

ETUDE DE FAISABILITE POUR UNE PRISE D'EAU DE MER DE LA FUTURE STATION MARINE A ARCACHON



1711982 - Janvier 2010

I. OBJET DE L'ETUDE	4
II. CONTEXTE – ENJEUX	6
II.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	7
II.2. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION ACTUELLE	8
II.3. DEFINITION DES BESOINS	9
<i>II.3.1. Les débits</i>	10
<i>II.3.2. Qualité de l'eau pompée</i>	10
<i>II.3.3. Entretien</i>	10
<i>II.3.4. Protection du système</i>	11
III. CONTRAINTES DU SITE	12
III.1. TOPO-BATHYMETRIE	13
<i>III.1.1. Topographie</i>	13
<i>III.1.2. Bathymétrie</i>	14
II.2. FACTEURS HYDRODYNAMIQUES	16
<i>III.2.1. Fluctuations du niveau marin</i>	16
<i>III.2.2. Les courants</i>	16
<i>II.2.3. Les agitations</i>	20
III.3. NATURE DES FONDS	21
III.4. EVOLUTION DES FONDS	22
III.5. QUALITE DES EAUX DU BASSIN	23
<i>III.5.1. Température</i>	23
<i>III.5.2. Salinité</i>	23
<i>III.5.3. Matières en suspension</i>	23
<i>III.5.4. Autres paramètres</i>	23
II.6. LE MILIEU NATUREL ET VIVANT	26
<i>III.6.1. Espaces naturels protégés ou inventoriés</i>	26
<i>III.6.2. Herbiers de zostères</i>	26
III.7. USAGES ET ACTIVITES MARITIMES	26
<i>III.7.1. Plaisance et mouillage</i>	26
<i>III.7.2. Pêche</i>	26
<i>III.7.3. Ostréiculture</i>	26
<i>III.7.4. Baignade</i>	26

IV. SOLUTIONS D'IMPLANTATION DE LA PRISE D'EAU	27
IV.1. LES TYPES DE PRISE D'EAU ENVISAGEABLES	27
IV.2.1. <i>Prise d'eau sur estacade</i>	28
IV.2.2. <i>Prise d'eau avec conduite et tête immergée</i>	29
IV.2. SOLUTIONS D'IMPLANTATION	31
IV.2.1. <i>Solution 1</i>	32
IV.2.2. <i>Solution 2</i>	33
IV.2.3. <i>Solution 2 bis</i>	34
V. DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS	35
V.1. LA PRISE D'EAU	36
V.2. LE SYSTEME DE POMPAGE	37
V.3. LES CONDUITES D'AMENEES	38
V.4. ENTRETIEN DES CONDUITES	39
V.5. OUVRAGE DE PROTECTION DES CONDUITES IMMERGEEES	40
V.6. SCHEMAS DE PRINCIPE	41
VI. METHODES CONSTRUCTIVES	42
VI.1. CONDUITES A TERRE	44
VI.2. CONDUITES MARINES	44
VI.2.1. <i>Creusement d'une souille</i>	44
VI.2.2. <i>Forage dirigé</i>	46
VII. ESTIMATION FINANCIERE	47
VII.1. COUTS DE REALISATION	48
VII.2. COUTS DE MAINTENANCE	48
VIII. COMPARAISON DES SOLUTIONS	49
IX. CADRE REGLEMENTAIRE	52
X. PLANNING DE REALISATION DES ETUDES ET DES TRAVAUX	54
X.1. ETUDES PREALABLES ET DE CONCEPTION	55
X.2. INSTRUCTION ADMINISTRATIVE	55
X.3. REALISATION DES TRAVAUX	55

I. OBJET DE L'ETUDE

L'Université de Bordeaux dispose d'une station de biologie marine et sciences de l'environnement, sur la Commune d'Arcachon.

Ces installations, situées à proximité du Palais des Congrès, comportent des aquariums et des laboratoires qui sont utilisés pour l'étude et la préservation des espèces marines du Bassin d'Arcachon.

Elles sont alimentées par une prise d'eau en mer implantée sur la jetée d'Eyrac (à environ 170 m de la station).

L'Université de Bordeaux envisage de déplacer ses locaux au niveau de l'extrémité Ouest du port de plaisance et de pêche d'Arcachon et d'augmenter la capacité de pompage de la prise d'eau en mer.

L'Université de Bordeaux a mandaté SOGREAH pour réaliser une étude de faisabilité technique, environnementale, réglementaire et financière de la nouvelle prise d'eau.

Cette étude a pour objectif de :

- identifier et analyser les contraintes inhérentes du site d'implantation,
- définir les solutions techniques envisageables et proposer des options d'implantation sur le site,
- estimer les coûts de réalisation des travaux,
- décrire les opérations de maintenance à envisager et les coûts associés,
- analyser les contraintes réglementaires et environnementales,
- définir un planning concret de réalisation.

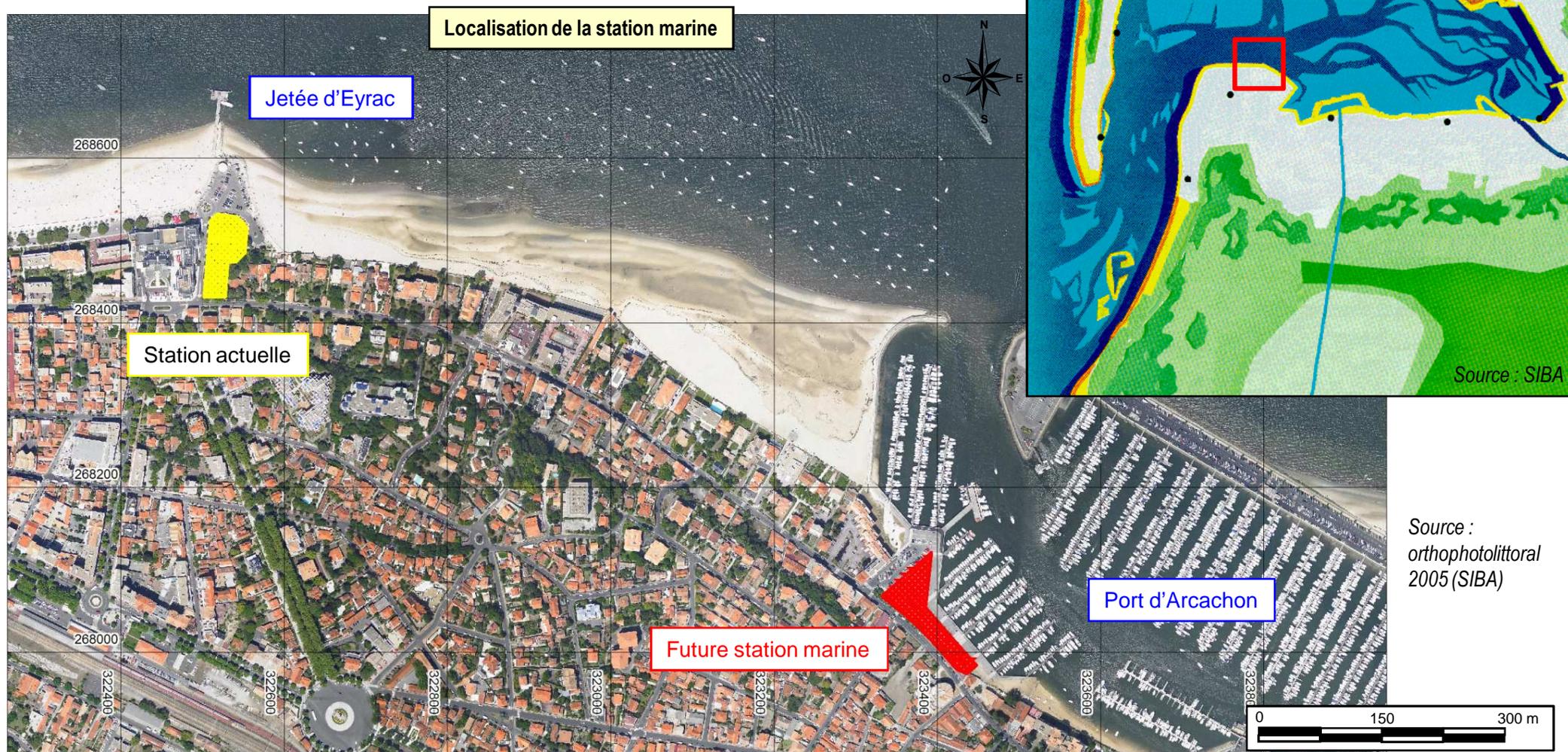
II. CONTEXTE - ENJEUX

II.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

L'actuelle station marine se situe à proximité du Palais des Congrès, au Sud de la jetée d'Eyrac où est implanté la prise d'eau.

L'Université de Bordeaux prévoit de créer de nouveaux bâtiments qui se situeront au niveau de l'extrémité Ouest du port de plaisance et de pêche de la commune d'Arcachon, soit à près de 900 m à l'Est de l'actuelle station marine.

Des cartes de localisation sont données ci-contre.



L'élevage et l'étude d'espèces marines nécessitent de pomper les matières en suspension (MES) : particules fines (20-50 μm) et le phytoplancton. Ainsi, l'eau de mer prélevée ne fait l'objet d'aucun traitement, à l'exception d'une décantation des MES dans les réservoirs. Pour certaines expériences qui nécessitent de l'eau non filtrée, il existe une prise d'eau directe, implantée avant les réservoirs et alimentant un bac de 800-900 l (débit de l'ordre de 5 m^3/h en pointe).

Les crépines sont nettoyées 1 à 2 fois par an. Les quelques pannes rencontrées sont liées à la corrosion, l'air, le comblement par des sédiments ou des organismes. Les conduites se bouchent parfois et sont nettoyées à l'aide d'un furet.

II.3. DEFINITION DES BESOINS

Cette partie répertorie pour différents paramètres (débits, qualité des eaux, protection), les critères retenus pour satisfaire les besoins de la future station marine. Ces critères ont été définis en partie avec les usagers de l'actuelle station marine et selon les recommandations connues pour la réalisation de prises d'eau de mer.

Des solutions ont été recherchées :

- pour éviter que le fonctionnement de la crépine ne se trouve perturbé par une sédimentation importante,
- pour limiter les concrétions marines à l'intérieur des conduites de refoulement,
- pour proposer des solutions techniques simples d'entretien,
- pour protéger les installations maritimes contre les actions mécaniques (houles, courants, plaisanciers).

II.3.1. LES DEBITS

Les besoins ont été définis en doublant les besoins actuels, **soit 200 m^3/jour en moyenne et 260 m^3/jour en pointe**. Les besoins sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Nous avons supposé un pompage de 4h par jour. Il est à noter que le volume de pointe est issu du retour des utilisateurs et non de la capacité des robinets du laboratoire.

USAGE	DESCRIPTION	ACTUEL			FUTUR (X2)		
		Q _{POINTE}	V _{MOYEN}	V _{POINTE}	Q _{POINTE}	V _{MOYEN}	V _{POINTE}
LABORATOIRE	30 robinets de 4l/min en simultané	2,00 l/s	73 m^3/j	95 m^3/j	4,00 l/s	146 m^3/j	190 m^3/j
AQUARIUM	27 bacs à 1 $\text{m}^3/24\text{h}$	0,31 l/s	27 m^3/j	35 m^3/j	0,63 l/s	54 m^3/j	70 m^3/j
TOTAL		2,31 l/s	100 m^3/j	130 m^3/j	4,63 l/s	200 m^3/j	260 m^3/j

Pour des impératifs de continuité de l'alimentation de la station marine, les équipements seront prévus en double : 2 prises d'eau, 2 stations de pompage, 2 conduites de refoulement.

II.3.2. QUALITE DE L'EAU POMPEE

En terme de qualité de l'eau pompée, différents critères ont été définis pour répondre aux contraintes spécifiées par les usagers-chercheurs de la station marine.

Tout d'abord, il a été précisé que l'eau pompée devait être exempt de pollution. Par conséquent, nous avons choisi de ne pas installer la prise d'eau à l'intérieur du port d'Arcachon, où l'eau peut être dégradée par les macro-déchets, les hydrocarbures,...

Aussi, pour limiter la dégradation de l'eau, il a été demandé de retenir un temps de séjour dans les conduites d'au maximum 10 min. Cette contrainte est plus particulièrement valable pour les besoins en eaux dites « brutes », ayant la composition la plus proche de celle du bassin d'Arcachon pour des expériences in situ. A cet effet, il conviendra de prévoir une prise directe (avant les réservoirs) lors de la conception des réservoirs (hors mission).

Par ailleurs, le pompage de l'eau de mer implique usuellement des problèmes de comblement des conduites par venue d'organismes marins (algues, moules) et de dépôts des sédiments. Toutefois, il a été demandé que la prise d'eau devait permettre d'aspirer les particules fines d'environ 20-50 μ m et le phytoplancton, nécessaires à la vie des espèces marines dans les aquariums. Pour répondre à ces besoins, nous avons retenu les critères suivants :

- la crépine sera implantée à 1,5 m au-dessus des fonds pour éviter l'aspiration d'une quantité trop importante de matières en suspension et d'impacter les sédiments du fond,
- l'aspiration des sédiments et des organismes en suspension pourra être limitée par une vitesse d'aspiration au niveau de la crépine inférieure à 0,3 m/s,
- à l'intérieur des conduites, une vitesse minimale de 1 m/s peut être retenue (de préférence 2 m/s) pour empêcher l'accroche des organismes et le dépôt des sédiments.

II.3.3. ENTRETIEN

Compte tenu du risque de comblement par les sédiments et les organismes, il est demandé de prévoir un système anti-fouling visant à assurer un nettoyage régulier des conduites et de la prise d'eau. Ce système ne devra pas dégrader la qualité de l'eau, ce qui interdit l'utilisation de chlore et implique de trouver une solution « douce ».

Aussi, il est demandé de prévoir des accès sur les conduites pour faire passer une furet en cas d'obstruction des conduites.

II.3.4. PROTECTION DU SYSTÈME

Compte tenu des caractéristiques du site, deux types de phénomènes peuvent être responsables de la détérioration ou de la déstabilisation de l'ouvrage.

L'évolution des fonds

Les données disponibles à ce jour ne permettent pas de connaître précisément la grandeur des érosions pouvant être observées sur la zone. A ce stade de faisabilité nous retenons des évolutions pouvant être inférieures à 1 m d'épaisseur. Toutefois, rien ne permet de garantir que les évolutions seront de cette ampleur dans le futur. Une sédimentation aurait pour effet de créer des risques d'ensablement de la prise d'eau, alors que des érosions pourraient entraîner une « mise à nue » des ouvrages (notamment des conduites sous-marines).

Les risques nautiques

Situé à proximité d'une zone de mouillage et de navigation, les ouvrages en mer (prise d'eau, conduites) risquent des croches par les ancres des navires ou de choc de bateau (si la crépine est trop haute). Des dispositions spécifiques seront à prendre en compte pour se prémunir au mieux de ces deux phénomènes.

Pour résister aux sollicitations du milieu (courants, clapots) la crépine sera supportée par un ouvrage.

Une signalisation maritime sera à prévoir pour matérialiser l'ouvrage (à valider avec les affaires maritimes).

III. CONTRAINTES DU SITE

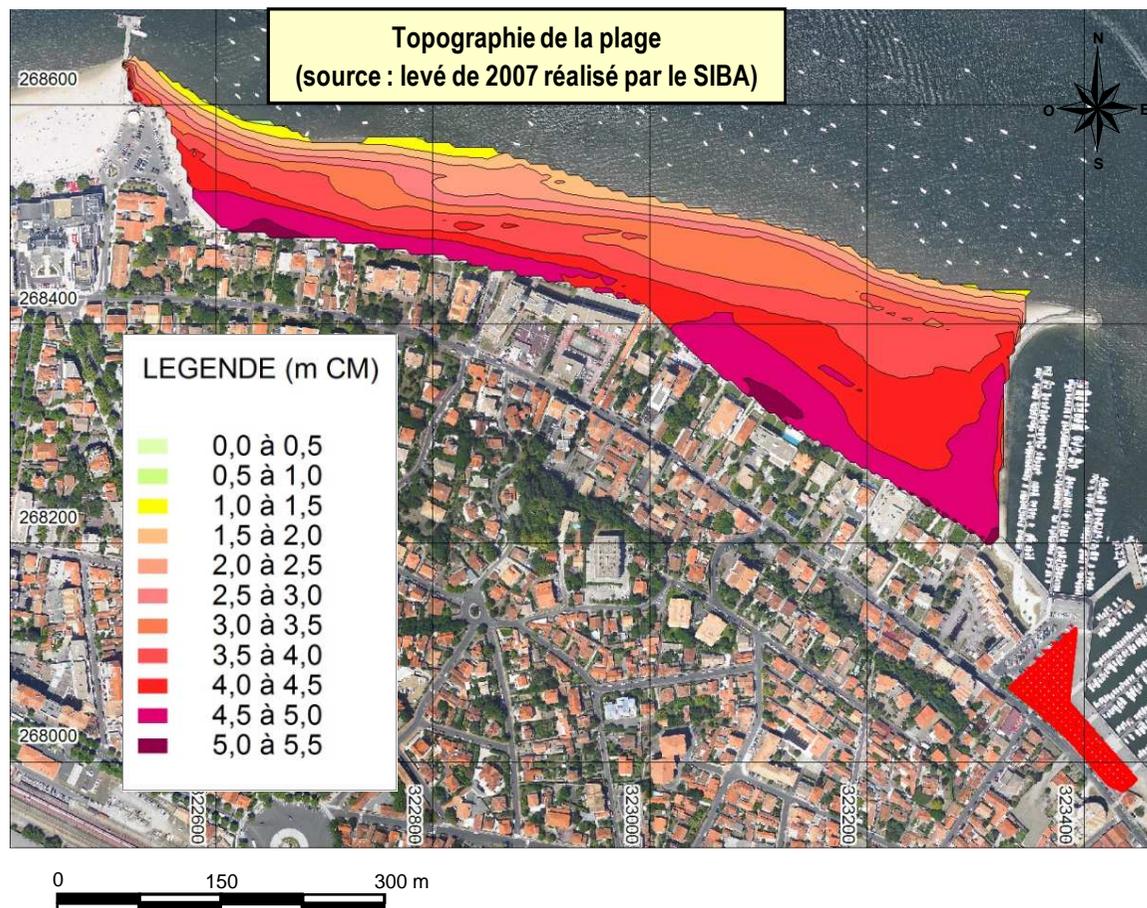
L'analyse de la faisabilité de la mise en place d'une prise d'eau dans le Bassin d'Arcachon s'appuie dans un premier temps sur l'analyse des contraintes du site qui sont des enjeux majeurs à considérer pour la réflexion des solutions d'implantation de la prise d'eau de mer.

