**METROPOLE AIX MARSEILLE PROVENCE**

DIRECTION DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DU PLUVIAL

# Devenir du système assainissement du l'île du Frioul

FAISABILITE

**RAPPORT FAISABILITE SECTION 3 : RACCORDEMENT AU RESEAU D'EAUX USEES DE MARSEILLE**


**Ville et Transport**
**MARSEILLE**
Le Condorcet - 18, rue Elie Pelas – CS 80132
13016 MARSEILLE
Tel. : +33 (0)4 91 17 00 00
Fax : +33 (0)4 91 17 00 73


ARTELIA

ARTELIA, Passion & solutions


**DATE :** AOUT 2018 **REF : 4242590**

| **ARTELIA ref. No. :** 4242590 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| V1 | Mise à jour suite à réunion client 26/11/2018 | PHY | PHY | SGC | 30/11/2018 |
| V0 | Etude de faisabilité – partie maritime partie EU | YSU/MGO DVE/PHY | BCX PHY | SGC | 16/11/2018 |
| **Révision** | **Statut** | **Établi par** | **Contrôlé par** | **Responsable ou Directeur de Mission** | **Date** |

# SOMMAIRE

## Section 3 1

## SCENARIO 2 : RACCORDEMENT AU RESEAU D'EAUX USEES DE MARSEILLE 1

1. PRINCIPE ET BASES DE DIMENSIONNEMENT 1
2. ETUDE DES INSFRASTRUCTURES DE POMPAGE 3
2.1. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS 3
2.1.1. Prétraitement 3
2.1.2. Bassin tampon 3
2.1.3. Poste de relevage 4
2.1.3.1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES 4
2.1.3.2. EVALUATION DU RISQUE H2S SELON METHODE FAYOUX 4
2.1.3.3. POMPAGE « TRADITIONNEL » 5
2.1.3.4. POMPAGE PNEUMATIQUE 5
2.1.3.5. SYNTHESE 6
2.1.3.6. DIMENSIONNEMENT CANALISATION 7
2.2. IMPLANTATION 8
3. SITUATION DES TRACES 11
3.1. POINTS DE DEPARTS ET D'ARRIVEE 11
3.2. PROPOSITION DES SITES D'ATTERRAGE 11
3.2.1. Côté Frioul 11
3.2.2. Côté Marseille 12
3.2.3. Reconnaissance sur site 13
3.3. CANALISATIONS ET CABLES EXISTANTS 17
3.4. DONNEES OCEANO-METEOROLOGIQUES 18
3.4.1. Niveaux d'eau 18
3.4.4. Courantologie 30
4. CONTRAINTES 31
4.1. CONTRAINTES MARITIMES 31
4.1.1. Bathymétrie du site 31
4.1.2. Nature des fonds 31
4.1.3. Trafic maritime 32
4.1.4. Réseau sous-marin existants 32
4.2. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 32
4.2.1. Zonages environnementaux 32
4.2.2. Biocénoses marines 35
4.2.3. Raccordement au système d'assainissement de Marseille 38
5. ETUDE DES TRACES 40
5.1. CRITERES DE PROJET ET HYPOTHESES 40
5.1.1. Durée de vie de l'ouvrage 40
5.1.2. Critères de Protection de la conduite 40
5.2. PROPOSITIONS DE TRACES MARITIMES 40
5.2.1. Tracé A 40
5.2.2. Tracé A avec atterrage alternatif A' 41
5.2.3. Tracé A avec atterrage alternatif A'' 41
5.2.4. Tracé B 42
5.2.5. Tracé B avec atterrage alternatif B' 42
5.2.6. Tracé C 43
5.3. PROPOSITIONS DE TRACES TERRESTRES 44

5.3.1. Tracé 1 44
5.3.2. Tracé 2 44
5.3.3. Tracé 3 45
5.4. ANALYSES DES TRACES 46
5.5. CONCLUSION 49
6. METHODES CONSTRUCTIVES 50
6.1. TYPE DE CONDUITE 50
6.2. POSE 50
6.3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES DANS LES POSIDONIES 50
6.4. PROTECTION DE LA CONDUITE 51
6.4.1. PROTECTION CONTRE L'ACTION HUMAINE 51
6.4.2. Protection contre les efforts hydrodynamiques 51
6.4.3. Protection contre la corrosion 51
6.4.4. Conclusion sur le type de protection à mettre en œuvre 51
6.5. CROISEMENTS AVEC CABLES 52
6.6. ATTERRAGES 52
6.6.1. Sur plage 52
7. ESTIMATION DES COUTS 53
7.1. COUT D'INVESTISSEMENT 53
7.1.1. Etudes préalables 53
7.1.2. Travaux 53
7.1.2.1. POMPAGE ET AMENAGEMENT DE LA STATION ACTUELLE 53
7.1.2.2. TRAVAUX DE CANALISATIONS TERRESTRE ET MARITIME 54
7.1.3. Synthèse 55
7.2. COUT D'EXPLOITATION 55
8. INVESTIGATIONS PRECONISEES 57
9. BIBLIOGRAPHIE 58
Annexe A. CLIMATS MENSUELS DE VENTS 59
Annexe B. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4283 60
Annexe C. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4256 61
Annexe D. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4240 62
Annexe E. Figures - Situation 63
Annexe F. Figures – TracéS de la conduite 69
Annexe G. Figures – Sites d'atterrages 81
Annexe H. Figures - Dispositions constructives 85
Annexe I. coûts d'exploitation 91

# TABLEAUX

TABL. 1 - DIMENSIONNEMENT POMPAGE 4
TABL. 2 - SYNTHESE POMPAGE TRADITIONNEL 5
TABL. 3 - AVANTAGES / INCONVENIENTS SOLUTION DE POMPAGE 6
TABL. 4 - CANALISATIONS EN MER EXISTANTES AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDES : 17
TABL. 5 - CANALISATION TERRESTRE : 17
TABL. 6 - NIVEAUX CARACTERISTIQUES DE MAREE A MARSEILLE 19
TABL. 7 - SURCOTES HORAIRES EXTREMES A MARSEILLE 20
TABL. 8 - SET-UP MOYEN 20
TABL. 9 - HYPOTHESE RETENUES D'AMPLEUR DE L'ELEVATION DU NIVEAU MARIN EN RAISON DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 20
TABL. 10 - NIVEAUX EXTREMES SUR LE SECTEUR D'ETUDE 21
TABL. 11 - REFERENCEMENT DU POINT P POUR LA CLIMATOLOGIE DES VENTS 21
TABL. 12 - VITESSES DE VENT EXTREMES 25
TABL. 13 - STATISTIQUES ANNUELLES DES HAUTEURS DES HOULES 28
TABL. 14 - HAUTEUR MAX DE LA HOULE PAR CLASSE DE PERIODE PIC AUX 3 POINTS ANEMOC2 29
TABL. 15 - HAUTEUR MAX DE LA HOULE PAR CLASSE DE PERIODE PIC AUX 3 POINTS ANEMOC2 29
TABL. 16 - SYNTHESE DES TRACES PROPOSES 46
TABL. 17 - ANALYSE MULTICRITERE TRACES 49

# FIGURES

FIG. 1. SCHEMA DE FONCTIONNEMENT 1
FIG. 2. PRINCIPE FONCTIONNEMENT POMPAGE SOUS PRESSION 5
FIG. 3. TABLEAU DIAMETRE CANALISATION 7
FIG. 4. PLAN D'IMPLANTATION 9
FIG. 5. COUPE DE PRINCIPE 10
FIG. 6. ZONE D'ATTERRAGE ILE DU FRIOUL 12
FIG. 7. ATTERRAGE LITTORAL MARSEILLE 13
FIG. 8. ZONE D'ATTERRAGE VALLON DES AUFFES 14
FIG. 9. ZONE D'ATTERRAGE POINTE D'ENDOUME 15
FIG. 10. ATTERRAGE CABLE ELECTRIQUE 16
FIG. 11. ATTERRAGE CONDUITE AEP 16
FIG. 14. REFERENCEMENT DU POINT P POUR LA CLIMATOLOGIE DES VENTS 22
FIG. 15. ROSE DES INTENSITES DES VENTS A L'INTERIEUR DE LA RADE DE MARSEILLE 22
FIG. 16. CORRELOGRAMMES INTENSITE DES VENTS / DIRECTION 23
FIG. 17. FREQUENCE D'APPARITION DES INTENSITES DES VENTS A L'INTERIEUR DE LA RADE DE MARSEILLE 24
FIG. 18. POURCENTAGE DE DEPASSEMENT DES INTENSITES DE VENTS A L'INTERIEUR DE LA RADE DE MARSEILLE 25
FIG. 19. LOCALISATION DES POINTS D'ANALYSE DE LA HOULE 26
FIG. 20. ROSE DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4283 AU NORD-EST DES ILES DU FRIOUL 27
FIG. 21. ROSE DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4256 27
FIG. 22. ROSE DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4240 28
FIG. 23. ZNIEFF 33
FIG. 24. SITES NATURA 2000 34
FIG. 25. PROTECTIONS REGLEMENTAIRES 35
FIG. 26. CARTE DES HABITATS MARINS (SOURCE : DONIA, MEDTRIX) 36
FIG. 27. PROFIL TRACE 1 44
FIG. 28. PROFIL TRACE 2 45
FIG. 29. PROFIL TRACE 3 45
FIG. 30. TRACES ENVISAGES 48
FIG. 31. SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE 64
FIG. 32. LOCALISATION DE LA STATION D'EPURATION DE L'ILE 65
FIG. 33. CARTE SHOM DE LA ZONE D'ETUDE 66
FIG. 34. CARTE SHOM DE LA ZONE D'ETUDE (NATURE DES FONDS) 67
FIG. 35. ROSE DES VENTS A L'INTERIEUR DE LA BAIE DE MARSEILLE (D'APRES REF. [1]) 68
FIG. 36. TRACES CONSIDERES (CARTE SHOM) 70
FIG. 37. TRACES CONSIDERES (CARTE DES HABITATS MARINS) 71
FIG. 38. TRACES CONSIDERES (CARTE NATURA 2000) 72
FIG. 39. TRACES CONSIDERES (NATURE DES FONDS) 73
FIG. 40. TRACES CONSIDERES (CARTE PROTECTION REGLEMENTAIRE) 74
FIG. 41. TRACES CONSIDERES (CARTE ZNIEFF MER) 75
FIG. 42. TRACES RETENUS (CARTE SHOM) 76
FIG. 43. PROFIL BATHYMETRIQUE DES TRACES A ET A' (UNITE : METRES) 77
FIG. 44. PROFIL EN LONG DU TRACE A (UNITE : METRES) 77
FIG. 45. PROFIL EN LONG DU TRACE A' (UNITE : METRES) 78

FIG. 46. PROFIL EN LONG DU TRACE A" (UNITE : METRES) 78
FIG. 47. PROFIL BATHYMETRIQUE DU TRACE B (UNITE : METRES) 79
FIG. 48. PROFIL EN LONG DU TRACE B (UNITE : METRES) 79
FIG. 49. PROFIL EN LONG DU TRACE C (UNITE : METRES) 80
FIG. 50. SITES D'ATTERRAGE – TRACE A 82
FIG. 51. SITES D'ATTERRAGE – TRACE A" 83
FIG. 52. SITES D'ATTERRAGE – TRACE B (FORAGE DIRIGE) ET B' (CLASSIQUE) 84
FIG. 53. EXEMPLE DE CANALISATION EN PE LORS DU PROCESSUS D'IMMERSION 86
FIG. 54. METHODE D'ATTERRAGE « CLASSIQUE » 87
FIG. 55. PRINCIPE DU FORAGE DIRIGE 88
FIG. 56. EXEMPLE D'ANCRE A VIS 89
FIG. 57. EXEMPLE DE LESTS EN BETON FIXES A LA CANALISATION 90

## SECTION 3

# SCENARIO 2 : RACCORDEMENT AU RESEAU D'EAUX USEES DE MARSEILLE

## 1. PRINCIPE ET BASES DE DIMENSIONNEMENT

Le mode de fonctionnement envisagé est le suivant :

- Conservation et réutilisation du poste de relevage de la digue du Berry,
- Ajout d'un prétraitement type broyeur,
- Création d'un bassin tampon (capacité de stockage 1 journée de pointe),
- Poste de relevage vers Marseille,
- Réseau de refoulement en mer vers Marseille,

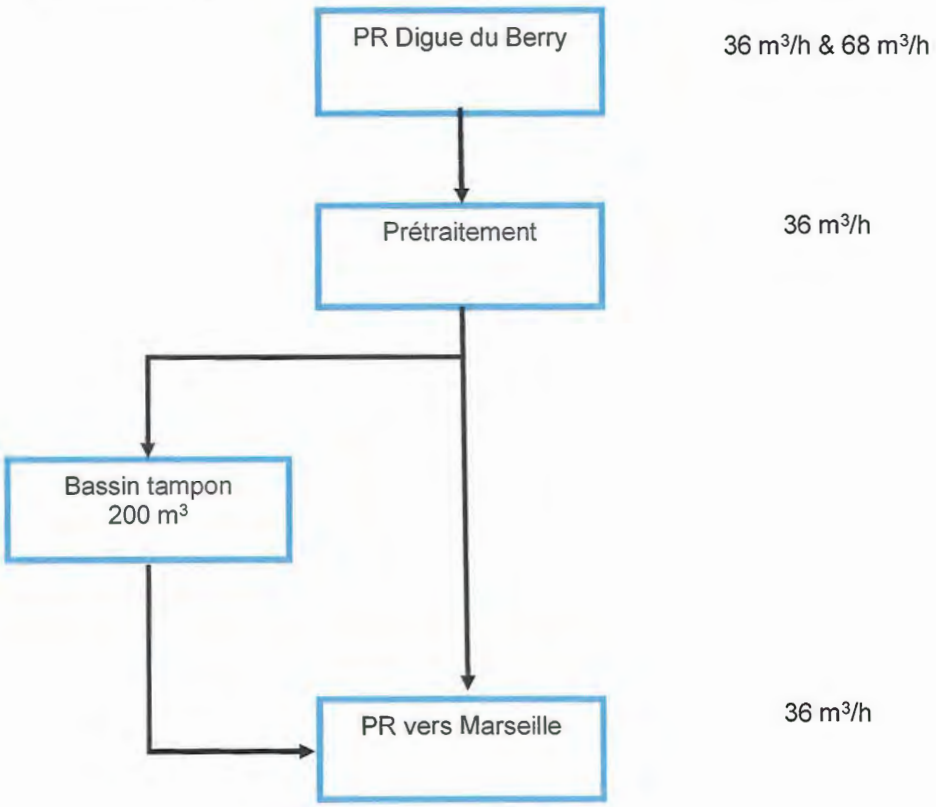



***Fig. 1. Schéma de fonctionnement***

En cas d'orage ou de problématique sur le réseau de Marseille, le refoulement sera stoppé et l'eau stockée dans le bassin tampon.
Un jeu de vannes motorisées permettra de basculer de l'un à l'autre des modes de fonctionnement.
La consigne de by pass vers le bassin tampon sera à déterminer de manière précise avec l'exploitant du réseau (déversement poste de relevage cible, déversement entrée step...).

Dans le cas où le bassin tampon est plein et le réseau de Marseille en déversement, le pompage sera forcé pour éviter un déversement sur l'île du Frioul.

Remarque : Au vu des débits theoriques calculés la pompe P2 du poste de relevage apparait sur dimensionnée.
Pour valider cette hypothèse une campagne de mesure (ou la mise en place d'un point de comptage) en amont du PR de la figue du Berry serait à prévoir. Le cas échéant la pompe P2 pourra être redimensionnée.

Le débit de pointe sera à fiabiliser par une campagne de mesure sur le débit d'entrée en vue de dimensionner à la baisse les besoins de pompage

La suite du rapport se décompose en :

- Une étude de la partie pompage
- Un balayage des contraintes du projet
- Une étude de tracé pour rejoindre Marseille
- Un zoom sur les méthodes constructives propres aux travaux maritimes

# 2. ETUDE DES INSFRASTRUCTURES DE POMPAGE

## 2.1. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

### 2.1.1. Prétraitement

Le broyeur est identique au scénario station d'épuration.

### 2.1.2. Bassin tampon

La capacité de stockage retenue est de 200 m³.

Le bassin sera équipé :

- D'un système de mélange
- D'un système de lavage type
- D'une désodorisation.

Deux modes de fonctionnement peuvent être envisagés :

- Le bassin tampon en parallèle du poste de relevage, dans ce cadre l'eau n'est stockée qu'en cas de dysfonctionnement ou de déversement sur le réseau de Marseille,
- Le bassin tampon en amont du poste de relevage, dans ce cas l'eau transit d'abord dans le bassin avant d'être refoulée, dans ce cas deux configurations sont envisageables :
  - Un pompage en cale sèche en aspiration dans le bassin,
  - Un poste de relevage « classique »,
  - Le calage altimétrique du bassin permettra de trancher entre les deux solutions, à priori en cas de réutilisation des ouvrages existants.
  - Cette solution offre la possibilité de lisser plus le débit de pointe est de diminuer le dimensionnement du refoulement

L'autonomie de stockage est de :

- 4 jours en moyenne actuelle,
- 28 heures en pointe actuelle,
- 16 heures le jour de pointe en situation nominale.

### 2.1.3. Poste de relevage

#### 2.1.3.1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

**Tabl. 1 - Dimensionnement pompage**

| | | Charge future (1800 EH) | Charge moyenne Actuelle | Charge actuelle été |
|---|---|---|---|---|
| Volume journalier | m3/j | 306 | 51 | 170 |
| Débit moyen horaire | m3/h | 13 | 2 | 7 |
| Débit moyen diurne | m3/h | 19 | 3 | 11 |
| Débit de pointe de temps sec | m3/h | 37 | 10 | 23 |
| Débit de pointe de temps de pluie | m3/h | 68 | 68 | 68 |
| **Débit nominal d'une pompe** | **m3/h** | **37** | **18** | **18** |
| **Nombre de pompe en service** | **u** | **2** | **1** | **1** |
| **Nombre de pompe en secours** | **u** | **1** | **2** | **2** |
| Nombre de démarrages par heure | u | 6 | 6 | 6 |
| **Volume de marnage nécessaire** | **m3** | **1,50** | **0,75** | **0,75** |
| Diamètre maxi canalisation sortie | mm | 126 | 89 | 89 |

Dans le cas d'un fonctionnement en pompage traditionnel nous privilégions la mise en place de 3 pompes afin d'optimiser le fonctionnement en période de basse. Il est donc envisagé de fonctionner avec 2 pompes en parallèles les jours de pointes (+ 1 secours) et ne fonctionner qu'avec une pompe quand cela est possible.

#### 2.1.3.2. EVALUATION DU RISQUE H2S SELON METHODE FAYOUX

La méthode énoncée comprend l'étude de 4 critères :

- Température de l'effluent,
- Temps de séjour de l'effluent de la conduite,
- Vitesse moyenne de l'effluent dans la conduite,
- Historique de l'effluent en mV,

Et une notation du critère suivant les résultats, si la somme des points obtenus est comprise entre

- 0 et 5 : le risque est nul
- 5 et 10 : le risque est faible
- 10 et 20 : le risque est important
- 20 et 30 : le risque est certain

Dans notre cas la note obtenue est supérieur à 20 ce qui rend le risque de formation de H2S certain
En fonction des technologies de pompage la nécessité d'un poste de traitement du H2S type Nutriox sera nécessaire.

### 2.1.3.3. POMPAGE « TRADITIONNEL »

Dimensionnement :

**Tabl. 2 - Synthèse pompage traditionnel**

| Débit (m³/h) | HMT (mce) | Puissance (KW)/pompe | Volume de la bâche (m³) |
|---|---|---|---|
| 36,0 | 55 | 11,3 | 1,50 |

### 2.1.3.4. POMPAGE PNEUMATIQUE

#### 2.1.3.4.1. Principe

Les eaux usées s'écoulent gravitairement dans les cuves de transit et sont refoulées à l'aide de l'air comprimé qui y est injecté.

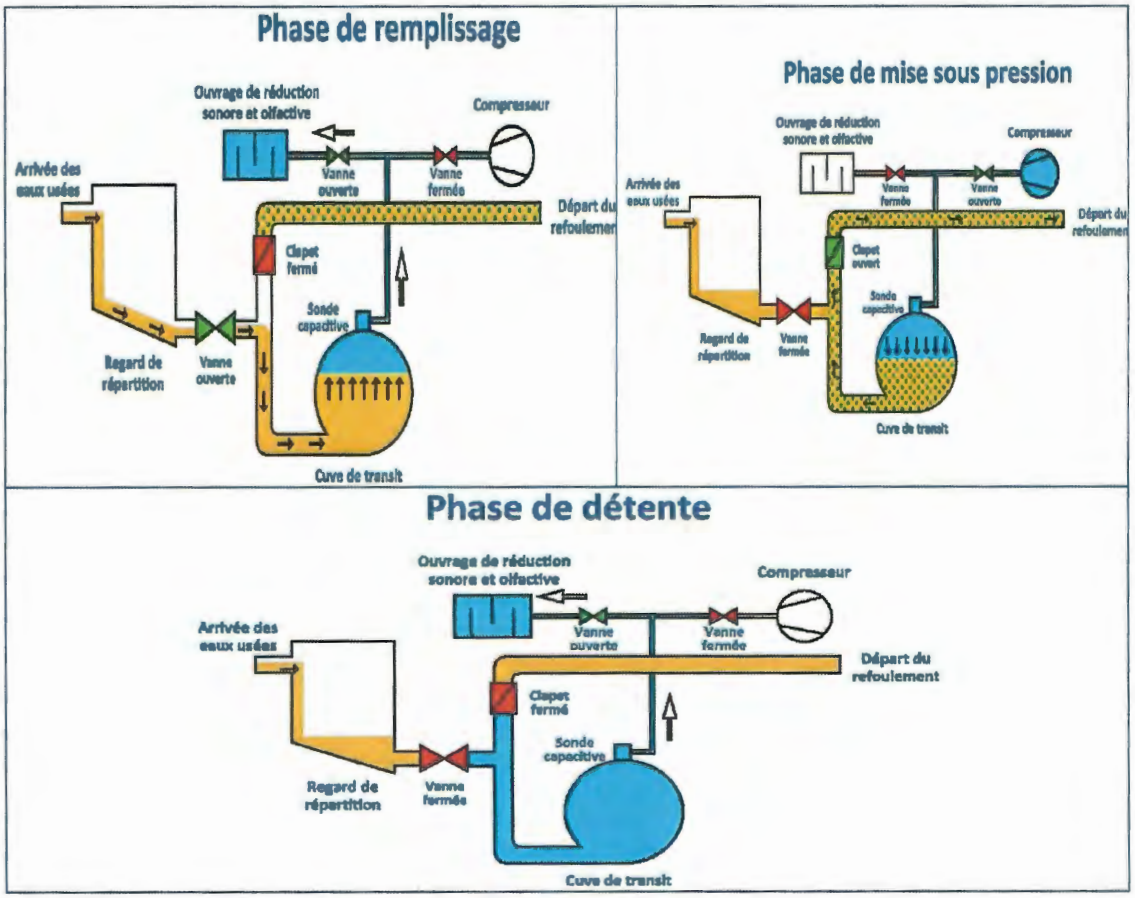



***Fig. 2. Principe fonctionnement pompage sous pression***

Le système est conçu pour que l'utilisateur soit maître des temps de séjour de l'effluent dans l'ensemble du système. Le cycle normal de fonctionnement consiste à vidanger une cuve dès qu'elle est pleine.

Afin que l'eau ne séjourne pas trop longtemps dans la canalisation (en général moins de 3-4 heures), il est possible de paramétrer la période d'inactivité à partir de laquelle un cycle d'insufflation d'air est déclenché automatiquement et ce pour une durée déterminée par l'exploitant.

Cette fonction permet d'éviter un temps de séjour prolongé dans la canalisation après une chute importante ou un arrêt de l'affluence (période creuse, départ en congés, fin de semaine, fin de saison touristique, etc.).

Suivant les débits, une vitesse d'autocurage n'est pas toujours garantie, ce qui peut provoquer des désordres du type :

- Colmatages de la canalisation,
- Dépôts,
- Formation d'un biofilm générant de l'$H_2S$.

C'est la raison pour laquelle 3 plages horaires quotidiennes sont à la disposition de l'exploitant pour déclencher automatiquement une vidange de la canalisation et ce à une vitesse supérieure à **1 m/s**. Les éventuels dépôts restant de type aérobie, de l'ordre de 1 à 2 % du volume total de la conduite, seront mélangés avec de nouveaux effluents et chassés lors de la prochaine vidange.

2.1.3.4.2. **Dimensionnement :**

- 2 compresseurs de 18.5 kW
- 2 cuves de 525 l
- La vidange complète durerait 1 heure et la vitesse d'écoulement moyenne serait de 1.43 m/s

2.1.3.5. SYNTHESE

**Tabl. 3 - Avantages / inconvénients solution de pompage**

| | Avantages | Inconvénients |
|---|---|---|
| Pompage pneumatique | Lutte contre la formation de H2S du fait de l'oxygénation de l'effluent<br>Pas d'injection de réactif<br>Pas de coup de bélier<br>Fonctionnement quel que soit le profil de la conduite (pas de ventouse)<br>Exploitation propre « en cale sèche » | Présence d'air dans la conduite pénalisant dans le calcul et la réalisation des ancrages<br>Coûts plus élevés (environ 30% par rapport à une solution standard)<br>Procédé peu courant<br>Technicité à l'exploitation<br>Consommation en énergie plus importante |

| | | |
|---|---|---|
| Pompage traditionnel | Exploitation « classique »<br><br>Conduite « pleine » en tout temps avantage favorise l'ancrage de la conduite<br><br>Coût moins élevé | Stagnation de l'effluent dans la conduite<br><br>Mise en œuvre d'un système de traitement du H2S<br><br>Gestion du profil de la conduite délicat avec les variations du sol sous marin<br><br>Risque de colmatage de la conduite important |

Remarque : les ancrages de la canalisation devront permettre de lester celle-ci.

Les études d'avant-projet devront permettre d'acter le mode de pompage.

Dans les deux cas nous envisageons au sortir du PR la réalisation d'une clarinette en diamètre de réseau réduit afin de retenir les éventuels objets de gros diamètre ayant échappé au prétraitement pouvant obstruer la canalisation.

Dans le cadre de notre étude nous avons retenu et chiffré une solution par pompage pneumatique.

2.1.3.6. DIMENSIONNEMENT CANALISATION

**A ce stade de l'étude le matériau est du PEHD 160 ep : 21.1 mm**

**Gamme usuelle des tubes**

| SDR | PE 63 | PE 80 | PE 100 |
|---|---|---|---|
| 6 | - | PN 25 | PN 32 |
| 7.4 | PN 16 | PN 20 | PN 25 |
| 9 | - | PN 16 | PN 20 |
| 11 | PN 10 | PN 12.5 | PN 16 |
| 13.6 | - | PN 10 | PN 12.5 |
| 17 | PN 6.3 | PN 8 | PN 10 |
| 21 | - | PN 6.3 | PN 8 |
| 26 | PN 4 | PN 5 | PN 6.3 |
| 33 | PN 3.2 | PN 4 | PN 5 |
| 41 | PN 2.5 | PN 3.2 | PN 4 |

| | SDR 7,4 | PN 20 PE 80 | | PN 25 PE 100 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ø | ép. mm | Pds kg/m | Force daN | Pds kg/m | Force daN |
| 20 | 3,0 | 0,16 | 124 | 0,16 | 155 |
| 25 | 3,5 | 0,24 | 193 | 0,24 | 241 |
| 32 | 4,4 | 0,38 | 312 | 0,39 | 389 |
| 40 | 5,5 | 0,60 | 487 | 0,60 | 608 |
| 50 | 6,9 | 0,93 | 762 | 0,94 | 953 |
| 63 | 8,6 | 1,47 | 1199 | 1,48 | 1499 |
| 75 | 10,3 | 2,09 | 1708 | 2,11 | 2135 |
| 90 | 12,3 | 3,00 | 2449 | 3,02 | 3061 |
| 110 | 15,1 | 4,50 | 3672 | 4,52 | 4590 |
| 125 | 17,1 | 5,79 | 4728 | 5,82 | 5909 |
| 140 | 19,2 | 7,27 | 5943 | 7,31 | 7428 |
| 160 | 21,9 | 9,46 | 7749 | 9,51 | 9686 |
| 180 | 24,6 | 11,96 | 9794 | 12,02 | 12243 |
| 200 | 27,4 | 14,80 | 12117 | 14,88 | 15146 |
| 225 | 30,8 | 18,70 | 15234 | 18,80 | 19155 |
| 250 | 34,2 | 23,09 | 18909 | 23,21 | 23636 |
| 280 | 38,3 | 28,95 | 23717 | 29,10 | 29646 |
| 315 | 43,1 | 36,65 | 30024 | 36,84 | 37530 |
| 355 | 48,5 | 46,47 | 38085 | 46,71 | 47606 |
| 400 | 54,7 | 59,02 | 48390 | 59,33 | 60488 |
| 450 | 61,5 | 74,67 | 61213 | 75,06 | 76516 |

***Fig. 3. Tableau diamètre canalisation***

## 2.2. IMPLANTATION

Les grands principes sont :

- La réutilisation des zones de décantation et de filtration (non utilisée) existantes pour :
- Une partie stockage bassin tampon
- Une partie pompage pneumatique
- Le ré aménagement des locaux pour accueillir les nouveaux équipements.

***Fig. 4. Plan d'implantation***

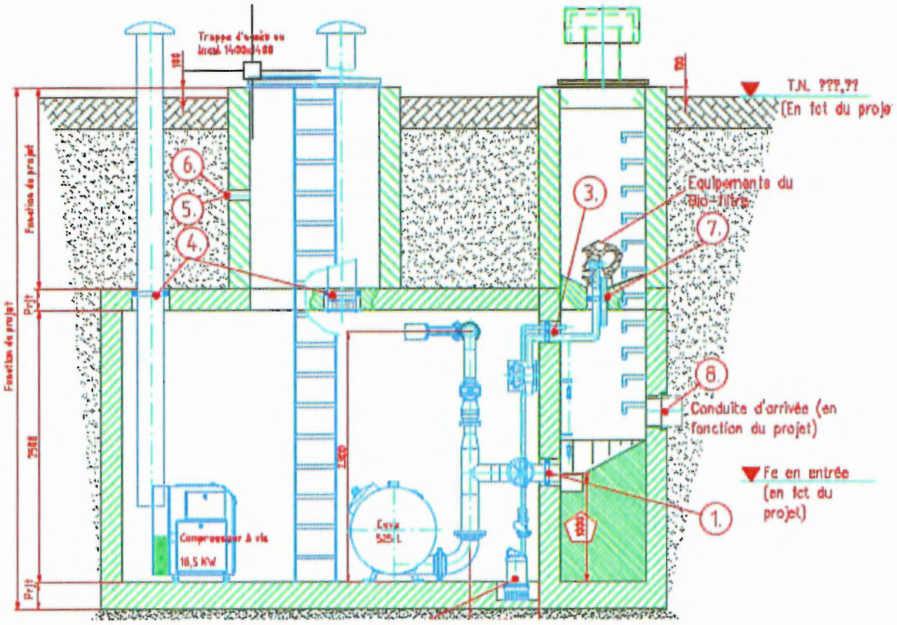



*Fig. 5. Coupe de principe*

# 3. SITUATION DES TRACES

## 3.1. POINTS DE DEPARTS ET D'ARRIVEE

Le point de départ correspond à l'emplacement de la station d'épuration existante. Elle se situe à l'extrémité Sud-Ouest du quai Berry (6).

