

Depuis la saison balnéaire 2010, qui a représenté l'an I de la gestion de la qualité des eaux de baignade, un calendrier prévisionnel a été défini ci-après afin de définir les indicateurs et leur seuil d'alerte pour l'auto-surveillance en dehors du contrôle bactériologique.

<sup>1</sup> ANEL : Association Nationale des Elus du Littoral

<sup>2</sup> ANMSCCT : Association Nationale des Maires des Stations Classées et des Communes Touristiques

<sup>3</sup> MEEDAT : Ministère en charge de l'Ecologie



## 4 POLLUTIONS MARITIMES

Si la pollution bactériologique issue des agglomérations ou des cours d'eau fait l'objet d'une action préventive par le contrôle bactériologique réglementaire (*détaillé au chapitre précédent*), les pollutions marines issues du milieu marin (méduses, plancton, ...) ou des activités que l'on y pratique (macrodéchets, accidents ou dégazage et déballastage sauvages) nécessitent la mise en place de mesure de protection des biens et des personnes.

Lors de telles pollutions, notamment celles par les hydrocarbures, les dégâts pouvant être occasionnés aux usagers et à l'environnement sont tels qu'il est important de **prévoir des mesures d'urgence** permettant d'en limiter les impacts.

### 4.1 Cadre réglementaire et champs d'application

**Rappel** : en application de l'article L2212-2 du CGCT, il appartient au maire « *de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser par la distribution des secours nécessaires, les accidents et les fléaux calamiteux ainsi que les pollutions de toute nature [...], de pourvoir d'urgence à toutes les mesures d'assistance et de secours et, s'il y a lieu, de provoquer l'intervention de l'administration supérieure* ».

Cette responsabilité du maire s'applique en mer jusqu'à la limite des 300 mètres du rivage en vertu de son pouvoir spécial de la baignade. Au-delà de cette limite, seul le Préfet maritime est habilité à déclencher les opérations d'assistance et de secours d'une part et de lutte contre la pollution d'autre part.

**Ainsi, plusieurs procédures ont été mises en place qui dépendent de la nature de la pollution, de son étendue et des risques qu'elle peut représenter :**

- Pour une pollution de grande ampleur :
  - plan POLMAR « terre » déclenché par le Préfet,
  - plan POLMAR « mer » déclenché par le Préfet maritime,
- Pour une pollution de moyenne ampleur :
  - plan Infra-POLMAR (PCS au niveau de chaque commune).

Afin d'avoir une réponse efficace, les plans POLMAR et Infra-POLMAR nécessitent d'une part la mutualisation des moyens et d'autre part une bonne circulation des informations.

Pour cela, le plan infra-POLMAR s'appuie sur la nomination dans chaque commune d'un Correspondant Polmar Communal (CPC) formant ainsi un réseau de partage des informations.

Pour la ville de Nice, Il s'agit de :

- CPC titulaire : Julien LARRAUN – Service Études et Travaux Ports et Littoral
- CPC suppléant : Arnaud BONNIN – Directeur de la direction des Activités Portuaires et maritimes

Les CPC des communes voisines (St Laurent du Var, Villefranche, Beaulieu) sont nommés dans le répertoire.

Au niveau communal, quel que soit le niveau de pollution, les rôles et les missions des services municipaux et communautaires dans les opérations d'alerte, d'information, de protection et de soutien à la population d'une part et les opérations de lutte d'autre part sont définis dans le **plan communal de sauvegarde (PCS)** de la ville de Nice. Il détaille également l'ensemble des ressources pouvant être utilisées pour gérer efficacement une pollution.

Le PCS a été élaboré et rédigé par la Direction adjointe de la Prévention des Risques Urbains (DAPRU) avec la participation des services municipaux compétents et services extérieurs (SDIS 06, ...). L'arrêté municipal n° 2007-03027 du 10 septembre 2007 portant création d'un plan communal de sauvegarde multirisques l'a rendu exécutoire.