III.1. TOPO-BATHYMETRIE

III.1.1. TOPOGRAPHIE

Un levé topographique de la plage situé entre la jetée d'Eyrac et le port d'Arcachon est donné ci-contre (levé de 2007 fourni par le SIBA). Selon ces informations et la visite de site, la plage sèche possède une largeur plus importante le long de la digue du port.

Les altitudes supérieures à 4 m CM s'observent sur 20 à 50 m de large sur la moitié Ouest de la plage et sur près de 130 m de large contre la digue du port. La pente y est très faible (inférieure à 1%). En dessous de 4 m CM, les altitudes diminuent rapidement. La pente est comprise entre 5 et 6%.

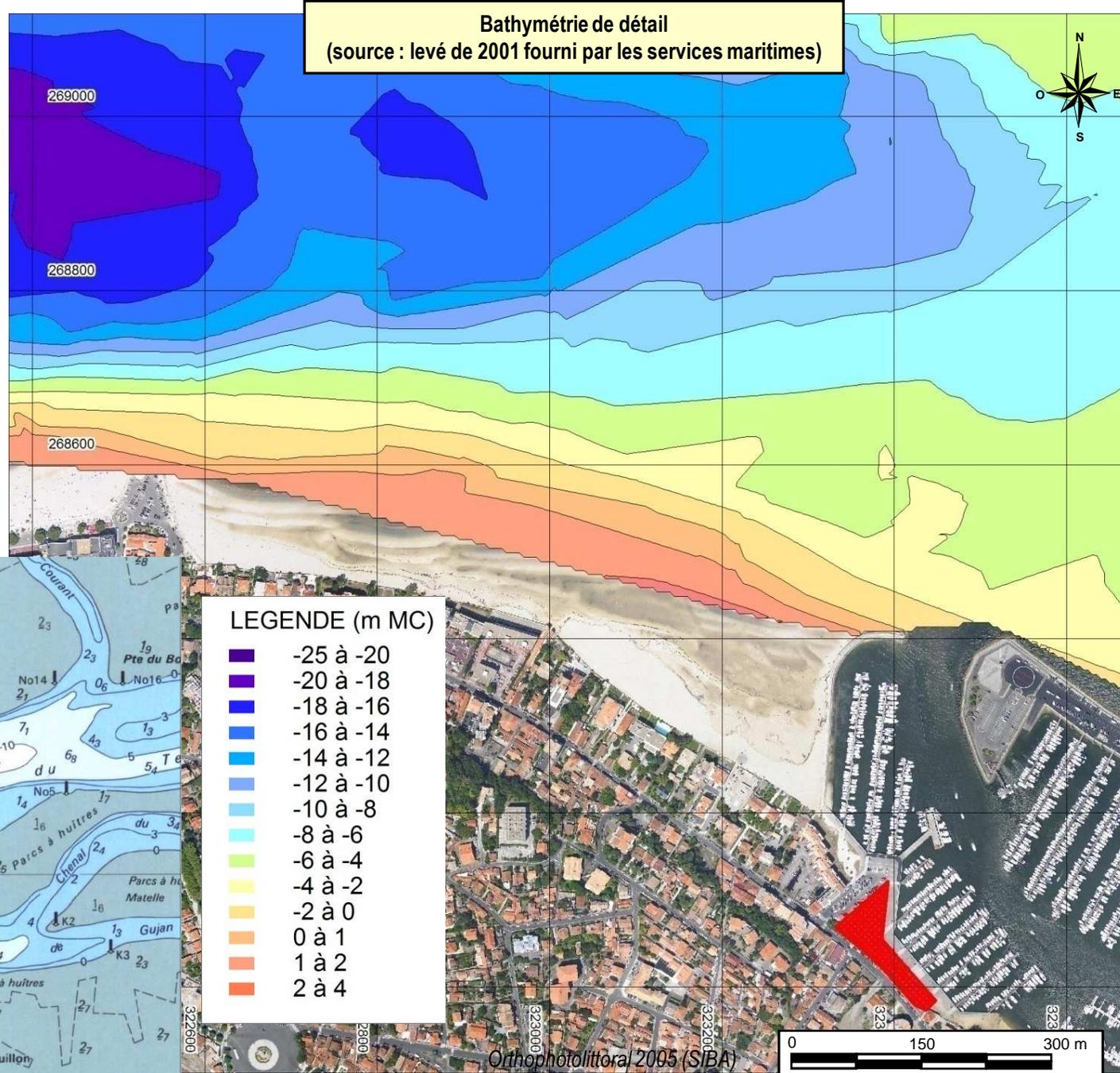


III.1.2. BATHYMETRIE

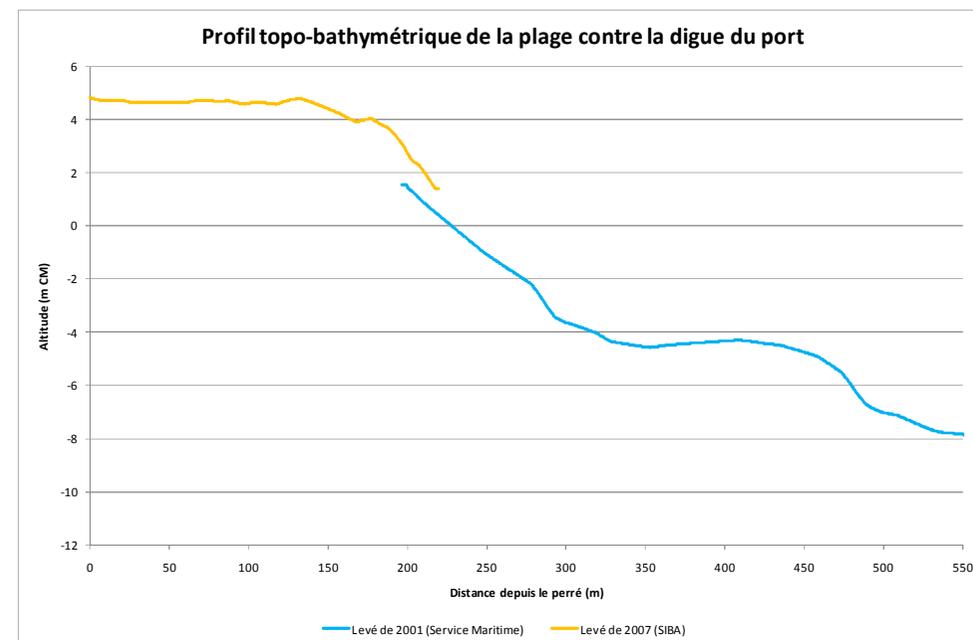
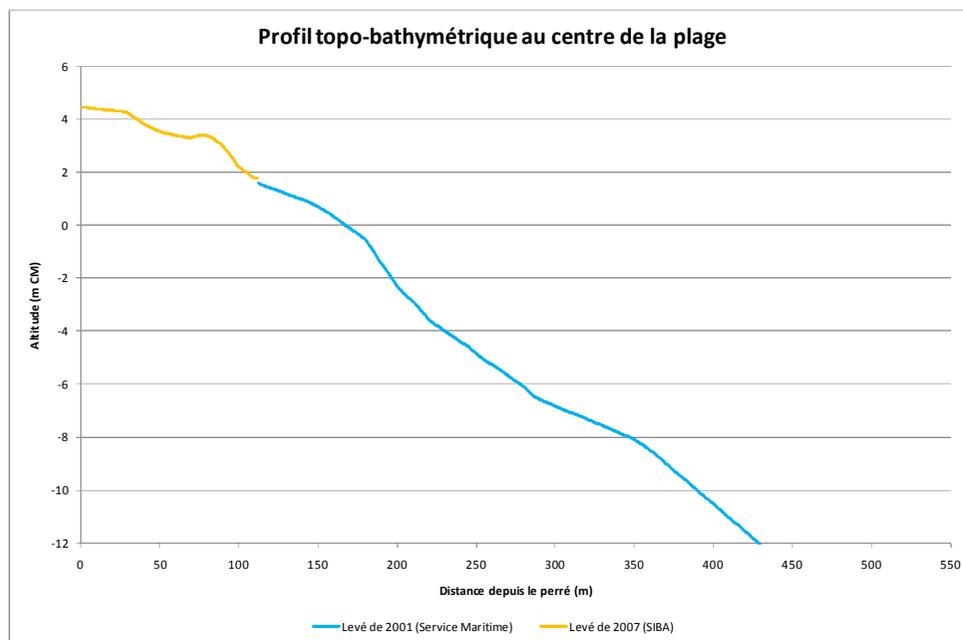
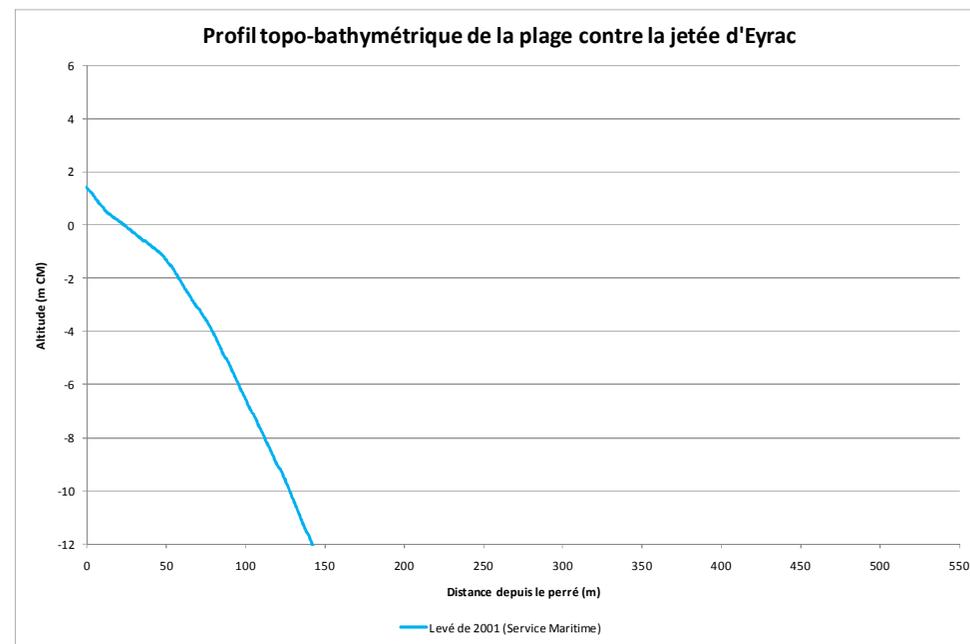
Le rivage de la commune d'Arcachon est bordé par le chenal d'Eyrac, où confluent plusieurs chenaux du bassin interne : chenal de Mapouchet, chenal du Teychan, chenal du Gujan (cf. carte SHOM ci-dessous).

Selon le levé de 2001 fourni par les Services Maritimes (cf. figure ci-contre), le chenal se caractérise par des profondeurs pouvant atteindre -20 m CM au Nord de la jetée d'Eyrac. Ces profondeurs diminuent vers l'Est : l'isobathe -4 m CM se situe à 325 m du rivage devant le port (contre 210 m du rivage à proximité de la jetée).

La pente du flanc Sud du chenal s'accroît vers l'Ouest. Elle est de 2% près du port et passe à 11% près de la jetée.



Profils de plage



III.2. FACTEURS HYDRODYNAMIQUES

III.2.1. FLUCTUATIONS DU NIVEAU MARIN

La marée astronomique

Le Bassin d'Arcachon vit au rythme de la marée qui est de type semi-diurne de période 12h25. Selon les données du SHOM au marégraphe de la jetée d'Eyrac, les niveaux de la marée sont les suivants :

Niveaux de la marée à la jetée d'Eyrac (source : SHOM)

PBMA	BMVE	BMME	NM	PMME	PMVE	PHMA
0	0,4	1,35	2,53	3,45	4,35	4,86

La marée météorologique

Le niveau de la mer subit, en raison des phénomènes atmosphériques (vents, pression barométrique) et océanographiques (tempêtes), des surcotes et des décotes assez brusques d'amplitudes pouvant être plus importantes que celles liées à la marée proprement dite.

Les surcotes atteignent usuellement 20 à 30 cm, mais peuvent être de l'ordre du mètre dans des circonstances exceptionnelles.

III.2.2. COURANTS

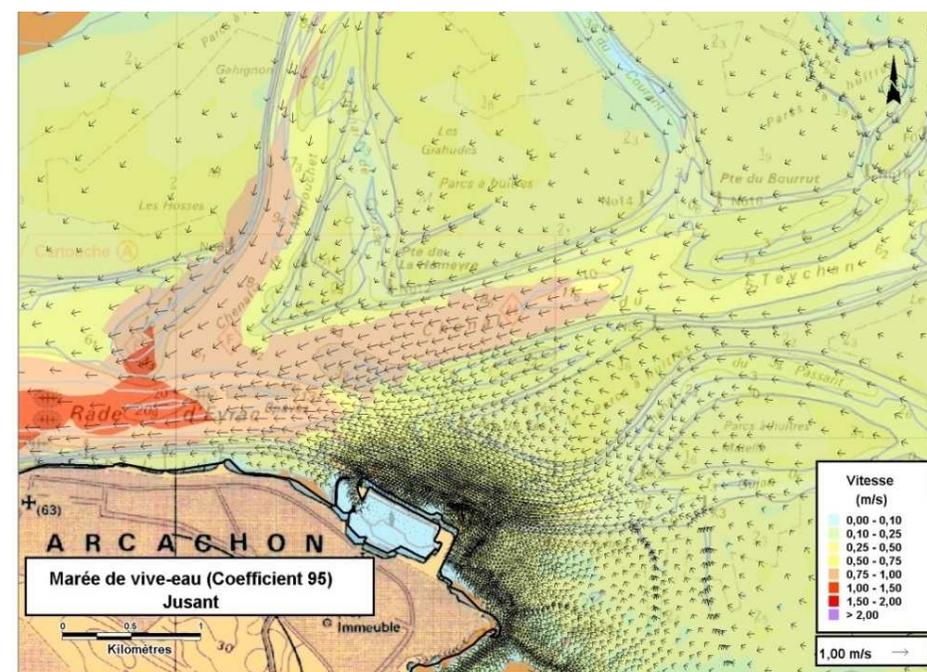
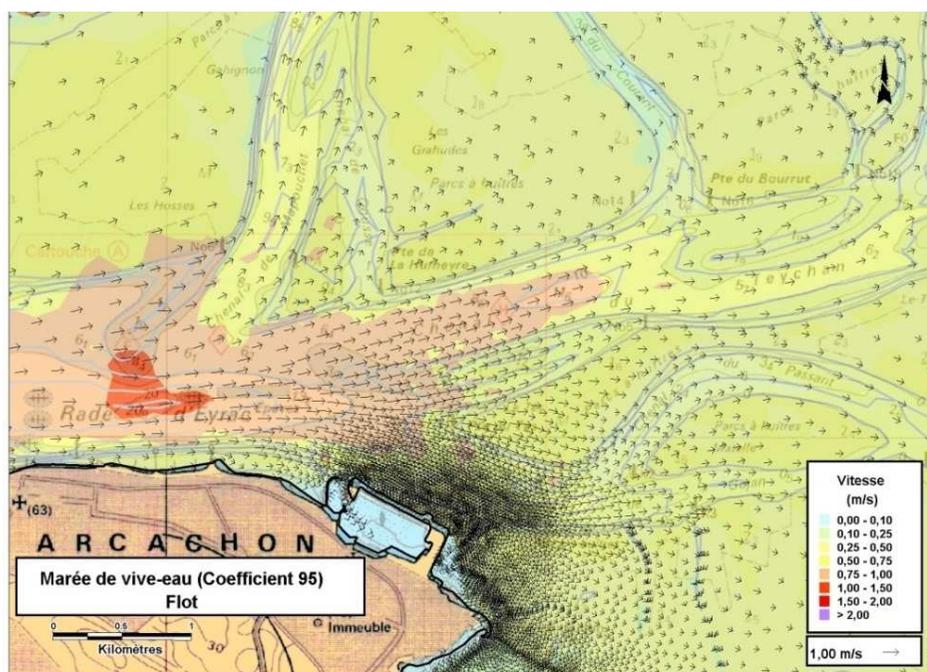
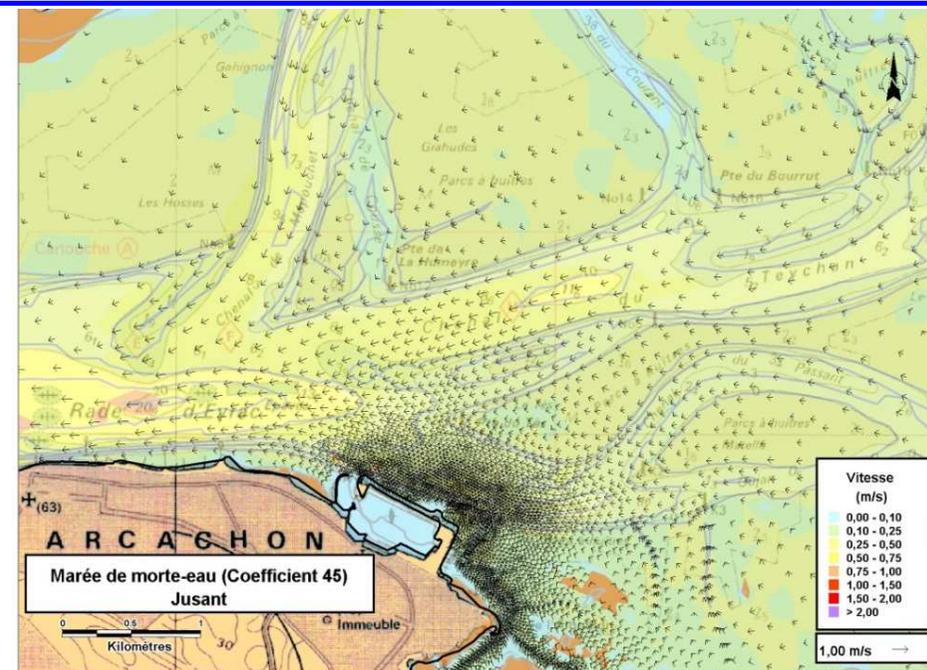
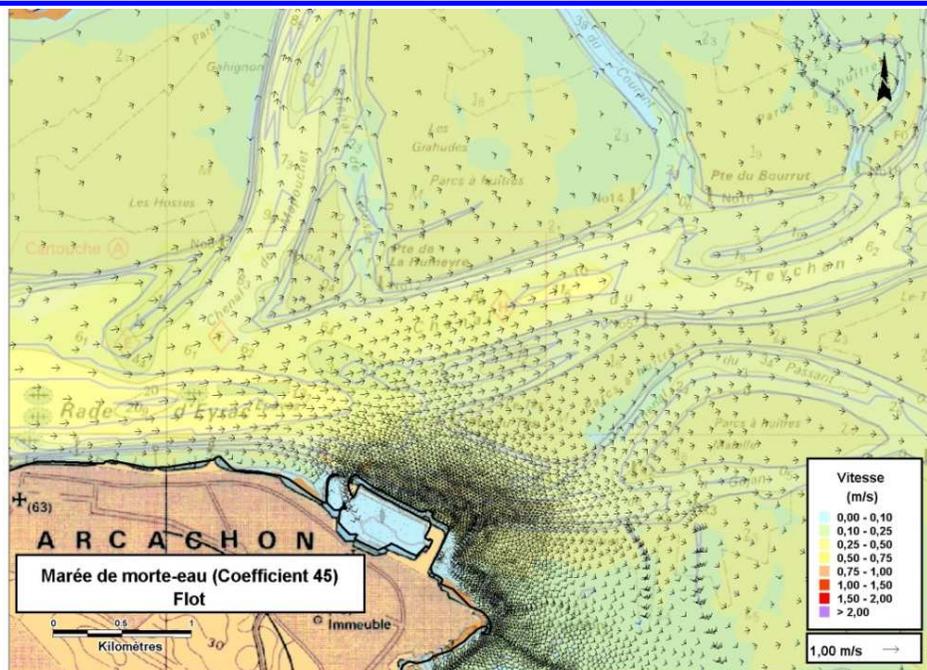
Le remplissage et la vidange du bassin par la marée induisent des courants de flot et de jusant dans l'ensemble du bassin et par conséquent dans le chenal d'Eyrac.