Le point d'arrivée est sur le littoral marseillais entre la pointe d'Endoume et le palais du Pharo.

## 3.2. PROPOSITION DES SITES D'ATTERRAGE

Les sites d'atterrage proposés sont décrits ci-dessous :

### 3.2.1. Côté Frioul

Le site de l'actuelle station sera réutilisé pour mettre en place l'ensemble des éléments nécessaires au transfert des eaux usées vers Marseille. Il constitue le point de départ du tracé.

Trois sites d'atterrage sont envisagés sur l'île pour être le point de départ de la partie « sous-marine » :

- La pointe d'Ouriou (à proximité de la station d'épuration)
- Le sud de la calanque de Saint Estève
- Le Cap de Croix au Nord Est de l'île

***Fig. 6. Zone d'atterrage île du Frioul***

### 3.2.2. Côté Marseille

Trois sites d'atterrage sont envisagés côté Marseille pour être le point de départ de la partie « sous-marine » :

- La pointe d'Endoume / Calanque de Malmousque
- L'anse du vallon des Auffes / Monument aux Morts d'Orient
- Plage des Catalans

***Fig. 7. Atterrage littoral Marseille***

Quel que soit le site d'atterrage retenu les eaux usées seront collectées par le collecteur longeant la corniche et repris par le PR situé au niveau du vieux port.

### 3.2.3. Reconnaissance sur site

- Sites d'atterrages potentiels :

<u>Vallon des Auffes :</u>

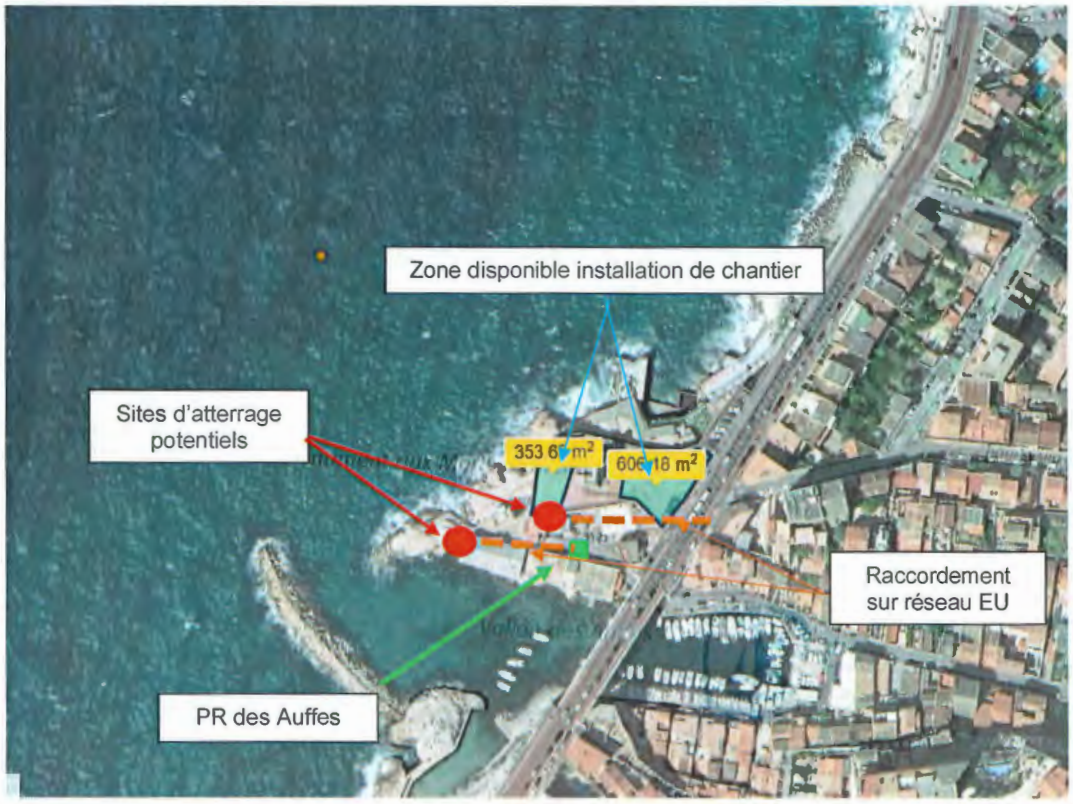



***Fig. 8. Zone d'atterrage Vallon des Auffes***

- Espace disponible pour la zone de travail et l'installation de chantier : environ 1 000 m² au droit du monument aux morts
- Proximité du réseau EU existant
- Deux zones d'atterrages possibles

Pointe d'Endoume :

***Fig. 9. Zone d'atterrage pointe d'Endoume***

- Espace disponible pour la zone de travail et l'installation de chantier : environ 2 500 m² sur le parking privé de la zone militaire
- Proximité du réseau EU existant
- Atterrage possible sur le parking

<u>Plage des Catalans :</u>

- Espace disponible pour la zone de travail et l'installation de chantier sur la plage
- Proximité du réseau EU existant
- Atterrage possible sur la plage

Aucun atterrage existant n'a été localisé au niveau de la pointe d'Endoume ou de la plage des Catalans.

Deux atterrages ont été localisés au niveau du Monument aux Morts d'Orient :

- Câble électrique
- Réseau AEP

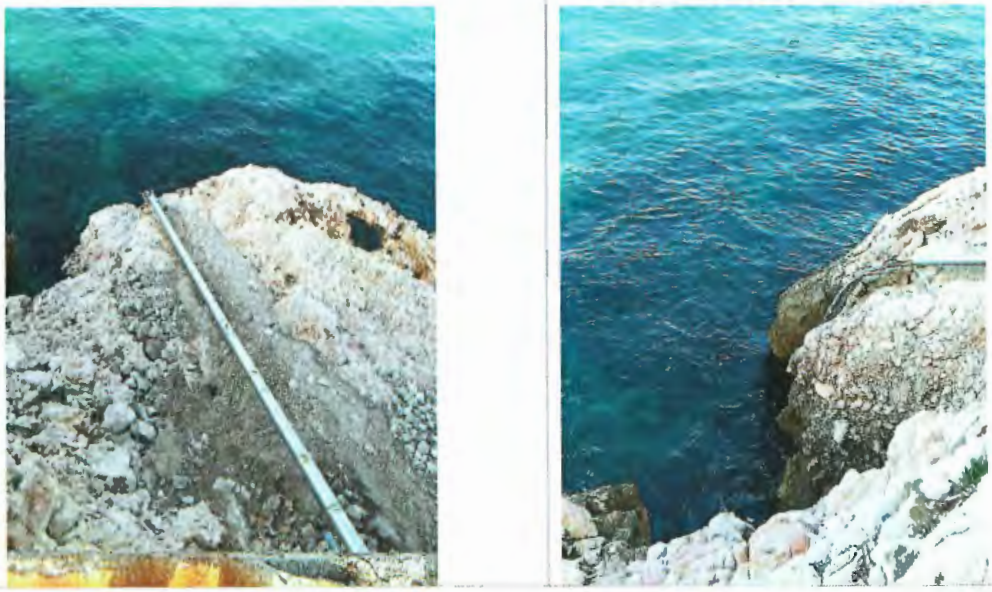


***Fig. 10. Atterrage câble électrique***

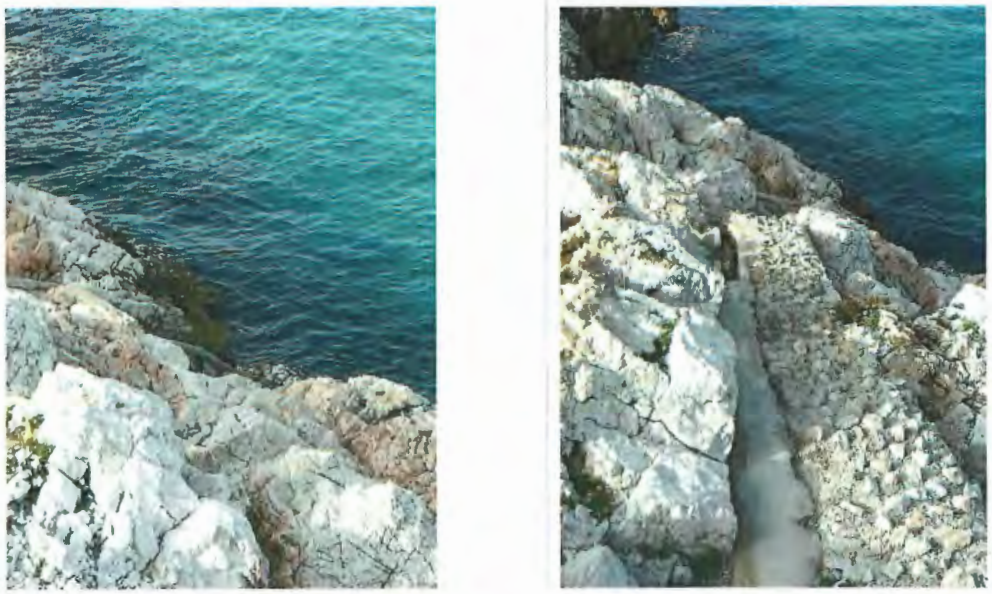


***Fig. 11. Atterrage conduite AEP***

## 3.3. CANALISATIONS ET CABLES EXISTANTS

**Tabl. 4 - Canalisations en mer existantes au droit de la zone d'études :**

| Type réseau | Type de pose et d'ancrage existant | Type de croisement | En service |
|---|---|---|---|
| Réseau AEP Acier DN 200<br><br>Remarque deux conduites AEP sur les cartes maritimes 1 HS ? | Inconnu | Inconnu | oui |
| ENEDIS HTA 3*165 Al | A priori câble nu autolesté | Inconnu | Oui |
| Câble téléphonique | Inconnu | Inconnu | Inconnu |

**Tabl. 5 - Canalisation terrestre :**

| Exploitant – ouvrage | Classe |
|---|---|
| GRDF – réseau gaz | Classe B |
| ENEDIS – HT – BT | Classe A et B |
| Orange – télécom | Classe B |
| Numéricable – télécom (dans infrastructure orange) | Classe B |
| SERAMM – eaux usées et pluviales | Classe C |
| SEMM – eau potable | Classe C |
| MAMP – signalisation | Classe A |
| MAMP – éclairage public | Classe C |
| MAMP – Arrosage | Classe C |

## 3.4. DONNEES OCEANO-METEOROLOGIQUES

La connaissance précise des données hydrodynamiques est un besoin fondamental pour ce type de projet pour plusieurs niveaux d'interventions :

- Déterminer les contraintes de travaux et en particulier : périodes préférentielles pour la réalisation de certaines parties de travaux, évaluation des conditions d'utilisation des matériels nautiques...
- Evaluer les efforts sur les structures (conduite sur le fond et lors de la pose),
- Evaluer les difficultés de mise en œuvre des ouvrages (indisponibilités, intempéries ...),
- Evaluer l'impact rétroactif des ouvrages sur les courants et les fonds (risques d'affouillements),

Ces différentes analyses permettront de définir les contraintes techniques relatives à la mise en œuvre d'une conduite d'eau potable dans ce secteur. Elles permettront d'ores et déjà d'identifier les contraintes majeures concernant :

- La mise en place de la conduite,
- Le déroulement des travaux
- Les contraintes d'exploitation et de maintenance,

### 3.4.1. Niveaux d'eau

Le niveau d'eau correspond à la superposition du niveau moyen et de la variation altimétrique engendrée par différents phénomènes physiques :

- La marée astronomique ;
- La surcote météorologique générée par l'évolution de la pression atmosphérique (surcote atmosphérique) et le vent et la surcote ;
- La surcote liée à l'effet des vagues (« surcote des vagues » ou « wave set-up ») ;
- L'élévation de la mer due au changement climatique.

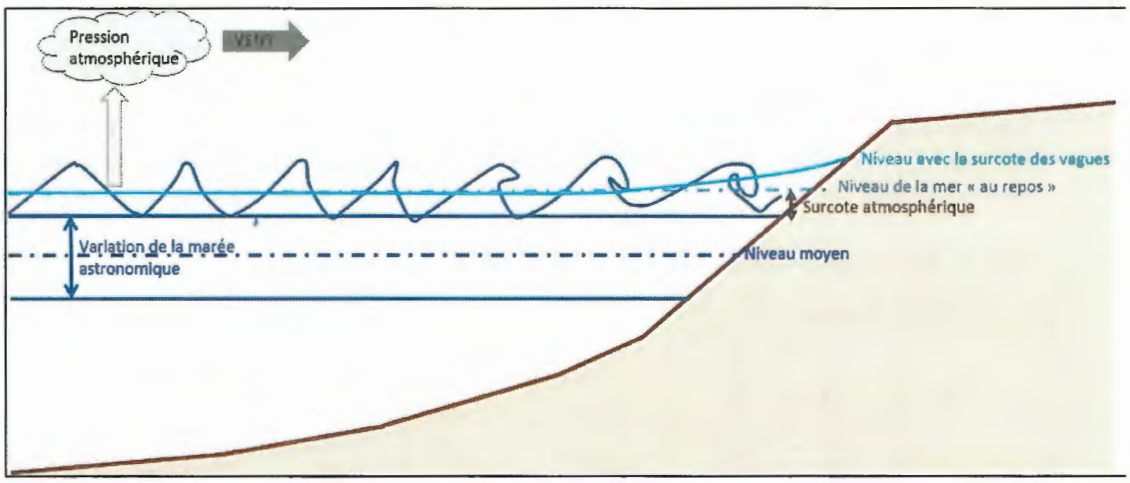



***Fig. 12. Niveau d'eau et phénomènes physiques associés***

A cela s'ajoute sur les plages, le niveau instantané maximal atteint par le jet de rive (« run-up »).

#### 3.4.1.1. NIVEAU MOYEN

D'après les Références Altimétrique Maritimes 2017 du SHOM (Réf. [1]), à Marseille :

- le niveau moyen de la mer à Marseille est situé à + 0,49 m ZH,
- le zéro hydrographique (ZH), ou zéro des Cartes Marines (CM), est situé à +0,329 m au-dessus du nivellement général de la France (IGN69).

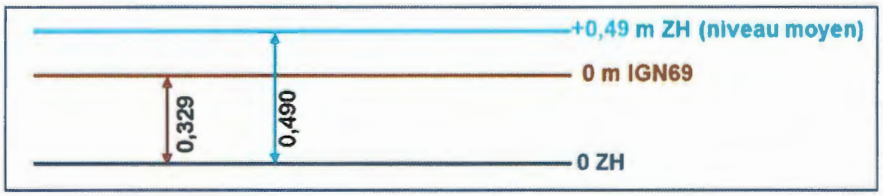



***Fig. 13. Niveaux des différents zéros de référence***

#### 3.4.1.2. MAREE ASTRONOMIQUE

La marée en Méditerranée est de type semi-diurne avec une très faible amplitude car la mer Méditerranée est un bassin fermé dans lequel le plateau continental est très étroit et bloque la propagation de la marée.

Les niveaux caractéristiques de marée à Marseille sont les suivants.

**Tabl. 6 - Niveaux caractéristiques de marée à Marseille**

| | | |
|---|---|---|
| Plus Haute Mer Astronomique (PHMA) | 0,70 m ZH | 0,371 m IGN69 |
| Pleine Mer de Vive-Eau (PMVE) | 0,58 m ZH | +0,251 m IGN69 |
| Niveau Moyen | 0,49 m ZH | 0,161 m IGN69 |
| Plus Basse Mer Astronomique (PBMA) | 0,27 mZH | -0,059 m IGN69 |

| | |
|---|---|
| Marnage maximal | 0,43 m |

### 3.4.1.3. SURCOTES METEOROLOGIQUES

D'après CETMEF, 2013 (Réf. [2]), la surcote météorologique (effets du vent et de la pression atmosphérique) maximale observée à Marseille sur 12,6 années de mesures disponibles à date de publication était de 0,51 m le 19/02/2010. Les valeurs extrêmes sont fournies dans le Tabl. 7 - .

**Tabl. 7 - Surcotes horaires extrêmes à Marseille**

| Période de retour (an) | | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 1 000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Loi exponentielle | Surcote (m) | 0,78 | 0,89 | 0,99 | 1,13 | 1,24 | 1,58 |
| | Intervalle de confiance à 70% (m) | 0,72 - 0,85 | 0,81 - 0,96 | 0,91 - 1,08 | 1,03 - 1,24 | 1,12 - 1,35 | 1,42 - 1,74 |
| Loi GPD | Surcote (m) | 0,76 | 0,85 | 0,93 | 1,04 | 1,11 | 1,34 |
| | Intervalle de confiance à 70% (m) | 0,69 - 0,83 | 0,75 - 0,94 | 0,80 - 1,06 | 0,85 - 1,22 | 0,88 - 1,34 | 0,93 - 1,75 |

### 3.4.1.4. SURCOTES LIEES AUX VAGUES – WAVE SET-UP

Les travaux du BRGM sur la caractérisation de l'aléa submersion marine (2017, Réf. [3]) indique des valeurs de wave set-up moyen sur le site d'étude.

**Tabl. 8 - Set-up moyen**

| Localisation | Set-up moyen |
|---|---|
| Marseille Borely | +0,28 m |
| Marseille Sormiou | +0,31 m |

### 3.4.1.5. CHANGEMENT CLIMATIQUE

A l'échelle nationale, l'ONERC (2010) a publié des recommandations sur la base des travaux du GIEC[1] pour établir des scénarios d'élévation du niveau marin.

**Tabl. 9 - Hypothèse retenues d'ampleur de l'élévation du niveau marin en raison du changement climatique**

| Hypothèse | 2030 | 2050 | 2100 |
|---|---|---|---|
| Optimiste | +0,1 m | +0,17 m | +0,40 m |
| Pessimiste | +0,14 m | +0,25 m | +0,60 m |
| Extrême | +0,22 m | +0,41 m | +1,00 m |

Pour l'évaluation des aléas submersion marine PPRL à horizon 2100 dans le cadre des Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL), il est préconisé le scénario pessimiste soit une surélévation du niveau marin de +0,60 m.

[1] : Groupement d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

#### 3.4.1.6. NIVEAUX D'EAU EXTREME

Les niveaux marins de référence prenant en compte la marée (niveau de PMVE), la surcote météorologique centennale, la surcote moyenne liée aux vagues et l'élévation due au changement climatique ont été estimés sur le secteur d'étude (Réf. [3]). Ces niveaux ont été établis pour 2 scénarios :

Un scénario « événement extrême moyen » qui correspond au niveau marin actuel auquel il est rajouté +0,20 m dû à l'élévation du niveau de la mer ;

Un scénario « événement extrême moyen avec prise en compte du changement climatique » à l'horizon 2100 qui correspond au niveau marin actuel auquel il est rajouté +0,60 m dû à l'élévation du niveau de la mer.

**Tabl. 10 - Niveaux extrêmes sur le secteur d'étude**

| Localisation | Evènement extrême moyen | Evénement extrême moyen – horizon 2100 |
|---|---|---|
| Marseille Borely | +1,51 m IGN69 | +1,91 m IGN69 |
| Marseille Sormiou | +1,35 m IGN69 | +1,75 m IGN69 |

Ces niveaux ne tiennent pas compte du run-up (niveau dynamique liée à la propagation jet de rive) qui dépend du faciès du littoral (plage, muret, perré...).

### 3.4.2. Vents

La climatologie des vents (d'après réf. [4]) est issue de la reconstitution des conditions de vent sur 19 années (janvier 1992 à décembre 2010), au point P dans la rade de Marseille. Le référencement de ce point est donné dans le Tabl. 11 - ci-après et sur la figure 14.

**Tabl. 11 - Référencement du point P pour la climatologie des vents**

| | |
|---|---|
| Longitude (WGS 84) | 5°18'37.44"E |
| Latitude (WGS 84) | 43,3460 |
| Profondeur | -34 m CM |

***Fig. 14. Référencement du point P pour la climatologie des vents***

Les vents à l'intérieur de la rade de Marseille viennent principalement du secteur Nord-Ouest (N310°-330°), comme le montre la rose des vents (cf. réf. [4]) représentée sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après. Ce vent correspond au Mistral qui est le vent prépondérant sur cette zone. Il existe aussi des vents d'ESE (N110°-130°) qui peuvent être assez forts et dans une moindre mesure, des vents d'Ouest (N270°-280°) qui peuvent être gênants pour la navigation.

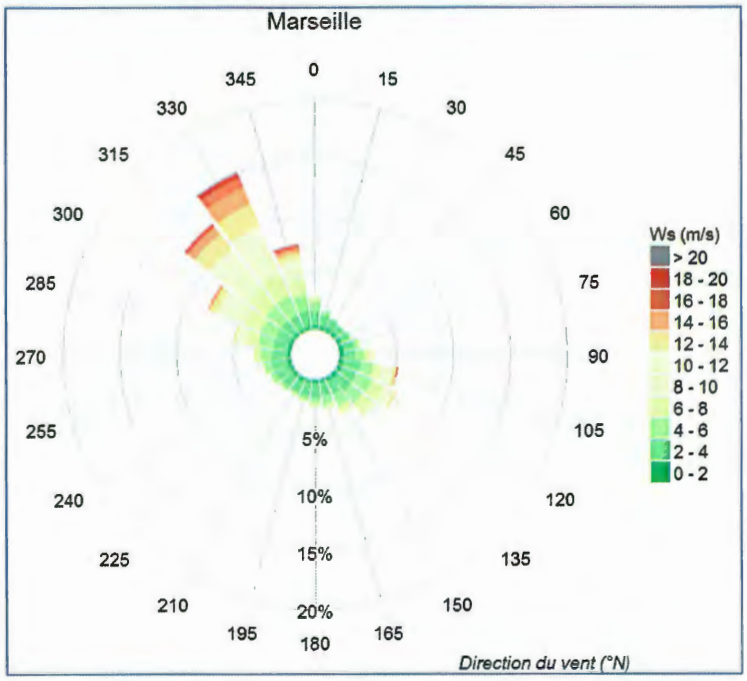



***Fig. 15. Rose des intensités des vents à l'intérieur de la rade de Marseille***

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**16 suivante présente les corrélogrammes entre l'intensité des vents et leur direction.

Vitesse du vent (m/s)

| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 | 315 | 330 | 345 | Total % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ]0,2] | 0.31 | 0.34 | 0.33 | 0.34 | 0.32 | 0.33 | 0.39 | 0.36 | 0.42 | 0.36 | 0.33 | 0.31 | 0.34 | 0.33 | 0.34 | 0.32 | 0.33 | 0.33 | 0.27 | 0.25 | 0.29 | 0.27 | 0.23 | 0.32 | 7.76 |
| ]2,4] | 1.16 | 1 | 0.78 | 0.69 | 0.81 | 0.99 | 1.03 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 1.29 | 1.21 | 1.29 | 1.19 | 1.12 | 1.18 | 1.33 | [illegible] | 1.32 | 1.33 | 1.26 | 1.29 | 1.27 | 1.32 | [illegible] |
| ]4,6] | 0.94 | 0.35 | 0.19 | 0.16 | 0.21 | 0.36 | 0.76 | 1.16 | [illegible] | [illegible] | 1.07 | 0.73 | 0.48 | 0.31 | 0.19 | 0.29 | 0.45 | 0.66 | 1.04 | 1.34 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| ]6,8] | 0.42 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.16 | 0.46 | 0.8 | 1.13 | 0.95 | 0.49 | 0.28 | 0.17 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.12 | 0.49 | 1.11 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 1.36 | 13.99 |
| ]8,10] | 0.2 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.28 | 0.64 | 0.68 | 0.37 | 0.26 | 0.14 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.65 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 1.09 | 10.64 |
| ]10,12] | 0.07 | | 0.00 | 0.00 | | 0.01 | 0.09 | 0.42 | 0.36 | 0.14 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.28 | 1.22 | [illegible] | [illegible] | 0.8 | 8.12 |
| ]12,14] | 0.03 | | | | | | 0.06 | 0.23 | 0.17 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | 0.00 | 0.01 | 0.11 | 0.63 | [illegible] | [illegible] | 0.53 | 5.45 |
| ]14,16] | 0.01 | | | | | | 0.02 | 0.08 | 0.03 | | | 0.01 | | | | | | | | 0.01 | 0.17 | 0.81 | [illegible] | 0.35 | 3.03 |
| ]16,18] | 0.01 | | | | | | 0.00 | 0.03 | 0.01 | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.22 | 0.9 | 0.2 | 1.4 |
| ]18,20] | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.1 | 0.39 | 0.1 | 0.62 |
| ]20,22] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.09 | 0.07 | 0.18 |
| ]22,24] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.03 |
| >24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | | 0.00 |
| Total % | 3.15 | 1.78 | 1.35 | 1.23 | 1.38 | 1.92 | 3.11 | 5.19 | 5.72 | 4.75 | 3.54 | 2.76 | 2.41 | 1.95 | 1.71 | 1.82 | 2.16 | 2.54 | 3.27 | 5.08 | 8.08 | [illegible] | [illegible] | 7.61 | 100% |

Wdir : 15 = [7.5,22.5]

Direction du vent (°N)

***Fig. 16. Corrélogrammes Intensité des vents / Direction***

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** 17suivante présente les fréquences d'apparition des vents, toutes directions confondues.

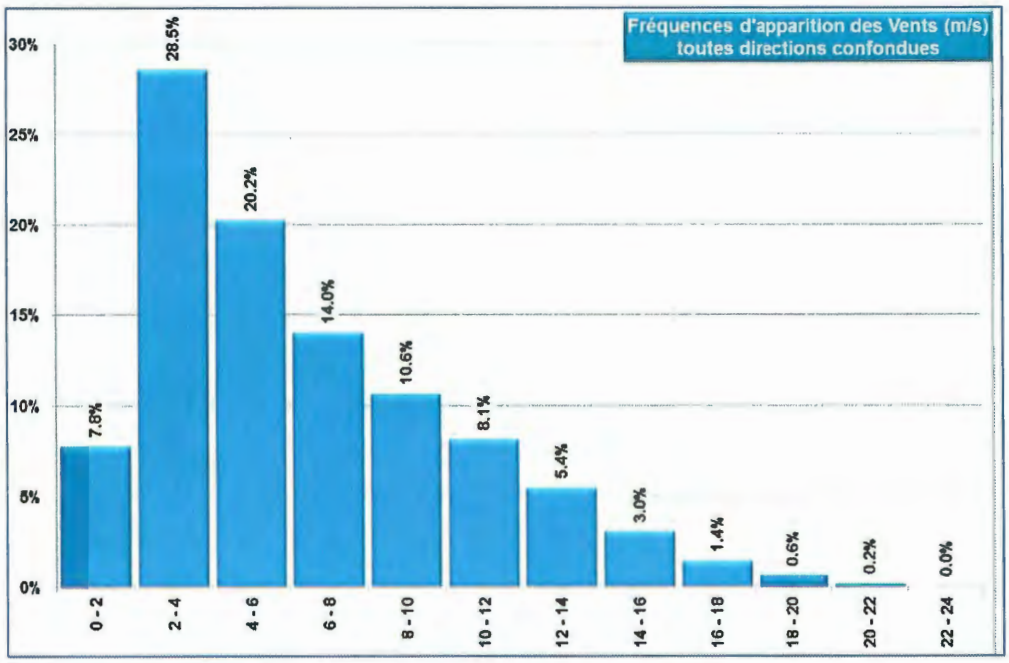



***Fig. 17. Fréquence d'apparition des intensités des vents à l'intérieur de la rade de Marseille***

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**18 suivante présente le pourcentage de dépassement des intensités de vents, toutes directions confondues.

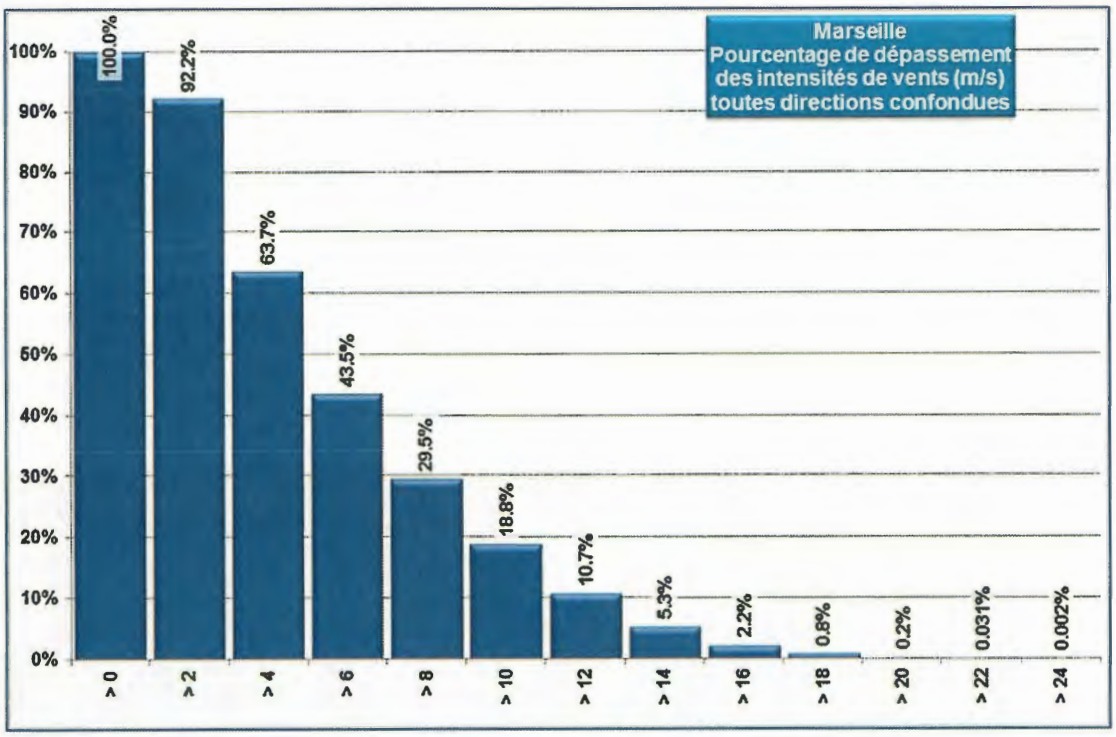



***Fig. 18. Pourcentage de dépassement des intensités de vents à l'intérieur de la rade de Marseille***

Les graphiques en annexe permettent de préciser le climat mensuel des vents. On remarque que :

- Les vents supérieurs à 15 nœuds apparaissent principalement de novembre à mars. Ils sont présents moins de 2% du temps, soit moins de 8 jours par an ;
- L'intensité des vents est plus faible de mai à octobre.