Dans la période comprise entre le signalement d'une pollution et la mise en place des opérations de lutte contre une pollution décrite dans le PCS, il est important de prendre des mesures préventives pour l'information et la protection des usagers, des plages et du plan d'eau.

Ces mesures s'appliquent également aux pollutions localisées qui entrent dans le cadre de la gestion courante par les services municipaux et communautaires.

Ces procédures sont détaillées ci-après.



## 4.2 Procédure d'urgence lors de pollutions marines

### CONSIGNES GÉNÉRALES – APPLICATION DU P.C.S.

Lorsqu'une **pollution est signalée**, la transmission ou la récupération des informations, la coordination de la réponse à apporter à la situation sont assurées, dans un premier temps, par :

- Le service Études et Travaux Littoral pendant ses heures de service : *Du lundi au jeudi de 8 h30 à 17 h et le vendredi de 8 h 30 à 15 h 45*
- Le **P.C. sécurité et l'Astreinte communale** de la ville de Nice, hors de ces heures.

▶ Les premières mesures à prendre par ces 2 services sont :

#### 1. Reconnaissance, localisation de la pollution

Pour cela il est possible de faire une reconnaissance en mer grâce aux bateaux de la police municipale, du SDIS 06 ou de la direction de la propreté de la ville de Nice.

#### 2. Recherche de pollution sur les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales

*Demande faite par téléphone et confirmée par mail. Remplir la fiche de renseignements (cf. annexe 7)*

- sur le réseau d'eaux usées unitaire et séparatif (DAHP-Secteur centre)
- sur le réseau d'eaux pluviales (DAHP-Secteur centre)

#### 3. Demander, si nécessaire, à l'ODD de réaliser des analyses bactériologiques de la nappe

*Procédure de prélèvement à mettre en place*

#### 4. Etablir le diagnostic sur la pollution (ci-dessous)

Centraliser et transmettre les informations vers la hiérarchie

A partir du diagnostic établi par le CPC ou l'Ingénieur d'Astreinte, les réponses à mettre en place sont de nature variées. Le plan communal de sauvegarde définit ainsi :

Pollution mineure très localisée	Pollution de faible ampleur étendue sur une ou deux plages  Surface < à 100 m <sup>2</sup>	Pollution de moyenne ampleur étendue sur le littoral communal  Surface > à 100 m <sup>2</sup>	Pollution de grande ampleur étendue sur le littoral communal
Gestion courante AMFP / Astreinte	Activation PCS niveau 1	Activation PCS niveau 2	

**DANS TOUS LES CAS, INDÉPENDAMMENT DE L'ACTIVATION DU PCS, IL EST POSSIBLE DE PRENDRE DES MESURES IMMÉDIATES POUR INFORMER ET PROTÉGER LES USAGERS**

Ces mesures sont demandées ou réalisées par le service **AMFP** ou l'**ASTREINTE COMMUNALE** de la ville de Nice.

Elles sont détaillées ci-après.

## LORS D'UNE POLLUTION DE NATURE INDETERMINÉE

► Dans l'attente de l'identification des causes, de la nature de la pollution :

### 5. Mesures préventives déconseillant la baignade

*A mettre en place en fonction des résultats de recherche de pollution ou de l'étendu de la pollution*

- Mise en place des fanions jaunes aux postes de secours et établissements de bains concernés,
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées de plages (*cf. annexe n°6*),

### 6. Faire intervenir les bateaux nettoyeurs de la direction de la propreté

En présence de macro-déchets flottants ou d'une faible pollution aux hydrocarbures

### 7. Préparer un arrêté d'interdiction de baignade

*Un exemplaire de cet arrêté municipal est joint en annexe n°3 de ce fascicule.*

► Si la pollution est confirmée (analyses) ou nécessite une interdiction de baignade :

### 8. Faire signer l'arrêté d'interdiction de baignade

- par l'Adjoint délégué à la Sécurité (service de la police administrative) pendant les heures d'ouverture des bureaux
- par l' élu d'astreinte, en dehors des heures d'ouverture des bureaux

*Cette interdiction de baignade doit être exercée avec le plus de discernement possible.*

### 9. Mesures d'interdiction de la baignade

- mise en place des fanions rouges aux postes de secours et aux établissements de bains
- mise en place de l'affiche informative ci-contre à chaque entrée de plages
- affichage de l'arrêté municipal à chaque entrée de plages

### 10. Fermeture des accès aux plages publiques concernées

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

### 11. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public

**N.B. :** Cette procédure est récapitulée dans la fiche réflexe de la conduite à tenir en cas de pollution visuelle (*cf. annexe n°4*), réalisée pour le cahier d'astreinte communale de sécurité.