Selon les résultats existant du modèle numérique courantologique TELEMAC 2D (mis en place par SOGREAH pour les travaux sur l'amélioration de l'hydraulique du Bassin d'Arcachon), la durée du flot est plus longue que celle du jusant (20 min en vive-eau moyenne et 95 min en morte-eau moyenne).

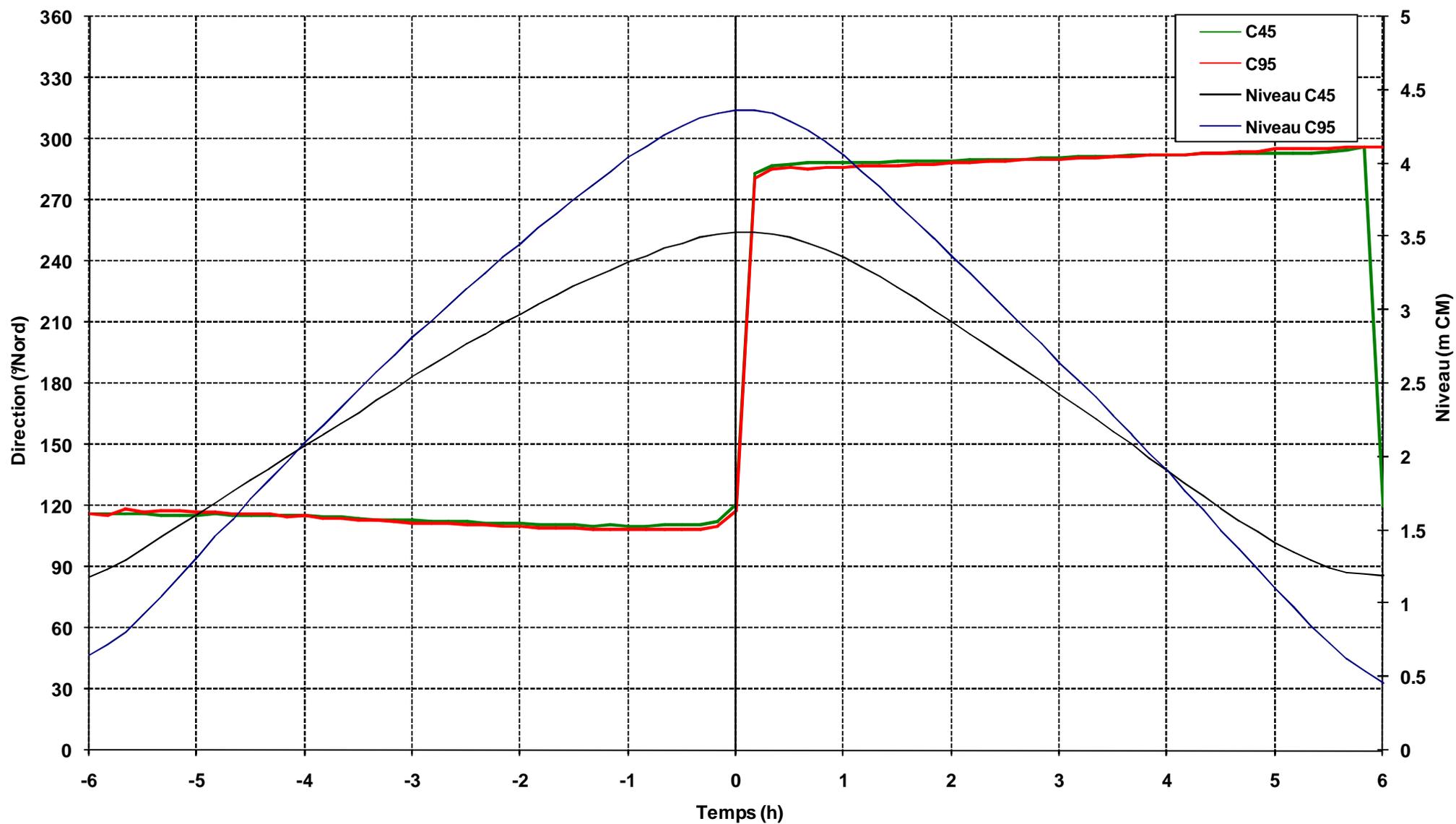
Les vitesses des courants peuvent atteindre dans la rade d'Eyrac, au flot et au jusant 1,0 à 1,5 m/s en vive-eau . Elles restent inférieures à 1,0 m/s en morte-eau. Ces vitesses sont plus intenses au jusant qu'au flot.

Sur les flancs du chenal, les vitesses s'atténuent. Les graphiques en pages 18 et 19 montrent qu'à -4 m CM, les vitesses sont inférieures à 0,5 m/s en morte eau et peuvent dépasser 0,6 m/s en vive-eau.

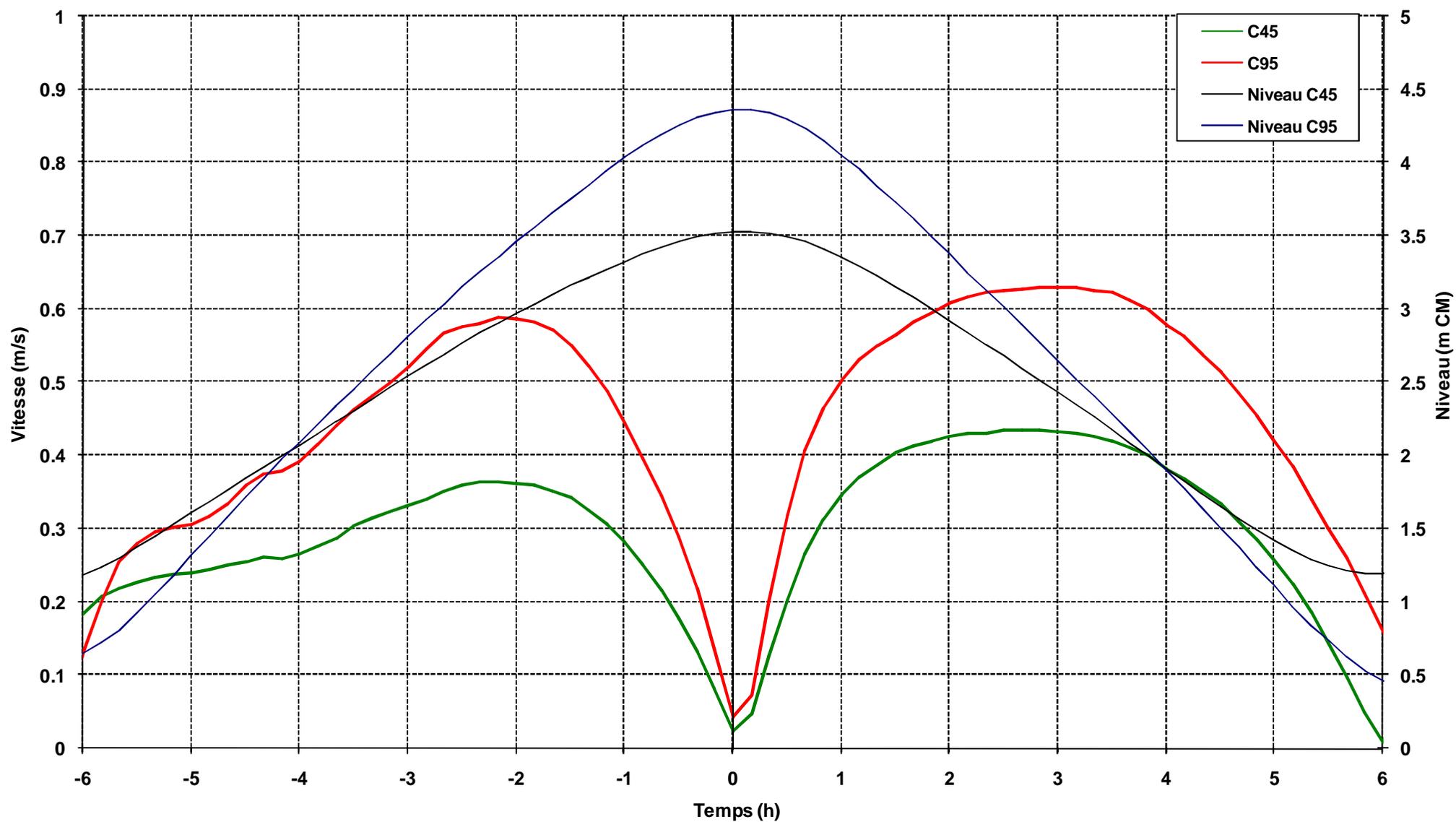
Des cartes de vitesses maximales de courant sont fournies en page suivante.



Directions des courants de marée en bordure du chenal d'Eyrac (à -4 m CM)



Vitesses des courants de marée en bordure du chenal d'Eyrac (à -4 m CM)



III.2.3. AGITATIONS

Entre la jetée d'Eyrac et le port, le rivage est soumis aux clapots levés par les vents de secteur Ouest à Est soufflant localement sur le Bassin d'Arcachon. Sur ce secteur, les vents majoritaires proviennent du secteur Nord-Ouest.

Les clapots les plus importants sont levés au moment des pleines-mers où les distances de fetch sont les plus importantes. Leurs caractéristiques (hauteurs, direction) sont fonction de l'intensité et de la direction du vent. Des valeurs caractéristiques de clapot sont données dans le tableau suivant.

Estimation des caractéristiques des clapots au droit de la jetée d'Eyrac

Direction	Fetch		Intensité du vent (en m/s)				
			5	10	15	20	25
Ouest	6,7 km	Hauteur significative (m)	0,2	0,5	0,8	1,0	1,2
		Périodes pic (s)	1,9	2,7	3,1	3,6	4,0
Nord-Ouest	7,5 km	Hauteur significative (m)	0,2	0,5	0,7	0,9	1,1
		Périodes pic (s)	1,8	2,6	3,1	3,5	3,9

Compte tenu de la configuration du bassin et des fonds, les clapots restent généralement inférieurs à 1,0m et peuvent atteindre exceptionnellement 1,2 m. Les périodes de pic restent comprises entre 1 et 4 s.

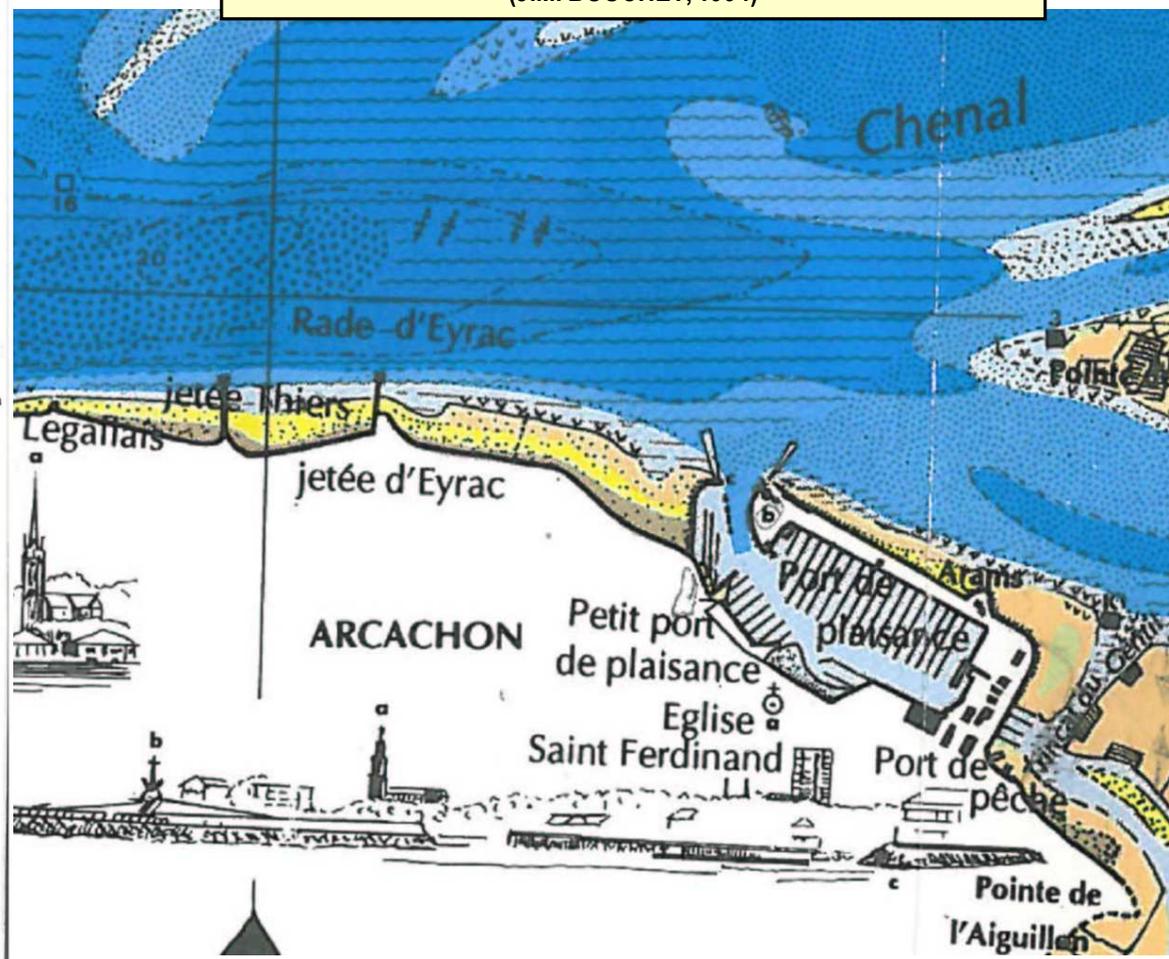
III.3. NATURE DES FONDS

Selon la carte de J.M. Bouchet, la plage et les fonds du chenal d'Eyrac sont constitués de sables dont la composition granulométrique doit être comprise entre 180 et 250 µm. Les particules fines transitant avec la marée peuvent sédimenter à l'étales.

Pour information, à l'intérieur du port, la composition des sédiments est différente, caractérisée par des limons fins avec un grain moyen compris entre 35 et 100 µm (partie avale du port – au droit de la station). Le pourcentage de particules inférieures à 63 µm est compris entre 44 et 60%.