Les vitesses de vent extrêmes (vent moyen 10 minutes) pour les directions principales des vents sont données dans le tableau ci-après :

**Tabl. 12 - Vitesses de vent extrêmes**

| Direction | Vent annuel (m/s) | Vent décennal (m/s) | Vent cinquantennal (m/s) |
|---|---|---|---|
| Nord-Ouest | 20,9 | 23,7 | 25,5 |
| Est-Sud-Est | 13,7 | 17,0 | 19,0 |
| Ouest | 12,7 | 16,1 | 18,1 |

## 3.4.3. Houles

### 3.4.3.1. DONNEES SOURCES

Les données de houle au large des îles du Frioul proviennent de la base de données ANEMOC2-Méditerranée (Atlas des États de Mer Océaniques et Côtiers). Il s'agit d'une base de données

continue d'états de mer réalisée par simulations rétrospectives (rejeux), couvrant la période 1979 à 2010 (32 ans) à pas de temps horaire. Cette base est le fruit d'une collaboration entre le CEREMA et EDF R&D-LNHE.

La base de données a été calibrée à partir d'observations satellitales et validée aux bouées houlographes disponibles.

Il est constaté, à la bouée MARSEILLE, des résultats satisfaisants et cohérents.

#### 3.4.3.2. CLIMAT DE HOULE AU LARGE

Les paramètres de houle (Hauteur significative, Direction, Période de pic) sont extraits de la base de données ANEMOC2-Méditerranée en trois points de sortie situés au large de l'île du Frioul et en limite du modèle de propagation côtière : les points 4283, 4256 et 4240 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ces extractions ont pour but d'établir le climat de houle dans la zone retenue pour la conduite.

***Fig. 19. Localisation des points d'analyse de la houle***

Les figures 20 21 22 ci-après présentent les roses des houles annuelles respectivement pour les points ANEMOC2 4283, 4256 et 4240. Les climats annuel et mensuels des houles sont présentés en annexesrespectivement en ces mêmes points.

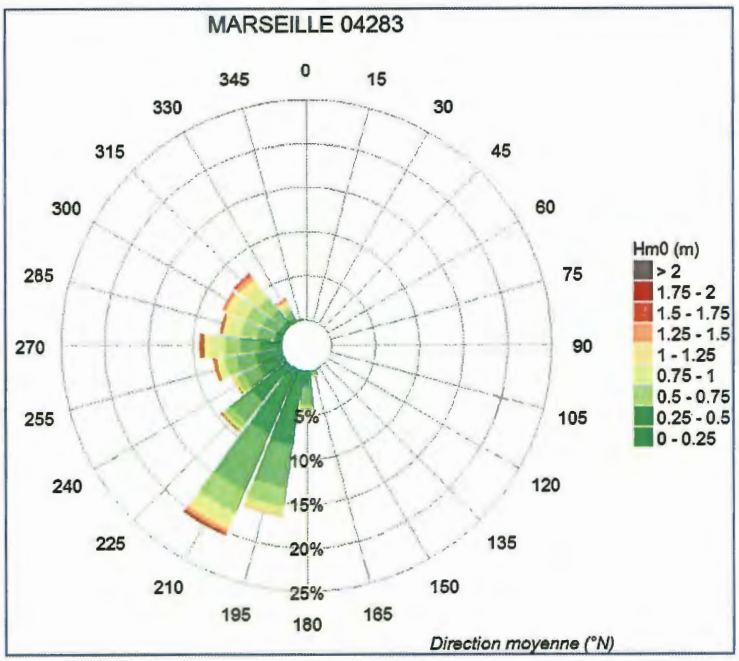



***Fig. 20. Rose de houles au point ANEMOC2 4283 au Nord-Est des îles du Frioul***

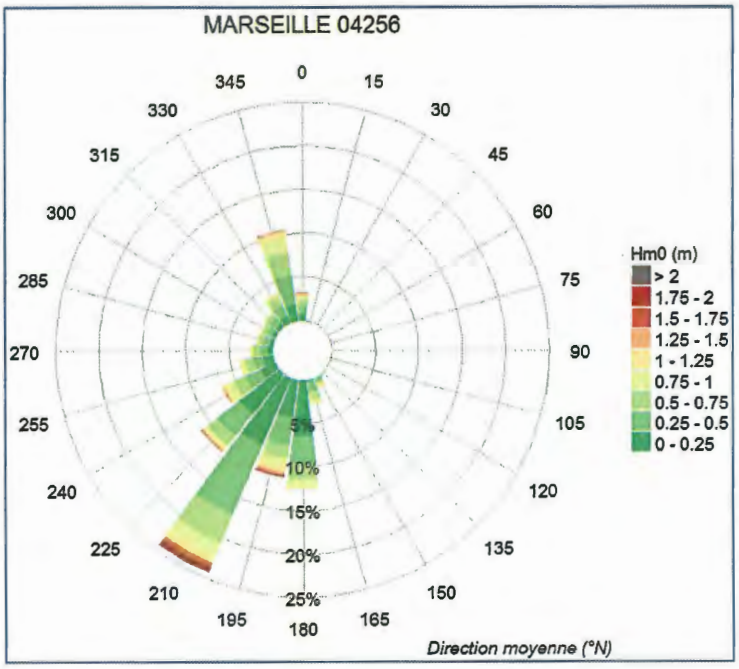



***Fig. 21. Rose de houles au point ANEMOC2 4256***

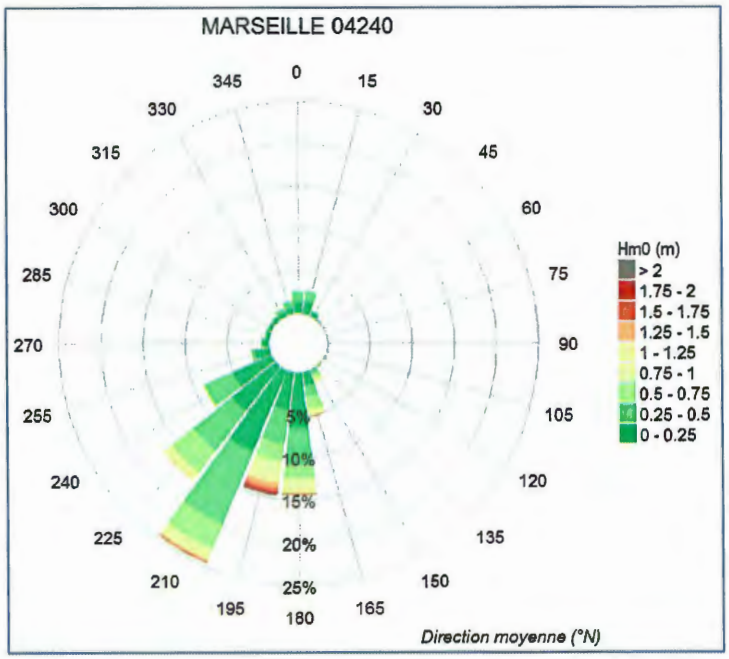



***Fig. 22. Rose de houles au point ANEMOC2 4240***

L'analyse des états de mer au large met en avant :

- en hauteur :
  - des valeurs assez faibles, supérieures à 2 m moins de 0,3% du temps, soit moins de 1 jour par an. Le pourcentage de dépassement de quelques hauteurs de houles caractéristiques, toutes directions confondues, sont regroupées dans le Tabl. 13 - ci-après.

**Tabl. 13 - Statistiques annuelles des hauteurs des houles**

| Point | Hauteur des houles | | | | Valeur moyenne |
|---|---|---|---|---|---|
| | > 0,5 m | > 1,0 m | > 1,5 m | > 2,0 m | |
| 4283 | 35,9% | 9,3% | 1,4% | 0,2% | 0,46 m |
| 4256 | 34,3% | 6,6% | 1,3% | 0,3% | 0,44 m |
| 4240 | 22,9% | 4,8% | 1,2% | 0,3% | 0,37 m |

- les intensités moyennes sont plus faibles au point 4240 qui est mieux protégé par les îles du Frioul. Le tableau suivant présente les classes de hauteurs de houles, toutes directions confondues :

**Tabl. 14 - Hauteur max de la houle par classe de période pic aux 3 points ANEMOC2**

| Classe de hauteur (m) | 4283 | 4256 | 4240 |
|---|---|---|---|
| 0,0 - 0,5 | 64,1% | 65,7% | 77,1% |
| 0,5 – 1,0 | 26,7% | 27,7% | 18,1% |
| 1,0 - 1,5 | 7,8% | 5,3% | 3,6% |
| 1,5 – 2,0 | 1,2% | 0,9% | 0,9% |
| 2,0 - 2,5 | 0,2% | 0,2% | 0,2% |
| 2,5 – 3,0 | 0,029% | 0,072% | 0,077% |
| 3,0 - 3,5 | 0,005% | 0,026% | 0,025% |
| 3,5 – 4,0 | 0,001% | 0,008% | 0,005% |

- en direction :
  - présence d'un secteur directionnel principal, le secteur **SSO [180, 225°N[** qui regroupe de 50 à 70% des états de mer et inclue les plus fortes houles,
  - présence de houles de secteur Ouest [255, 320°N[ au point 4283,
  - présence de houles de secteur NNO [330,360°N[ au point 4256 ;
- en période pic :
  - les périodes pic (Tp) associées aux houles dans la zone d'étude sont comprises entre 2 et 16 s,
  - le tableau ci-après présente la hauteur maximale de la houle par classe de période pic, toutes directions confondues :

**Tabl. 15 - Hauteur max de la houle par classe de période pic aux 3 points ANEMOC2**

| classe de Tp (s) | 4283 | 4256 | 4240 |
|---|---|---|---|
| 0 - 2 | 0,32 m | 0,34 m | 0,34 m |
| 2 - 4 | 1,71 m | 1,54 m | 1,56 m |
| 4 - 6 | 2,53 m | 2,35 m | 2,03 m |
| 6 - 8 | 2,72 m | 2,81 m | 2,94 m |
| 8 - 10 | 3,71 m | 4,11 m | 4,03 m |
| 10 - 12 | 3,56 m | 4,35 m | 4,25 m |
| 12 - 14 | 2,52 m | 3,26 m | 3,15 m |
| 14 - 16 | 0,75 m | 0,99 m | 1,05 m |

### 3.4.3.3. AGITATION DANS LA ZONE DE L'ETUDE

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude d'agitation récente sur la zone d'étude.

Il pourra être nécessaire, à un stade ultérieur, de réaliser une étude appropriée de l'agitation induite par les houles du large sur la zone d'étude.

### 3.4.4. Courantologie

Aucune donnée n'existe à notre connaissance sur les courants dans la zone d'étude.

La carte marine de Marseille montre bien que les fonds sont influencés par les îles du Frioul qui forment une barrière océanographique en séparant franchement les deux rades. C'est pourquoi, le courant général de Ligure affecte peu le bassin.

Cependant, le vent doit pouvoir générer des courants quand il souffle sur la zone.

Il sera nécessaire, à un stade ultérieur, de réaliser :

- des mesures des courants et de vent concomitantes sur une durée assez longue afin d'avoir des données et des statistiques ;
- une modélisation tridimensionnelle des courants sur une ou plusieurs période caractéristique des conditions océano-météorologiques de la zone d'étude.

# 4. CONTRAINTES

L'analyse de la faisabilité de la mise en place d'une conduite entre l'île du Frioul et Marseille s'appuie sur les données océanographiques, environnementales et administratives.

La juxtaposition de ces contraintes et données permet d'établir plusieurs tracés envisageables et la mise en évidence d'un tracé préférentiel.

Les contraintes et données en question sont exposées dans les paragraphes suivants.

## 4.1. CONTRAINTES MARITIMES

### 4.1.1. Bathymétrie du site

Les données utilisées pour définir les contraintes liées à la bathymétrie sont issues des cartes SHOM « Information géographique maritime et littorale de référence » (Fig. 33).

La profondeur d'eau fournie à partir des cartes SHOM est donnée en mètre rapportés au niveau des plus basses mers.

Il sera nécessaire, à un stade ultérieur, de réaliser :
- Un relevé bathymétrique précis de la zone d'étude,

La bathymétrie et la morphologie des fonds est un critère de projet important dans le cadre de ce type de projet.

La figure Fig. 33 présente la carte bathymétrique du SHOM entre l'île du Frioul et Marseille. On note une profondeur maximum de -32 mCM.

On peut identifier obstacles suivants à contourner :

- L'île d'If et ses proches alentours,
- La roche « Basse Saint-Estève », côté l'île du Frioul,
- Les roches « Tarantan »,
- Les îles d'Endoume, côté Marseille,
- Les rochers des Pendus, côté Marseille,
- Plateau rocheux sur lequel est fondé le feu de Sourdaras et la tourelle du Canoubier.

Une analyse plus détaillée est fournie pour chaque tracé proposé, dans les paragraphes correspondants.

### 4.1.2. Nature des fonds

Les données utilisées pour définir les contraintes liées à la nature des fonds sont issues des cartes SHOM « Information géographique maritime et littorale de référence » (Fig. 34).

Il sera nécessaire, à un stade ultérieur, de réaliser :
- Une campagne de reconnaissance géophysique,
- Une campagne de reconnaissance géotechnique,
- Une étude précise du fonctionnement hydro sédimentaire du site.

La zone d'étude est couverte de graviers, sables et vases avec une présence importante de roches.

On note en particulier ;

- La présence de sables fins et de vases en partie Sud de la zone d'étude ainsi que devant et dans le port du Frioul,
- La présence de graviers et de roches entre l'île de Ratonneau et Marseille.

### 4.1.3. Trafic maritime

Le secteur de l'étude est une zone maritime très fréquentée en période estivale.

On remarque deux types de trafics importants :

- Trafics réguliers de liaison navettes de passagers et fret, on note les liaisons suivantes :
- Île du Frioul – Marseille ; jusqu'à 21 départs par jour,
- Château d'If – Marseille,
- Pointe Rouge – Marseille.
- Trafics liés à l'activité de plaisance ; le port de plaisance de l'Ile du Frioul à une capacité d'environ 700 places.

Ce trafic important représente une contrainte pour la réalisation des travaux. Durant les travaux, une attention particulière devra être portée sur le choix de méthodes constructives afin d'assurer la sécurité nautique des navires traversant la zone.

### 4.1.4. Réseau sous-marin existants

Les données utilisées pour définir les contraintes liées réseaux sous-marin existants sont issues des cartes SHOM « Information géographique maritime et littorale de référence » (Fig. 33).

Les positions des câbles sont à ce jour mal connues.

Par précaution il faudrait considérer une distance minimale de 500m avec les câbles électriques, à condition de connaître précisément la position des câbles.

Des précautions spécifiques seront également à prendre en compte pour les zones d'atterrage du fait de la présence de câbles. Les opérateurs devront être consultés une fois les zones d'atterrage arrêtées.

## 4.2. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

### 4.2.1. Zonages environnementaux

L'aire d'étude est située dans le périmètre ou en limite des zonages environnementaux suivants :

- **2 Zones Naturelles d'intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEF) terrestres et maritimes**
  - ZNIEFF Mer type II : Herbier de posidonies de la Baie du Prado
  - ZNIEFF Terre type II : Archipel du Frioul – Iles d'Endoume

*Fig. 23. ZNIEFF*

- **2 sites Natura 2000 :**
  - Calanques et îles marseillaises – Cap Canaille et massif du Grand Caunet (FR9301602), Zones Spéciales de Conservation au titre de la Directive Habitat
  - Iles marseillaises (FR9312007), Zones de Protection Spéciale au titre de la Directive Oiseaux

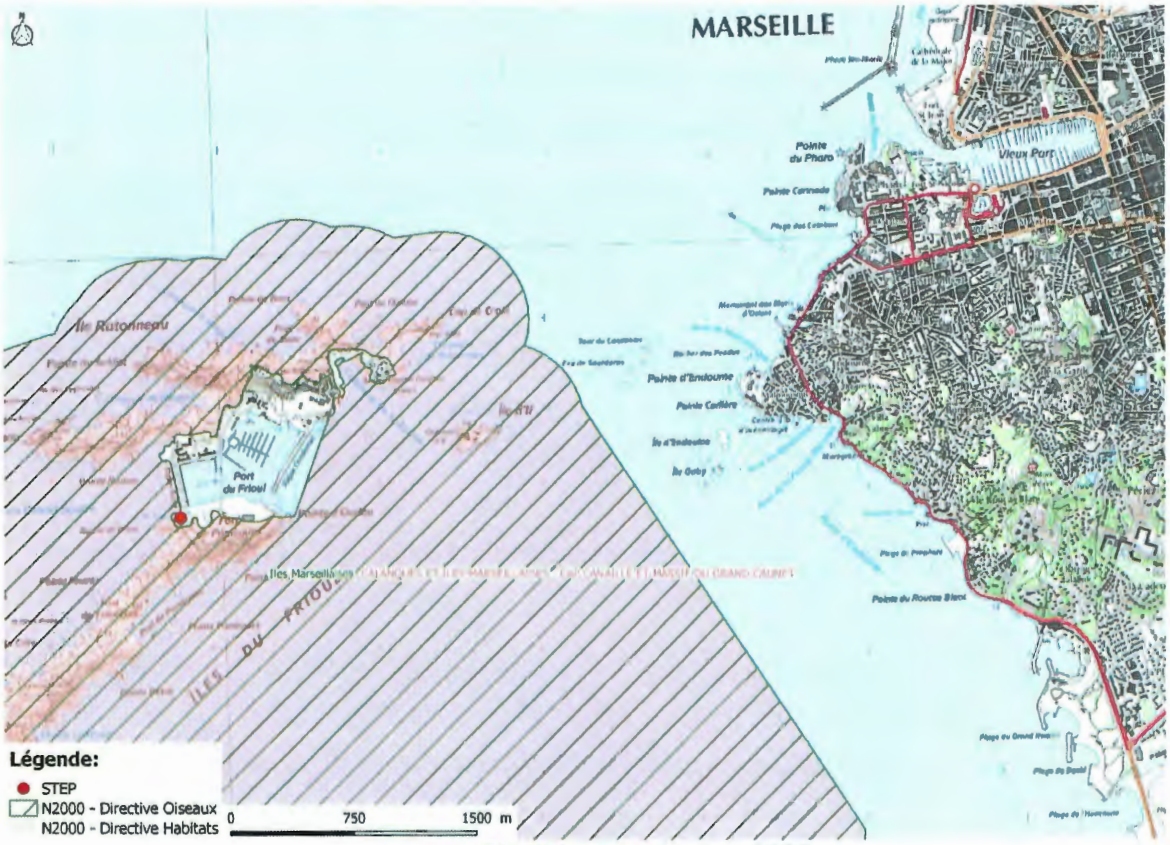



*Fig. 24. Sites Natura 2000*

L'ile du Frioul est incluse dans le cœur de **Parc National des Calanques**. L'aire d'étude marine entre le Frioul et le littoral marseillais (sud de la pointe d'Endoume) est située dans l'aire d'adhésion marine du Parc.

L'ile et les petits fonds autour constituent un **réservoir de biodiversité SRCE à préserver** (Basse Provence calcaire).

La Corniche de l'anse des Catalans au Roucas Blanc, abrite deux **sites classés** :

- Promenade de la Corniche à Marseille
- Côte à la Corniche à Marseille

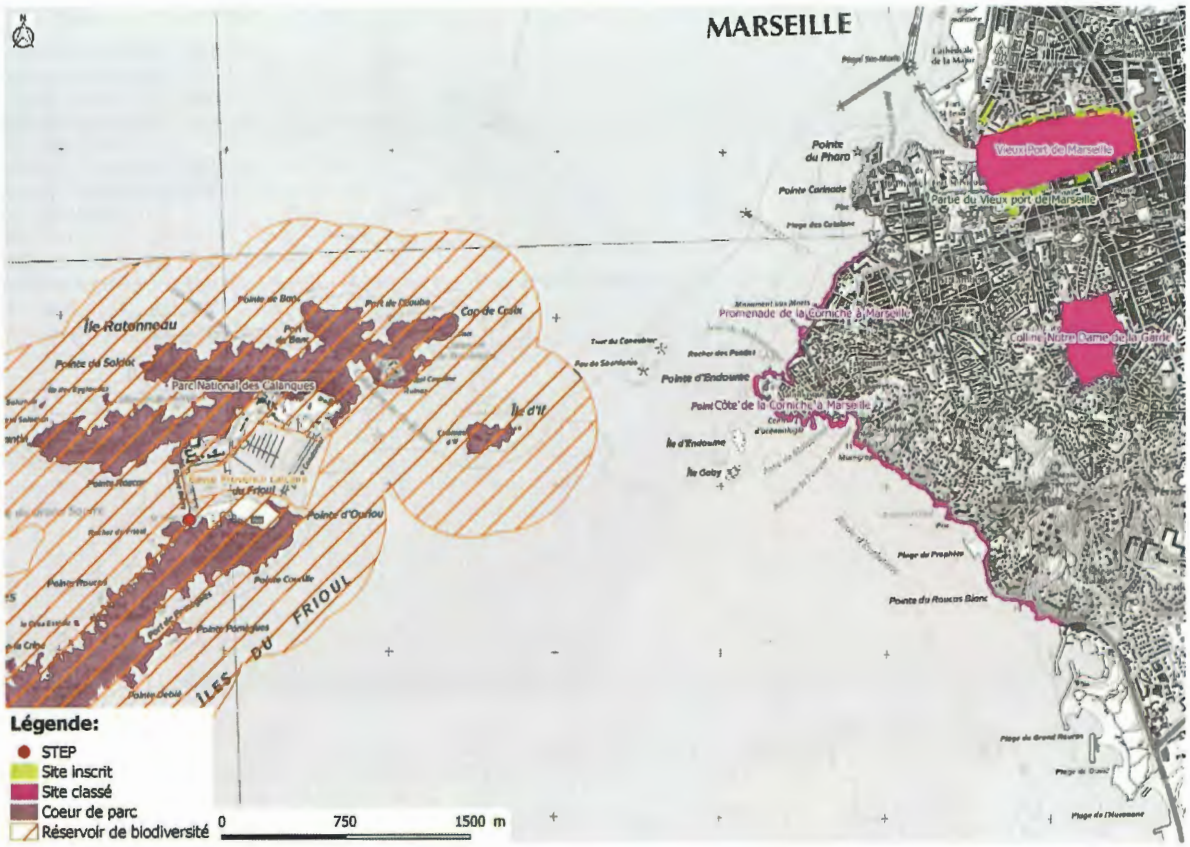



***Fig. 25. Protections réglementaires***

### 4.2.2. Biocénoses marines

Les petits fonds tout le long de la corniche abritent un vaste herbier de posidonies, qui s'étend de l'isobathe -25m à quelques mètres de profondeur.

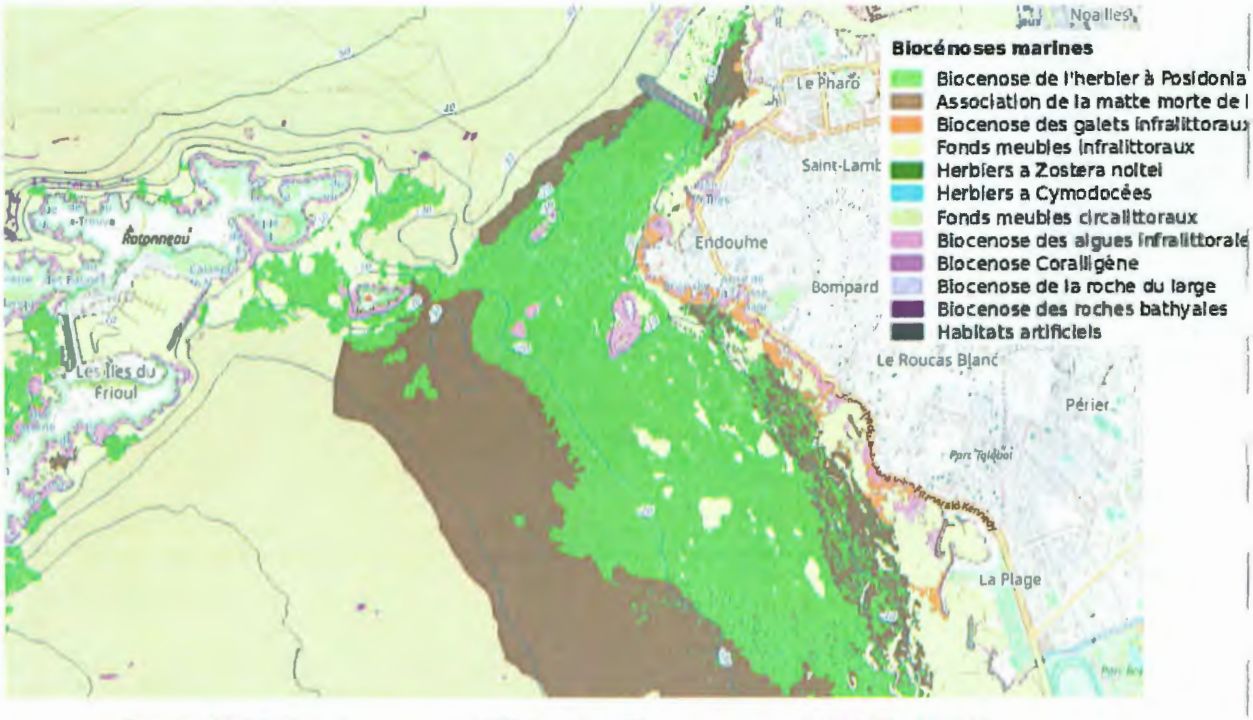
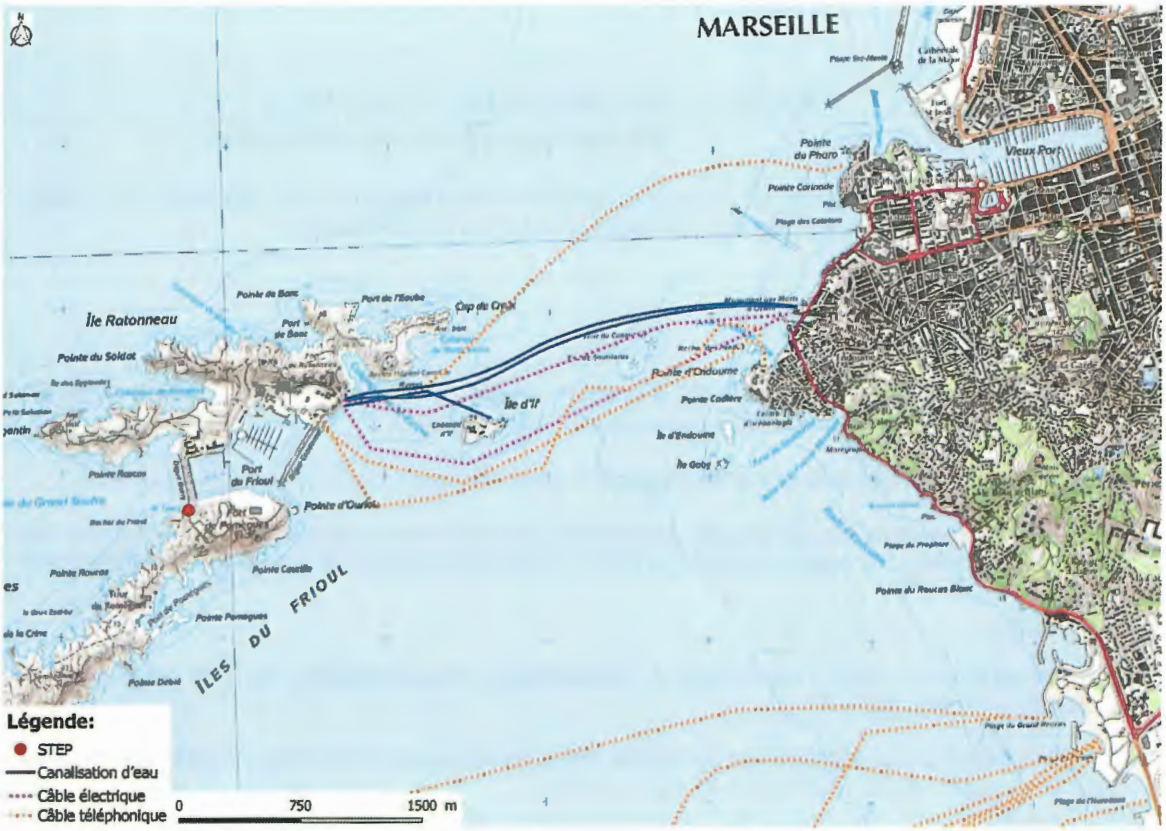


***Fig. 26. Carte des habitats marins (source : DONIA, Medtrix)***


MARSEILLE
Vieux Port
Pointe du Pharo
Pointe Carénade
Île Ratonneau
Pointe du Soldat
Pointe de Bonc
Port de l'Ilette
Cap de Croix
Port de Bonc
Pointe d'Endoume
Pointe Codière
Île d'If
Île d'Endoume
Île Goby
Port du Frioul
Pointe d'Ouriou
Pointe Rouze
Pointe Courrège
Pointe Rouvas
Pointe Pomègues
Pointe Débit
ILES DU FRIOUL
Pointe du Roucas Blanc
Plage du Prophète
Légende:
STEP
Canalisation d'eau
Câble électrique
Câble téléphonique
0
750
1500 m

MARSEILLE
Vieux Port
Pointe du Pharo
Pointe Carénade
Île Ratonneau
Pointe du Soldat
Pointe de Bonc
Port de l'Ilette
Cap de Croix
Port de Bonc
Pointe d'Endoume
Pointe Codière
Île d'If
Île d'Endoume
Île Goby
Port du Frioul
Pointe d'Ouriou
Pointe Rouze
Pointe Courrège
Pointe Rouvas
Pointe Pomègues
Pointe Débit
ILES DU FRIOUL
Pointe du Roucas Blanc
Plage du Prophète
Légende:
STEP
Roche sous-marine
Obtruction
Epave
0
750
1500 m

### 4.2.3. Raccordement au système d'assainissement de Marseille

Dans le cas d'un raccordement du réseau au système d'assainissement de Marseille, les travaux sont soumis aux démarches suivantes relatives au code de l'environnement.

**Code de l'environnement**

Examen au cas par cas

Le projet doit faire l'objet d'une **demande d'examen au cas par cas** préalable à la réalisation d'une étude d'impact, au titre des rubriques suivantes de l'article R122-2.

38. Canalisations de transport de fluides autres que ceux visés aux rubriques 22 et 35 à 37 :

- Canalisation dont le produit du diamètre extérieur avant revêtement par la longueur est supérieur ou égal à 500 m2, ou dont la longueur est égale ou supérieure à 2 kilomètres

Loi sur l'eau

Le projet doit faire l'objet d'un dossier de **déclaration ou autorisation** au titre des rubriques suivantes de l'article R214-1.