## LORS D'UNE POLLUTION DUE AUX HYDROCARBURES

Les pollutions aux hydrocarbures peuvent provenir de la mer (accident, dégazage, ...) ou de l'agglomération (vidanges dans le réseau d'eaux pluviales, dans un cours d'eau, ...).

▶ **Si la pollution est limitée**, éparses (quelques boulettes) et dans l'attente d'ordres complémentaires :

### 5. Mesures préventives déconseillant la baignade

*A mettre en place en fonction de l'étendu de la pollution*

- Mise en place des fanions jaunes aux postes de secours et établissements de baignades concernés,
- Mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées de plages (*cf. annexe n°6*),

### 6. Déclencher l'intervention des moyens humains et matériels de la ville de Nice et de NCA

- en mer : faire intervenir les bateaux nettoyeurs de la direction de la propreté
- sur les plages : Ramassage par le personnel de la direction de la propreté et brassage des galets par le bulldozer du service AMFP

*La présence des bateaux permettra également de suivre les déplacements de la pollution.*

### 7. Préparer un arrêté d'interdiction de baignade

*Un exemplaire de cet arrêté municipal est joint en annexe n°3 de ce fascicule.*

▶ **Si la pollution est importante** ou s'étend sur tout le littoral et nécessite d'interdire la baignade :

### 5. Faire signer l'arrêté d'interdiction de baignade

- par l'Adjoint délégué à la Sécurité (service de la police administrative) pendant les heures d'ouverture des bureaux
- par l'élu d'astreinte, en dehors des heures d'ouverture des bureaux

### 6. Mesures d'interdiction de la baignade

- mise en place des fanions rouges aux postes de secours et aux établissements de baignades
- mise en place de l'affiche informative ci-contre à chaque entrée de plages (*cf. annexe n°6*)
- affichage de l'arrêté municipal à chaque entrée de plages

### 7. Déclencher l'intervention des bateaux nettoyeurs de la direction de la propreté

*S'ils ne peuvent pas intervenir, les bateaux permettront de suivre les déplacements et l'évolution de la pollution.*

### 8. Assurer la transmission des informations vers l'ensemble des services concernés

*Ainsi que les CPC des communes voisines (Beaulieu, Villefranche, St Laurent).*

### 9. Fermer les accès aux plages publiques concernées

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

### 10. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public

**N.B. :** Cette procédure est récapitulée dans la fiche réflexe de la conduite à tenir en cas de pollution visuelle (*cf. annexe n°4*), réalisée pour le cahier d'astreinte communale de sécurité.



## DÉVERSEMENT À CARRAS SUITE À UN ARRÊT DE LA STATION HALIOTIS

La société **SUEZ**, exploitant de la station, avertit immédiatement le service ESE (Mme Elodie ACALET ou mme Marie-Laure CUQ) à la station HALIOTIS de l'arrêt des installations et informe téléphoniquement :

- la DAHP
- la DEAQM ou le PC sécurité de la ville de Nice suivant l'horaire
- le centre de loisirs jeunesse de CARRAS
- la base nautique de Carras
- l'établissement de bains du Régence

Enfin, une procédure de mise en réparation immédiate par la société SUEZ Services avec le concours de l'exploitant du réseau, de tous les effectifs disponibles de la direction adjointe de l'assainissement, hydraulique et pluviale et des entreprises habilitées si nécessaire.