- II - SABLES FINS TERRIGÈNES.**
Ce sont des sables bien calibrés. Grain moyen du sédiment: 0,160 mm à 0,200 mm. Teneur en particules fines : 0 à 2 % . Peuplement riche en coquillages : la venus *Venus gallina* 4, la mactre *Macra corallina* 5, le couteau *Solen marginatus* 6, la telline *Tellina tenuis* 7, le pied de pélican *Aporrhais pes-pelicanus* 8, le dentelle *Dentalium vulgare* 9, l'oursin des sables *Echinocardium cordatum* 10, les étoiles de mer *Astropecten irregularis* 11, *Luidia ciliaris* 12, *Ophiura texturata* 13, la crevette grise *Crangon crangon* 14, et de nombreux poissons : le rouget *Mullus surmuletus* 15, le grondin papillon *Trigla lucerna* 16 et la sole *Solea solea*. Cette unité offre la plus grande richesse en espèces et la plus forte biomasse des unités de substrat toujours immergé sans végétation.
- III - SABLES FINS DUNAIRE.**
Ces sables sont très largement représentés dans le Bassin et dans les passes d'entrée: ce sont les dunes sous -marines dont l'émersion est possible aux basses mers de grandes vives-eaux. Ils sont toujours liés à l'unité suivante. Grain moyen du sédiment: 0,200 mm à 0,250 mm. Les particules fines restent en suspension au -dessus du fond, et peuvent sédimenter aux étales.
Le peuplement est essentiellement formé de gros lamellibranches: la grande mactre *Macra glauca* 17, la vernie *Callista (Meretrix) chione*, les couteaux *Solen siliqua* 18 et *Solen ensis* 19, les bucardes épineuses *Cardium aculeatum* 20 et *Cardium echinatum* 21. La grande vive *Trachinus draco* 22 est le poisson caractéristique.
- IV - SABLES MOYENS DUNAIRE.**
Grain moyen du sédiment: 0,250 à 0,500 mm. Unité bien représentée sur le talus des plages océanes et des bancs des passes d'entrée. Comme pour l'unité précédente, leur émergence est possible aux basses mers de grandes vives-eaux. Le mollusque lamellibranche « lavagnon » ou « lagagnon », *Donax trunculus* 23 est caractéristique, ainsi que les poissons, lançon, ou équille, ou « trouque sable » à Arcachon, *Ammodytes lanceolatus* 24, et la petite vive *Trachinus vipera* 25.
- V - SABLES MOYENS.**
Même grain moyen que précédemment. La structure du fond est caractérisée au large par des mégarides de 25 à 30 mètres de longueur d'onde et de 1 mètre d'amplitude. Les crêtes sont orientées nord-sud. Dans les chenaux du Bassin, elles sont orientées perpendiculairement à l'axe du courant dominant. Leur amplitude est la même. Bien souvent cette unité interfère avec la suivante ou la couvre partiellement. Ces fonds sont pauvres et peuplés par des petites crevettes de 10 à 15 mm de long: *Gastrosaccus spinifer*; par des vers annélides: *Nephtys cirrosa*, et par un petit oursin des sables de 10 mm: *Echinocardium vulgatum* 26.
- X - HERBIERS DE PETITES ZOSTÈRES (*Zostera noltii*).** Le sédiment est sablovaseux (5 à 25 % de particules fines), à vaseux (25 à 75 % de « fines »). Ces herbiers marins à feuilles étroites sont répartis au-dessus du zéro des marées entre +0,30 m et +2,80 m. La faune associée est extrêmement riche: la palourde *Venerupis decussatus* 35, la bulle *Acera bullata* 36, le bigorneau *Littorina littorea* 37, la nasse *Nassarius incrustatus* 38, la gibbule *Gibbula umbilicalis* 39, le *Bitium reticulatum* 40, et le crabe vert ou « enragé » *Carcinus maenas* 41.
- XI - SABLES DES PLATIERS ET DES PLAGES.**
Les sédiments sont voisins des sables fins terrigènes. Le grain moyen est de 0,180 mm à 0,250 mm et les teneurs en particules fines sont extrêmement variables. Entre 0 et +2,50 m. Les espèces les plus caractéristiques sont les coques *Cerastoderma (Cardium) edule* 42 et le vers des pêcheurs *Arenicola marina* 43. Sur les bancs des passes, vivent les lavagnons *Donax trunculus* 23 et *Donax vittatus*, ainsi que, les couteaux *Solen siliqua* 18 et *Solen ensis* 19.
- XII - SOMMETS DES PLAGES ET DES BANC.**
De +2,5 m à +4,60 m. Sables très variables, grossiers ou fins, des plages battues des passes d'entrée à celles de l'intérieur du bassin en mode calme. L'espèce caractéristique est le talitre ou puce de mer *Talitrus saltator* 44.
- XIII - SABLES TERRIGÈNES ENVASÉS.**
La sédimentation fine surimposée aux sables fins donne des sédiments plus ou moins compacts et riches en eau et en matière organique, selon un accroissement qui permet le passage progressif aux sables vaseux à vers annélide *Nereis diversicolor* 45 et aux palourdes *Scrobicularia plana* 46 et *Mya arenaria* 47 (clanque ou mye). Autre espèce, le petit crustacé *Corophium volutator* 48. Cette hypersédimentation est souvent rapide et provoquée par une diminution de la vitesse des courants due à l'installation d'herbiers ou à la présence de parcs à huîtres, soit encore à la mauvaise circulation des eaux dans le fond des chenaux et des ports découverts. Entre +2,25 et +3,40 m
- XIV - SABLES DELTAÏQUES DES CHENAUX EXONDABLES.**
Dans le delta de l'Eyre essentiellement. La présence du vers *Arenicola marina* 43 dépend du degré de dessalure.
- XV - PARCS À HÛTRES.**
Fonds du zéro des marées à +1,50 m. Sont représentés ici schématiquement les zones de captage et les parcs de culture. Il sont installés sur les platiers sableux ou sablovaseux plus ou moins compacts. La faune prédatrice est représentée par le bigorneau torpilleur *Ocenebra erinacea* 49, les étoiles *Asterias rubens* 50 et *Marthasterias glacialis* 51.

Extrait de la carte de l'environnement marin du Bassin d'Arcachon (J.M. BOUCHET, 1994)



III.4. EVOLUTION DES FONDS

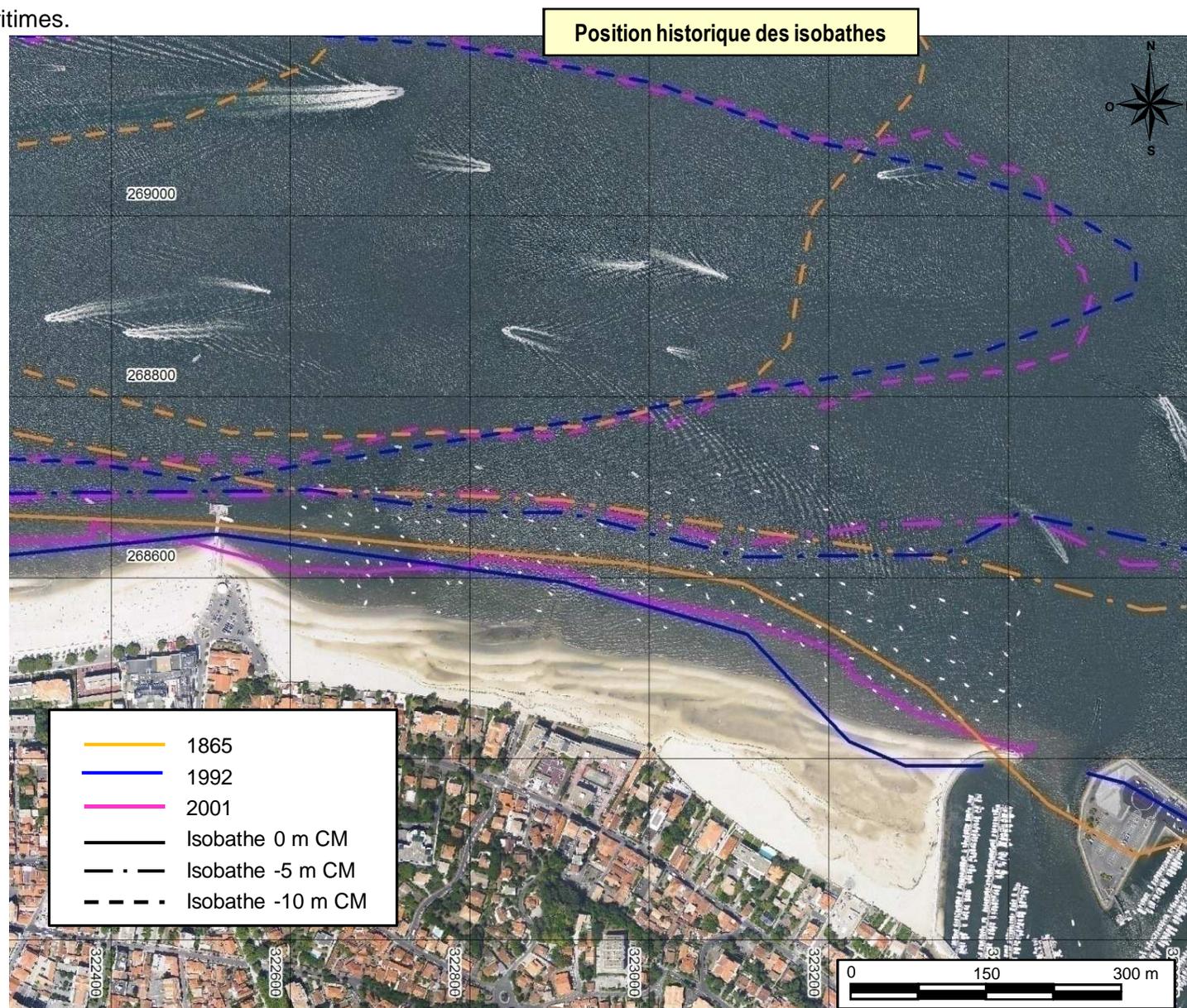
La position historique des isobathes a été étudiée à partir des levés bathymétriques suivants :

- levés de 1865 et 1992 fournis dans l'étude de l'IFREMER (1997),
- levé de 2001 fourni par les services maritimes.

La figure ci-jointe montre que :

- l'isobathe 0 m CM a reculé entre 1865 et 2001 (-30 à -90 m), soit -20 à -70 cm/an,
- l'isobathe -5 m CM est relativement stable à l'Est de la jetée d'Eyrac, avec toutefois de légères variations en direction du port d'Arcachon,
- l'isobathe -10 m CM, semble stable entre la jetée et le port. Par contre, il se caractérise sur la période 1865-1992, par un déplacement vers le Sud de l'isobathe.

A noter que cette analyse présente une certaine incertitude liée à la précision du géoréférencement des cartes de 1865 et 1992 (erreur de +/- 6m), ainsi qu'à la précision et aux moyens mis en œuvre pour la réalisation des levés (erreur non connue).

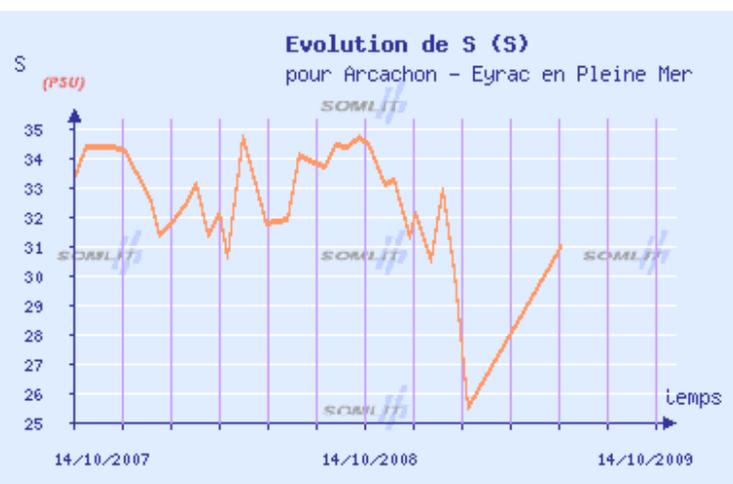
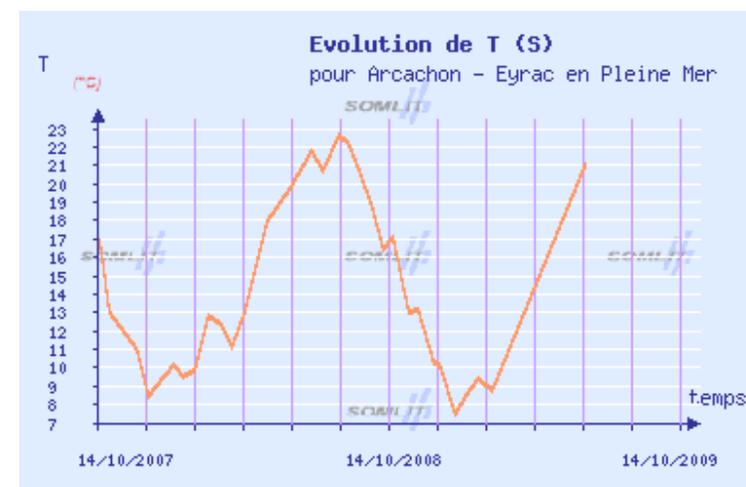


III.5. QUALITE DES EAUX DU BASSIN

Les données de qualité des eaux du Bassin d'Arcachon sont issues de la base de données SOMLIT (disponible sur Internet) qui regroupe les mesures de la station marine. Les résultats présentés ci-après proviennent de la station d'Eyrac où les mesures sont réalisées quotidiennement à pleine-mer.

III.5.1. TEMPERATURE

Selon le graphique suivant, la température oscille entre 7 et 23°C. Elle est régulée par la température de l'air : plus chaude en été et plus froide en hiver.



III.5.2. SALINITE

Les valeurs mesurées fluctuent globalement entre 30 et 35 PSU. Elles peuvent être marquées par des dessalures où la salinité chute à 25 PSU.

Les dessalures se produisent le plus souvent au cours du premier semestre de l'année, c'est-à-dire pendant les saisons hivernales et printanières. Elles peuvent plus rarement intervenir en automne.

Ces variations sont principalement liées aux débits des cours d'eau tributaires du bassin.

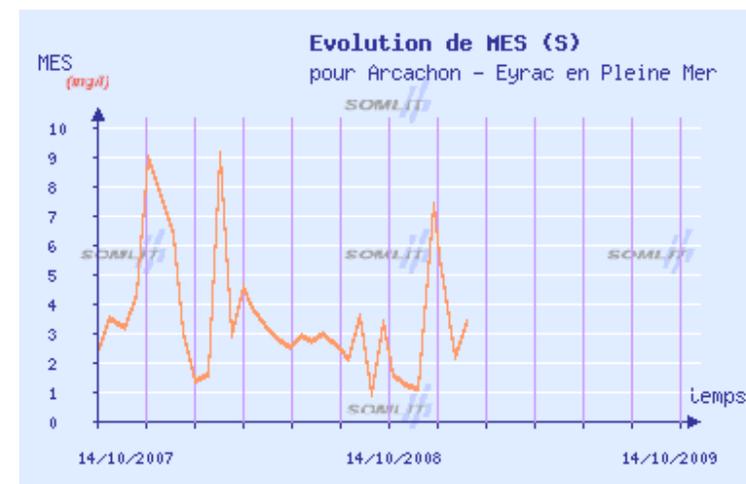
III.5.3. MATIERES EN SUSPENSION

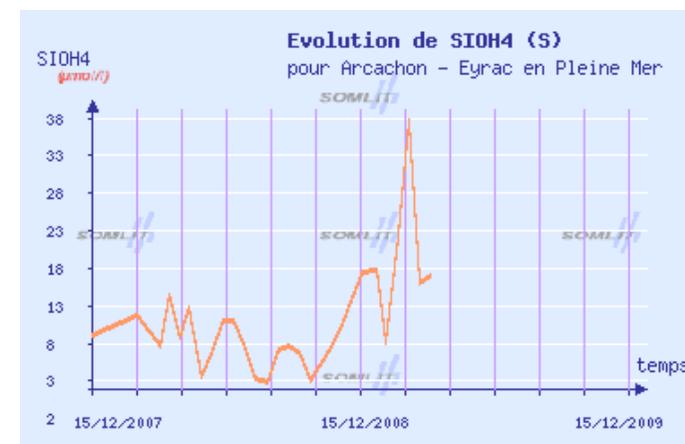
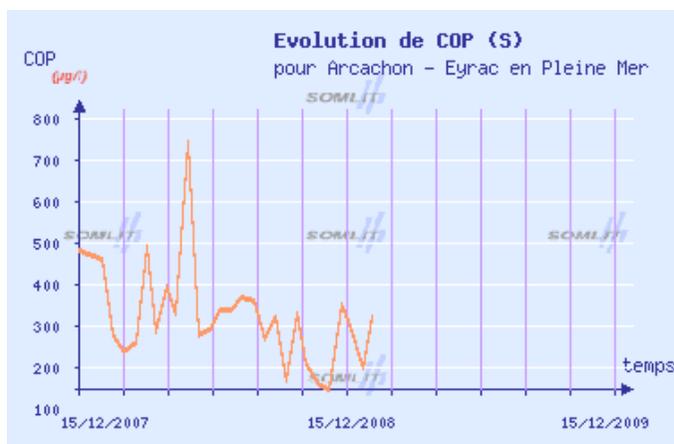
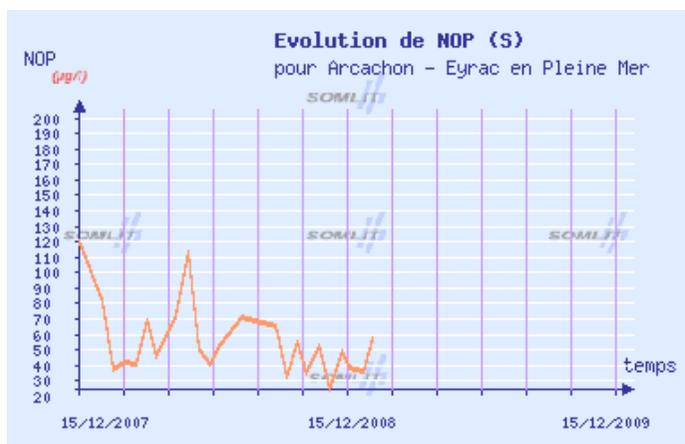
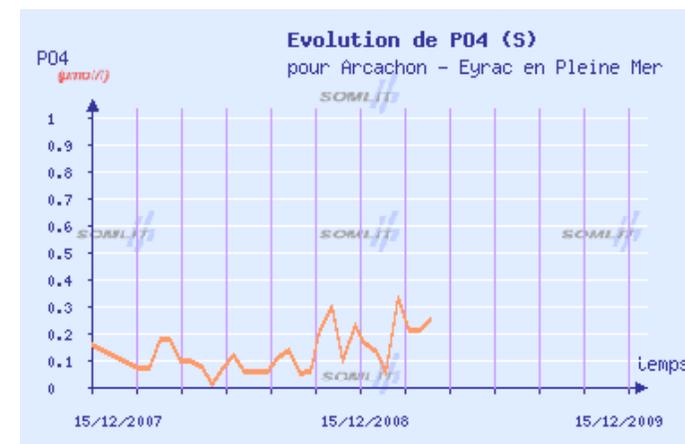
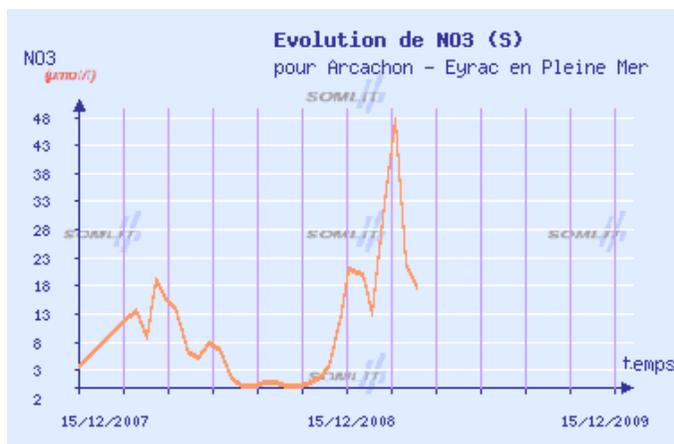
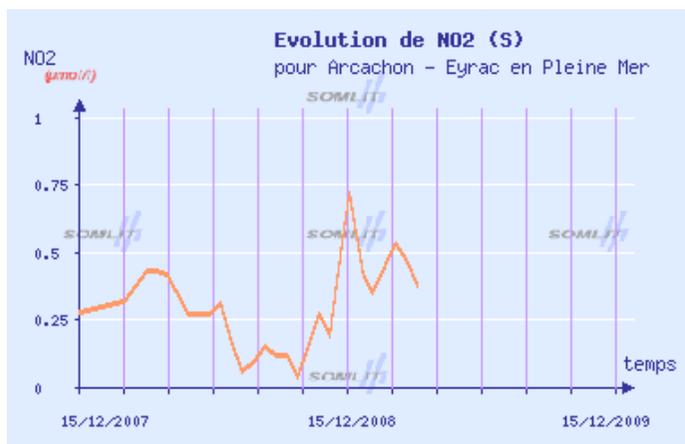
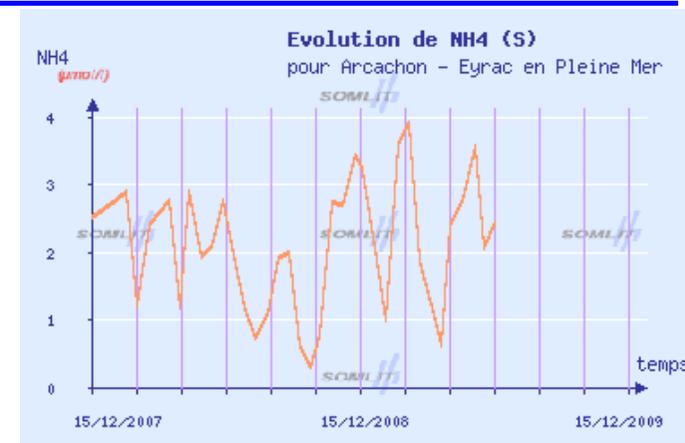
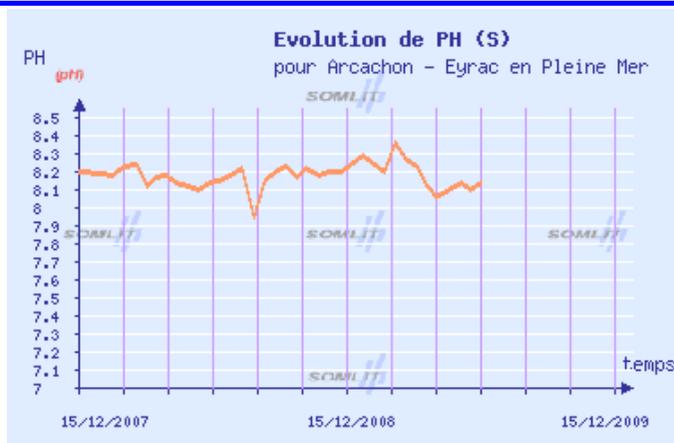
Selon le graphique ci-contre, la concentration en MES (Matières En Suspensions) varie entre 1 et 9 mg/l.