4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :

- d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros → **Autorisation environnementale**
- d'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros → **Déclaration**

Le projet doit également faire l'objet d'une évaluation des incidences sur les sites **Natura 2000** à proximité, conformément à l'article L414-19.

Etant donnée la présence d'un herbier de posidonie continu le long du littoral marseillais, le projet de canalisation fera probablement l'objet d'une **demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèce protégée**.

Enquête publique

Les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à la réalisation d'une étude d'impact ou à autorisation environnementale font l'objet d'une **enquête publique**, conformément aux articles L.123-2 et L.214-4.

**Code général de la propriété des personnes publiques**

La pose de canalisations sur le Domaine public maritime doit faire l'objet d'une **demande de concession d'utilisation du DPM** en dehors des ports, conformément à l'article L 2124-3 du code général de la propriété des personnes publiques.

Le dossier est soumis à une **enquête publique,** menée dans les formes prévues par les articles R. 123-1 à R. 123-23 du code de l'environnement.

La concession est accordée pour une durée de 30 ans maximum renouvelable.

La carte SHOM présentée en figure Fig. 33 met en évidence une zone de récifs artificiels. Les tracés proposés pour la nouvelle canalisation devront éviter cette zone.

# 5. ETUDE DES TRACES

## 5.1. CRITERES DE PROJET ET HYPOTHESES

### 5.1.1. Durée de vie de l'ouvrage

La durée de vie de l'ouvrage est de 50 ans.

### 5.1.2. Critères de Protection de la conduite

A ce stade une protection de la conduite est prévue pour le linéaire situé en faible profondeur (approche de la côte, des ports et mouillages, zones d'atterrage). Si nécessaire des critères de protection plus sévères devront être communiqués pour la phase suivante.

## 5.2. PROPOSITIONS DE TRACES MARITIMES

Le choix du tracé maritime de la conduite doit être analysé afin de fournir la solution optimum du point de vue technique et économique.

Cela comprend les coûts de fabrication, installation/mise en œuvre de l'ouvrage et ses conditions d'exploitation (maintenance ...).

Généralement, en domaine maritime, la solution la plus économique correspond au tracé le plus court possible.

Cependant, d'autres contraintes physiques (hauts fonds), techniques (réalisation de tranchée, présence de câbles) et environnementales peuvent conduire à examiner des tracés s'écartant du tracé le plus court.

Les tracés analysés dans le paragraphe suivant sont représentés en figure Fig. 36.

### 5.2.1. Tracé A

**Description :** C'est le tracé qui présente le linéaire terrestre le plus court.

**Longueur en mer :** 2.90 km

**Principales contraintes :**

- La morphologie du site implique un atterrage côté Frioul en forage dirigé (Fig. 50).
- Ce tracé implique quatre croisements avec des câbles. Ces croisements sont localisés sur la figure (Fig. 36) ; C_A1, C_A2, C_A3, C_A4.
- Le profil en long du tracé (Fig. 43) met en évidence un haut fond d'environ 9m sur 1000m au droit de l'île d'If.
- La figure (Fig. 39) montre que le tracé passe par des fonds vaseux.

- La figure (Fig. 37) montre que le tracé traverse un linéaire important de posidonies, environ 1400ml (400ml + 1000ml).
- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : environ 2000ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 1700 ml (Fig. 40),
  - Atterrage côté Marseille en site classé (Fig. 40).

**Avantages :** Ce tracé présente le linéaire terrestre le plus court (environ 700m).

**Conclusions :** Les données disponibles ne sont pas suffisantes pour établir la faisabilité d'un forage dirigé dans la zone d'atterrage côté Frioul. Le même tracé avec un atterrage alternatif est donc proposé dans le paragraphe suivant. La profondeur et les caractéristiques des fonds vaseux ont un impact important sur la stabilité de la conduite. La reconnaissance des fonds marins fait l'objet du paragraphe (8. Investigations préconisées).

### 5.2.2. Tracé A avec atterrage alternatif A'

**Description :** Le tracé A' propose un atterrage alternatif ne nécessitant pas de forage dirigé côté Frioul. Le tracé longe les reliefs présents au bord de la cote afin de rentrer dans le port jusqu'au site d'atterrage envisagé.

**Longueur en mer :** 3.16 km

**Principales contraintes :**

- Le tracé A' est en partie situé dans le port. Une protection du linéaire concerné est donc nécessaire,
- Toutes les contraintes du tracé A sont valables pour le tracé A'.

**Avantages :** Le forage dirigé pour l'atterrage côté Frioul n'est pas nécessaire.

**Conclusions :** Une protection doit être prévue pour le linéaire concerné. La profondeur et les caractéristiques des fonds vaseux ont un impact important sur la stabilité de la conduite. La reconnaissance des fonds marins fait l'objet du paragraphe (8. Investigations préconisées).

### 5.2.3. Tracé A avec atterrage alternatif A"

**Description :** Le tracé A" est identique au tracé A avec un atterrage alternatif côté Frioul.

**Longueur en mer :** 3.16 km

**Principales contraintes :**

- Ce tracé implique deux croisements avec des câbles. Ces croisements sont localisés sur la figure (Fig. 36) ; C_A3, C_A4.
- Linéaire terrestre important,
- Le profil en long du tracé (Fig. 45) met en évidence un haut fond d'environ 9m sur 1000m au droit de l'île d'If.
- La figure (Fig. 39) montre que le tracé passe par des fonds vaseux.
- La figure (Fig. 37) montre que le tracé traverse un linéaire important de posidonies, environ 1400ml (400ml + 1000ml).

- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : environ 2000ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 1700 ml (Fig. 40),
  - Atterrage côté Marseille en site classé (Fig. 40).

**Avantages :** Facilitées d'atterrage.

**Conclusions :** En comparaison avec le tracé A, le tracé A'' permet un atterrage classique sur plage et réduit le nombre de croisements avec des câbles existants.

### 5.2.4. Tracé B

**Description :** Le tracé B est inspiré du tracé des canalisations d'eau existantes

**Longueur en mer :** 2.82 km

**Principales contraintes :**

- La morphologie du site implique un atterrage côté Frioul en forage dirigé.
- La figure (Fig. 37) montre que le tracé traverse un linéaire important de posidonies, environ 900ml.
- Le profil en long du tracé (Fig. 47) met en évidence un haut fond d'une hauteur de 5m sur une distance de 480m.
- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : environ 1400 ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 1300 ml (Fig. 40),
  - Atterrage côté Marseille en site classé (Fig. 40).

**Avantages :**

- Le tracé ne traverse pas de fonds vaseux,
- Ce tracé implique un seul croisement avec un câble existant (C_C1 sur la figure Fig. 36),

**Conclusions :** Les données disponibles ne sont pas suffisantes pour établir la faisabilité d'un forage dirigé dans la zone d'atterrage côté Frioul. Le même tracé avec un atterrage alternatif est donc proposé dans le paragraphe suivant.

### 5.2.5. Tracé B avec atterrage alternatif B'

**Description :** Le tracé B' propose un atterrage alternatif ne nécessitant pas de forage dirigé côté Frioul. Le tracé bifurque vers la calanque de Saint-Estève. L'atterrage peut ainsi être réalisé sur la plage.

**Longueur en mer :** 2.84 km

**Principales contraintes :**

- Toutes les contrainte du tracé B sont valables pour le tracé B',
- Linéaire terrestre important,

**Avantages :**

- Le tracé ne nécessite pas de forage dirigé côté Frioul,
- L'atterrage est réalisé sur la plage.

**Conclusions :** Ce tracé n'est pas retenu, le linéaire de conduite terrestre en zone protégée étant jugé trop important.

### 5.2.6. Tracé C

**Description :** C'est le tracé localisé le plus au Nord. Il relie le Cap de Croix (côté Frioul) aux alentours de la pointe Carinade. Il s'agit du tracé le plus court en mer mais implique un linéaire terrestre très important.

**Longueur en mer :** 2.61 km

**Principales contraintes :**

- Zone d'atterrage au Cap de Croix,
- Linéaire terrestre important,
- Le tracé en mer traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : environ 600ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 500 ml (Fig. 40).

**Avantages :**

- Le tracé ne traverse pas de posidonies,
- Le tracé ne traverse pas de fonds vaseux,
- La plage de l'anse des catalans représente une zone d'atterrage favorable et n'est pas située en site classique,
- Ce tracé implique un seul croisement avec un câble existant.

**Conclusions :** Ce tracé n'est pas retenu, le linéaire de conduite terrestre en zone protégée étant jugé trop important.

## 5.3. PROPOSITIONS DE TRACES TERRESTRES

### 5.3.1. Tracé 1

**Description :** tracé vers le site d'atterrage de la pointe d'Ouriou .

**Longueur:** de 0.5 à 0.7 km suivant le site d'atterrage

**Principales contraintes :**

- Profil globalement plat
- Tracé le long de la voie d'accès du bâtiment

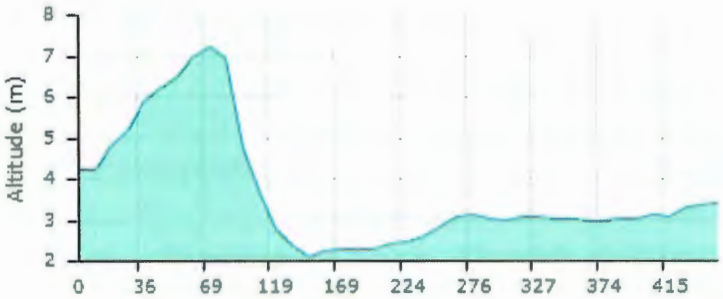



*Fig. 27. Profil tracé 1*

- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : 0 ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 700 ml (Fig. 40),
  - Znieff : 0 ml

### 5.3.2. Tracé 2

**Description :** tracé vers le site d'atterrage de la calanque saint Estève.

**Longueur:** de 1.4 km suivant le site d'atterrage

**Principales contraintes :**

- Profil globalement plat

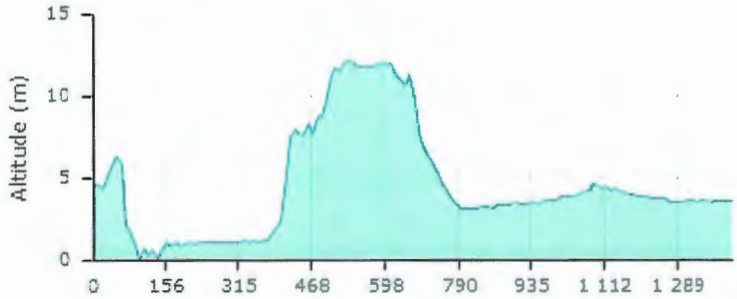


***Fig. 28. Profil tracé 2***

- Tracé en zone urbanisé
- Présence de réseaux
- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : 0 ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 1400 ml (Fig. 40),
  - Znieff : 0 ml

### 5.3.3. Tracé 3

**Description :** tracé vers le site d'atterrage de la Cap de Croix.

**Longueur:** de 2.8 km suivant le site d'atterrage

**Principales contraintes :**

- Profil escarpé avec des côtes supérieures à la côte de raccordement à Marseille

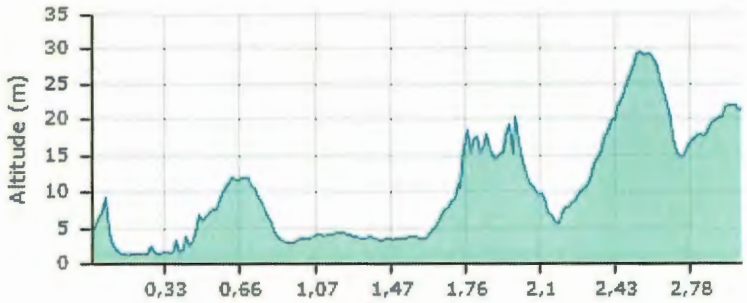



***Fig. 29. Profil tracé 3***

- Tracé en zone urbanisée
- Présence de réseaux
- Le tracé traverse un linéaire important en zone protégée :
  - Natura 2000 : 500 ml (Fig. 38),
  - Réservoir de biodiversité : environ 2800 ml (Fig. 40),
  - Cœur de Parc : environ 1 300 ml (Fig. 40),
  - Znieff : 500 ml

## 5.4. ANALYSES DES TRACES

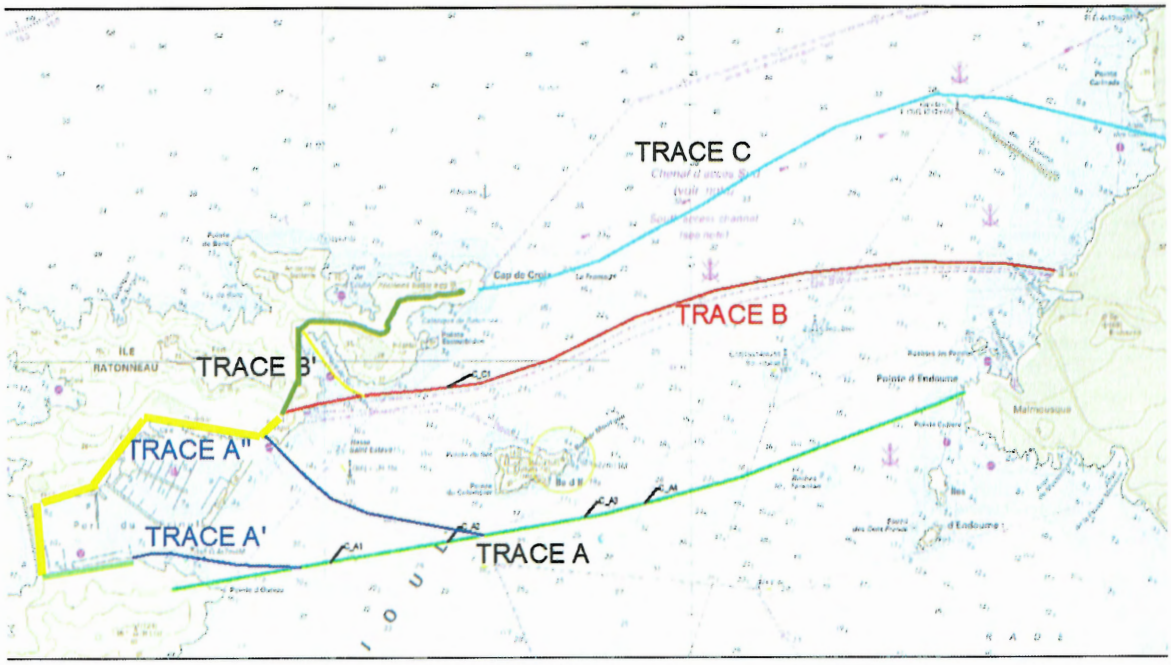
Les contraintes des tracés retenus sont résumées dans le tableau ci-dessous :

**Tabl. 16 - Synthèse des tracés proposés**

**RAPPORT FAISABILITE SECTION 3 : RACCORDEMENT AU RESEAU D'EAUX USEES DE MARSEILLE**

| Critère | Tracé A | Tracé A' | Tracé A" | Tracé B | Tracé C |
|---|---|---|---|---|---|
| Linéaire terrestre | 700m | 500 m | 1 400 m | 1 400 m | 2 800 m |
| Linéaire maritime (atterrage compris) | 3 100 m | 3 410m | 3 100m | 3 000m | 2 800m |
| Haut fonds | 9m sur 1000m | 9m sur 1000m | 9m sur 1000m | 5m sur une distance de 480m | Faibles ou absents |
| Croisements avec câbles existants | 4 croisements | 4 croisements | 2 croisements | 1 croisement | 1 croisement |
| Linéaire en zone protégée | Natura 2000 : 2 000m,<br>Réservoir de biodiversité : 1 700m, | Natura 2000 : 2 000m,<br>Réservoir de biodiversité : 1 700m, | Natura 2000 : 2 000m,<br>Réservoir de biodiversité : 1 700m, | Natura 2000 : 1 400m,<br>Réservoir de biodiversité : 1 300m, | Natura 2000 : 600m,<br>Réservoir de biodiversité : 500m, |
| Linéaire en posidonies | 1 400m | 1 400m | 1 400m | 900m | 0 m |
| Nature des fonds rencontrés | Vases, sables fins, sables, graviers et roches. | Vases, sables fins, sables, graviers et roches. | Vases, sables fins, sables, graviers et roches. | Graviers et roches. | Graviers et roches |
| Atterrages | Côté Frioul : Forage dirigé (250m).<br>Côté Marseille : Forage dirigé en site classé (270m) et sortie en zone de posidonies. | Côté Frioul : Forage dirigé (220m).<br>Côté Marseille : Forage dirigé en site classé (270m) et sortie en zone de posidonies. | Côté Frioul : Atterrage classique sur plage.<br>Côté Marseille : Forage dirigé en site classé (270m) et sortie en zone de posidonies. | Côté Frioul : Forage dirigé (220m).<br>Côté Marseille : Forage dirigé en site classé (250m) et sortie en zone de posidonies. | Côté Frioul : Forage dirigé (180m).<br>Côté Marseille : Atterrage classique sur plage. |

***Fig. 30. Tracés envisagés***



## 5.5. CONCLUSION

**Tabl. 17 - Analyse multicritère tracés**

| | Linéaire terrestre | Linéaire maritime | Aspects techniques (maritime) | Aspects environnementaux et réglementaires | Atterrage côté Frioul* | Atterrage côté Marseille* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tracé A | | | | | | |
| Tracé A' | | | | | | |
| Tracé A'' | | | | | | |
| Tracé B | | | | | | |
| Tracé C | | | | | | |

| Légende : | |
|---|---|
| Satisfaisant | |
| Sensible | |
| Pénalisant | |
| Impossible | |

*Eléments non disponibles qui conditionnent la faisabilité : la faisabilité des forages dirigés doit être vérifiée avec une attention particulière sur les points suivants :

- La pollution des fonds marins à la boue forage en zone de posidonies,
- Une expertise géologique.

# 6. METHODES CONSTRUCTIVES

## 6.1. TYPE DE CONDUITE

Le type de conduite envisagée est une conduite PEHD de diamètre externe 160mm et de diamètre interne 140mm.

## 6.2. POSE

Le paragraphe suivant fourni une réflexion sommaire concernant la pose de la conduite PE en mer. Une procédure d'immersion détaillée qui prend en considération toutes les conditions pertinentes pouvant se produire lors de l'installation, doit être élaborée avant l'immersion.

Les conduites PE n'étant pas fondrières, des lests sont installés avec un espacement variable en fonction des forces calculées pour le processus d'immersion. Généralement, la conduite ainsi lestée est fondrière si pleine d'eau mais flotte si elle est vide.

A ce stade un pompage pneumatique est envisagé pour l'évacuation des eaux usées de l'île du Frioul. Avec ce type de pompage la conduite en service peut se retrouver vide. Si ce type de pompage est retenu le procédé de pose de la conduite devra être adapté. En effet le procédé d'immersion classique implique que la conduite vide et lestée flotte. Or cela est incompatible avec une situation de service dans laquelle la conduite est vide, qui nécessite plus de lest. A ce stade, les options suivantes ont été identifiées pour palier à cette incompatibilité :

- Mise en place de lests supplémentaire après la pose de la conduite,
- Mise en place du lest nécessaire aux besoins de la pose (A) plus les lests nécessaires à la stabilité en service (B), avant la pose. Durant le processus d'immersion le lest (B) est compensé par des flotteurs. Ces flotteurs sont ensuite retirés après la pose,
- Pose en S par stinger.

## 6.3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES DANS LES POSIDONIES

Les risques d'impacts majeurs sur les posidonies engendrés par la pose d'une canalisation sont :

- Dégradation et destruction des herbiers de posidonies dans la zone de pose de la canalisation (dans le cas d'une réalisation d'une tranchée par exemple),
- Une modification des courants et des transports solides pouvant engendrer un recouvrement et déracinement des herbiers de posidonies à proximité de la canalisation.
- Recouvrement des herbiers de posidonies par la conduite et par les massifs d'ancrage,
- Pertes de boues lors de la sortie du forage dirigé.

L'impact sur les herbiers de posidonies peuvent être limités à condition de respecter les principes suivants pendant les travaux :

- La réalisation d'une tranchée dans l'herbier de posidonies devra être évitée dans la mesure du possible.
- Durant les travaux, les navires devront éviter de s'ancrer dans l'herbier.
- Procédure spécifique pour le forage dirigé,

- Choix d'un tracé limitant les interactions avec les posidonies.

En fonction de la solution retenue, des mesures compensatoires pourront être exigés par le service de l'état.

## 6.4. PROTECTION DE LA CONDUITE

### 6.4.1. PROTECTION CONTRE L'ACTION HUMAINE

Les actions humaines potentiellement dangereuses pour la conduite sont :

- Les chutes ou accrochages d'ancres,
- Le chalutage.

Il convient de prendre des mesures d'interdiction de mouillage et de chalutage dans le périmètre d'implantation des conduites en mer, reportées sur les cartes marines et incluses dans les instructions nautiques. D'où l'intérêt de retenir si possible un tracé déjà intégré à cette zone. Cette mesure ne met toutefois pas totalement le Maître d'Ouvrage à l'abri d'un mouillage accidentel. Le risque de ne protéger que partiellement (voire ne pas protéger la conduite) pourrait être pris dans la mesure où la probabilité d'une chute d'ancre en service est très faible.

Le meilleur moyen de garantir la protection de la conduite contre toute action humaine reste de la recouvrir, soit en l'ensouillant à une profondeur suffisante, soit en la protégeant par des enrochements ou des matelas béton. La mise en place d'un fourreau en acier ou le choix d'une conduite acier pour les zones exposées peut aussi être une solution.

### 6.4.2. Protection contre les efforts hydrodynamiques

Selon les conditions du site la conduite peut être fortement sollicitée par des efforts hydrodynamiques provenant du courant et de la houle. Une protection par ensouillage ou par la pose de matelas de protection peut s'avérer nécessaire.

### 6.4.3. Protection contre la corrosion

L'environnement marin impose des dispositions pour protéger les parties métalliques de la conduite contre les phénomènes de corrosion.

Les canalisations en Polyéthylène Haute Densité (PEHD) ne nécessitent pas de protection contre la corrosion, hormis si des fixations métalliques sont utilisées pour l'attache des lests.

Ces points seront étudiés au niveau des études d'avant projet.

### 6.4.4. Conclusion sur le type de protection à mettre en œuvre

Le choix du type de protection pourra être établie suite à la réalisation des investigations préconisées au paragraphe §8. Les moyens de protection pressentis à ce stade sont la protection par ensouillage et la mise en place de matelas de protection.

## 6.5. CROISEMENTS AVEC CABLES

Dans la mesure où chacun des tracés implique au minimum un croisement avec un câble existant, il sera nécessaire d'établir un protocole pour autoriser le chevauchement des câbles. De plus, le relevé précis de ces câbles nécessitera une campagne de bathymétrie multifaisceaux.

Techniquement, deux types de chevauchement peuvent être envisagés :

- Mise en place d'un matelas sur le câble existant puis pose de la nouvelle conduite par-dessus le matelas. Dans cette configuration, la maintenance du câble existant est entravée.
- Mise en place de matelas de part et d'autre du câble existant puis pose de la nouvelle conduite sur les matelas. Dans cette configuration, la maintenance du câble existant est toujours possible.
- Nécessité de mettre en place un accord avec les propriétaires et exploitants des câbles croisés.

## 6.6. ATTERRAGES

Compte tenu des configurations rocheuses et accidentées d'une partie des sites d'atterrage, des solutions d'atterrage par forages dirigés sont considérés.

La faisabilité des atterrages par forage dirigé ne peut être établie à ce jour. La réalisation des forages dirigés devra impérativement être confirmée par des campagnes de reconnaissance des roches. La faisabilité et les longueurs de forage seront affinées à l'issue de cette campagne.

Le procédé de réalisation des forages dirigé implique l'utilisation d'un fluide de forage composé de bentonite. Le mode opératoire de la réalisation du forage doit limiter le plus possible la pollution du fond marin par bentonite. A ce stade, la méthodologie suivante a été identifiée :

- Arrêt du forage du trou pilote avant le débouchage en mer,
- Réalisation des alésages intermédiaires par poussée et recyclage de la bentonite,
- Débouchage en mer et alésage final en traction avec tirage de la conduite.

### 6.6.1. Sur plage

Les conditions d'atterrages sur plage sont moins défavorables que pour les zones accidentées. Un atterrage classique avec

# 7. ESTIMATION DES COUTS

## 7.1. COUT D'INVESTISSEMENT

### 7.1.1. Etudes préalables

| Missions annexes | |
|---|---|
| Géophysique / géotechnique / sondages | 115 000 € |
| Campagne de mesures de courant | 10 000 € |
| Inventaires sous-marins | 50 000 € |
| Etudes fonctionnement hydro sédimentaire | 10 000 € |
| Diagnostic génie civil existant / amiante plombe | 10 000 € |
| Contrôle technique, SPS | 35 000 € |
| Etudes | |
| Dossiers réglementaire et environnementaux | 80 000 € |
| Maitrise d'œuvre | 280 000 € |
| **Total études et missions annexes** | **590 000 €** |

### 7.1.2. Travaux

7.1.2.1. POMPAGE ET AMENAGEMENT DE LA STATION ACTUELLE

| | Génie Civil | Equipement | Total |
|---|---|---|---|
| Etudes - coord - mise en route | 10 000 € | 15 000 € | 25 000 € |
| Installation de chantier | 40 000 € | 10 000 € | 50 000 € |
| Continuité de service | | 20 000 € | 20 000 € |
| Prétraitement | 15 000 € | 30 000 € | 45 000 € |
| Système de pompage sous pression | 10 000 € | 140 000 € | 150 000 € |
| Electricité - automatisme | | 30 000 € | 30 000 € |
| Aménagement Bassin existant en Bassin tampon | 90 000 € | 45 000 € | 135 000 € |
| Mise en place couverture bassin | 25 000 € | | 25 000 € |
| Sous total | 190 000 € | 290 000 € | 480 000 € |
| imprévus +15% | 72 000 € | | |
| Plus value pour travaux insulaire +20% | 96 000 € | | |
| **Total** | **648 000 €** | | |

#### 7.1.2.2. TRAVAUX DE CANALISATIONS TERRESTRE ET MARITIME

Les coûts présentés ne tiennent pas compte des éléments suivants :

- Points particuliers tel que les chevauchements de conduite/câbles,
- Mesures compensatoires éventuelles liées aux posidonies,
- Type de protection de la conduite.

Autres points :

- La précision de l'estimation est faible (stade de faisabilité).
- L'estimation est réalisée pour la pose d'une conduite unique.

Hypothèses de prix considérées ;

- Atterrage par forage dirigé : 2500€/ml,
- Pose de conduite sur les fonds marins (immersion) : 1000€/ml
- Installation de chantier (mobilisation/démobilisation) : 30%,
- Divers et aléas : 15%,

| Scénario A | Unité | Coût unitaire | Quantité | Total |
|---|---|---|---|---|
| Atterrage : Forage dirigé | ml | 2 500,00 € | 520 | 1 300 000,00 € |
| Pose en immersion | ml | 1 000,00 € | 2580 | 2 580 000,00 € |
| Installation de chantier, études, pilotage coordination (30%) | Ft | 1 164 000,00 € | 1 | 1 164 000,00 € |
| Aléas et imprévus travaux maritimes (15%) | Ft | 756 600,00 € | 1 | 756 600,00 € |
| Canalisation refoulement Frioul | ml | 450,00 € | 700 | 315 000,00 € |
| Canalisation Marseille et raccordement au réseau | ml | 300,00 € | 400 | 120 000,00 € |
| **Total Travaux** | | | | **6 235 600,00 €** |

| Scénario A' | Unité | Coût unitaire | Quantité | Total |
|---|---|---|---|---|
| Atterrage : Forage dirigé | ml | 2 500,00 € | 490 | 1 225 000,00 € |
| Pose en immersion | ml | 1 000,00 € | 2920 | 2 920 000,00 € |
| Installation de chantier, études, pilotage coordination (30%) | Ft | 1 243 500,00 € | 1 | 1 243 500,00 € |
| Aléas et imprévus travaux maritimes (15%) | Ft | 808 275,00 € | 1 | 808 275,00 € |
| Canalisation refoulement Frioul | ml | 450,00 € | 500 | 225 000,00 € |
| Canalisation Marseille et raccordement au réseau | ml | 300,00 € | 400 | 120 000,00 € |
| Total Travaux | | | | **6 541 775,00 €** |

| Scénario A" | Unité | Coût unitaire | Quantité | Total |
|---|---|---|---|---|
| Atterrage : Forage dirigé | ml | 2 500,00 € | 270 | 675 000,00 € |
| Pose en immersion | ml | 1 000,00 € | 2830 | 2 830 000,00 € |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Installation de chantier, études, pilotage coordination (30%) | Ft | 1 051 500,00 € | 1 | 1 051 500,00 € |
| Aléas et imprévus travaux maritimes (15%) | Ft | 683 475,00 € | 1 | 683 475,00 € |
| Canalisation refoulement Frioul | ml | 450,00 € | 1400 | 630 000,00 € |
| Canalisation Marseille et raccordement au réseau | ml | 300,00 € | 400 | 120 000,00 € |
| **Total Travaux** | | | | **5 989 975,00 €** |

| Scénario B | Unité | Coût unitaire | Quantité | Total |
|---|---|---|---|---|
| Atterrage : Forage dirigé | ml | 2 500,00 € | 470 | 1 175 000,00 € |
| Pose en immersion | ml | 1 000,00 € | 2530 | 2 530 000,00 € |
| Installation de chantier, études, pilotage coordination (30%) | Ft | 1 111 500,00 € | 1 | 1 111 500,00 € |
| Aléas et imprévus travaux maritimes (15%) | Ft | 722 475,00 € | 1 | 722 475,00 € |
| Canalisation refoulement Frioul | ml | 450,00 € | 1400 | 630 000,00 € |
| Canalisation Marseille et raccordement au réseau | ml | 300,00 € | 400 | 120 000,00 € |
| **Total Travaux** | | | | **6 288 975,00 €** |

| Scénario C | Unité | Coût unitaire | Quantité | Total |
|---|---|---|---|---|
| Atterrage : Forage dirigé | ml | 2500 | 180 | 450 000,00 € |
| Pose en immersion | ml | 1 000,00 € | 2620 | 2 620 000,00 € |
| Installation de chantier, études, pilotage coordination (30%) | Ft | 921 000,00 € | 1 | 921 000,00 € |
| Aléas et imprévus travaux maritimes (15%) | Ft | 598 650,00 € | 1 | 598 650,00 € |
| Canalisation refoulement Frioul | ml | 450,00 € | 2800 | 1 260 000,00 € |
| Canalisation Marseille et raccordement au réseau | ml | 300,00 € | 400 | 120 000,00 € |
| **Total Travaux** | | | | **5 969 650,00 €** |

### 7.1.3. Synthèse

| | A | A' | A" | B | C |
|---|---|---|---|---|---|
| Etudes et missions annexes | 590 000,00 € | 590 000,00 € | 590 000,00 € | 590 000,00 € | 590 000,00 € |
| Travaux pompages | 648 000 € | 648 000 € | 648 000 € | 648 000 € | 648 000 € |
| Travaux canalisations | 6 235 600 € | 6 541 775 € | 5 989 975 € | 6 288 975 € | 5 969 650 € |
| Total | **7 473 600 €** | **7 779 775 €** | **7 227 975 €** | **7 526 975 €** | **7 207 650 €** |

**Le scenario C étant écarté, les écarts de coûts entre les différents scénarios sont faibles (7% entre les scénarios extrême) nous proposons de retenir un coût moyen de 7 500 000 €HT pour le scénario de raccordement des effluents du Frioul à Marseille.**

## 7.2. COUT D'EXPLOITATION

Le coût d'exploitation de la future unité peut être estimé entre **44 000 €/an** et **55 000 €/an** en fonction de la charge de l'installation.