▶ Concernant la ville de Nice et plus particulièrement la **DEAQM** ou l'**astreinte communale** :

### 1. Préparer et faire signer l'arrêté d'interdiction de la baignade

*Un exemplaire de cet arrêté municipal est joint en annexe n°3 de ce fascicule.*

- par l'Adjoint délégué à la Sécurité (service de la police administrative) pendant les heures d'ouverture des bureaux
- par l'élu d'astreinte, en dehors des heures d'ouverture des bureaux

### 2. Mesures d'interdiction de la baignade

- mise en place des fanions rouges aux postes de secours de Carras, de Ste Hélène et à l'établissement de bains du Régence
- mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées de plages situées entre le Régence et l'aqueduc de la Lanterne (*cf. annexe n°6*),
- affichage de l'arrêté municipal à chaque entrée de plages

### 3. Déclencher l'intervention des bateaux nettoyeurs de la direction de la propreté

*S'ils ne peuvent pas intervenir, les bateaux permettront de suivre les déplacements et l'évolution de la pollution.*

### 4. Fermer les accès aux plages publiques concernées

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

### 5. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public



## PROLIFÉRATION DE L'ALGUE « OSTREOPSIS OVATA »

### Présentation

*Ostreopsis ovata* est une algue microscopique unicellulaire, produisant une palytoxine, qui vit habituellement dans les eaux chaudes des mers tropicales. Elle appartient au groupe des dinoflagellés et a été observée récemment en Méditerranée.

Des conditions climatiques très favorables ont permis à *Ostreopsis ovata* de se développer sous nos latitudes et la mer Méditerranée est devenue un nouvel habitat naturel. L'habitat privilégié de cette algue microscopique, se situe à la périphérie des macroalgues (algues rouges et brunes) et des efflorescences d'*Ostreopsis ovata* surviennent naturellement en mer.

Une efflorescence algale (ou bloom) est une prolifération d'algues qui atteint des concentrations allant jusqu'à plusieurs millions de cellules par litre et survient en présence de conditions météorologiques marines favorables :

- pression atmosphérique élevée ;
- mer calme ou présence de barrières artificielles ;
- température de l'eau élevée (environ 25° C) ;
- vents marins permettant de transporter les gouttelettes d'eau (aérosols, embruns).

**Seuls les sites de mise à l'eau des Bains Militaires, de la Reserve ou du Cap de Nice sont susceptibles d'être exposés à *Ostreopsis ovata*.**

### Effets sanitaires

Lorsque la concentration dans l'eau de mer d'*Ostreopsis ovata* est importante, les données disponibles font état d'effets sanitaires survenant par inhalation, par contact lors d'une baignade, mais également par ingestion.

L'exposition par voie respiratoire peut provoquer : rhinorrhée, toux, fièvre, broncho constriction, difficultés respiratoires et irritations de la sphère ORL et des yeux.

Des éruptions cutanées (rougeurs et démangeaisons), qui surviennent rapidement après contact direct de la peau avec de l'eau de mer contaminée, ont également été observées

Dans les pays tropicaux, l'ingestion de fruits de mer a provoqué des intoxications alimentaires pouvant conduire au décès.

### Surveillance épidémiologique

Face à cette situation la Direction générale de la santé a mis en œuvre un dispositif de surveillance épidémiologique et environnementale d'*Ostreopsis ovata* pendant sa période d'efflorescence **du 15 juin au 15 septembre** visant à :

1. Identifier précocement des cas humains suspects pouvant être liés à une exposition à des embruns marins contaminés par *Ostreopsis ovata*,

Le signalement peut provenir des usagers, des postes de secours, des centres et écoles de plongée, des pêcheurs, des kayakistes, etc... et professionnels de santé libéraux et hospitaliers urgentistes.

**Le signalement se fait uniquement au Centre Anti-Poison (CAP) de Marseille (04 91 75 25 25) qui est également chargé de la confirmation du signalement.**

Si le cas suspect est confirmé, le CAP de Marseille informera simultanément les différents partenaires concernés DDASS, CIRE, Ifremer, communes). La validation de l'alerte, précédant les mesures de gestion, relève uniquement du préfet.