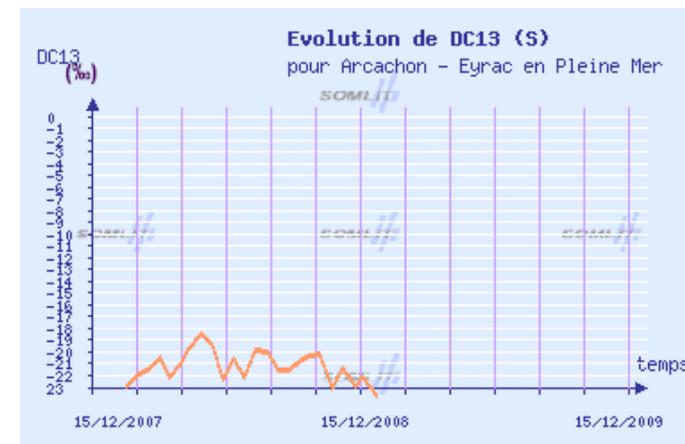
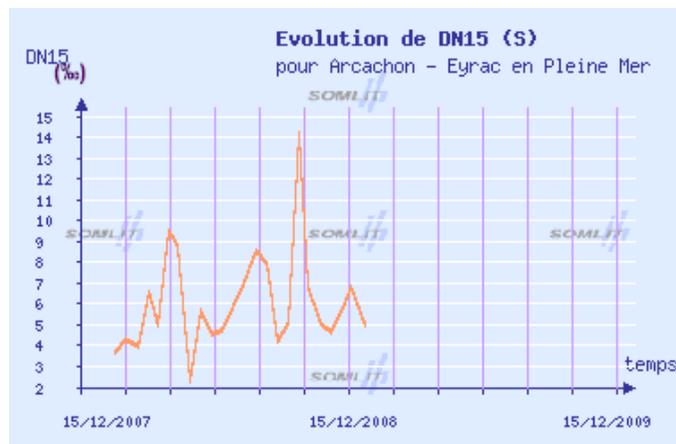
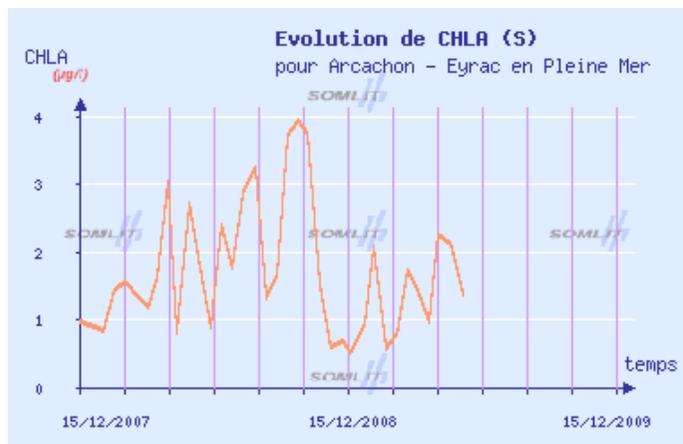
La quantité de MES dans l'eau est soumise à de fortes variations temporelles dont l'alternance basse-mer/pleine-mer n'est pas la seule responsable. Les variations pourraient être liées au vent qui provoque la remise en suspension du sédiment par l'intermédiaire des clapots (Ifremer *et al.*, 1994).

III.5.4. AUTRES PARAMETRES

Les graphiques fournis pour les autres paramètres mesurés par la station marine sont donnés en page suivante.







Nous ne possédons pas de mesures de qualité des eaux présentes à l'intérieur du port d'Arcachon.

Compte tenu, des activités de pêche, de plaisance, de carénage,... les eaux du port sont susceptibles d'être chargées en polluants (macro-déchets, hydrocarbures, MES plus importantes en raison des sédiments plus fins, ...).

III.6. LE MILIEU NATUREL ET VIVANT

III.6.1. ESPACES NATURELS PROTEGES OU INVENTORIES

Les différentes zones naturelles de protection et d'inventaire sont issues des données de la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement). Il ressort que la zone d'étude se situe dans le périmètre des zones suivantes :

- ZNIEFF de type II du Bassin d'Arcachon (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique),
- ZICO du Bassin d'Arcachon (Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux),
- SIC du Bassin d'Arcachon (non répertoriée à ce jour, mais à considérer selon les recommandations de la DIREN Aquitaine).

Ces classements ne sont pas des mesures de recommandations en tant que tel. Mais, à travers la jurisprudence, ils prennent une valeur juridique de fait, comme expertise écologique.

III.6.2. HERBIERS DE ZOSTERES

Selon la cartographie de J.M. BOUCHET (1994 – carte en page 21), une partie du chenal d'Eyrac est couverte en bordure par des herbiers de grandes zostères (*Zostera marina*). Il s'agit de graminées à feuilles larges. Leur présence est un facteur important puisque cette espèce est considérée comme menacée, et donc à protéger.

III.7. USAGES ET ACTIVITES HUMAINES

III.7.1. PLAISANCE ET MOUILLAGE

Un trafic important de navires plaisanciers existe sur le secteur, du fait de la présence du port d'Arcachon (environ 2700 anneaux) et d'une zone de mouillage en bordure de la plage.

Le tirant d'eau des bateaux de plaisance est inférieur à 2 m.

III.7.2. PECHE

L'essentiel de la pêche a lieu toute l'année pour les espèces propres au bassin et de mars à octobre pour les espèces migratrices (IFREMER, 1997). De nombreux navires de pêche circulent dans le chenal d'Eyrac pour rejoindre le port d'Arcachon (le tirant d'eau des bateaux de pêche est au maximum de 4,2 m).

III.7.3. OSTREICULTURE

Les zones d'estran comprises entre les plages et les chenaux sont occupées par de nombreux parcs d'élevage de l'huître. Toutefois, il n'existe pas de parcs à proximité du site d'étude.

III.7.4. BAIGNADE

Les plages d'Arcachon sont caractérisées par une très forte activité balnéaire en période estivale.

IV. SOLUTIONS D'IMPLANTATION DE LA PRISE D'EAU

IV.1. LES TYPES DE PRISE D'EAU ENVISAGEABLES

Il existe plusieurs solutions techniques pour la prise d'eau directe en mer :

- prise d'eau sur estacade,
- prise d'eau avec conduite et tête immergée,
- prise d'eau en canal à surface libre (amenée d'eau à surface libre – solution réservée pour des débits de pompage important),
- prise d'eau sur la plage par prélèvement de la nappe phréatique saumâtre (solution non envisageable au vu des besoins en terme de qualité).

En raison des caractéristiques du site et des besoins identifiés, seules les deux premières solutions semblent adaptées au site. Elles sont décrites sommairement dans ce qui suit.

IV.1.1. PRISE D'EAU SUR ESTACADE

Cette solution consiste à réaliser une estacade perpendiculaire à la côte permettant de supporter les conduites et le système de pompage. La structure est fondée sur des pieux métalliques ancrés dans le sol.

Il n'est a priori pas envisageable de construire une nouvelle estacade sur le site d'Arcachon, compte tenu des contraintes réglementaires et d'insertion paysagères. Une prise d'eau sur estacade reviendrait donc à adapter les ouvrages actuels sur la jetée d'Eyrac (jetée gérée par la commune d'Arcachon et qui sert d'estacade pour la prise d'eau). Toutefois, l'ouvrage actuel tend à bouger lors des tempêtes, induisant un déplacement /destabilisation des conduites.

Compte tenu des ensablements à répétition autour de la crépine existante (située sur l'avant-dernier pieu aux environs de -1/-2 m CM), il conviendrait soit de déplacer la prise d'eau sur le dernier pieu (si les profondeurs sont suffisamment importantes), soit de prolonger la jetée ou l'ouvrage de prise d'eau en mer dans l'axe de la jetée, afin d'atteindre des fonds plus importants, plus favorables à l'implantation de la crépine.

Il est à noter que la commune d'Arcachon envisage à moyen terme des travaux de réhabilitation de cette jetée, qui empêcheront l'exploitation du système de pompage pendant la durée des travaux, voire nécessiteront la dépose/repose des installations.

Conduite actuelle en bout de jeté (entre la crépine et la station de pompage)



Conduite actuelle sous la jeté (après la station de pompage)



IV.1.2. PRISE D'EAU AVEC CONDUITE ET TÊTE IMMERGÉE

Cette solution consiste à mettre en œuvre une canalisation enterrée, équipée d'une prise d'eau immergée en son extrémité.

L'intérêt est qu'il n'y a aucun impact visuel et très peu d'influence sur le milieu naturel, notamment du point de vue sédimentologique.

La prise d'eau doit se situer en dehors des zones de mouvements sédimentaires. Au stade de l'étude de faisabilité, nous avons pris comme hypothèse que l'ouvrage de prise d'eau serait implanté à -4 m CM, car :

- il n'est pas envisageable de se mettre au-dessus de -3 m CM car les mouvements de sable sont importants (la prise d'eau actuelle aujourd'hui située entre -1 et -2 m CM subit des phénomènes d'ensablement et la profondeur limite d'action des houles se situe à -3 m CM),
- cela permet d'assurer une hauteur d'eau au-dessus de l'ouvrage d'au minimum 2 m à basse-mer et de limiter fortement la venue d'air avec les clapots,
- une profondeur plus importante impliquerait une aspiration difficile avec un groupe de pompage à terre,
- une position plus éloignée au large amènerait un emplacement dans le chenal de navigation.

Pour ce type de prise d'eau le système de pompage peut être de deux types :

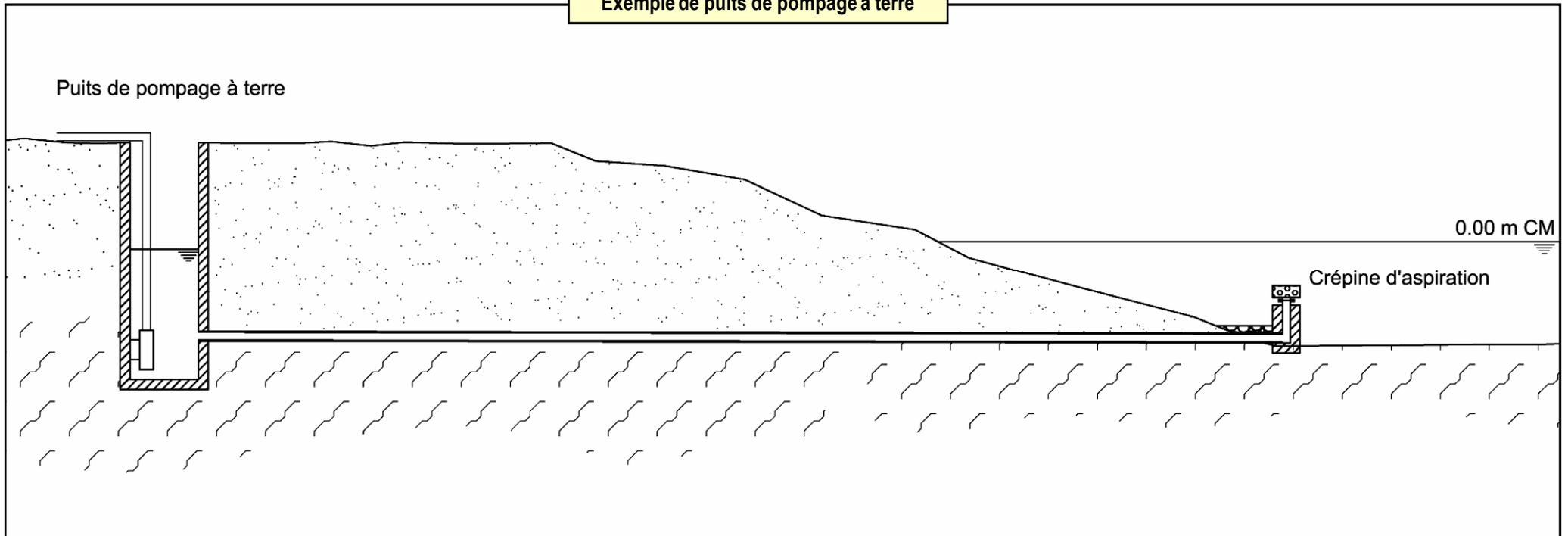
- soit un pompage directement dans la conduite avec une station de pompage à terre ou en mer qui permet de refouler l'eau jusqu'aux réservoirs,
- soit un pompage dans un puits construit à terre et alimenté gravitairement par une canalisation (un schéma de principe est donné en page suivante).

La seconde solution présente l'intérêt d'être relativement simple en terme de fonctionnement et de maintenance, mais implique des travaux conséquents et une certaine emprise à terre pour créer le puits. A ce stade de faisabilité, nous avons retenu le premier cas, avec un pompage à terre (même principe que le système actuel). Toutefois, le système par puits de pompage pourra être étudié en phase de conception si le client le souhaite.

Pour ce type d'ouvrages immergés, la conduite d'aspiration doit être enterrée de manière à ne pas être mise à nu par les phénomènes d'érosion des fonds. A ce stade du projet, nous envisageons pour le moment un ensaulement de 1 à 1,5 m sous le niveau des fonds pour se prémunir des érosions.

Les moyens de construction d'une telle solution sont assez spécifiques. Ils sont expliqués au chapitre 6.

Exemple de puits de pompage à terre



IV.2. SOLUTIONS D'IMPLANTATION

Trois solutions d'implantation de la prise d'eau ont été envisagées. Elles sont localisées sur la carte ci-contre et décrites en suivant.



Orthophotolittoral 2005 (SIBA)

IV.2.1. SOLUTION 1

La première solution consiste à adapter la solution existante, c'est-à-dire à placer la prise d'eau au bout de la jetée d'Eyrac.

Les deux crépines seraient implantées le long d'un pieu en extrémité de la jetée. Aujourd'hui, la prise d'eau ne se situe pas tout à fait à l'extrémité de la jetée. Pour éviter les problèmes d'envasement actuellement rencontrés, les prises d'eau pourraient être déplacées sur le dernier pieu de la jetée, situé en bout de jetée, de manière à atteindre des plus grandes profondeurs. Il faudrait que celles-ci se situent au plus haut à -3,5 m CM. Si de telles profondeurs ne sont pas rencontrées au bout de l'actuel jetée, la solution serait de prolonger la jetée ou le système de prise d'eau. Cela pourrait être envisagé dans le cadre de la réfection de la jetée d'Eyrac en concertation avec la commune d'Arcachon.

La station de pompage (avec les deux groupes de pompage) serait placée sur la jetée (comme actuellement).