Ce coût sera à recaler suivant les études à mener et suivant les process retenus en phase de réalisation des travaux.

Le détail des calculs réalisé est joint en annexe.

Il est prévu un suivi de la canalisation en mer provisionné à 10 000 €HT/an.

Ce suivi pourra être réalisé à l'aide de levé bathymétrique (évolution des fonds) par sondeur multifaisceaux. En cas de désordre une intervention de plongeurs sera réalisée. Ce suivi devra être réalisé suite aux forts épisodes océano-météorologiques et chaque année au début de la mise en service de la canalisation.

Ce suivi permettra de déclencher d'éventuelles opérations de protection ou réparation si cela s'avérait nécessaire.

# 8. INVESTIGATIONS PRECONISEES

La présente étude met en évidence les besoins suivants pour les prochaines phases du projet :

Réalisation de campagnes de mesures :

- Campagne bathymétrique par multifaisceaux.
- La bathymétrie doit permettre un relevé précis des câbles. La campagne bathymétrique sera réalisée sur le tracé retenu.
- Campagne de reconnaissance géophysique par sismique réfraction.

  Les investigations géophysique doivent permettre d'établir les éléments suivants :
- Profondeur et épaisseur des couches de sédiments (vases, sables...),
- Profondeur et épaisseur des graviers,
- Profondeur du substratum rocheux.
- Campagne géotechnique.

  Les investigations géotechniques terrestres doivent intégrer au minimum un sondage carotté par atterrage. La nature des roches rencontrées ainsi que leur abrasivité et dureté devront être déterminées afin de confirmer la faisabilité des forages dirigés.

- Des sondages à la lance par plongeurs permettant de corréler les mesures géophysiques,
- Une campagne de mesure des courants et de vent concomitantes sur une durée assez longue afin d'avoir des données et des statistiques ;
- Reconnaissance des posidonies sur le tracé retenu ; état, vitalité...etc.

Réalisation d'études :

- Etude des houles : une étude appropriée de l'agitation induite par les houles du large sur la zone d'étude.
- Une analyse et/ou une modélisation tridimensionnelle des courants sur une ou plusieurs périodes caractéristiques des conditions océano-météorologiques de la zone d'étude.
- Une étude précise du fonctionnement hydro sédimentaire du site.
- Une analyse géologique pour évaluer la faisabilité du forage dirigé.

# 9. BIBLIOGRAPHIE

[1] :SHOM, 2017, "Références Altimétriques Maritimes – Ports de France métropolitaine et d'outre-mer"

[2] :CETMEF, 2013, "Analyse des surcotes extrêmes le long des côtes métropolitaines"

[3] : BRGM, 2017, "Caractérisation de l'aléa submersion marine sur le périmètre régional PACA"

[4] :GPMM, Avril 2012, "Port de Marseille – Elargissement de la Passe Nord – Etudes d'Agitation Portuaire", ARTELIA, 1713140-R1-Rev3

oOo

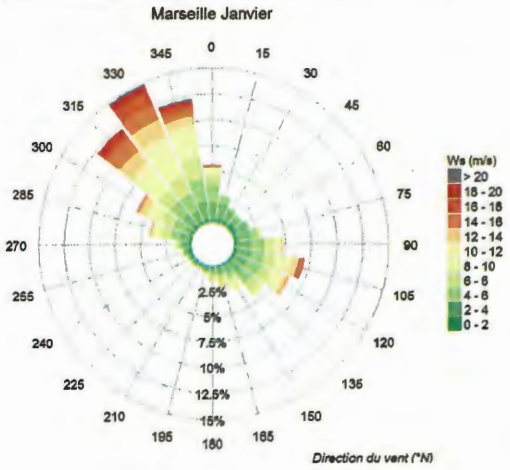
# Annexe A. CLIMATS MENSUELS DE VENTS

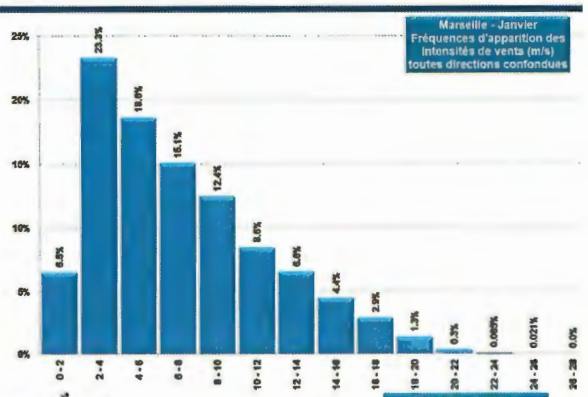
# Devenir du système assainissement du l'île du Frioul
# Etude de faisabilité

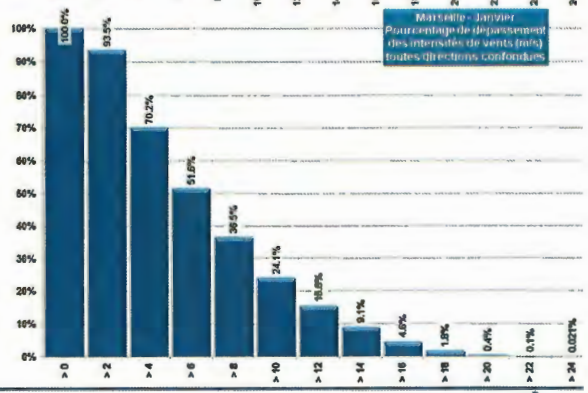
## *Annexe A. Climats mensuels de vents*

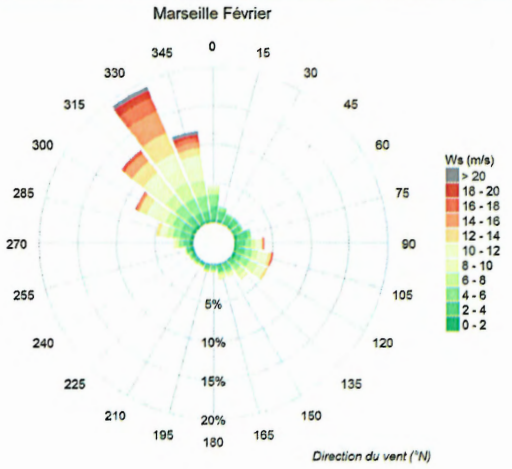
ARTELIA

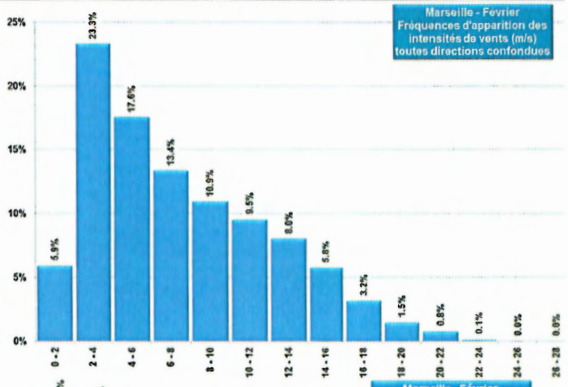
ARTELIA – 424 2590 – MGO – Octobre 2018

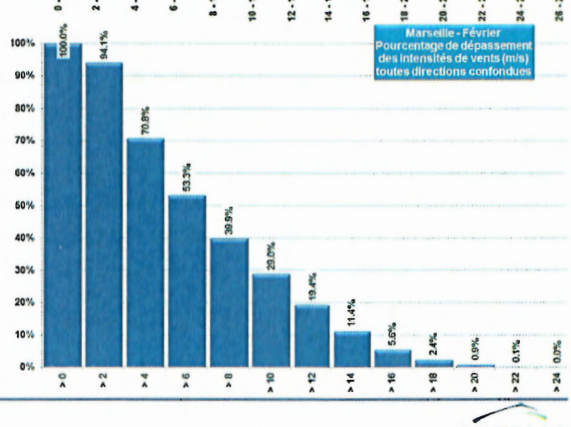

Marseille Janvier
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
15%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

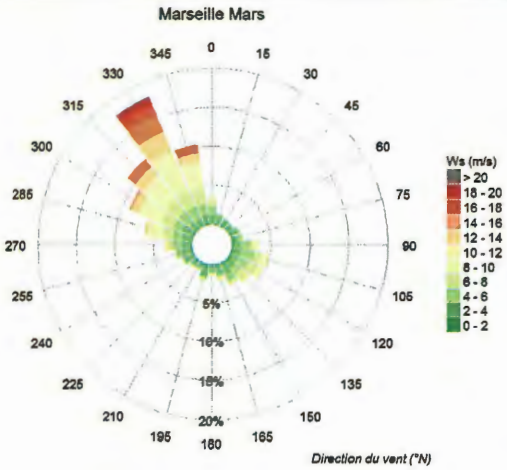

Marseille - Janvier
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
25%
20%
15%
10%
5%
0%
6.8%
23.3%
18.6%
16.1%
12.4%
8.6%
6.8%
4.4%
2.9%
1.3%
0.3%
0.069%
0.021%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

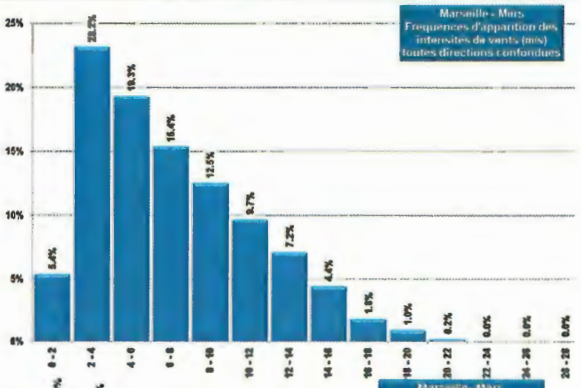

Marseille - Janvier
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
93.5%
70.2%
51.8%
36.5%
24.1%
16.8%
9.1%
4.8%
1.8%
0.4%
0.1%
0.021%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

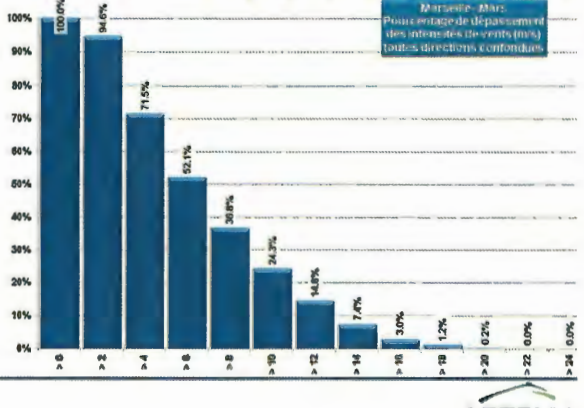

Marseille Février
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

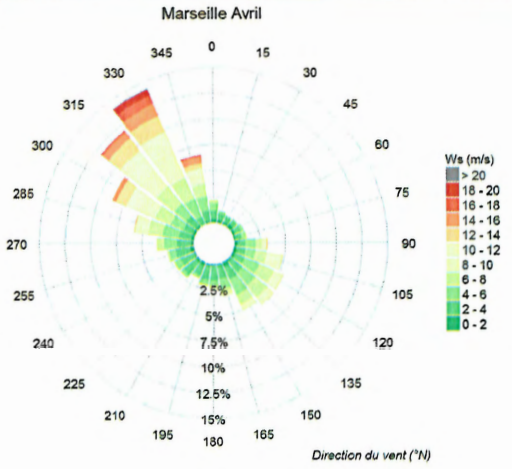

Marseille - Février
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
25%
20%
15%
10%
5%
0%
5.9%
23.3%
17.6%
13.4%
10.9%
9.5%
8.0%
5.8%
3.2%
1.5%
0.8%
0.1%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

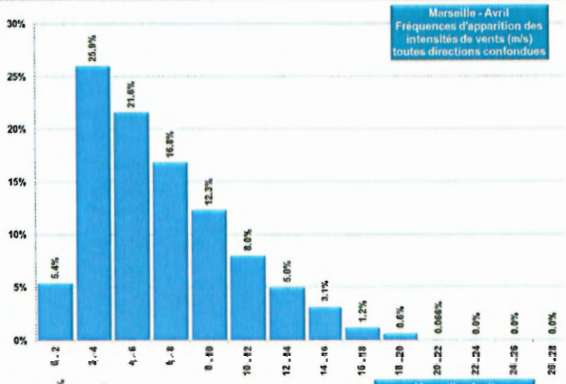

Marseille - Février
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
94.1%
70.8%
53.3%
39.9%
29.0%
19.4%
11.4%
5.6%
2.4%
0.9%
0.1%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

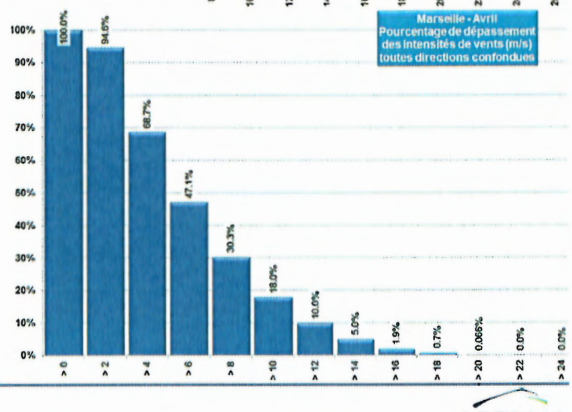

Marseille Mars
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

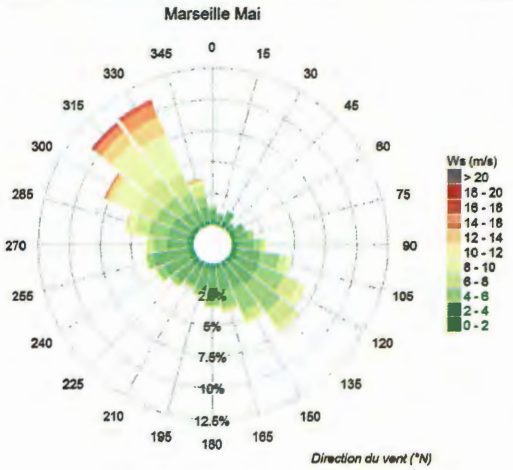

Marseille - Mars
Frequences d'apparition des intensites de vents (m/s)
toutes directions confondues
25%
20%
15%
10%
5%
0%
5.4%
23.2%
19.3%
16.4%
12.5%
9.7%
7.2%
4.4%
1.8%
1.0%
0.2%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

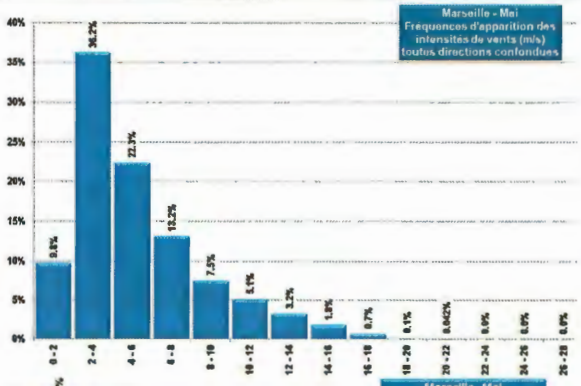

Marseille - Mars
Pourcentage de dépassement des intensites de vents (m/s)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
94.6%
71.5%
52.1%
36.8%
24.3%
14.8%
7.4%
3.0%
1.2%
0.2%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

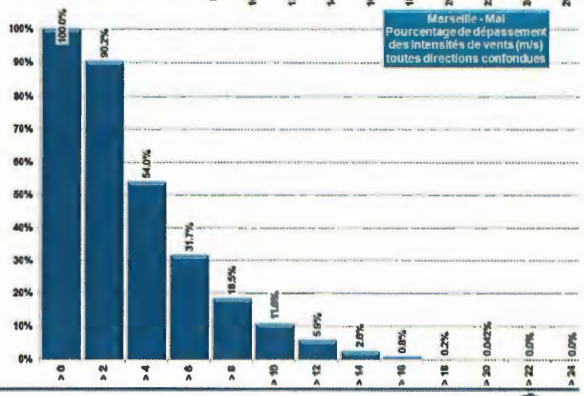

Marseille Avril
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
15%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

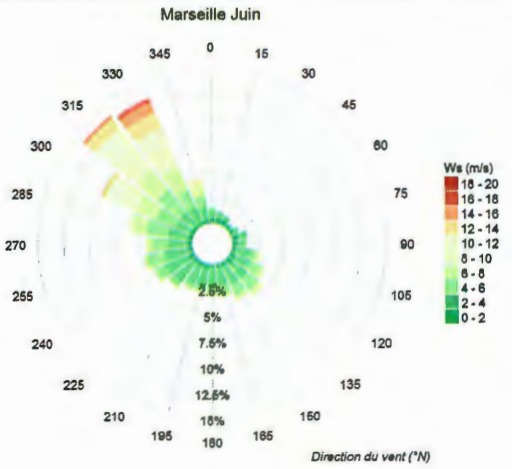

Marseille - Avril
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
5.4%
25.9%
21.6%
16.8%
12.3%
8.0%
5.0%
3.1%
1.2%
0.6%
0.066%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

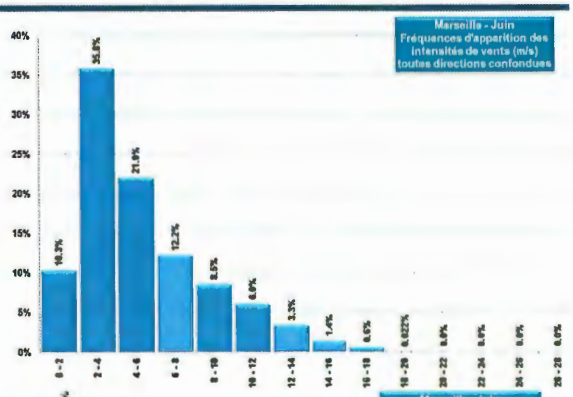

Marseille - Avril
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
94.6%
68.7%
47.1%
30.3%
18.0%
10.0%
5.0%
1.9%
0.7%
0.066%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

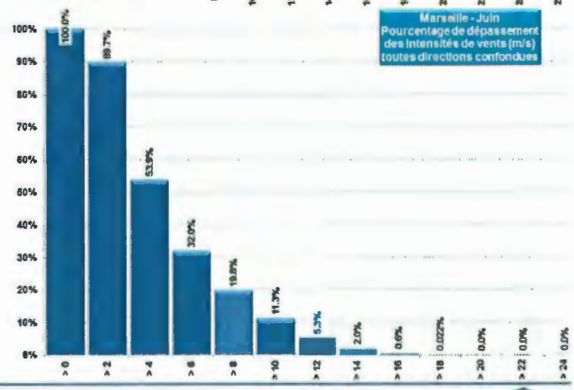

Marseille Mai
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

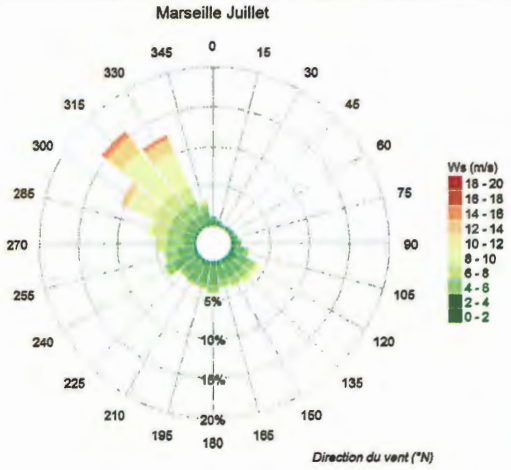

Marseille - Mai
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
9.8%
36.2%
22.3%
13.2%
7.3%
5.1%
3.2%
1.8%
0.7%
0.1%
0.02%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

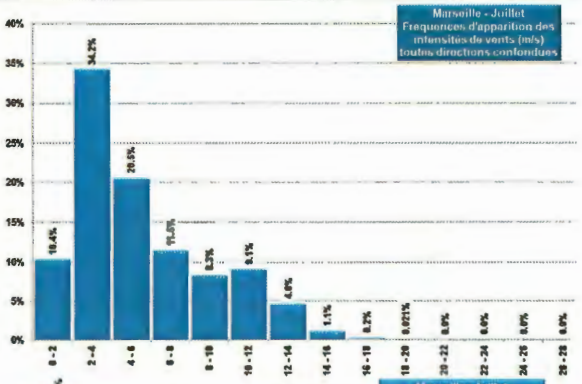

Marseille - Mai
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
90.2%
54.0%
31.7%
18.5%
11.6%
5.9%
2.6%
0.8%
0.2%
0.02%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

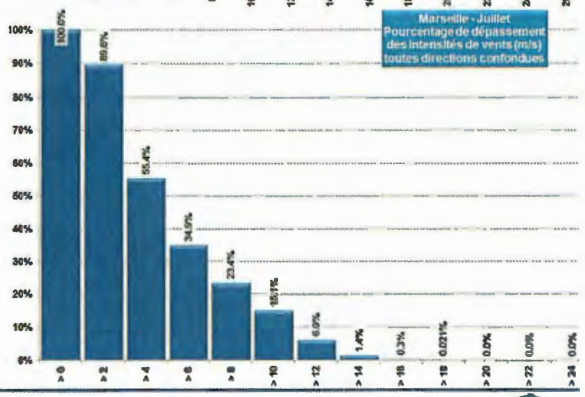

Marseille Juin
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
15%
Ws (m/s)
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

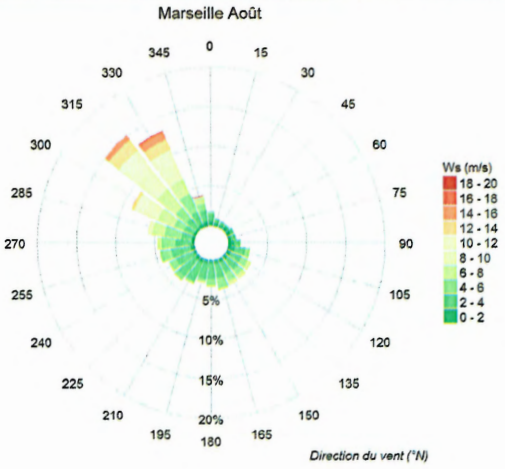

Marseille - Juin
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
16.3%
35.8%
21.9%
12.2%
8.5%
6.6%
3.3%
1.4%
0.6%
0.022%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

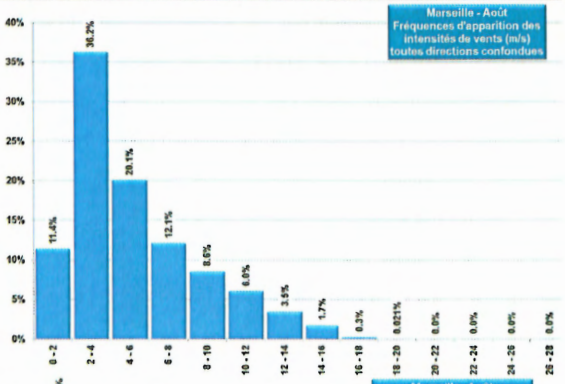

Marseille - Juin
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
83.7%
53.9%
32.0%
19.8%
11.3%
5.3%
2.0%
0.6%
0.022%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

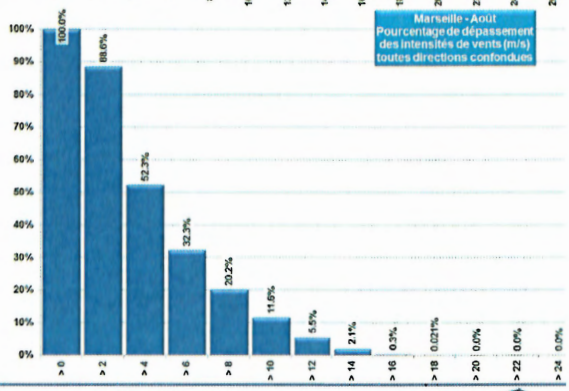

Marseille Juillet
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

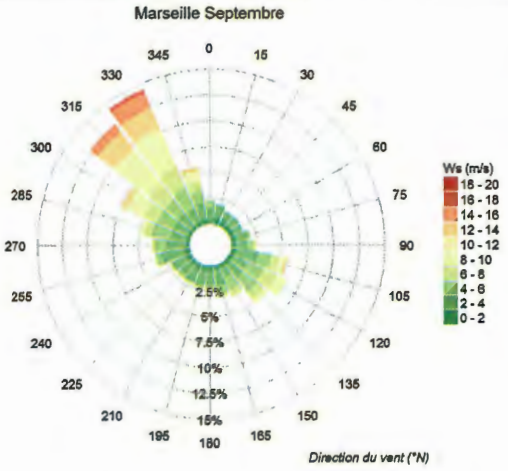

Marseille - Juillet
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
18.4%
34.2%
20.5%
11.5%
8.3%
9.1%
4.8%
1.1%
0.2%
0.021%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

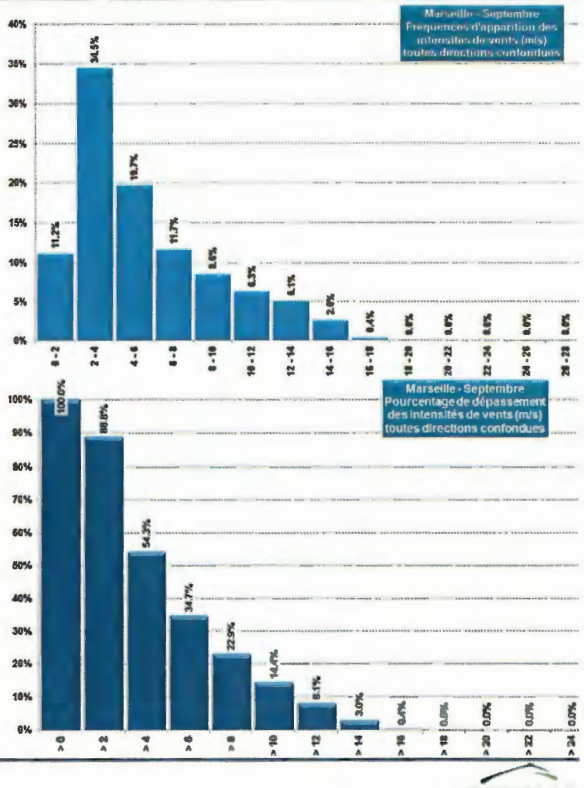

Marseille - Juillet
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
89.6%
55.4%
34.9%
23.4%
15.1%
6.0%
1.4%
0.3%
0.021%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

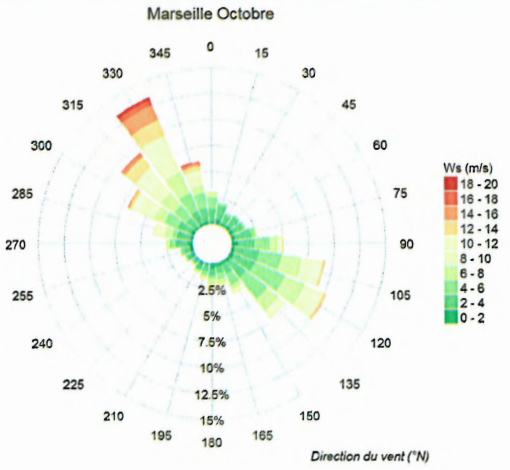

Marseille Août
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

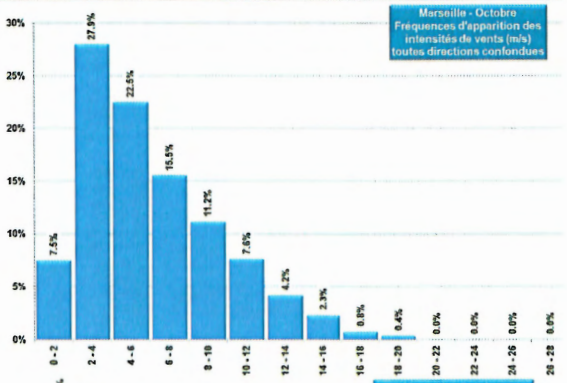

Marseille - Août
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
11.4%
36.2%
20.1%
12.1%
8.6%
6.0%
3.5%
1.7%
0.3%
0.021%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

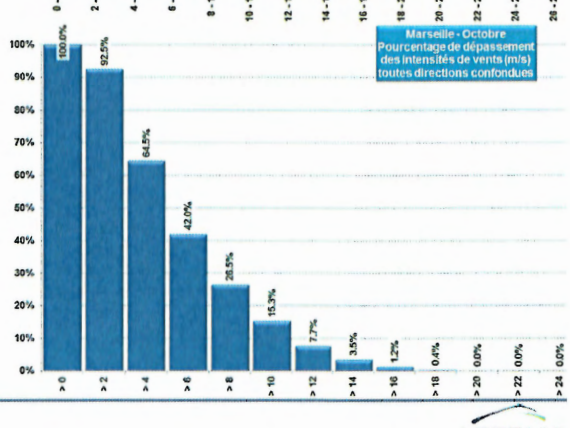

Marseille - Août
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
88.6%
52.3%
32.3%
20.2%
11.6%
5.5%
2.1%
0.3%
0.021%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

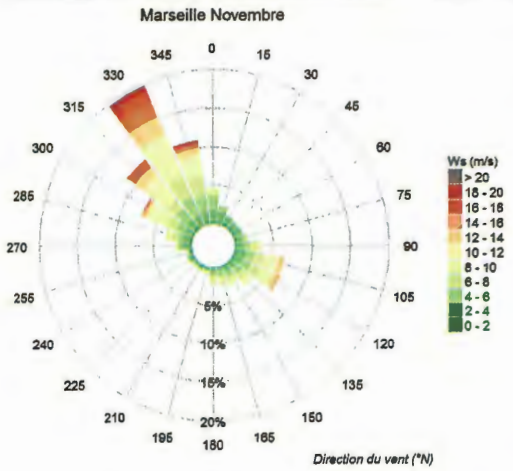

Marseille Septembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
15%
Ws (m/s)
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