2. Identifier précocement la présence d'*Ostreopsis ovata* dans l'environnement marin afin d'alerter l'autorité sanitaire et restreindre l'accès aux plages et à la baignade.

Lorsque la présence de cette algue est suspectée, des prélèvements sont réalisés permettant de mesurer son niveau de concentration. Deux seuils existent alors :

1. Pré-alerte : 30 000 cellules / litre (valeur 2009)
2. Alerte : 100 000 cellules / litre (valeur 2009)

▶ **Si le seuil de pré-alerte est atteint**, les mesures d'informations et de prévention sont :

**1. Mesures d'information des baigneurs**

1. mise en place du fanion orange aux postes de secours de Coco Beach
2. mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées des sites de mise à l'eau concernés (*cf. annexe n°6*)



**2. Sur décision du Cabinet du maire, préparer un communiqué de presse**

Un modèle de communiqué de presse est disponible dans la valise d'astreinte

Ce communiqué de presse sera transmis au Cabinet du maire qui se chargera de sa diffusion.

▶ **Si le seuil d'alerte est atteint** ou sur ordre du Préfet, les mesures d'interdiction de la baignade sont :

**1. Préparer et faire signer l'arrêté d'interdiction de baignade**

- par l'Adjoint délégué à la Sécurité (service de la police administrative) pendant les heures d'ouverture des bureaux
- par l'élu d'astreinte, en dehors des heures d'ouverture des bureaux

*Cette interdiction de baignade doit être exercée avec le plus de discernement possible*

**2. Mesures d'information des baigneurs**

- mise en place du fanion orange au poste de secours de Coco Beach
- mise en place de l'affiche informative ci-contre aux entrées des sites de mise à l'eau concernés (*cf. annexe n°6*)



**3. Fermer les accès aux plages publiques concernées**

Il existe une procédure de fermeture des accès littoral avec la FRAP

**4. Solliciter la Police Municipale et le SDIS 06**

Afin d'exercer une surveillance, d'interdire la baignade et de veiller au bon état du dispositif d'information du public

## 5 LES ACTEURS ET LEURS MISSIONS

### 5.1 ville de Nice

#### Service Etudes et travaux plage de la Direction des Activités Portuaires et Maritimes

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- |  |  |
|--|--|
| <p>⇒ Aménagement et entretien des plages, des épis du front de mer et du débouché sur les plages de 4 vallons (Paillon, Rivoli, Gambetta, Magnan),</p> <p>⇒ Nettoyage des fonds marins,</p> <p>⇒ Mise en place et entretien du balisage en mer (ligne des 300 m et chenaux nautiques),</p> | <p>⇒ Pose et entretien de la signalétique permanente et provisoire du front de mer,</p> <p>⇒ Premières mesures d'urgences suite au signalement d'une pollution<br/><i>Hors des heures de service de l'Environnement, cette mission est assurée par l'astreinte communale de sécurité</i></p> <p>⇒ Affichage des résultats des analyses bactériologiques en mairie et sur les postes de secours</p> |
|--|--|

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.97.13.36.06		Alexandre MORENO – agent polyvalent	04.97.13.35.08	06.08.35.78.71
Arnaud BONNIN – directeur / CPC suppléant	04.97.13.26.78	06.08.35.85.58	Michael MORETTI – adjoint au responsable	04.97.13.25.32	06.16.08.67.98
Rémi DUMASDELAGE – Chef du service	04.97.13.44.04	06.11.58.12.95	Julien LARRAUN - CPC	04.89.98.21.77	06.16.93.48.38
<b>ASTREINTE : assurée par service Astreinte communale niveau 3 06.76.98.73.43</b>					

#### Pôle propreté du plan d'eau

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- |   |  |
|---|--|
| <p>⇒ Ramassage des macrodéchets de surface par bateaux nettoyeurs<br/><i>Tous les jours du 15 mai au 30 septembre de 5 h à 19 h</i></p> | <p>⇒ Propreté des plages (pulvérisation par canon à eau)</p> |
|---|--|