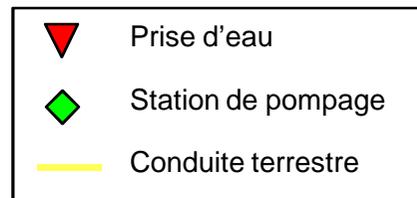
Cette solution nécessite de mettre en place des conduites de refoulement d'environ 1150 m de long entre la station pompage et le futur bâtiment. Afin de limiter les coûts et les travaux en zone urbaine, les conduites pourraient être implantées sur le haut de plage, en pied de perré.

Compte tenu du projet de réfection de la jetée d'Eyrac d'ici quelques années, la solution pourrait consister :

- dans un premier temps à garder le système « prise d'eau/station de pompage » actuel et ainsi de ne créer que les conduites terrestres d'aménées,
- dans un second temps à modifier le système « prise d'eau/station de pompage » en même temps que les travaux de réfection de la jetée d'Eyrac.



Emplacement de la solution 1



Orthophotolittoral 2005 (SIBA)

IV.2.2. SOLUTION 2

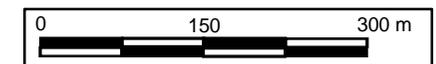
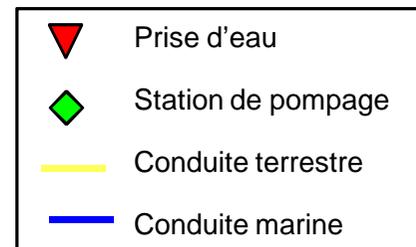
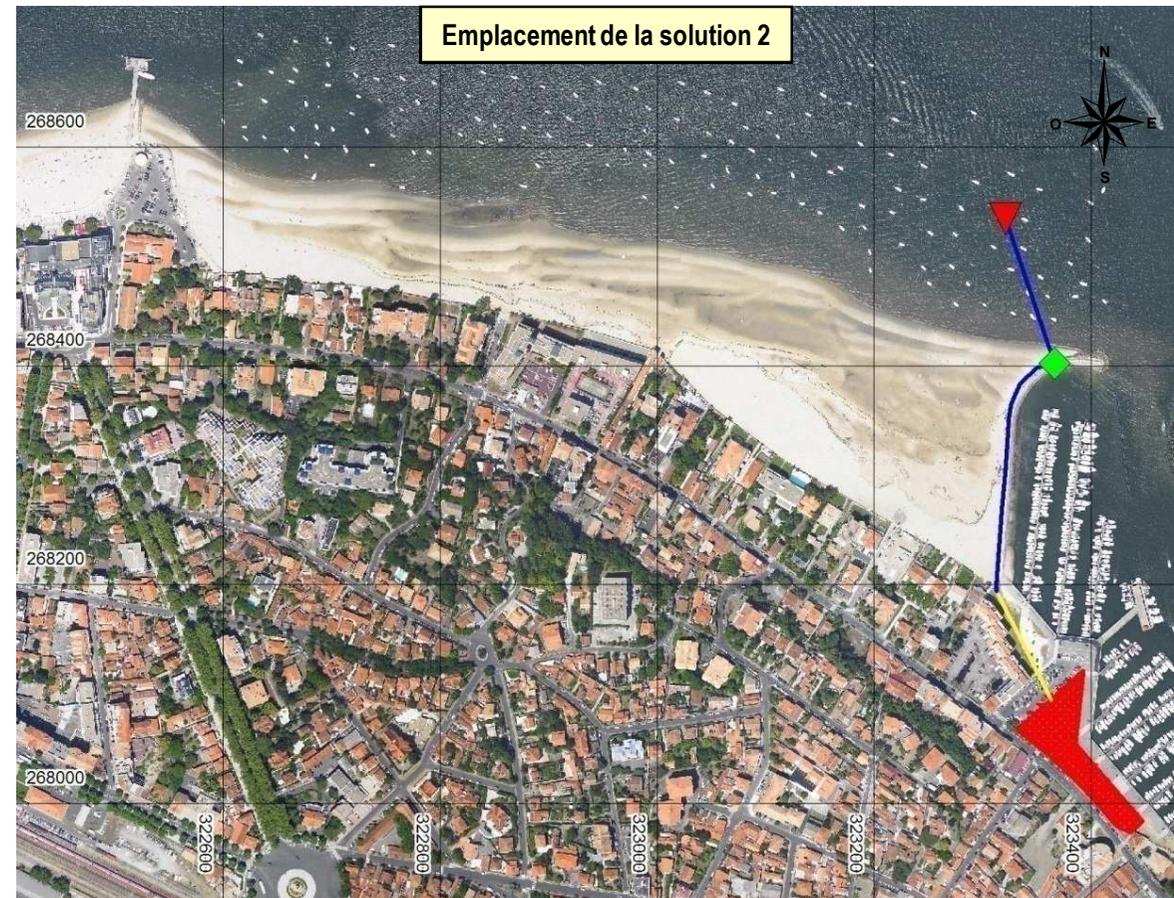
La solution 2 consiste à mettre en œuvre une conduite immergée avec un pompage à terre. Elle correspond à la solution la plus proche de la station marine.

L'ouvrage de prise d'eau serait implanté au Nord de la jetée Ouest du port d'Arcachon, par des fonds situés à environ -4 m CM (avec des crépines positionnées à 1,5 m au-dessus des fonds).

Les pompes seraient mises en place dans un cuvelage en béton armé, implanté sur la digue de protection Ouest du port d'Arcachon.

Cette solution nécessite de créer environ 450 m de conduites :

- 150 m de conduites d'aspiration immergées entre la prise d'eau et les stations de pompage,
- 200 m de conduites de refoulement situées sur l'éstran et la plage,
- 100 m de conduites de refoulement terrestres pour rejoindre le futur bâtiment.



Orthophotolittoral 2005 (SIBA)

IV.2.3. SOLUTION 2 BIS

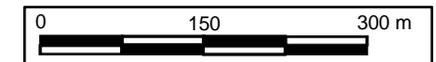
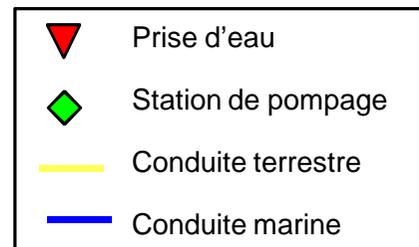
La solution 2 bis est une variante de la solution 2, puisqu'elle propose également, la réalisation d'une conduite immergée avec pompage à terre. Cette solution est proposée pour limiter le linéaire des conduites immergées (sous la basse-mer), car leur mise en place nécessite des travaux maritimes délicats.

Comme pour la solution précédente, l'ouvrage de prise d'eau serait implanté à -4 m CM, mais à une position intermédiaire entre la jetée d'Eyrac et le port, là où l'isoligne -4 m CM est la plus proche de la côte.

Les pompes seraient mises en place dans un cuvelage en béton armé, implanté sur le front de mer, ce qui implique une distance d'aspiration importante.

Cette solution nécessite de créer environ 720 m de conduites :

- 220 m de conduites d'aspiration marines (immergées et sur l'estran),
- 500 m de conduites de refoulement terrestres (implantées sur le haut de plage, en pied de perré,) jusqu'au futur bâtiment.



Orthophotolittoral 2005 (SIBA)

V. DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS

V.1. LA PRISE D'EAU

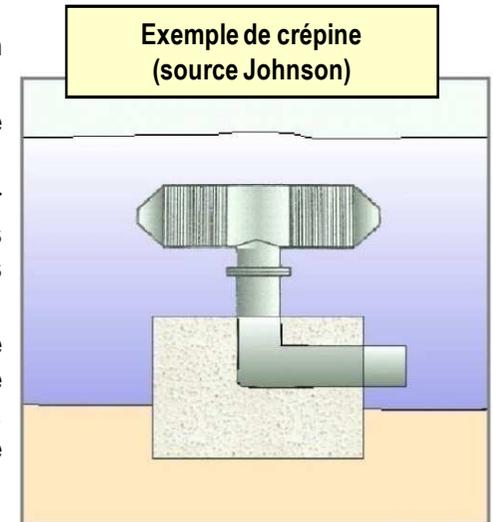
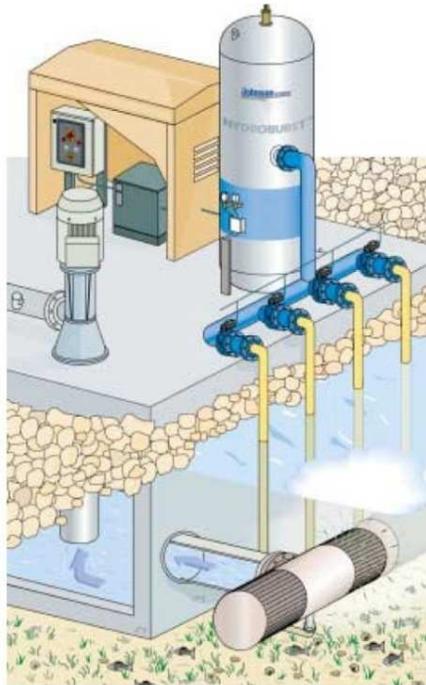
L'ouvrage de prise d'eau est muni d'une crépine qui permet de limiter la vitesse d'entrée et de filtrer les particules en suspension, par le biais d'une toile filtrante en inox en général.

La crépine devra être dimensionnée pour un débit de pompage de 65 m³/h, une vitesse d'aspiration de 0,2 m/s et une surface ouverte de 62,5%.

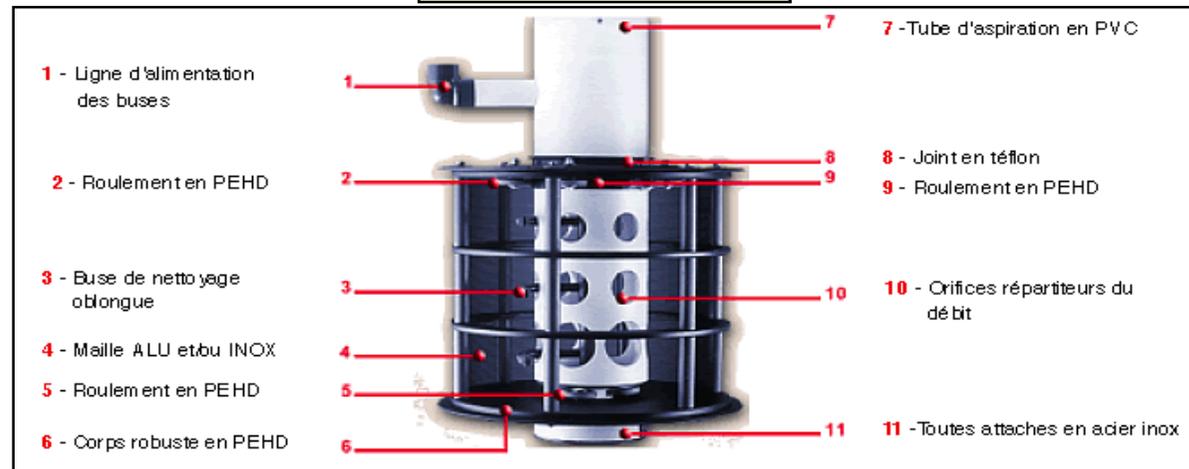
Dans le cas de la solution 1, les crépines seraient positionnées au bout des conduites, fixées sur un pieux de la jetée ou sur une nouvelle structure métallique dans le prolongement de la jetée. Dans le cas des solutions 2 ou 2 bis, les crépines seraient supportées par un petit ouvrage en béton armé et implanté en première approche par des fonds de -4 m CM. Des schémas de principe sont donnés en pages 41-42.

A noter qu'il existe des systèmes de décolmatage des crépines. Cela peut être assuré par insufflation d'air, grâce à un tube d'amenée d'air en parallèle qui envoie de l'air comprimé sur la crépine. D'autres systèmes, possèdent une cage tournante autour de la crépine, grâce à un tuyau ombilical qui achemine de l'eau de mer sous pression depuis la station de pompage. Toutefois, ces systèmes sont principalement utilisés en rivière et semblent peu adaptés à une utilisation marine dans une zone peu protégée.

Exemple de système de nettoyage par injection d'air (source Johnson)



Exemple de crépine à cage tournante (source Gedo)



V.2. LE SYSTÈME DE POMPAGE

Le tableau ci-après présente le dimensionnement de la canalisation et de la puissance par groupe de pompage (sachant qu'il est prévu deux groupes).

Qn représente le débit moyen de pompage: il suppose un fonctionnement de 4 heures par jour lors des jours de consommation de pointe.

NME représente le niveau moyen dans le bassin: ce niveau n'est pas constant et impacte le fonctionnement des groupes de pompage.

NTP représente le niveau du trop plein des futurs réservoirs: ce niveau est obtenu en supposant une hauteur des bâtiments de 10 m, correspondant à la hauteur de ce trop plein, avec une cote au sol de 3,40 mNGF.

ΔH représente les pertes de charges, sur la base d'une rugosité de 1 mm (correspondant à une rugosité pendant l'utilisation). Les pertes de charges singulières sont incluses par une sécurité de 10%.

pour Q=65 m³/h k=1mm PEHD PN10	DN EXT	DN INT	mCE/km
	125	115	49,24
	140	129,7	26,04
	160	148	8,6

	Q _n (m³/h)	HMT _n													total
		altimétrie			aspiration					refoulement					
		NME (mCM)	NTP (mCM)	H _{géo} (mCE)	linéaire (ml)	Dn _{int} (mm)	V _{cana} (m³)	v (m/s)	ΔH (mCE)	linéaire (ml)	Dn _{int} (mm)	V _{cana} (m³)	v (m/s)	ΔH (mCE)	
Solution 1	65 m3/h	2,53	15,4	12,87	8	115	0,1	1,7	0,4	1150	115	11,9	1,7	62,3	75,6 mCE
Solution 2	65 m3/h	2,53	15,4	12,87	140	148	2,4	1,0	1,3	310	115	3,2	1,7	16,8	31,0 mCE
Solution 2bis	65 m3/h	2,53	15,4	12,87	215	148	3,7	1,0	2,0	505	115	5,2	1,7	27,4	42,3 mCE

Le tableau ci-après présente le risque de cavitation des trois solutions: en effet, pour les sites 2 et 2bis, la station de pompage est éloignée de la crépine d'aspiration ce qui augmente les risques de cavitation. C'est pour cela que les diamètres d'aspiration dans le tableau précédent sont plus importantes et que la station de pompage ne peut se situer à l'intérieur de la station marine (induisant une longueur d'aspiration trop importante).

Pe représente la puissance électrique nécessaire pour un groupe de pompage, en fonctionnement nominal.

Le temps de séjour en pompage donne, en régime permanent le temps de séjour dans la canalisation de l'eau brute : il représente également le temps d'attente avant d'obtenir une eau ayant ce temps de séjour.

Hna dispo représente la hauteur absolue restante, qui doit être supérieure au NPSH de la pompe à mettre en place (à 70 m³/h, de l'ordre de 1,5mCE).

NBMVE représente le niveau bas en vives-eaux: il s'agit du cas défavorable, en situation nominale le niveau (NME) est 2 m plus haut.

	Pe	électricité	temps de séjour en pompage	NPSH				
				localisation pompes	NBMVE (mCM)	Npompes (mCM)	Haspiration (mCE)	Hna dispo (mCE)
Solution 1	23,0 Kw	2600 €/an	11 min	idem	0,4	5,6	-5,6	4,2
Solution 2	9,4 Kw	1100 €/an	5 min	digue en enrochement	0,4	4	-4,9	4,9
Solution 2bis	12,8 Kw	1400 €/an	8 min	passerelle piéton/cycliste	0,4	4	-5,6	4,2

Les calculs nous indiquent qu'il est difficile de maîtriser le temps de séjour pour le site 1: le respect des 10 minutes et d'une vitesse minimum dans les conduites autour de 2 m/s implique une conduite de faible diamètre, occasionnant des pertes de charges importantes. Avec un débit plus élevé à vitesse identique, les coûts en électricité seront moins importants.

Pour les solutions 2 et 2bis, le risque de cavitation est diminué:

- ✓ en augmentant le diamètre de la conduite sur la partie aspiration : cela augmenterait le risque de colmatage, sur la partie la moins accessible.
- ✓ en privilégiant le pompage pour un niveau supérieur à celui utilisé dans le calcul.

Le groupe de pompage sera ainsi asservi au niveau dans les réservoirs d'arrivée (par exemple à l'aide d'une ligne pilote reliant des poires de niveau et l'automate). Cette contrainte de fonctionnement pourra être corrélée au niveau d'eau dans le bassin et son évolution, permettant de privilégier un pompage au flot et de limiter les risques de cavitation en choisissant un pompage lorsque le niveau est assez haut.

Le débit de pompage retenu permet un grande souplesse d'utilisation puisqu'en situation de pointe, les pompes ne fonctionneront que 4 heures par jour : avec le groupe de pompage proposé, **le volume maximum d'exhaure est de 1300 m³/j en supposant un fonctionnement sur 20 heures.**

Les pompes étant prévues pour fonctionner avec une aspiration en dépression, il faudra s'assurer qu'elles sont auto-amorçantes ou prévoir d'amorcer manuellement les pompes.

Les deux pompes pourraient être installées dans un unique local semi-enterré de 7-10 m² environ.

V.3. LES CONDUITES D'AMENEES

Plusieurs types de conduites peuvent être utilisés pour les ouvrages de prise d'eau.

Pour la solution 1, nous avons retenu l'utilisation de conduites PVC, appropriées pour cette solution et de moindre coût.

Pour les solutions 2 et 2 bis impliquant des conduites en zone marine, les conduites peuvent être en acier, en béton, en fibre de verre ou en polyéthylène de haute densité (PEHD). A ce stade de faisabilité, nous recommandons des conduites PEHD, car :

- elles possèdent une bonne résistance à la corrosion en milieu salin (cycle de vie minimum de 50 ans),
- elles ont la particularité d'être relativement souples (pouvant s'adapter au profil sous-marin),
- leurs coûts de fabrication sont aujourd'hui moins élevés que des canalisations en acier.