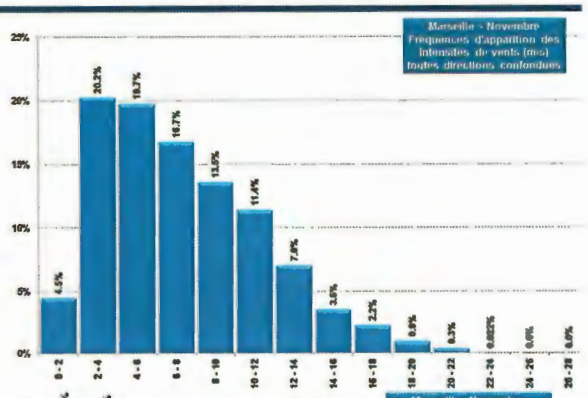

Marseille - Septembre
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
11.2%
34.5%
18.7%
11.7%
8.8%
6.3%
4.1%
2.8%
0.4%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28
Marseille - Septembre
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
88.8%
54.3%
34.7%
22.9%
14.0%
8.1%
3.0%
0.4%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

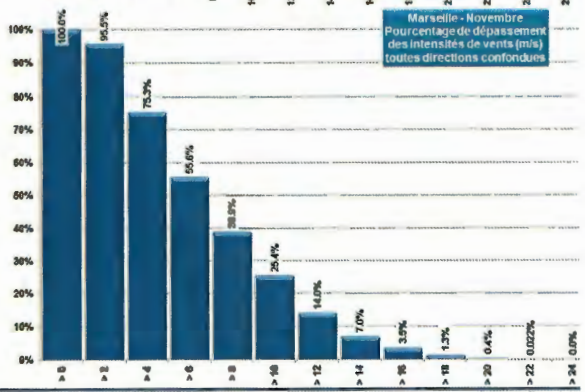

Marseille Octobre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
2.5%
5%
7.5%
10%
12.5%
15%
Ws (m/s)
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)

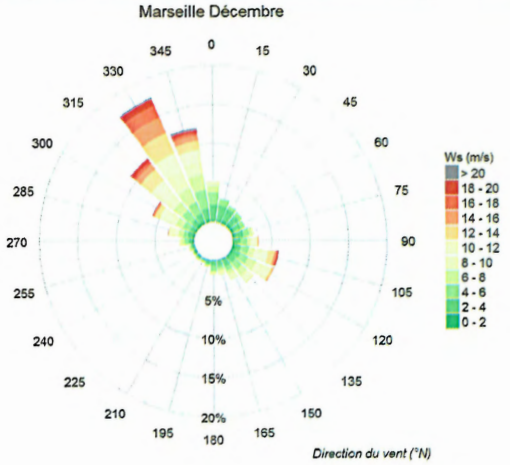

Marseille - Octobre
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
7.5%
27.9%
22.5%
15.5%
11.2%
7.6%
4.2%
2.3%
0.8%
0.4%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28

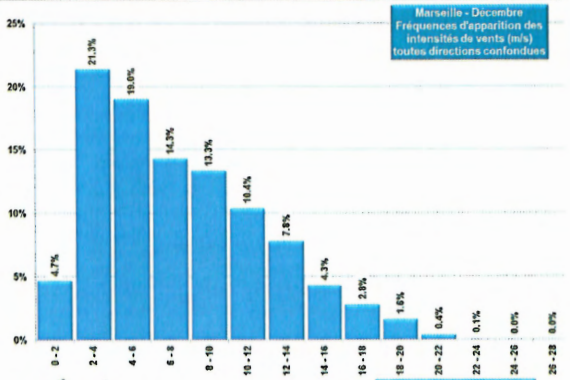

Marseille - Octobre
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
92.5%
64.5%
42.0%
26.5%
15.3%
7.7%
3.5%
1.2%
0.4%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

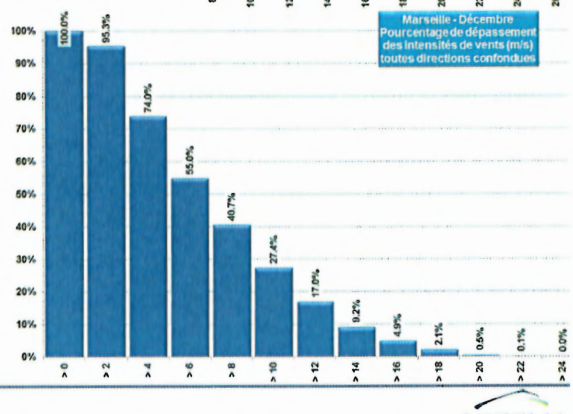

Marseille Novembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)


Marseille - Novembre
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
25%
20%
15%
10%
5%
0%
4.5%
20.2%
18.7%
16.7%
13.5%
11.4%
7.9%
3.5%
2.2%
0.8%
0.3%
0.022%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28


Marseille - Novembre
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
95.5%
75.3%
55.6%
38.9%
25.4%
14.0%
7.0%
3.5%
1.3%
0.4%
0.022%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24


Marseille Décembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
5%
10%
15%
20%
Ws (m/s)
> 20
18 - 20
16 - 18
14 - 16
12 - 14
10 - 12
8 - 10
6 - 8
4 - 6
2 - 4
0 - 2
Direction du vent (°N)


Marseille - Décembre
Fréquences d'apparition des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
25%
20%
15%
10%
5%
0%
4.7%
21.3%
19.6%
14.3%
13.3%
10.4%
7.8%
4.3%
2.8%
1.6%
0.4%
0.1%
0.0%
0.0%
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
14 - 16
16 - 18
18 - 20
20 - 22
22 - 24
24 - 26
26 - 28


Marseille - Décembre
Pourcentage de dépassement des intensités de vents (m/s) toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
95.3%
74.0%
55.0%
40.7%
27.4%
17.0%
9.2%
4.9%
2.1%
0.5%
0.1%
0.0%
> 0
> 2
> 4
> 6
> 8
> 10
> 12
> 14
> 16
> 18
> 20
> 22
> 24

# Annexe B. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4283

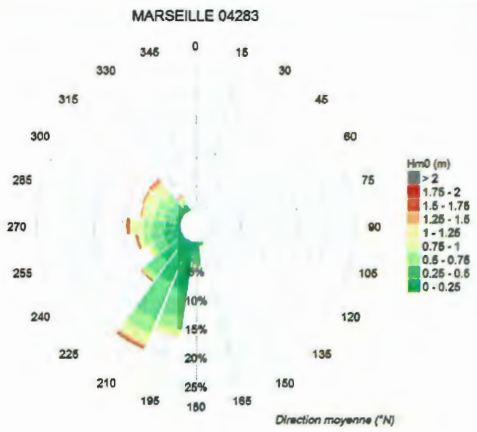
# Devenir du système assainissement du l'île du Frioul
# Etude de faisabilité

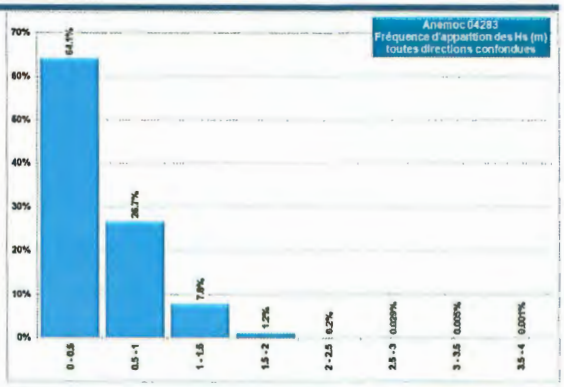
## *Annexe B. Climats de houles au point ANEMOC2 04283*

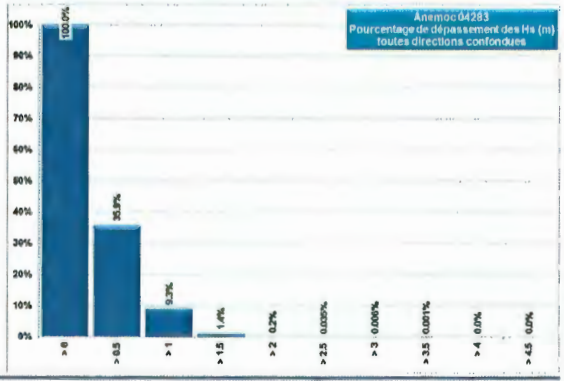
ARTELIA

ARTELIA – 424 2590 – MGO – Octobre 2018

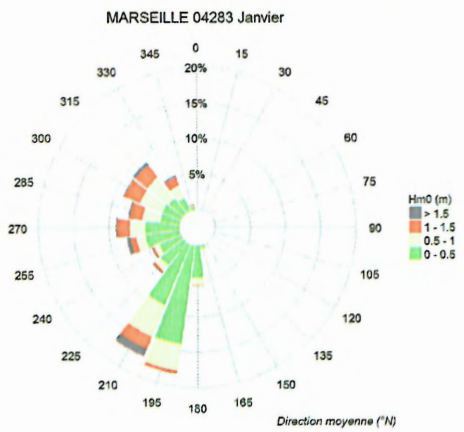
# CLIMAT ANNUEL DE HOULE

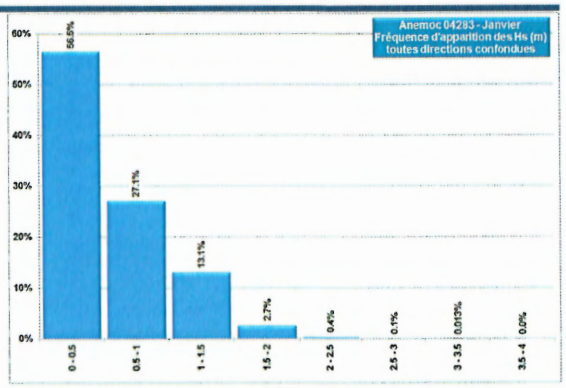

MARSEILLE 04283
Hm0 (m)
> 2
1.75 - 2
1.5 - 1.75
1.25 - 1.5
1 - 1.25
0.75 - 1
0.5 - 0.75
0.25 - 0.5
0 - 0.25
Direction moyenne (°N)

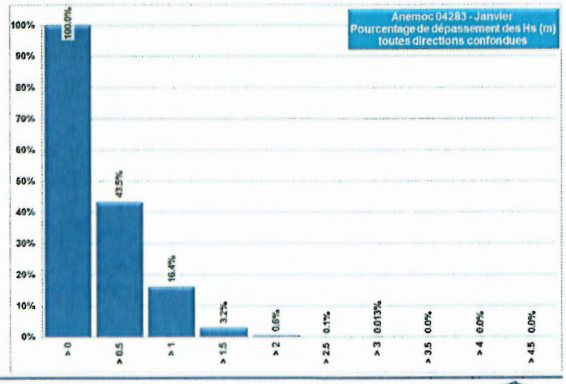

Anemoc 04283
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
64.1%
26.7%
7.9%
1.2%
0.2%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

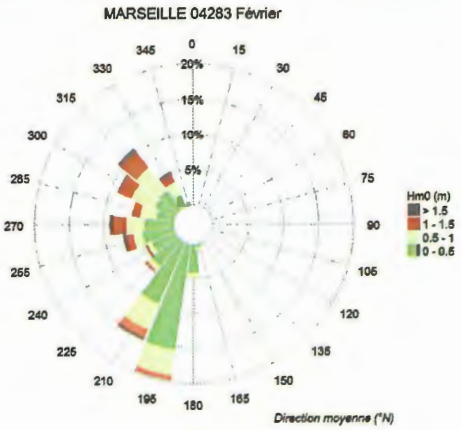

Anemoc 04283
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
35.9%
9.2%
1.4%
0.2%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

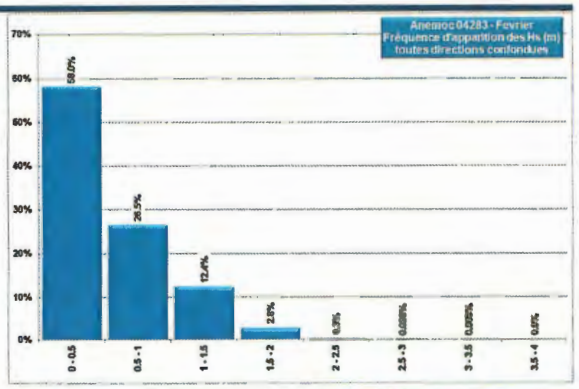
# CLIMATS MENSUELS DE HOULE

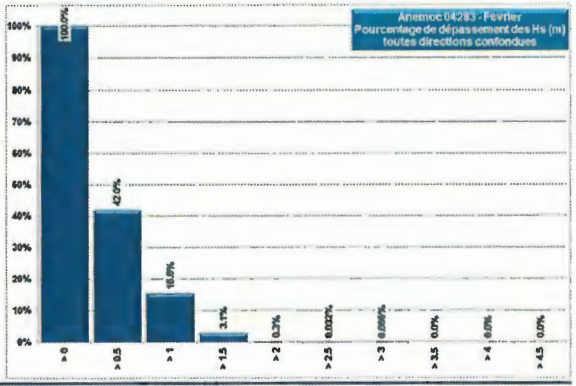

MARSEILLE 04283 Janvier
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

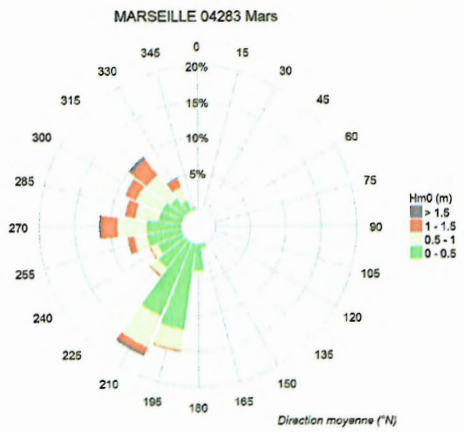

Anemoc 04283 - Janvier
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
56.5%
27.1%
13.1%
2.7%
0.4%
0.1%
0.013%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

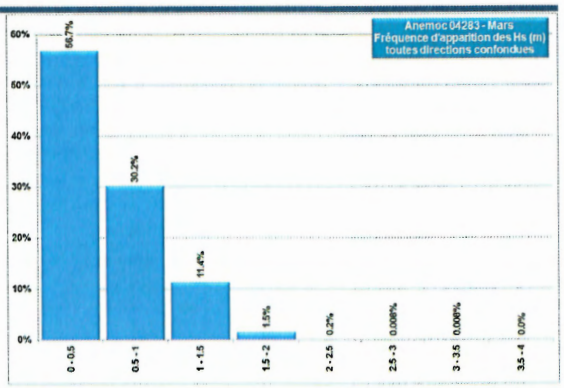

Anemoc 04283 - Janvier
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
43.5%
16.4%
3.2%
0.6%
0.1%
0.013%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

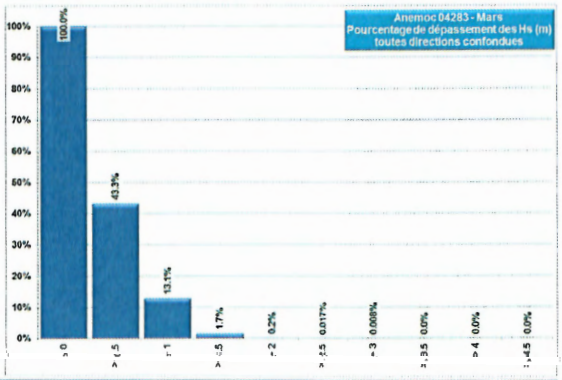

MARSEILLE 04283 Février
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

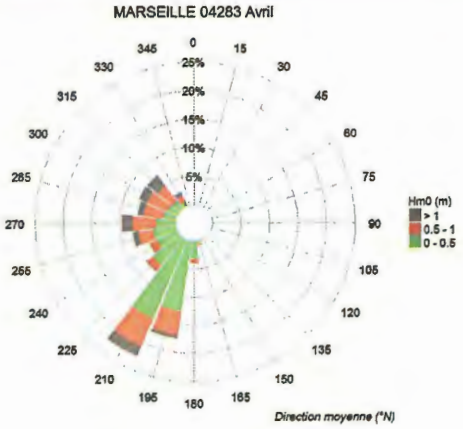

Anemoc 04283 - Février
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
58.0%
26.5%
12.4%
2.8%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

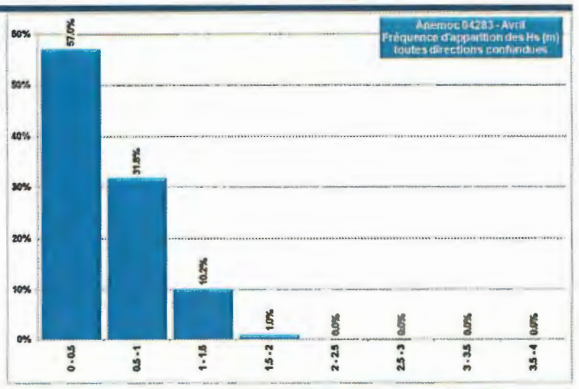

Anemoc 04283 - Février
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
42.0%
15.0%
3.1%
0.7%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

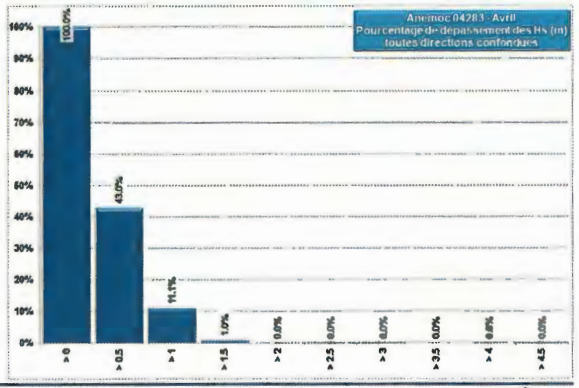

MARSEILLE 04283 Mars
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

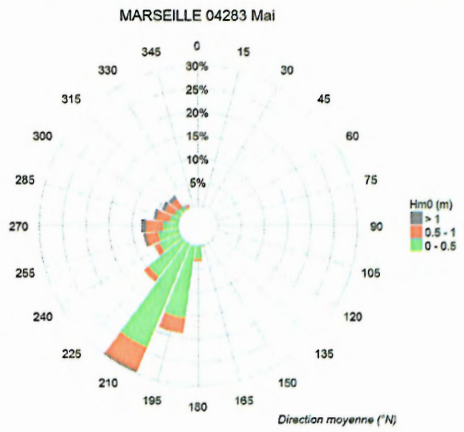

Anemoc 04283 - Mars
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
56.7%
30.2%
11.4%
1.5%
0.2%
0.008%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

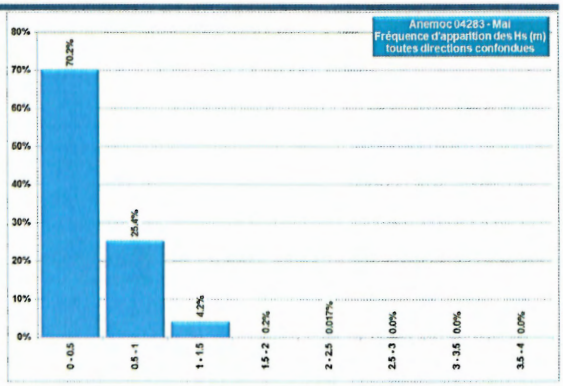

Anemoc 04283 - Mars
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
43.3%
13.1%
1.7%
0.2%
0.017%
0.008%
0.0%
0.0%
0.0%

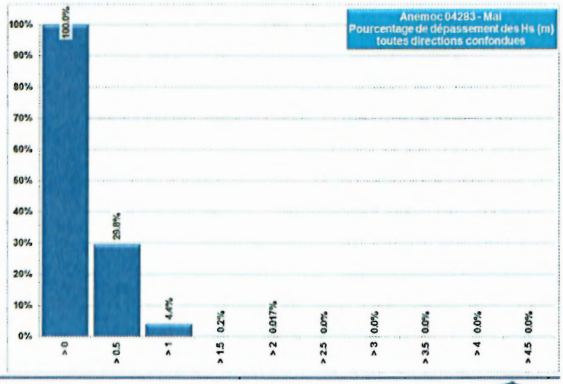

MARSEILLE 04283 Avril
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

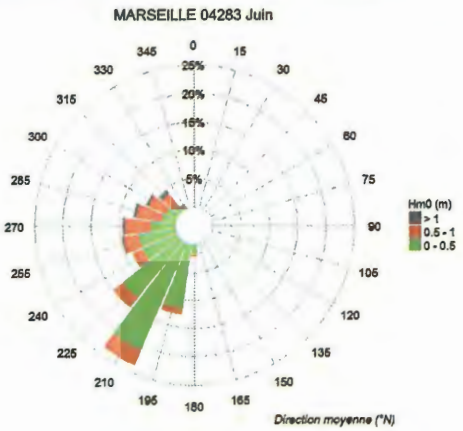

Anemoc 04283 - Avril
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
57.0%
31.8%
10.2%
1.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

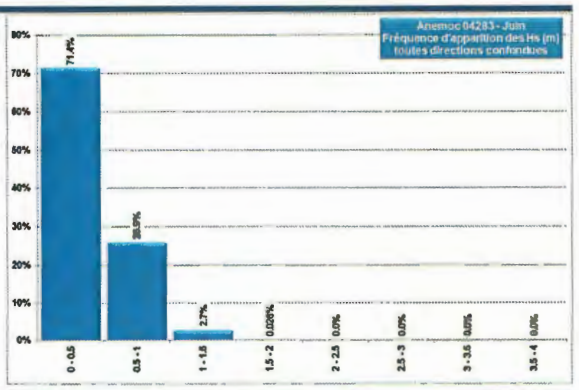

Anemoc 04283 - Avril
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
43.0%
11.1%
1.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

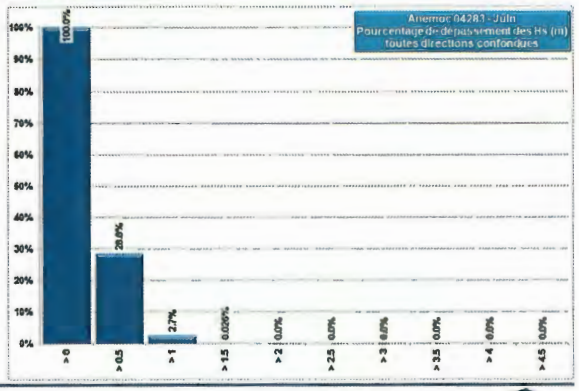

MARSEILLE 04283 Mai
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
30%
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04283 - Mai
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
70.2%
25.4%
4.2%
0.2%
0.017%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04283 - Mai
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
29.8%
4.4%
0.2%
0.017%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

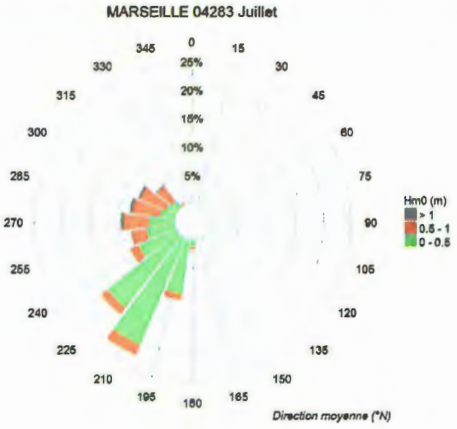

MARSEILLE 04283 Juin
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

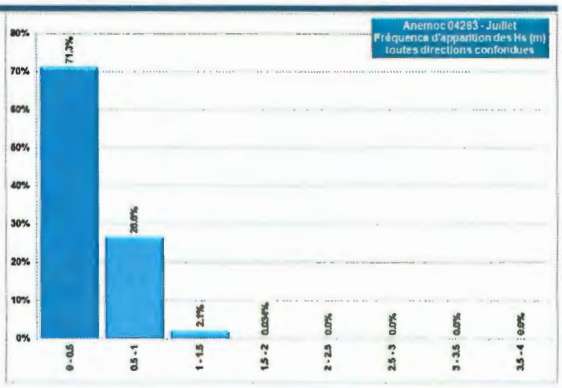

Anemoc 04283 - Juin
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
71.4%
28.5%
2.7%
0.026%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4
3.5 - 4

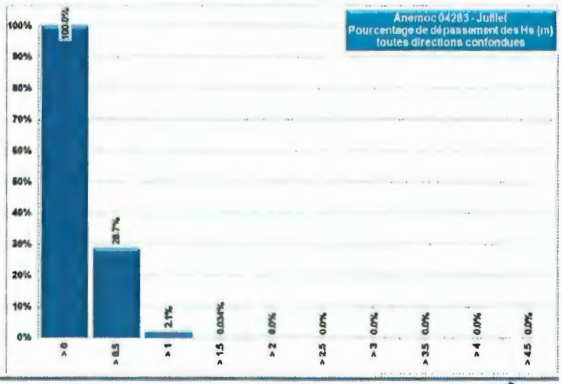

Anemoc 04283 - Juin
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
28.6%
2.7%
0.026%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

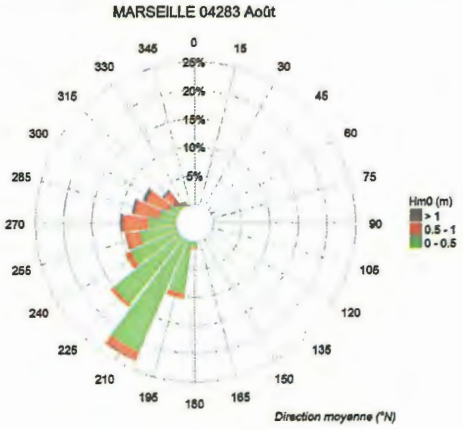


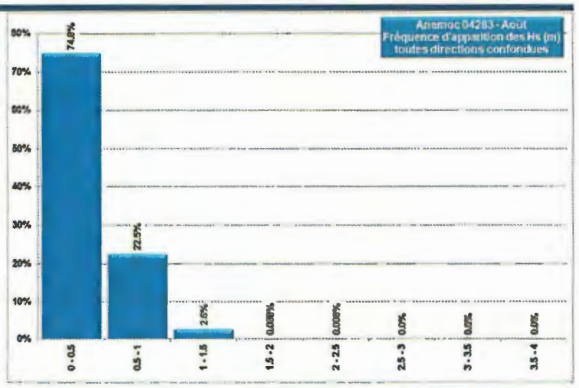
ARTELIA

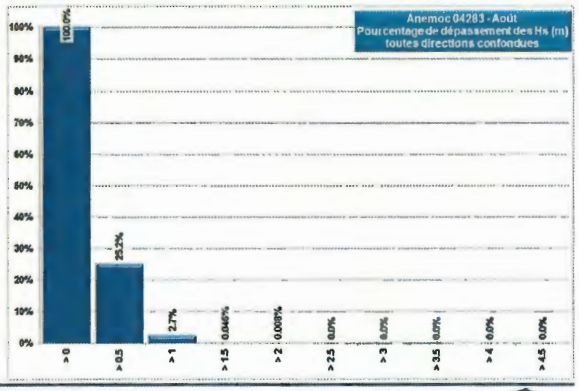

MARSEILLE 04283 Juillet
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

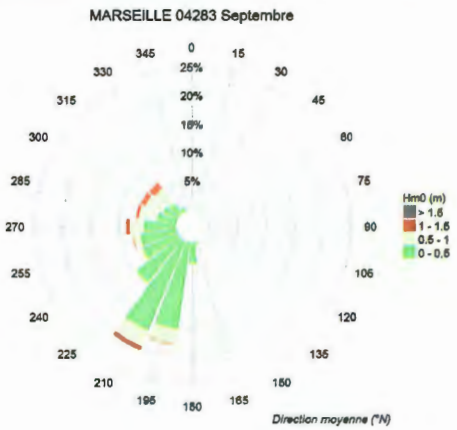

Anemoc 04283 - Juillet
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
71.3%
26.6%
2.1%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

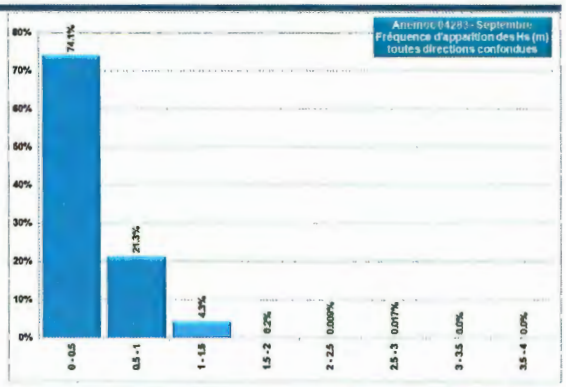

Anemoc 04283 - Juillet
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
28.7%
2.1%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

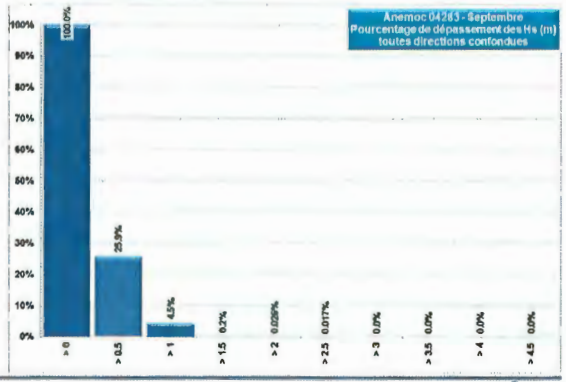

MARSEILLE 04283 Août
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

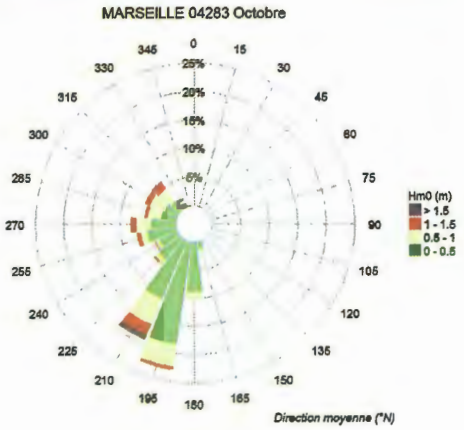

Anemoc 04283 - Août
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
74.8%
22.5%
2.6%
0.008%
0.003%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

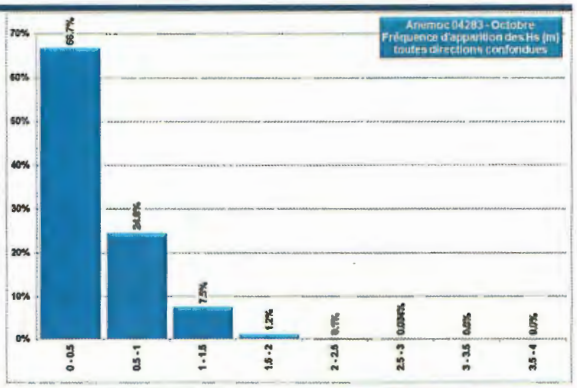

Anemoc 04283 - Août
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
25.2%
2.7%
0.046%
0.003%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