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Matthieu VIERNE – Responsable	04.89.98.24.16		Steven GARZUNEL – Chef d'équipe	04.93.04.96.42	06.76.98.73.32
<b>ASTREINTE : Allo Mairie – 39.06</b>					

#### Direction de la prévention de la gestion des risques (DPGR)

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- |  |  |
|--|--|
| <p>⇒ Gestion de l'astreinte communale de sécurité<br/><i>Le PC sécurité, unique interlocuteur de la mairie en dehors des heures d'ouverture, collecte les renseignements et en informe les différents niveaux de l'astreinte communale pour la mise en œuvre des premières mesures d'urgence</i></p> | <p>⇒ Elaboration et mise à jour du plan communal de sauvegarde</p> |
|--|--|

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.97.13.22.83		Secrétariat de direction	04.97.13.43.75	
Anne-Marie DOGLIOLI - Directeur	04.89.98.14.80		Astreinte ville de Nice – catégorie A		06.76.98.73.43
			Astreinte ville de Nice – catégorie B		06.76.98.73.42
			Astreinte ville de Nice – catégorie C		06.76.98.73.41
<b>ASTREINTE PC sécurité : 04 97 13 42 88</b>					

## Direction de la Police Municipale

Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Jérôme MARCENAC	04.97.13.44.00				
Marc LIGOT	04.97.13.46.36				

### *Unité Opérationnelle – Police municipale*

- ⇒ Faire respecter le règlement de police des plages et du plan d'eau et la pratique des différentes activités nautiques

### *Unité Opérationnelle – Brigade nautique*

- ⇒ Faire respecter la bonne pratique des activités nautiques et les mesures temporaires d'interdiction de baignade
- ⇒ Assurer le dispositif de surveillance mobile en mer et participer aux interventions de secours faire respecter les mesures temporaires d'interdiction de baignade

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Luc TARI - responsable unité nautique	04.97.13.49.42		Unité nautique		06.76.98.73.57

**ASTREINTE : Police municipale – 04.93.53.53.53**



## 5.2 Nice Côte d'Azur

### Service Assainissement

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Yannick BONNOT - Chef service exploitation assainissement	04.89.98.16.24	06.11.58.12.99			

#### **Secteur Nice – Réseau d'eaux usées séparatif et unitaire**

- ⇒ Gestion du réseau public d'assainissement de Nice
- ⇒ Entretien du collecteur général d'assainissement situé sous la plage entre Poincaré et Carras
- ⇒ Détection et recherche de pollution sur le réseau public d'assainissement des eaux usées (séparatif et unitaire)  
Dans le cadre de son marché d'exploitation, la **société SNA** assure une permanence 24 h sur 24 h, dimanche et jours fériés compris, afin d'intervenir d'urgence pour les dysfonctionnements sur le réseau public d'assainissement (tel. en p. 19)

#### **Secteur Nice – Réseau d'eaux pluviales**

- ⇒ Entretien du réseau d'eaux pluviales de la ville de Nice
- ⇒ Entretien de tous les aqueducs débouchant en mer dans leur partie couverte en amont du mur perré,
- ⇒ Détection et recherche de pollution sur le réseau d'eaux pluviales de la ville de Nice  
Hors des heures de service, la **société SNA**, titulaire du marché concernant le réseau d'eaux pluviales de la ville de Nice, assure une permanence pour toute recherche de pollution (tel. en p. 19).
- ⇒ Entretien du débouché sur la plage (aqueducs) des vallons Pastorelli, Barla, Gattamua et la Lanterne
- ⇒ Mise en place du « circuit d'été » permettant de restreindre les apports d'eaux pluviales en mer et d'interdire l'accès aux vallons depuis la plage

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Sébastien POISSON – Responsable secteur Nice et Littoral Est	04.97.13.31.92	06.09.84.74.56			
Patrick PAZZAGLIA – Responsable Exploitation Réseaux assainissement Nice	04.97.13.44.05	06.89.25.92.21			