Compte tenu des contraintes de vitesse à l'intérieur des conduites et des débits demandés, les diamètres des conduites seront de :

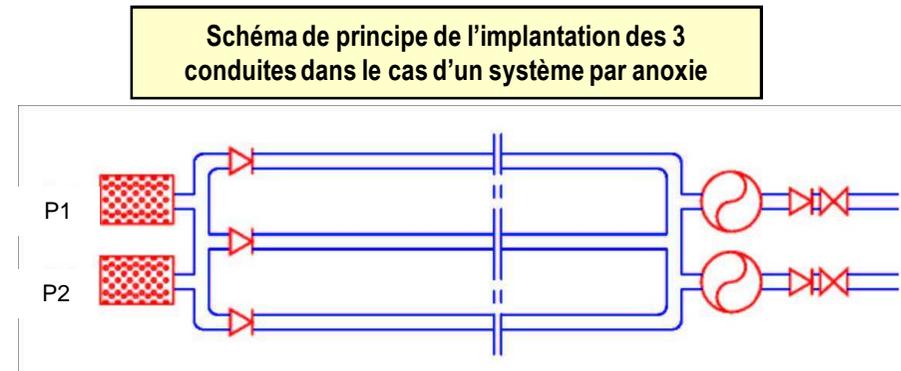
- diamètre (extérieur) Ø 125 mm pour la solution 1,
- diamètre (extérieur) Ø 160 mm pour les solutions 2 et 2 bis.

V.4. ENTRETIEN DES CONDUITES

Pour connaître les systèmes communément utilisés pour l'élevage d'espèces marines, nous nous sommes rapprochés d'aquariums en eau de mer. Deux aquariums nous ont répondu : l'aquarium de La Rochelle et celui de Brest.

Le premier ne dispose pas de prise d'eau. L'alimentation en eau de mer se fait par l'intermédiaire de camions qui remplissent les réservoirs une fois la semaine. L'entretien des canalisations entre les réservoirs et les aquariums se fait à l'aide de chlore et d'un furet.

L'aquarium de Brest possède, lui, des prises d'eau de mer avec des pompes immergées. L'entretien des conduites se fait par anoxie, à l'aide de trois conduites. Le principe consiste à fermer une des trois conduites dans laquelle l'eau n'est pas renouvelée pour permettre un appauvrissement en oxygène et donc une destruction des espèces. Pendant ce temps, les deux autres conduites sont utilisées pour l'alimentation de l'aquarium. Au bout d'environ 1 à 1,5 mois, l'eau appauvrie est pompée et rejetée, puis l'anoxie est basculée sur une autre conduite. Les conduites sont ainsi nettoyées à tour de rôle. A Brest, le nettoyage de la conduite qui a été en anoxie, se fait pendant 3-4 h. L'eau va dans une station d'eau de traitement, avant rejet en mer. Un tel système pourrait être envisagé pour la prise d'eau d'Arcachon, selon le schéma suivant (ici à l'amont, mais pourrait aussi être prévu à l'aval des pompes).



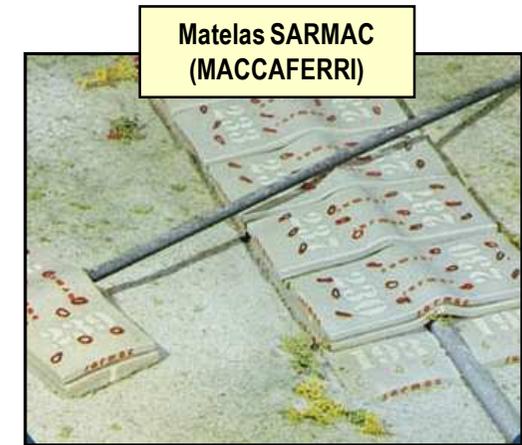
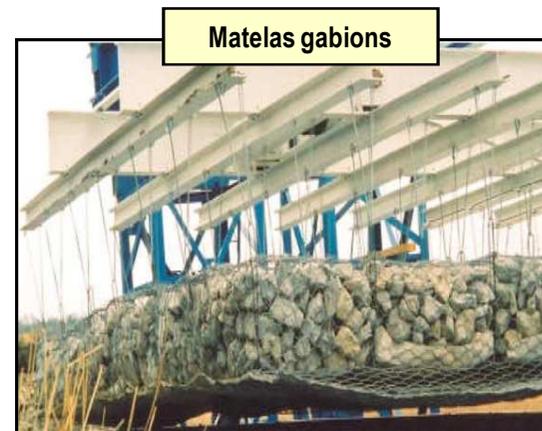
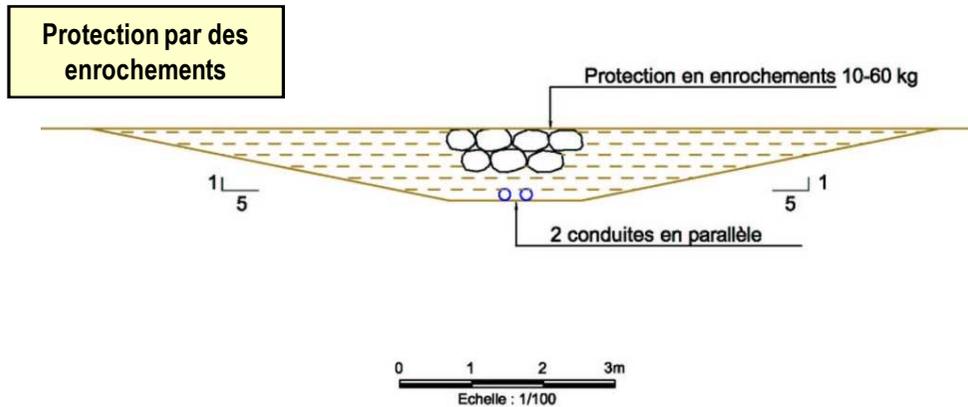
Pour les conduites de refoulement, l'entretien pourra se faire à l'aide de furets. Dans ce cas, il faudra envisager l'emplacement de regards environ tous les 100 m. Une autre solution pourrait consister à inonder les conduites par de l'eau douce tiède, grâce à deux conduites en parallèle (doublement des circuits) et à la mise en place de vannes latérales sur ces conduites au niveau des réservoirs et un système de vannage au niveau des deux pompes en parallèle. C'est un système qui serait plus adapté à l'aval des pompes, car à l'amont l'injection sera plus contraignante.

V.5. PROTECTION DES CONDUITES IMMERGEES

Comme défini précédemment, les solutions 2 et 2 bis nécessitent la mise en place de conduites sous-marines (situées sous les basses-mers). Ces conduites vont être vulnérables aux agents dynamiques (exposition aux efforts, phénomènes d'affouillement) et aux risques de croche par les bateaux,

Des dispositions spécifiques concernant les conditions d'ensouillement et de protection de la conduite sont à prendre en compte pour se prémunir au mieux de ces deux phénomènes. A priori, deux solutions peuvent être envisagées :

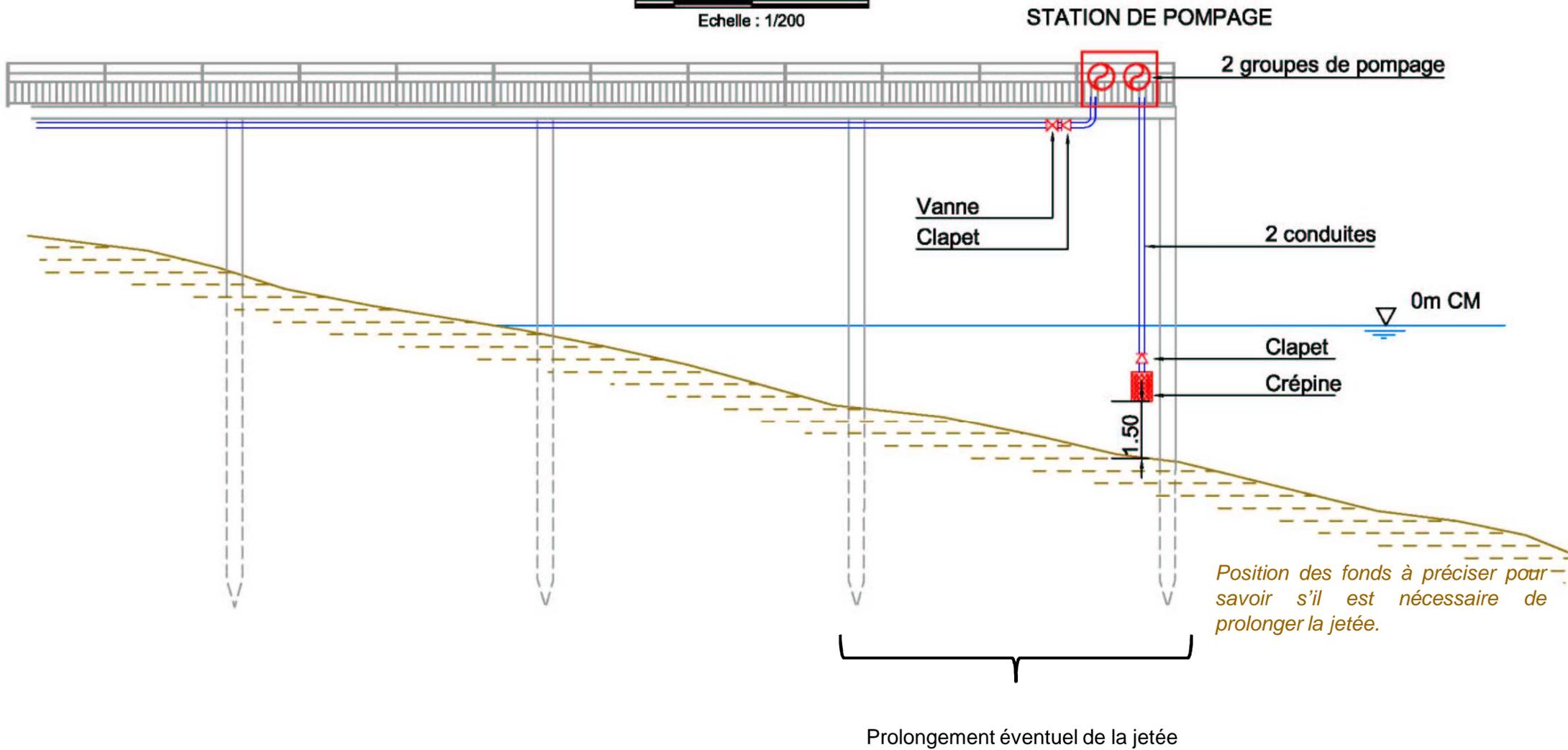
- Solution A : canalisations uniquement recouvertes de sable. Cette solution peut être envisagée sous réserve d'une épaisseur de sédiments suffisamment importante pour se prémunir des érosions des fonds et des risques de crochage des ancrs. A ce stade de faisabilité, nous retenons un ensouillement de 1,5 m sous les fonds. Cette solution nécessitera tout de même une protection en enrochements qui sera à placer localement autour de l'ouvrage de prise d'eau.
- Solution B : canalisations recouvertes d'un ouvrage de protection. Dans le cas d'une érosion des fonds, l'ouvrage de protection aura le rôle d'un tapis anti-affouillement et épousera la nouvelle forme des fonds protégeant ainsi la canalisation. L'ouvrage de protection peut être constitué d'enrochements ou de matelas-lests de type gabions ou SARMAC (illustrations ci-dessous) ; la première solution étant la moins onéreuse. Notons que dans le cas d'une réalisation par forage dirigé (cf. chapitre 6), une telle protection n'est pas nécessaire (sauf au niveau de la prise d'eau), puisque les conduites seront suffisamment profondes par rapport au terrain naturel.



Aussi, les conduites et les prises d'eau des solutions 2 et 2bis se trouvent dans une zone de mouillage qui pourra être interdite au droit des ouvrages ou au moins signalée par des bouées. Cela sera à valider avec les affaires maritimes.

V.6. SCHEMAS DE PRINCIPE

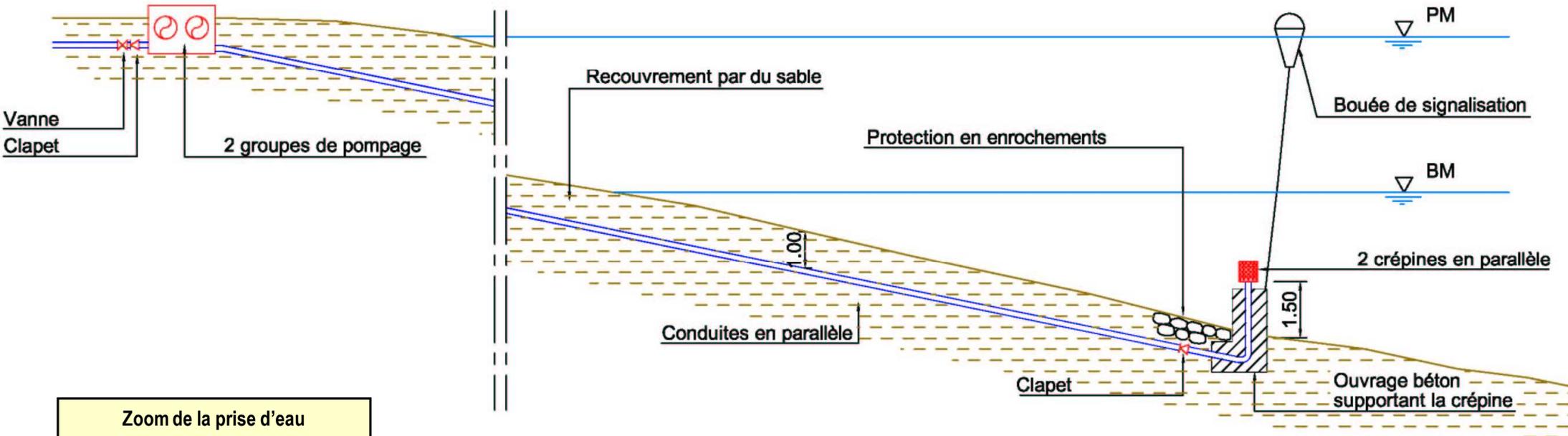
Solution 1 : implantation sur la jetée d'Eyrac



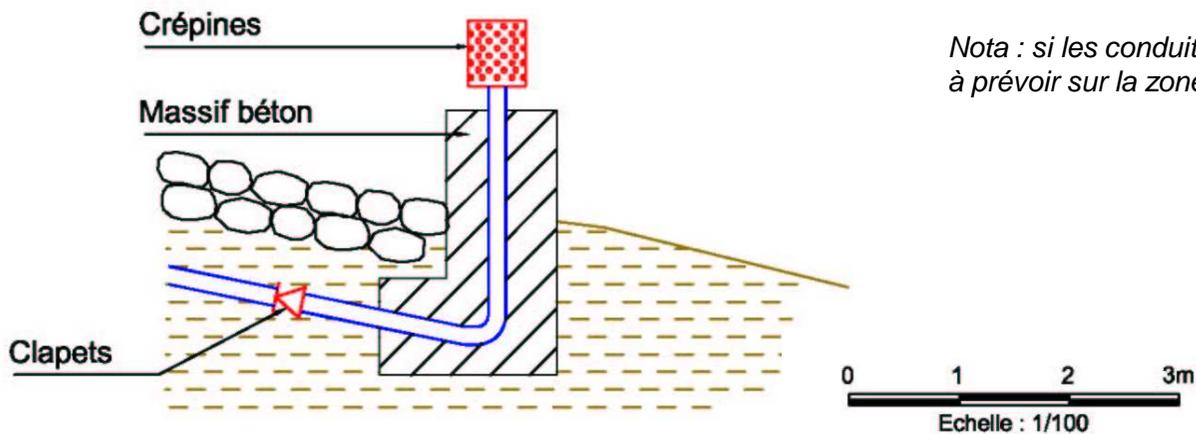
Solution 2 ou 2 bis : prise d'eau immergée



STATION DE POMPAGE



Zoom de la prise d'eau



Nota : si les conduites sont moins immergées, une protection en enrochements sera à prévoir sur la zone immergée et sur l'estran.

VI. METHODES CONSTRUCTIVES

Les méthodes constructives vont être dépendantes de la localisation des ouvrages : à terre ou en mer. Elle peuvent avoir un impact important sur les coûts de réalisation.

La réalisation de la solution 1 nécessite essentiellement des moyens techniques terrestres, tels que décrits au paragraphe VI.1 (sauf si il est nécessaire de prolonger la jetée, mais cela sera à étudier dans le cadre du projet de réfection de la commune). Seule la mise en place des crépines en bout de jetée nécessitera l'intervention de moyens maritimes.

Les solutions 2 et 2 bis induisent une part de travaux maritimes bien plus importants.

VI.1. CONDUITES A TERRE

L'installation des conduites terrestres (sur le haut de plage, en partie en zone urbaine ou sous la jetée) nécessitera des moyens mécaniques terrestres classiques de type bull ou pelle mécanique qui permettront de creuser une souille.

Les contraintes majeures sont liées à la proximité des habitation et à la fréquentation de la plage.

VI.2. CONDUITES MARINES

L'analyse des techniques employées pour la réalisation des conduites en mer a fait ressortir 2 techniques envisageables :

- creusement d'une souille (ou tranchée),
- mise en œuvre par forage dirigé.

VI.2.1. CREUSEMENT D'UNE SOUILLE

Compte tenu de l'exposition modérée du site, nous avons considéré que la souille pouvait être réalisée sans protection particulière, dont les coûts pourraient remettre en cause le projet.