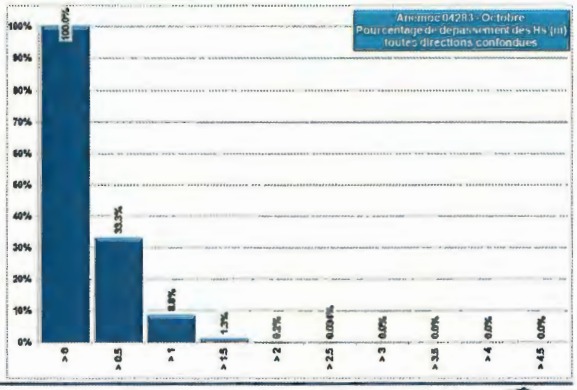

MARSEILLE 04283 Septembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04283 - Septembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
74.1%
21.3%
4.3%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04283 - Septembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
25.9%
4.5%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5


MARSEILLE 04283 Octobre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

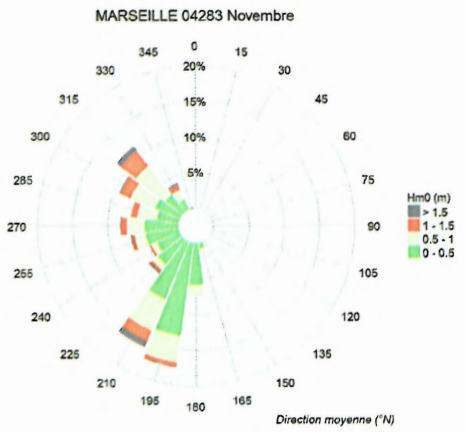

Anemoc 04283 - Octobre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
66.7%
24.8%
7.5%
1.2%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

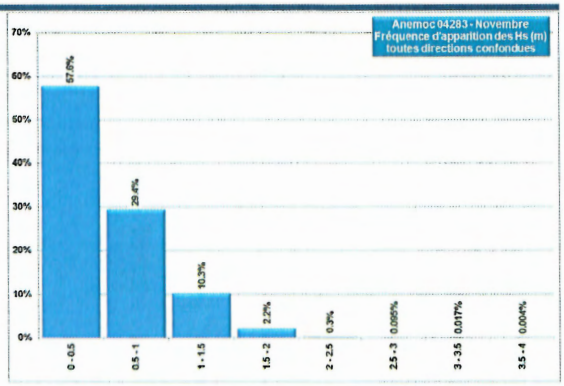

Anemoc 04283 - Octobre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
33.3%
8.8%
1.3%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

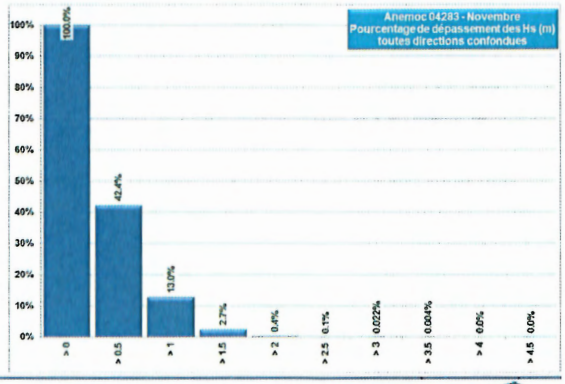


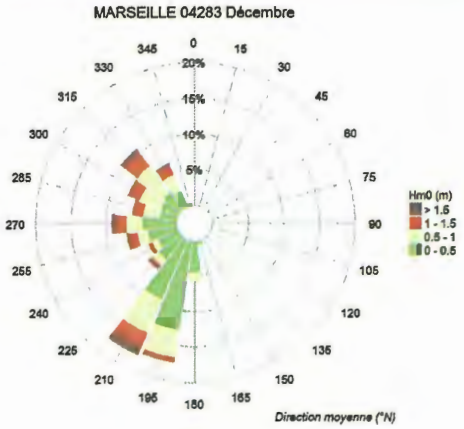
ARTELIA

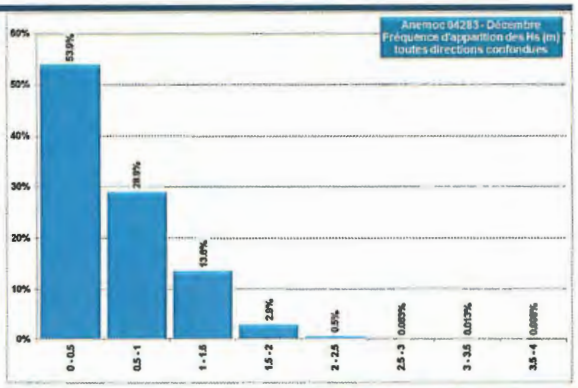
## Climat de houle au point ANEMOC2 04283 : statistiques mensuelles - Novembre

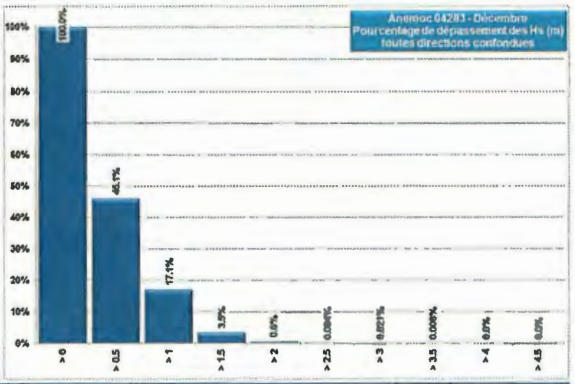



MARSEILLE 04283 Décembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04283 - Décembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
53.9%
28.9%
13.8%
2.8%
0.5%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04283 - Décembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
46.1%
17.1%
3.3%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

# Annexe C. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4256

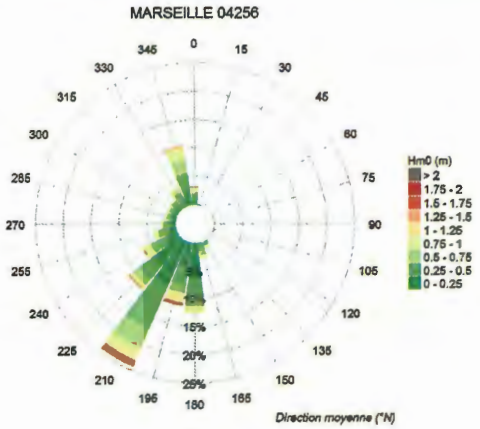
# Devenir du système assainissement du l'île du Frioul
# Etude de faisabilité

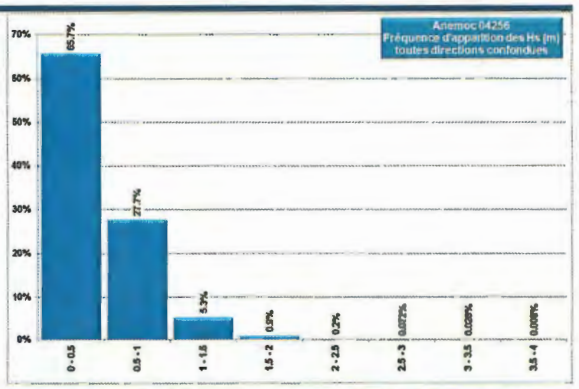
## *Annexe C. Climats de houles au point ANEMOC2 04256*

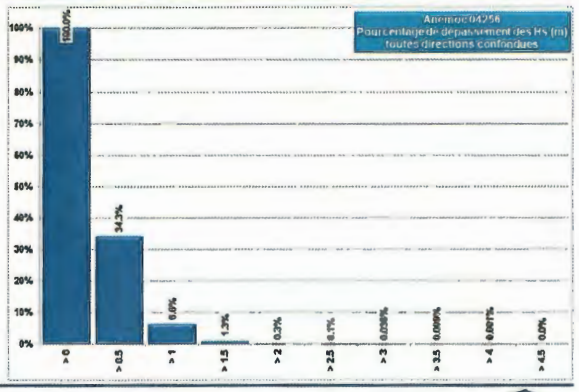
ARTELIA

ARTELIA – 424 2590 – MGO – Octobre 2018

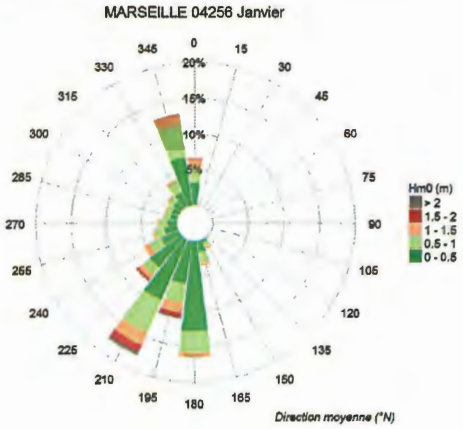
# CLIMAT ANNUEL DE HOULE

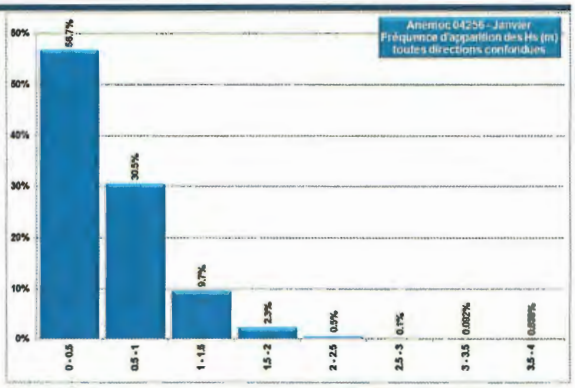

MARSEILLE 04256
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
15%
20%
25%
Hm0 (m)
> 2
1.75 - 2
1.5 - 1.75
1.25 - 1.5
1 - 1.25
0.75 - 1
0.5 - 0.75
0.25 - 0.5
0 - 0.25
Direction moyenne (°N)

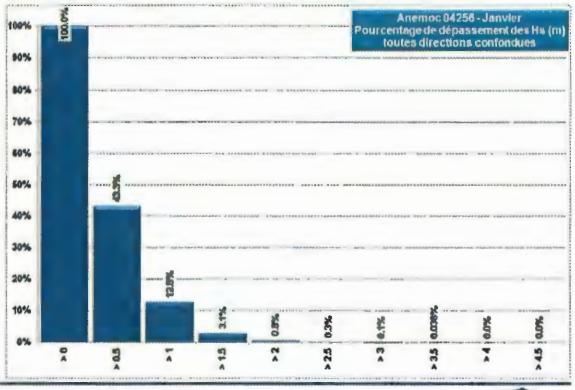

Anemoc 04256
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
65.7%
27.7%
5.3%
0.9%
0.2%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

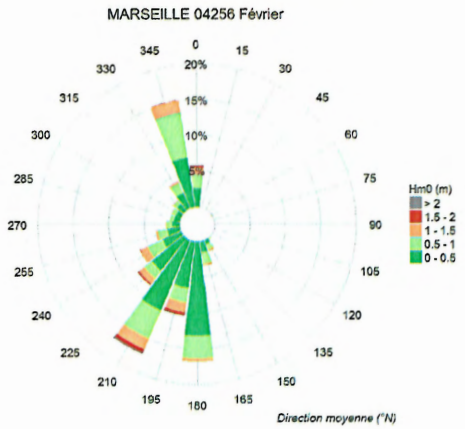

Anemoc04256
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
34.3%
6.6%
1.3%
0.3%
0.1%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

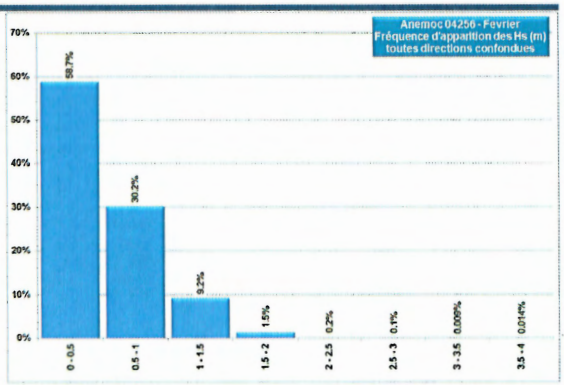
# CLIMATS MENSUELS DE HOULE

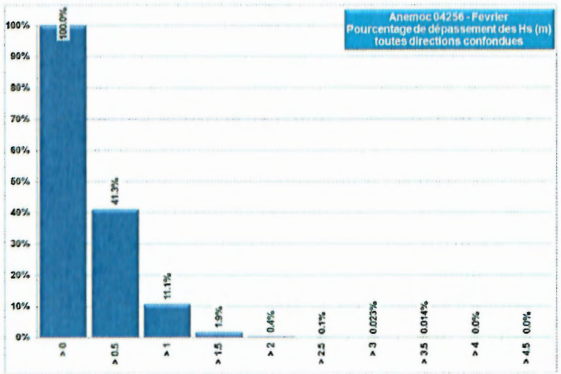

MARSEILLE 04256 Janvier
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

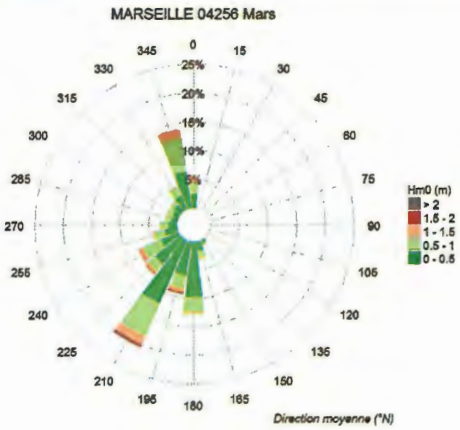

Anemoc 04256 - Janvier
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
56,7%
30,5%
9,7%
2,3%
0,5%
0,1%
0,002%
0,000%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

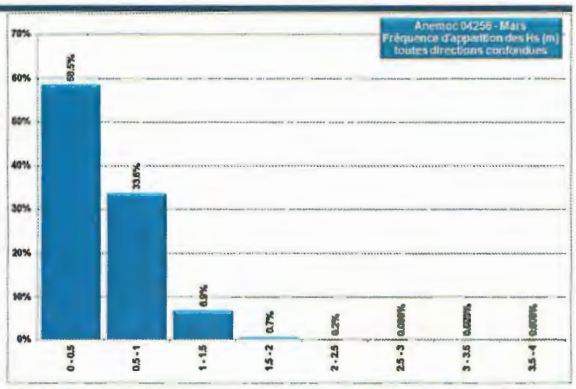

Anemoc 04256 - Janvier
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100,0%
43,3%
12,8%
3,1%
0,8%
0,3%
0,1%
0,029%
0,0%
0,0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

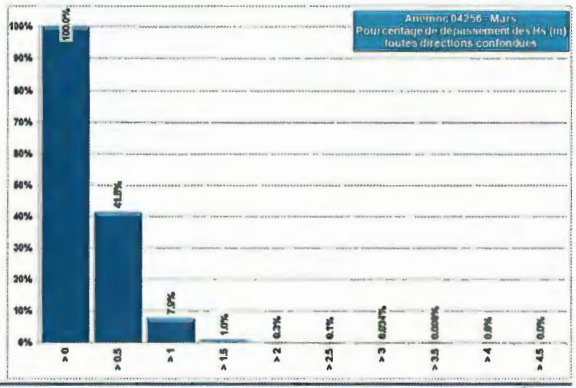

MARSEILLE 04256 Février
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

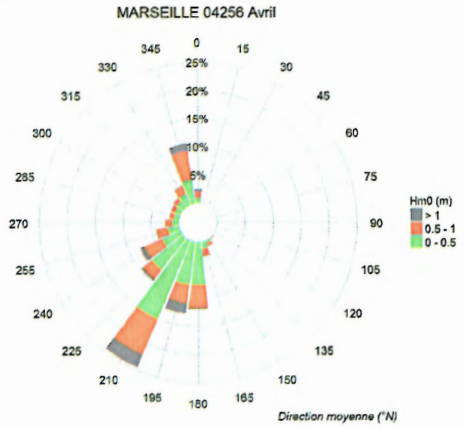

Anemoc 04256 - Février
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
58.7%
30.2%
9.2%
1.5%
0.2%
0.1%
0.00%
0.014%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

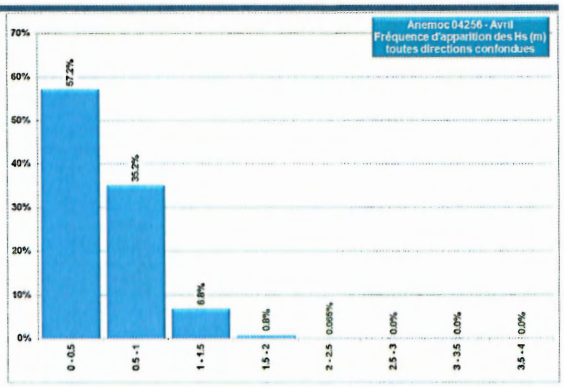

Anemoc 04256 - Février
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
41.3%
11.1%
1.9%
0.4%
0.1%
0.023%
0.014%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

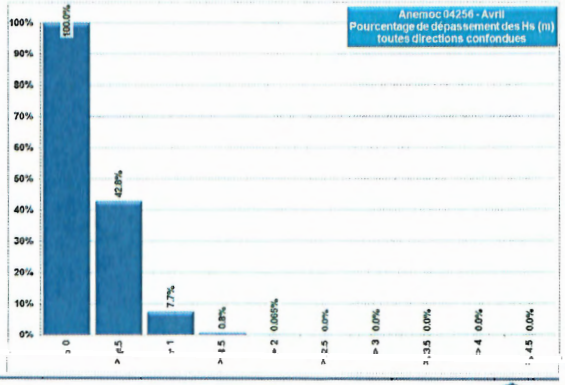

MARSEILLE 04256 Mars
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

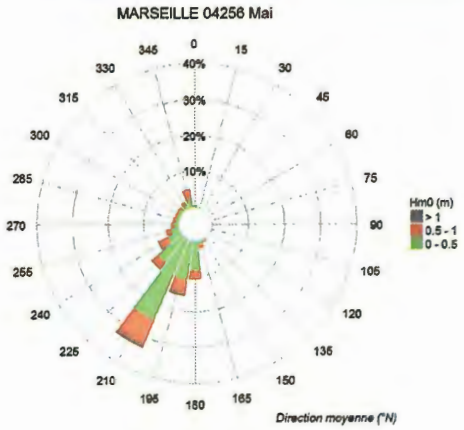

Anemoc 04256 - Mars
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues

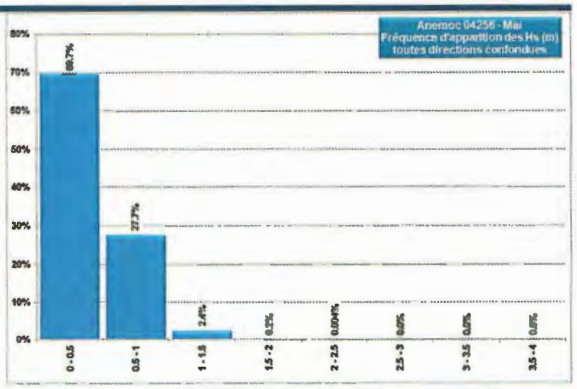

Anemoc 04256 - Mars
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues

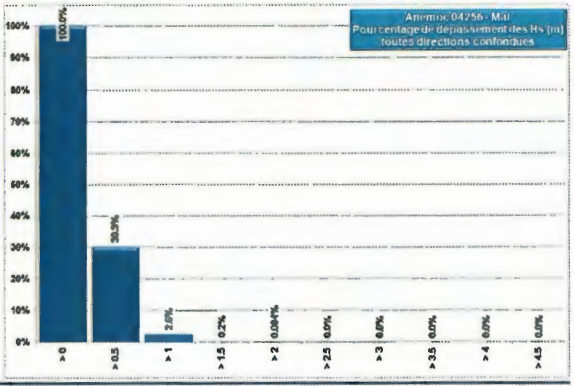

MARSEILLE 04256 Avril
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

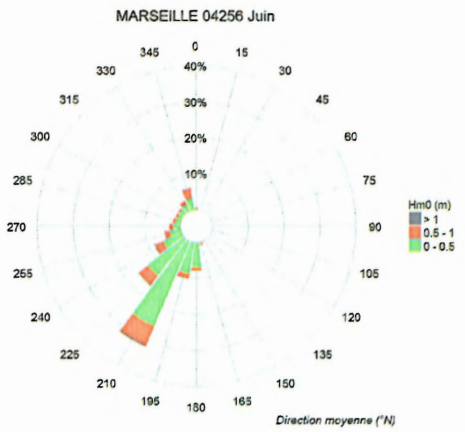

Anemoc 04256 - Avril
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
57.2%
35.2%
6.8%
0.8%
0.005%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

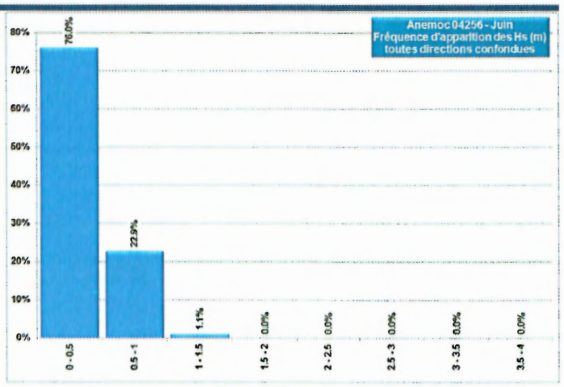

Anemoc 04256 - Avril
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
42.8%
7.7%
0.8%
0.005%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

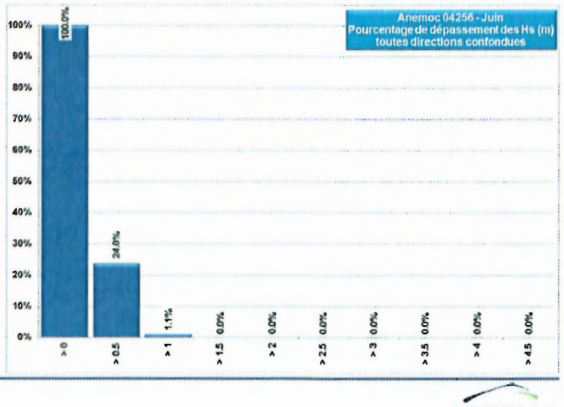

MARSEILLE 04256 Mai
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04256 - Mai
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
68.7%
27.7%
2.4%
0.2%
0.004%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

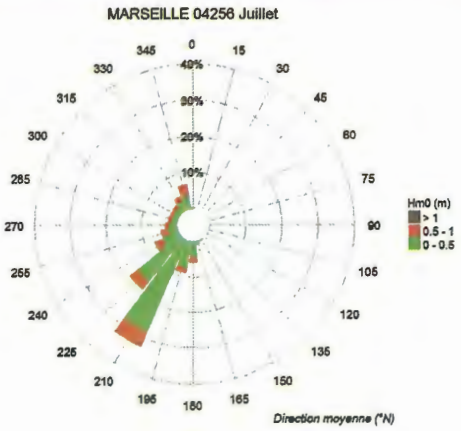

Anemoc 04256 - Mai
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
30.5%
2.6%
0.2%
0.004%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

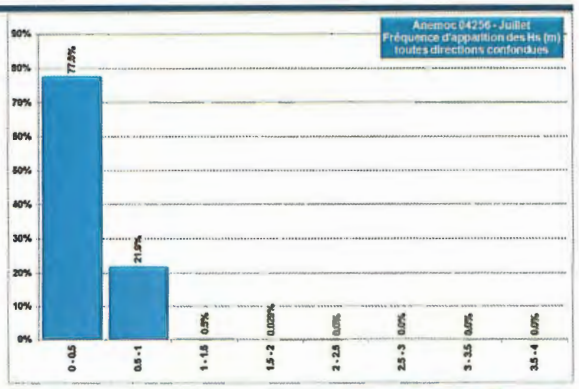

MARSEILLE 04256 Juin
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1
0,5 - 1
0 - 0,5
Direction moyenne (°N)

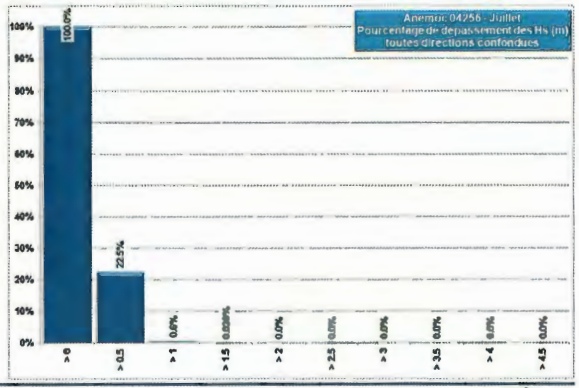

Anemoc 04256 - Juin
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
76,0%
23,9%
1,1%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
0 - 0,5
0,5 - 1
1 - 1,5
1,5 - 2
2 - 2,5
2,5 - 3
3 - 3,5
3,5 - 4


Anemoc 04256 - Juin
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100,0%
24,0%
1,1%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
0,0%
> 0
> 0,5
> 1
> 1,5
> 2
> 2,5
> 3
> 3,5
> 4
> 4,5

## Climat de houle au point ANEMOC2 04256 : statistiques mensuelles - Juillet

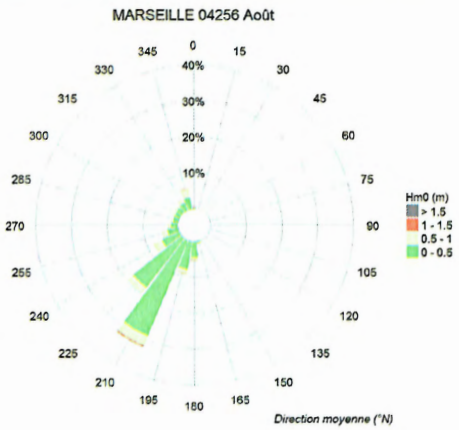


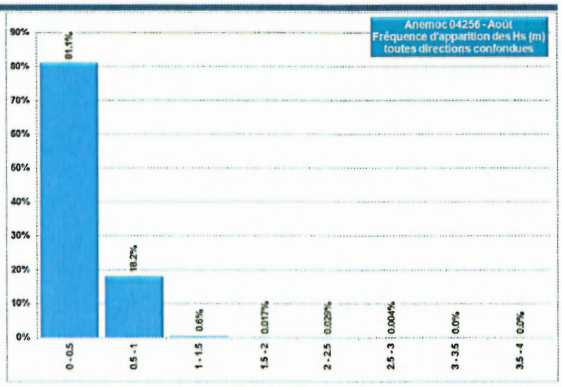



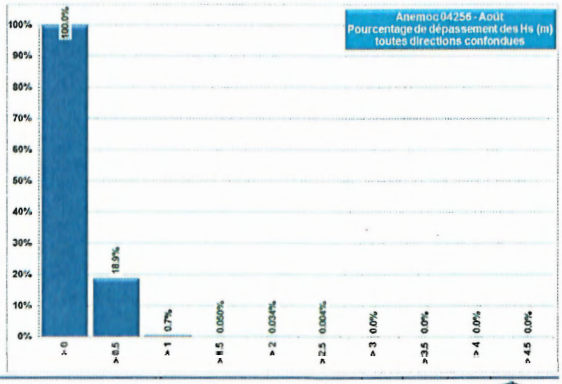



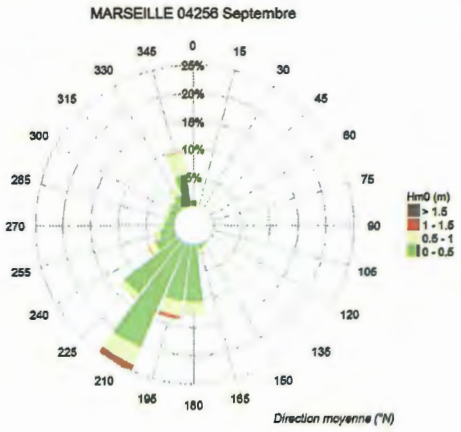


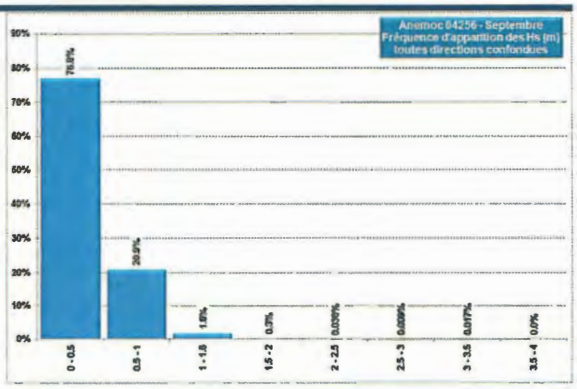

ARTELIA

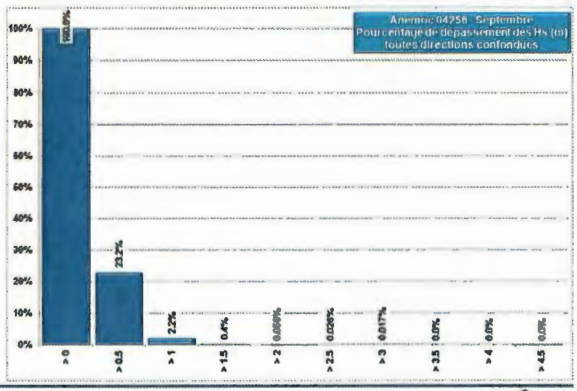

MARSEILLE 04256 Août
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04256 - Août
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
81.1%
18.2%
0.6%
0.017%
0.020%
0.004%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04256 - Août
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
18.9%
0.7%
0.060%
0.024%
0.004%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

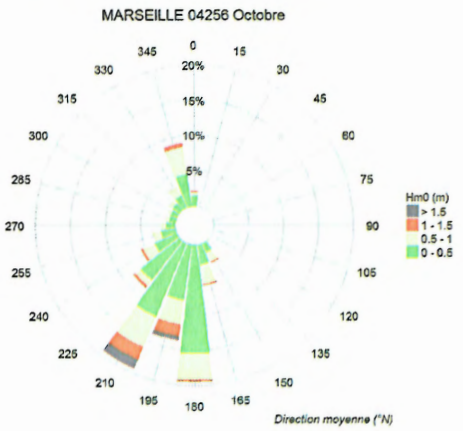

MARSEILLE 04256 Septembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
HmO (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

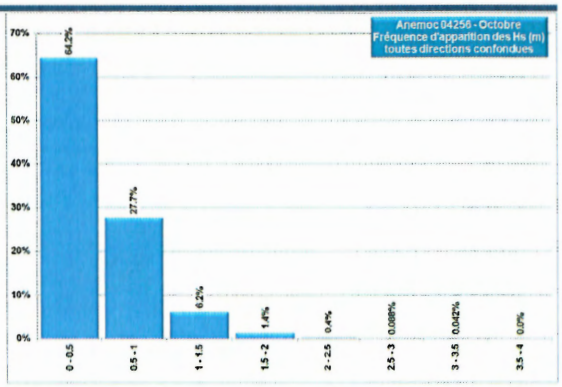

Anemoc 04256 - Septembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
76.8%
20.9%
1.8%
0.3%
0.00%
0.00%
0.017%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