#### **Service Gestion des Stations d'Épuration (GSE)**

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- ⇒ Entretien des 11 émissaires d'eaux usées (Aéroport ;Californie ;Intercepteur Est ;Carras ;Fabron ;Magan ;Poincaré ;Halévy ;Paillon ;Ponchettes ;Païole)
- ⇒ Suivi du fonctionnement des stations d'épuration de NCA. L'exploitation des stations de prétraitement, d'épuration, de refoulement (complexe Haliotis), ainsi que des satellites sur le collecteur général est confiée à la société SUEZ (tel. En page 24)

Nom + Fonction	Bureau	Portable
Elodie ACALET – Responsable service ESE	04.89.98.21.51	06.78.55.43.12
Marie-Laure CUQ – Service ESE	04.89.98.21.52	06.03.83.21.67

**ASTREINTE : Ingénieur Assainissement – 06.78.95.87.29**

#### **Service eaux pluviales et GEMAPI**

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- ⇒ Entretien des stations de pompage des W.C. publics et établissements de bains du front de mer (cf. *annexe 5*). Hors des heures de service et dans le cadre de son marché d'exploitation, la Société Niçoise d'Assainissement (SNA), assure une permanence 24 h sur 24 h, dimanche et jours fériés compris
- En ce qui concerne les stations privées, il est précisé que l'entretien et le dépannage de ces installations ainsi que l'entretien des réseaux intérieurs de la canalisation de refoulement jusqu'au collecteur public incombent en totalité aux sous-concessionnaires.

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
LE NOUVEAU Nathalie – directrice	04.89.98.22.19		Jean Luc CAMPEGGIO	04.97.13.25.43	06.85.98.78.73

**ASTREINTE : Ingénieur Assainissement – 07.77.93.70.15**

### Observatoire du développement durable Nice Côte d'Azur (ODD)

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

- ⇒ Effectuer des recherches de pollutions remontant à leur source sur les réseaux urbains
- ⇒ Analyses d'échantillons d'eau de baignade polluée (hydrocarbures, microbiologiques, pollens ou boules de graisse)
- ⇒ Fournir des flacons de prélèvements pour l'astreinte communale

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Yannick MAMINDY PAJANY – Directeur laboratoire de l'environnement	04.89.98.15.08	06.03.79.08.02	Nathalie MUNIER – responsable unité microbiologie	04.89.98.15.09	
			Angélique MALGOGNE – responsable unité écotoxicologie	04.89.98.15.37	

**ASTREINTE : 06.03.79.08.02**

### Direction de la Propreté

*Tous les jours, 24h/24*

- ⇒ Nettoyage des plages (ramassage manuel, vidange des corbeilles) et de leurs accès

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Laurent CALATAYUD – directeur	04.89.98.15.09	06.21.82.21.17	Julien SELVI – FRAP		06.76.98.73.16

**ASTREINTE : Allo Mairie – 39.06**

### Autres services NCA concernés

*Du lundi au jeudi de 8h30 à 17h, le vendredi de 8h30 à 15h45*

<b>ASTREINTE Ingénieur NCA – 06.77.92.84.48</b>
<b>ASTREINTE DGA Mutualisée – 06.76.98.67.95</b>
<b>ASTREINTE Ingénieur Direction Assainissement – 06.78.95.87.29</b>

### 5.3 Autres services et intervenants

#### Nice Haliotis – SUEZ – station d'épuration Haliotis et satellites

*Du lundi au jeudi de 8h à 12 h et de 13h à 17h et le vendredi de 8h à 12 h et de 13h à 15h30*

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.93.21.11.61				
<b>ASTREINTES : Secrétariat – 06.88.84.32.46 / Agents – 06.85.41.23.00</b>					

#### Société Niçoise d'Assainissement (SNA) – eaux usées (unitaires et séparatives)

*Du lundi au vendredi de 8h à 12h et de 14h à 18h*

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.92.29.52.95				
<b>ASTREINTE : 06.12.282.282</b>					