Franchissement de l'estran

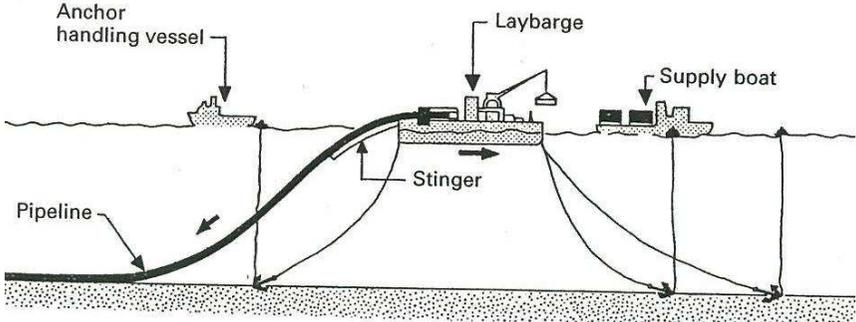
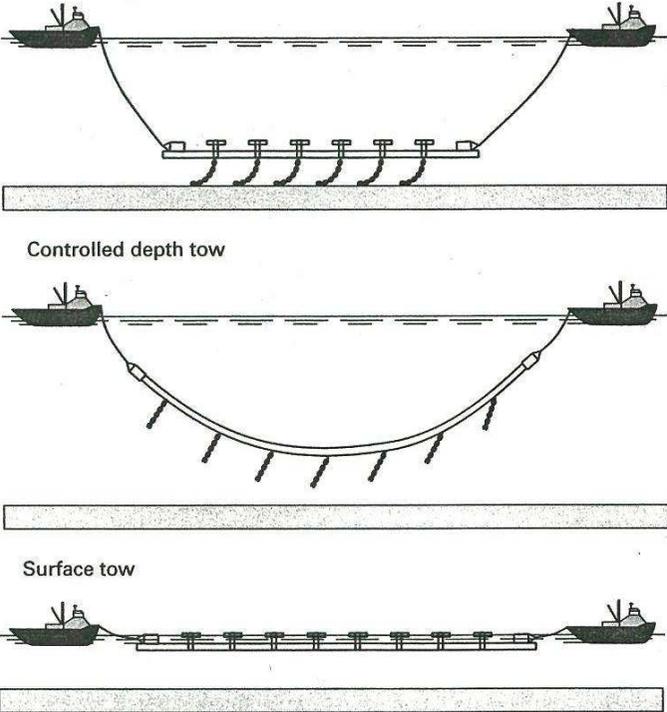
Sur la zone d'estran la souille pourra être réalisée à la marée, par des moyens mécaniques terrestres (bulle, pelle mécanique).



Zone immergée

Sur la zone immergée, le creusement de la souille serait réalisé à l'aide d'une drague hydraulique ou à l'aide d'une pelle mécanique sur ponton flottant. La conduite serait alors mise en place au fur et à mesure du creusement de la souille et de l'avancement de la drague ou une fois la souille entièrement réalisée.

Les tronçons de conduites pourront être assemblés à terre (sur la plage ou sur un terre-plein du port) et apportés par flottaison avant d'être immergés.



Contraintes de réalisation

Compte tenu de la sensibilité du Bassin d'Arcachon (notamment du fait de la présence des parcs ostréicoles), des mesures de MES seront à prévoir durant les travaux. Si ces derniers génèrent des augmentations trop importantes, des mesures de confinement seront à envisager.

VI.2.2. FORAGE DIRIGE

La technique du forage dirigé est parfois employée pour la mise en œuvre de conduites en mer, lorsque la réalisation d'une tranchée n'est pas envisageable pour des questions techniques ou environnementales. La réalisation d'un forage dirigé s'effectue en 2 phases :

- 1) Réalisation d'un trou pilote : sous boue bentonitique pompée à l'intérieur des tiges de forage. La tête est équipée d'un tricône et d'un dispositif permettant son positionnement et la mesure de l'inclinaison. Le tracé du forage est contrôlé par modification de la courbure et de l'inclinaison de la tête de forage en temps réel.
- 2) Alésage du forage : l'extrémité du train de tige de forage est équipée d'un aléreur de diamètre supérieur au trou pilote. Le forage est élargi au diamètre voulu par un ou plusieurs passages successifs de l'aléreur.

La boue bentonitique permet de maintenir les parois du forage pendant toutes les opérations. Lorsque le forage débouche en mer, la bentonite s'échappe du forage par gravité. Une fosse est au préalable réalisée en mer, permettant de recueillir la boue bentonitique, qui est pompée à terre par un circuit de retour pour être traitée. La dispersion de la bentonite peut être une sérieuse contrainte pour le milieu naturel. Compte tenu de cela et de la proximité des parcs ostréicoles, une batardeau de confinement sera mis en œuvre.

Il existe une technique qui consiste à arrêter le forage avant le débouché en mer. L'alésage est alors réalisé par poussage depuis la terre. L'ouverture du forage se fait après l'alésage avec un atelier nautique. Cette solution a pour intérêt d'éviter la dispersion de la bentonite au fond.

Après réalisation du forage, la mise en œuvre de la conduite peut alors se faire de 2 manières :

- Par flottaison avec tirage depuis la terre, ce qui est la technique la plus probable, car elle permet une mise en œuvre rapide (notamment si la conduite en PEHD est réalisée par extrusion)
- Par tirage depuis une plateforme en mer, ce qui implique un recul important à terre pour l'assemblage de la conduite et conduit à des délais de chantier plus importants.

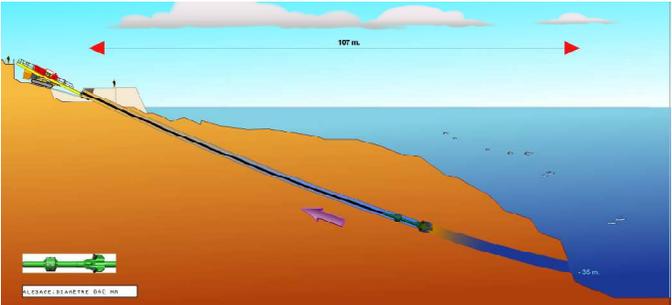
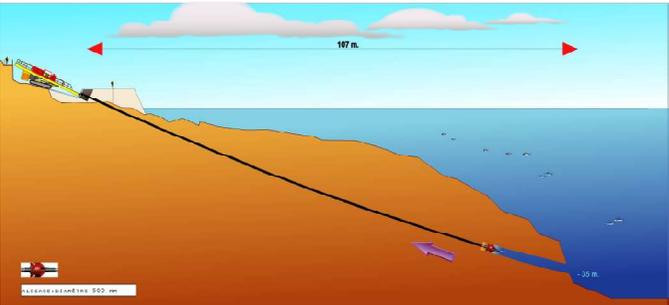
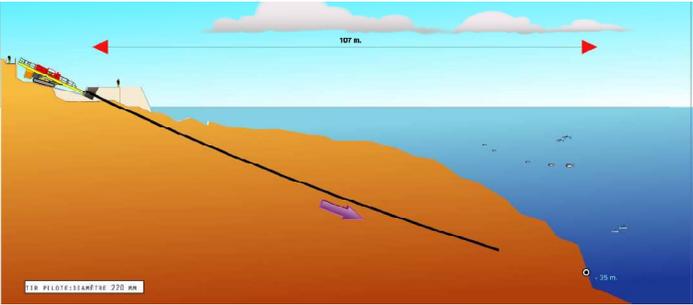
Cette solution pourrait être envisagée pour installer les conduites sur la zone d'estran et sur la zone immergée.

Il existe peu d'exemples en France, de conduites en mer réalisées par forage dirigé. Les quelques cas réalisés ont été préférentiellement réalisés dans un sol rocheux.

Source : HDI



Source : BONA SABLA



VII. ESTIMATION FINANCIERE

VII.1. COUTS DE REALISATION

Le tableau ci-dessous indique les coûts de réalisation de la prise d'eau pour les trois solutions d'implantation. Les coûts comprennent la pose et la fourniture des différents équipements situés en amont du futur bâtiment.

Désignation		SOLUTION 1	SOLUTION 2	SOLUTION 2 BIS
FRAIS GENERAUX (sondages, installation chantier, études)		40 000 €	190 000 €	190 000 €
CREPINE (fourniture et pose)		18 000 €	22 000 €	22 000 €
STATION DE POMPAGE (fourniture, installation + système de nettoyage)		40 000 €	40 000 €	40 000 €
CONDUITES (fourniture et pose)	Terrestres	210 000 €	65 000 €	198 000 €
	Marines		174 000 €	112 000 €
TOTAL H.T.		308 000 €	491 000 €	562 000 €
TOTAL dont Aléa (20%)		369 600 €	589 200 €	674 400 €

VII.2. COUTS DE MAINTENANCE

Les coûts de maintenance et d'entretien vont être liés :

- aux frais d'électricité, tels que donnés au tableau de la page 35, soit entre 600 et 2400 €/an,
- au changement des pompes 5000€ par pompe tous les 5 à 10 ans,
- aux entretiens des crépines par des plongeurs extérieurs : 2000 €, 1 à 2 fois par an.

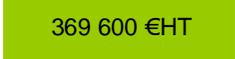
VIII. COMPARAISON DES SOLUTIONS

Pour comparer les différentes solutions étudiées, une analyse multicritère a été réalisée.

Les critères de comparaison pris en compte dans le cadre de cette analyse sont les suivants :

- Efficacité vis-à-vis des besoins des usagers (temps de séjour de l'eau dans les conduites, pertes de charge, qualité des eaux),
- Impacts sur le milieu (vis-à-vis des agents dynamiques, du milieu naturel et des usages),
- Les difficultés de réalisation en phase chantier,
- Les coûts d'investissement.

Pour une meilleure communication, cette analyse est présentée sous forme graphique en évaluant chaque critère selon une échelle de couleurs qui doit permettre de visualiser rapidement les avantages et inconvénient de chaque solution.

		LEGENDE		
		SOLUTION 1	SOLUTION 2	SOLUTION 2 BIS
			LE MIEUX	
			MOYEN	
			LE PLUS MAUVAIS	
SATISFACTION DES BESOINS	TEMPS DE SEJOUR DE L'EAU DANS LES CONDUITES			
	RISQUES DE CAVITATION			
	INFLUENCE DES MOUVEMENTS DE SABLE			
	QUALITE DES EAUX PRELEVEES			
IMPACTS SUR LE MILIEU	MILIEU VIVANT (ZOSTERES)			
	USAGES (PLAISANCE, PECHE)			
ASPECTS TECHNIQUES	DIFFICULTES DE REALISATION			
	DUREE DE REALISATION			
COUTS	INVESTISSEMENTS	 369 600 €HT	 589 200 €HT	 674 400 €HT

Cette analyse montre que la solution 1 paraît la plus intéressante du point de vue réalisation (moyens techniques, coûts de réalisation), car elle n'implique que des moyens terrestres et pourrait être réalisée en deux temps (fonction de la réfection de la jetée d'Eyrac). Par contre, elle présente l'inconvénient d'être relativement loin de la station marine, impliquant des difficultés d'un point de vue hydraulique (notamment en temps de séjour).

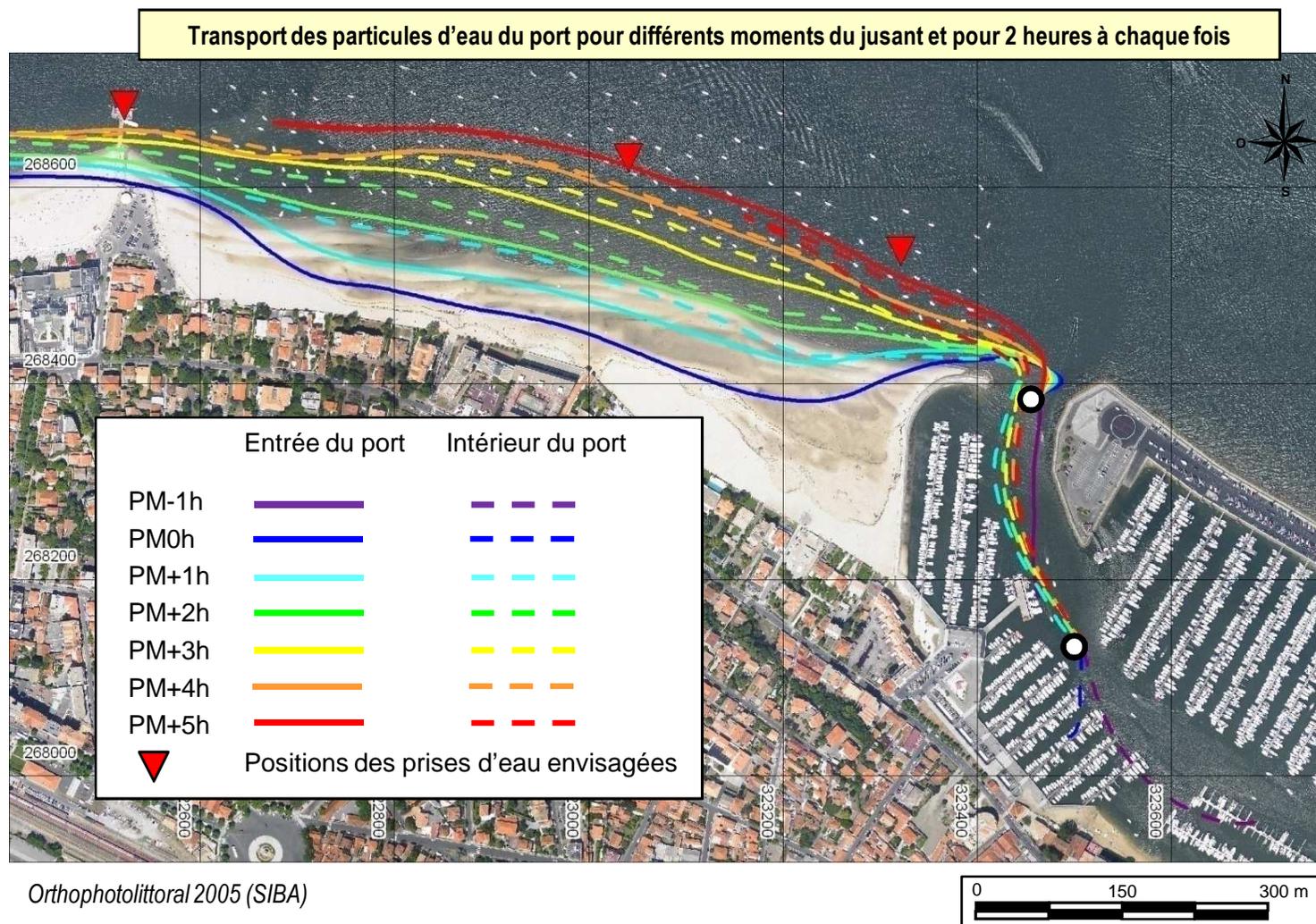
La solution 2 présente de meilleurs avantages du point de vue des contraintes hydrauliques, avec cependant une inquiétude en terme de qualité des eaux, puisqu'elle pourrait être soumise à des problèmes de pollutions en provenance du port. Sinon, elle implique une mise en œuvre délicate et des coûts de réalisation importants.

La solution 2 bis paraît la moins intéressante pour les différents critères : que ce soit du point de vue des besoins, de l'impact sur le milieu (nécessité de traverser un herbier de zostères) et de la mise en œuvre.

Il en ressort que les solutions 1 et 2 semblent les plus intéressantes.

Les eaux du port d'Arcachon sont susceptibles d'être chargées en polluants qui pourraient être transportés au niveau des prises d'eau du fait des courants de marée. Pour apprécier ce risque, nous avons analysé les trajectoires de particules (à partir du modèle TELEMAC2D) venant de deux endroits du port pour différents instants du jusant pour un coefficient de marée de 95 (particules provenant de l'entrée du port et particules provenant de l'intérieur). On constate que les particules transportées par les courants de marée se dirigent préférentiellement vers la plage et non dans le chenal d'Eyrac. Les conditions les plus défavorables pour les prises d'eau des solutions 2 et 2 bis sont rencontrées à PM+5h et concernent les eaux en provenance de l'entrée du port.

Toutefois, il convient de préciser que cette analyse ne tient pas compte des phénomènes de dilution (qui seront de plus en plus importants en s'éloignant du port). En effet, les polluants présents à l'intérieur du port sont dilués dans la masse d'eau lorsqu'ils sont emmenés vers le chenal d'Eyrac. Cette appréciation nécessite une modélisation particulière qui sera à envisager préalablement à la conception du projet.



IX. CADRE REGLEMENTAIRE

Compte tenu de la réglementation en vigueur, la réalisation de la prise d'eau et des équipements annexe est susceptible d'être soumis aux procédures suivantes :

- **Une étude ou notice d'impact** conformément au décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 modifié par le décret n°93-245 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact, transposés dans des articles L122-1 à L122-3 du Code de l'Environnement,
- **Un document d'incidence**, valant demande d'autorisation, assorti d'une enquête publique, **conformément à la loi sur l'eau** n°92-3 du 3 janvier 1992 transposée dans les articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement,
- **Un document d'évaluation des incidences au titre de la directive Habitat** (article L.414-4 du Code de l'Environnement), compte tenu de la considération du Bassin d'Arcachon en Site d'Intérêt Communautaire (réseau Natura 2000).
- **Une demande de Concession d'occupation du Domaine Public Maritime** au titre du décret n°2004-308 du 29 mars 2004, soumis à enquête publique.

Ces différents dossiers réglementaires pourront être regroupés en un seul et même dossier qui servira à l'instruction administrative et à l'enquête publique.

Aussi, une demande à la **commission nautique locale** sera à réaliser pour déclarer la présence d'un ouvrage dans une zone de mouillage et pour qu'il soit matérialisé par une signalisation maritime adaptée.

X. PLANNING DE REALISATION DES ETUDES ET DES TRAVAUX

X.1. ETUDES PREALABLES ET DE CONCEPTION

Des études de reconnaissances complémentaires seront à réaliser pour définir précisément les caractéristiques des ouvrages et les moyens de réalisation. Il s'agira notamment de procéder à :

- un levé topographique de la plage et de la zone urbaine à proximité de la station, ainsi qu'un levé bathymétrique des fonds marins,
- une campagne géotechnique visant à caractériser le sol (en particulier dans le cadre d'une réalisation d'un forage dirigé),
- des analyses physico-chimiques de sédiments (dans le cadre du creusement d'une souille),
- des études floristiques et faunistiques (en particulier de localisation des herbiers de grandes zostères),
- une modélisation numérique pour simuler la diffusion des eaux du port dans le chenal d'Eyrac et vérifier l'influence sur les prises d'eau retenues.

Ces études préalables pourraient être réalisées dans un délai minimum de deux mois et permettraient ainsi d'alimenter les études de conception (de maîtrise d'œuvre) qui elles nécessiteraient un délai d'environ 4 à 6 mois.

X.2. INSTRUCTION ADMINISTRATIVE

L'instruction administrative telle que définie au chapitre IX nécessite un délai d'au minimum 1 an (dont au minimum deux mois pour mettre en forme le dossier). Une partie des phases de conception telles que définies ci-avant pourra être réalisée en parallèle à l'instruction administrative (phase PRO).

X.3. REALISATION DES TRAVAUX

Une fois les entreprises choisies, la durée des travaux peut être estimée entre 3 et 4 mois, fonction de la solution retenue.