#### Lyonnaise des eaux France – eaux pluviales

*Tous les jours, 24h/24*

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.92.28.44.34				
<b>ASTREINTE : 0810.769.769 ou 04.92.92.41.23</b>					

#### Agence régionale de santé – organisation campagne sanitaire

⇒ Faire respecter le règlement de police des plages et du plan d'eau et la pratique des différentes activités nautiques,

⇒ Participer aux interventions de secours et faire respecter les mesures temporaires d'interdiction de baignade,

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat	04.93.72.28.75		Marie MIHOUBI - Ingénieur sanitaire	04.13.55.87.10	06.29.68.58.87

#### Laboratoire CARSO – prélèvements et analyses

Nom + Fonction	Bureau	Portable	Nom + Fonction	Bureau	Portable
Secrétariat			J.C. D'Oliveira- Situation d'urgence	04.72.76.16.25	06.67.06.05.24
			J.B.Garambois – suppléant	04.72.76.16.18	
<b>ASTREINTE : 06.13.25.07.65</b>					

Centre d'appel

18 ou 112

## Correspondant Polmar Communal (CPC) et autres contacts – communes voisines

Commune + Nom + Fonction	Bureau	Portable	Commune + Nom + Fonction	Bureau	Portable
Cap d'ail – Florent PRIGENT – CPC		06 71 00 45 48	Beaulieu – Frédéric MAZZELA – CPC		06 32 64 61 44
Cap d'ail – Jean-François DESCAMPS – CPC suppléant		06 71 00 46 81	Beaulieu – Alexandra DALONIS – CPC suppléant	04 93 76 47 04	
Eze – Sylvestre ANSELMY		06 85 92 54 43	Beaulieu – Police Municipale	04 93 01 00 46	
Eze – Hélène PELTIER		06 07 10 75 47	Saint-Laurent-du-Var – Police municipale	04 92 12 42 22	
Eze – Virginie SOULIER		06 88 09 13 87	Saint-Laurent-du-Var – Gilles GAUJARD		06 74 81 92 12
Saint-Jean-Cap-Ferrat – Antoine CASERTA		06 07 11 09 40	Cagnes-sur-Mer – Emmanuelle FARCOT – CPC	04 93 22 19 17	
Saint-Jean-Cap-Ferrat – Police municipale	04 93 76 06 46		Cagnes-sur-Mer – Police municipale	04 93 22 19 22	
Villefranche/Mer – Paul RODRIGUEZ – CPC		06 29 45 47 63	Cagnes-sur-Mer – Claude JEAN-CALIXTE - chef PM		06 73 41 14 27
Villefranche/Mer – Fabrice DESQUIRET – CPC suppléant		06 88 20 06 92	Cagnes-sur-Mer – Serge BEZOMBES		06 85 29 59 49

## Établissements de bains et bases nautiques – Nice

Nom	Bureau	Portable	Nom	Bureau	Portable
CLJ Carras			Blue Beach	04.93.87.10.36	06.09.06.19.46
Base nautique 4	06.61.45.87.97	07.81.28.13.57	Le Temps d'un été	04.83.66.02.49	06.80.99.37.84
Regence	04.97.07.03.09	06.95.41.62.63	Baieta	06.19.73.76.93	07.60.06.28.60
Canailles	04.93.51.47.74	06.48.94.93.50	Ruhl	04.93.87.09.70	06.25.11.69.56
Cocoon	04.93.86.64.15	06.16.12.69.50	Le Galet	04.93.88.17.23	06.09.87.15.24
Li Ratteta		07.89.87.00.84	Beau Rivage	04.97.20.25.33	07.87.52.50.46
La Vela	04.93.57.17.95	06.28.77.16.79	Base nautique 1	04.93.86.45.33	06.09.16.02.16
Hotel Amour	04.97.14.00.83	06.12.54.58.94	Opéra	04.93.62.31.52	06.18.41.36.93
N la plage	04.92.00.40.80	06.26.91.41.25	Castel	04.93.85.22.66	06.22.97.87.81
Base nautique 3	06.52.21.08.05	06.85.30.14.00			