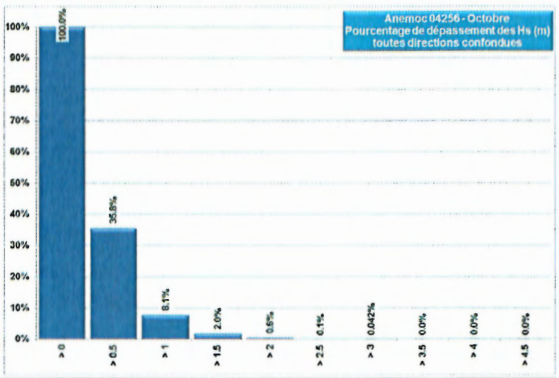

Anemoc 04256 - Septembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
23.2%
2.2%
0.4%
0.00%
0.00%
0.017%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

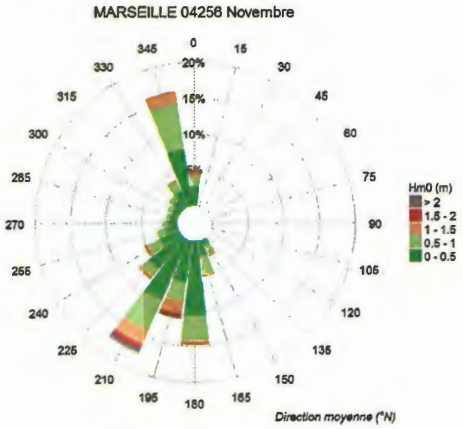


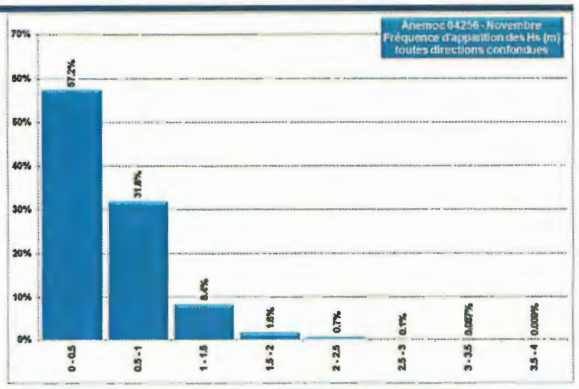
ARTELIA

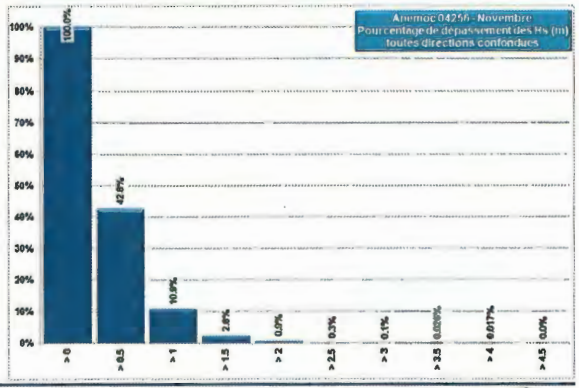

MARSEILLE 04256 Octobre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

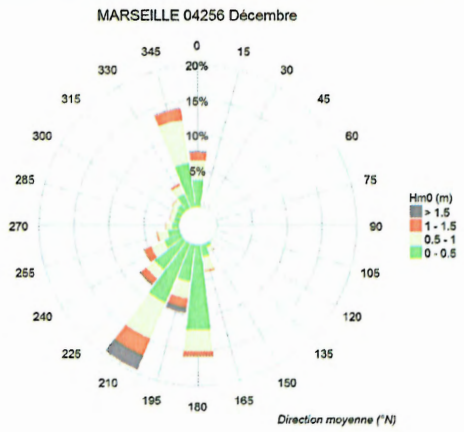

Anemoc 04256 - Octobre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
64.2%
27.7%
6.2%
1.4%
0.4%
0.008%
0.042%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

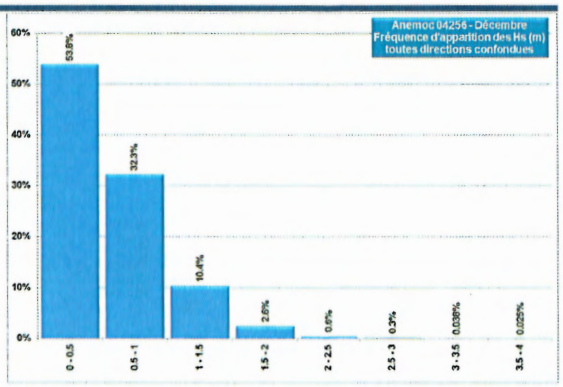

Anemoc 04256 - Octobre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
35.8%
8.1%
2.0%
0.6%
0.1%
0.042%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

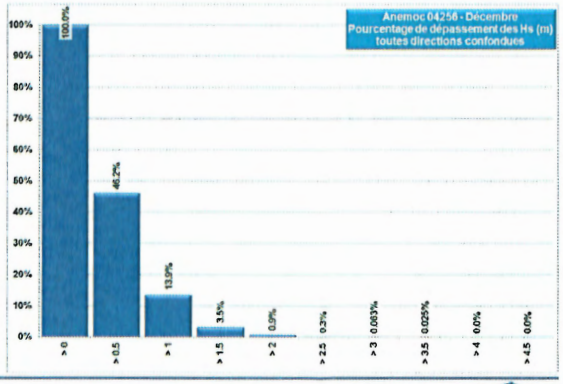

MARSEILLE 04256 Novembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04256 - Novembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
57.2%
31.8%
8.4%
1.8%
0.7%
0.1%
0.067%
0.009%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04256 - Novembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
42.8%
10.9%
2.8%
0.9%
0.3%
0.1%
0.009%
0.017%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5


MARSEILLE 04256 Décembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04256 - Décembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
53.9%
32.3%
10.4%
2.6%
0.6%
0.3%
0.038%
0.025%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04256 - Décembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
46.2%
13.9%
3.5%
0.9%
0.3%
0.063%
0.025%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

# Annexe D. CLIMATS DE HOULES AU POINT ANEMOC2 4240

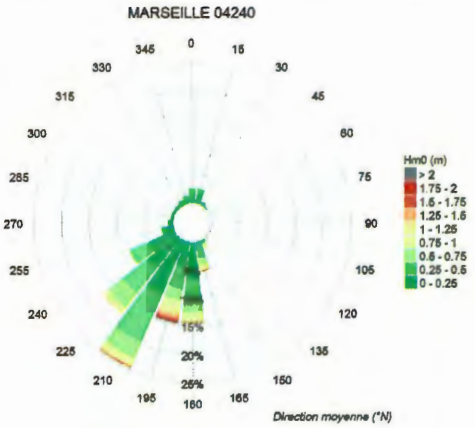
# Devenir du système assainissement du l'île du Frioul
# Etude de faisabilité

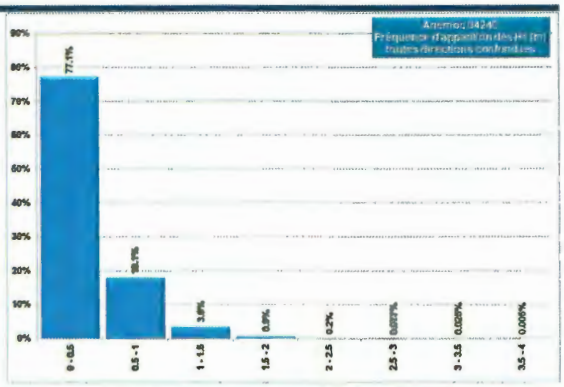
## *Annexe D. Climats de houles au point ANEMOC2 04240*

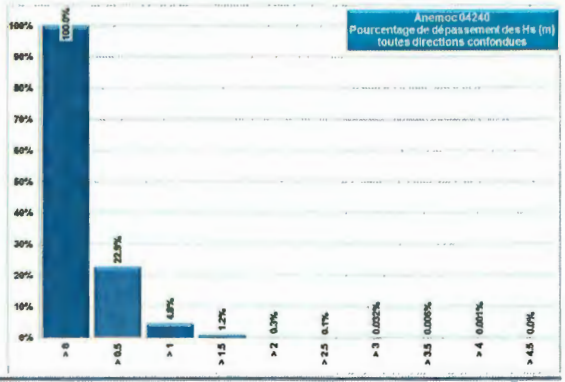
ARTELIA

ARTELIA – 424 2590 – MGO – Octobre 2018

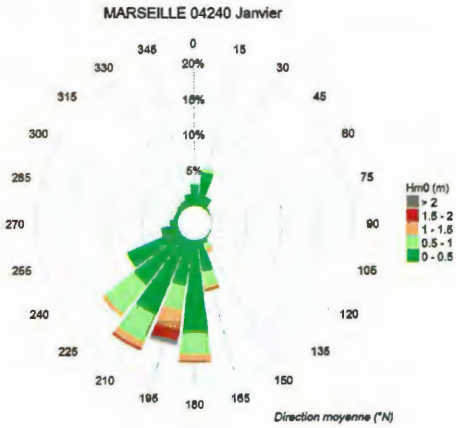
# CLIMAT ANNUEL DE HOULE

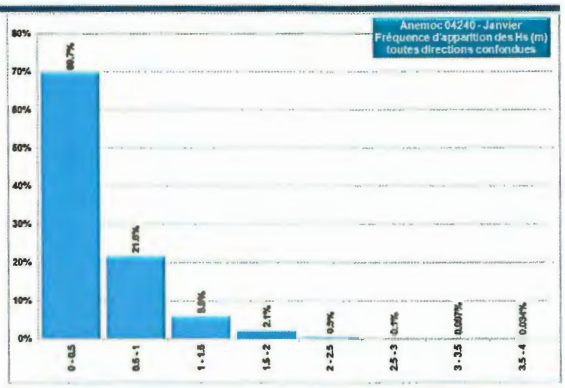

MARSEILLE 04240
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
15%
20%
25%
Hm0 (m)
> 2
1.75 - 2
1.5 - 1.75
1.25 - 1.5
1 - 1.25
0.75 - 1
0.5 - 0.75
0.25 - 0.5
0 - 0.25
Direction moyenne (°N)

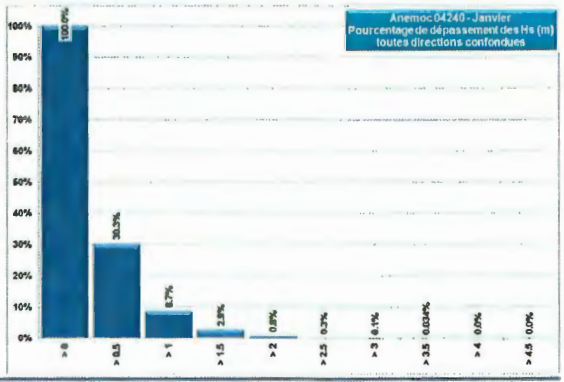

90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
77.1%
18.1%
3.8%
0.9%
0.2%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

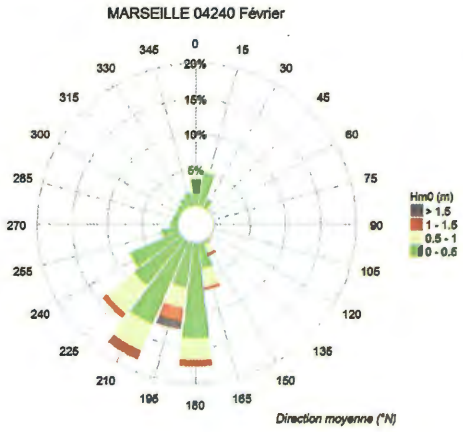

Anemoc04240
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
22.9%
4.8%
1.2%
0.3%
0.1%
0.002%
0.000%
0.001%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

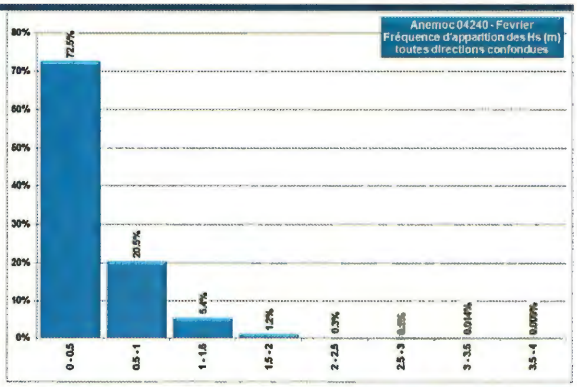
# CLIMATS MENSUELS DE HOULE

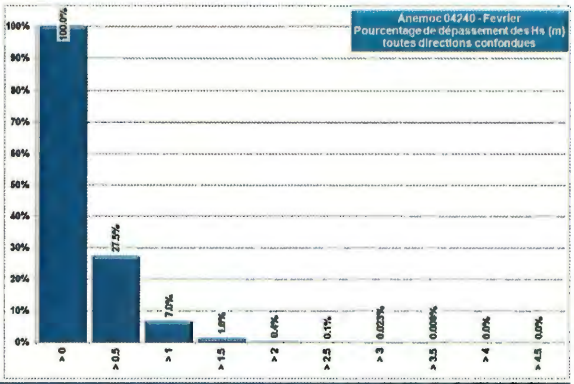

MARSEILLE 04240 Janvier
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

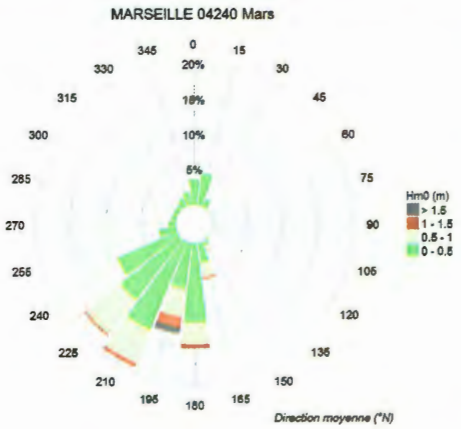

Anemoc 04240 - Janvier
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
69.7%
21.6%
5.8%
2.1%
0.5%
0.1%
0.007%
0.034%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

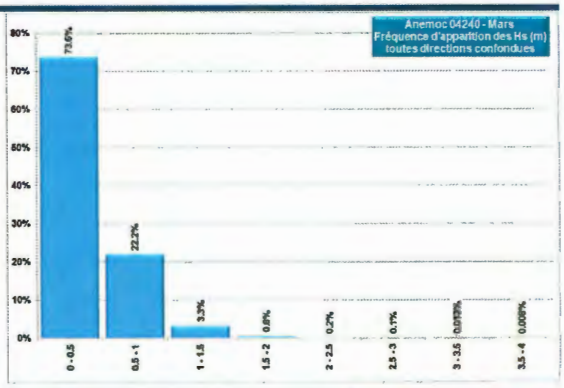

Anemoc 04240 - Janvier
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
30.3%
8.7%
2.9%
0.8%
0.3%
0.1%
0.034%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

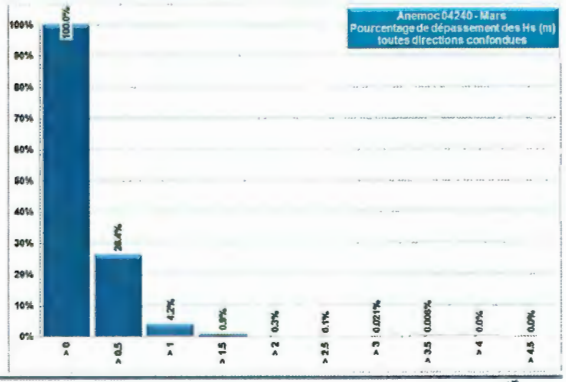

MARSEILLE 04240 Février
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

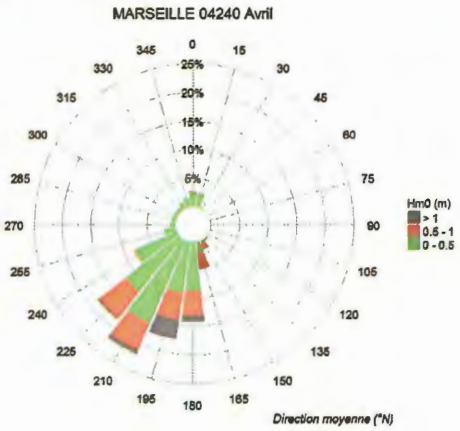

Anemoc 04240 - Fevrier
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
72.5%
20.5%
5.4%
1.2%
0.3%
0.014%
0.000%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

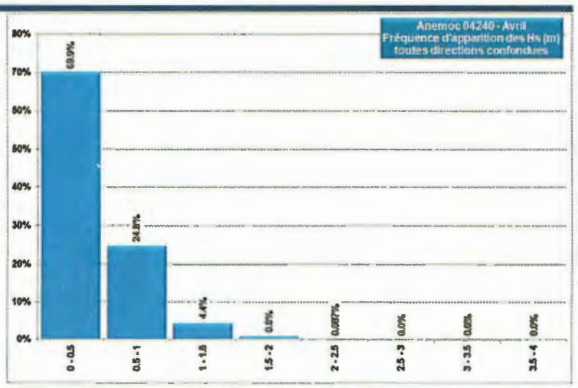

Anemoc 04240 - Fevrier
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
27.5%
7.0%
1.8%
0.4%
0.1%
0.023%
0.000%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

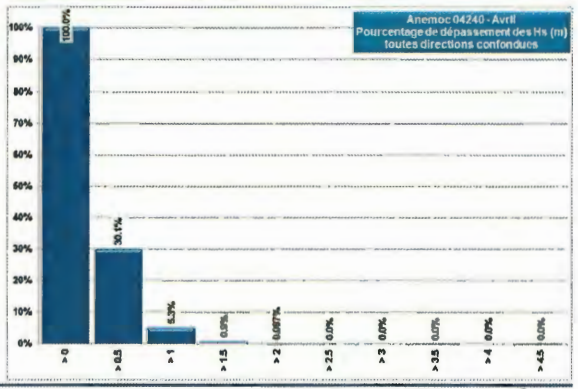

MARSEILLE 04240 Mars
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

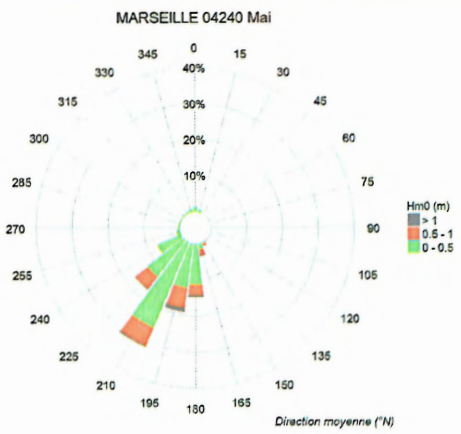

Anemoc 04240 - Mars
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
73.6%
22.2%
3.3%
0.8%
0.2%
0.1%
0.033%
0.008%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

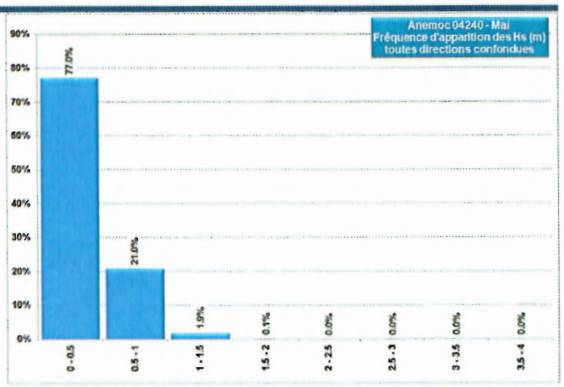

Anemoc 04240 - Mars
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
26.4%
4.2%
0.9%
0.3%
0.1%
0.021%
0.008%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

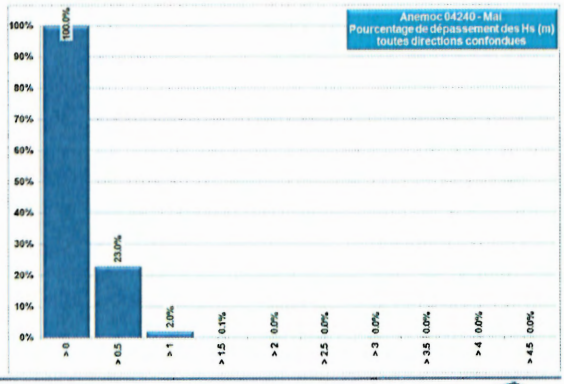

MARSEILLE 04240 Avril
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

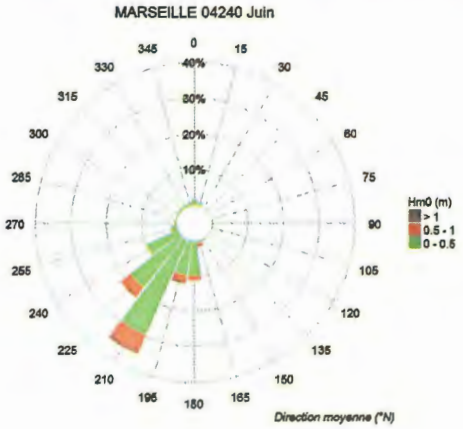

Anemoc 04240 - Avril
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
68.9%
24.8%
4.4%
0.8%
0.07%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

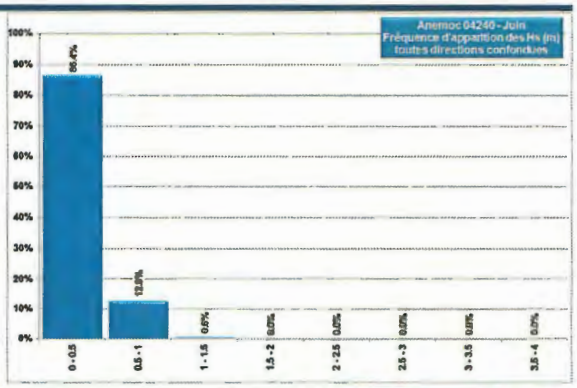

Anemoc 04240 - Avril
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
30.1%
5.3%
0.9%
0.07%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

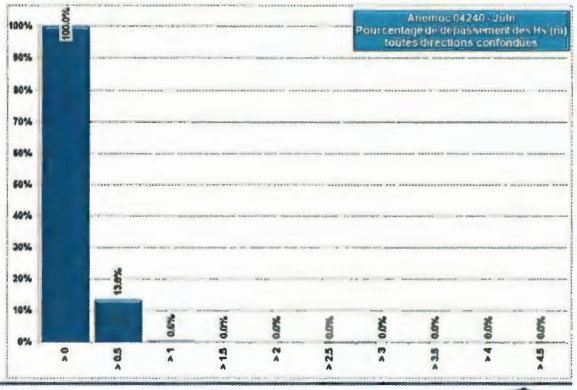

MARSEILLE 04240 Mai
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

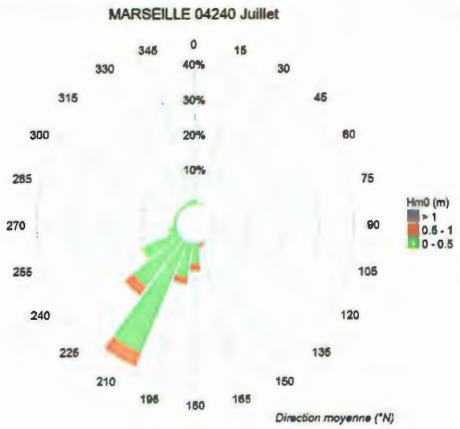

Anemoc 04240 - Mai
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
77.0%
21.0%
1.9%
0.1%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

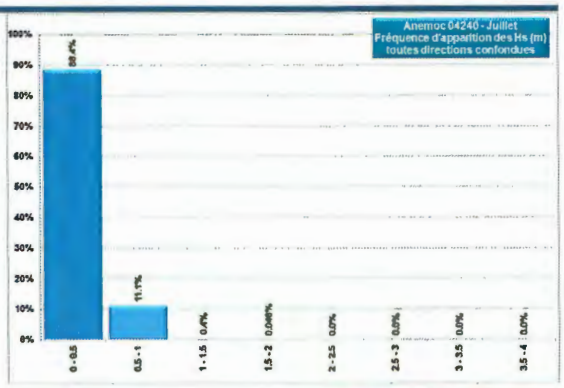

Anemoc 04240 - Mai
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
23.0%
2.0%
0.1%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

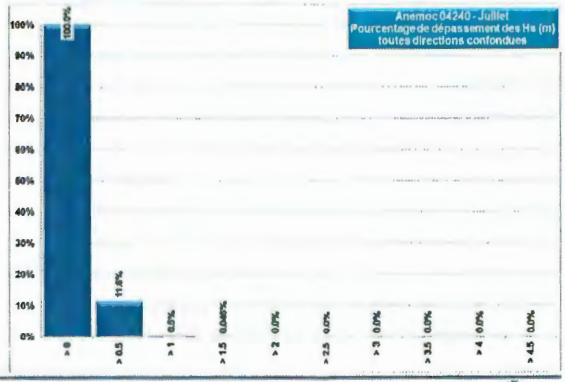

MARSEILLE 04240 Juin
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

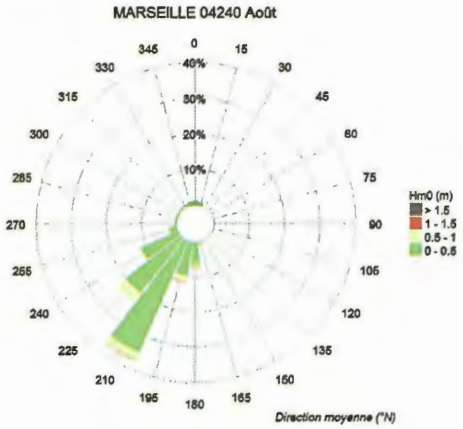

Anemoc 04240 - Juin
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
86.4%
13.6%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

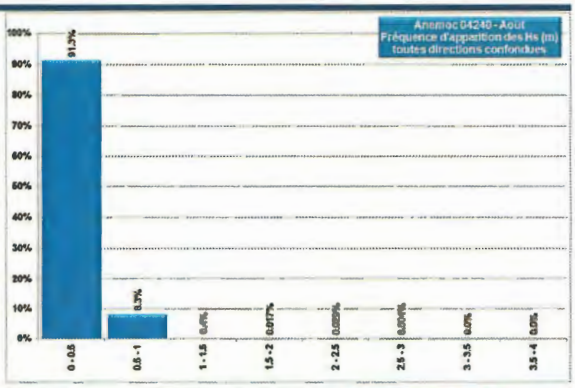

Anemoc 04240 - Juin
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
13.6%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

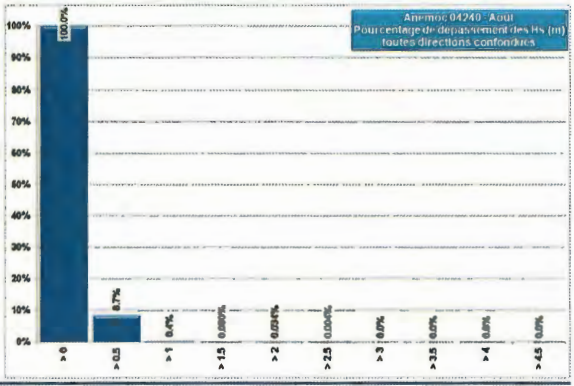

MARSEILLE 04240 Juillet
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04240 - Juillet
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
88.4%
11.1%
0.4%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

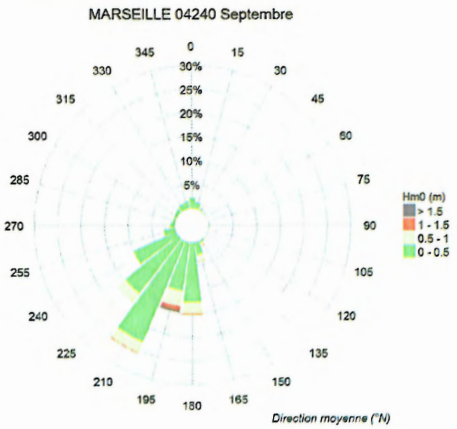

Anemoc 04240 - Juillet
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
11.6%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

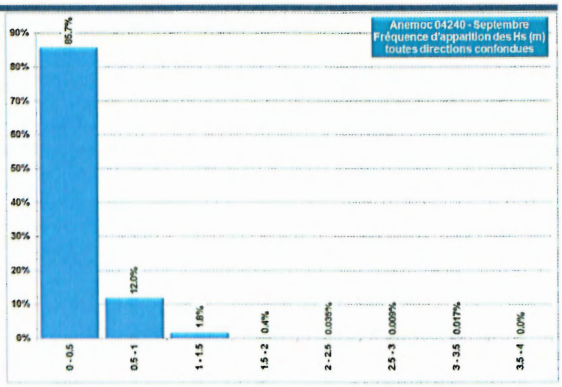

MARSEILLE 04240 Août
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
40%
30%
20%
10%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

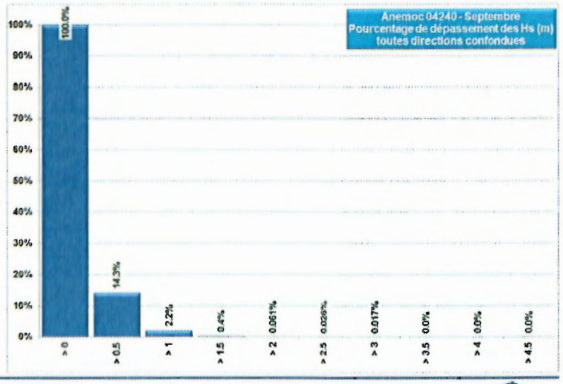

Anemoc 04240 - Aout
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
91.3%
8.7%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04240 - Aout
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
8.7%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

## Climat de houle au point ANEMOC2 04240 : statistiques mensuelles - Septembre

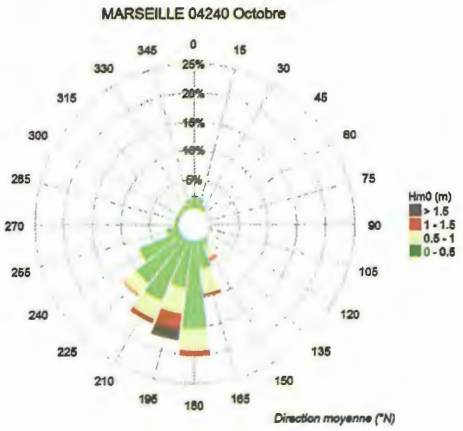


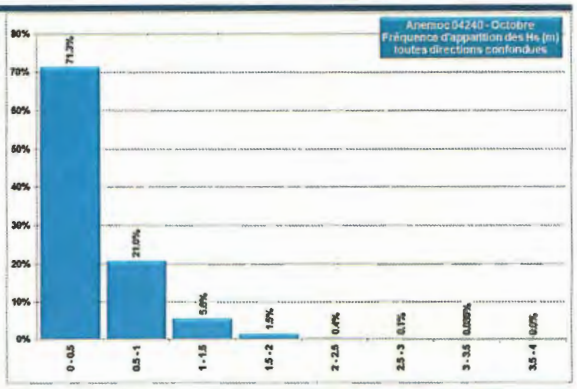



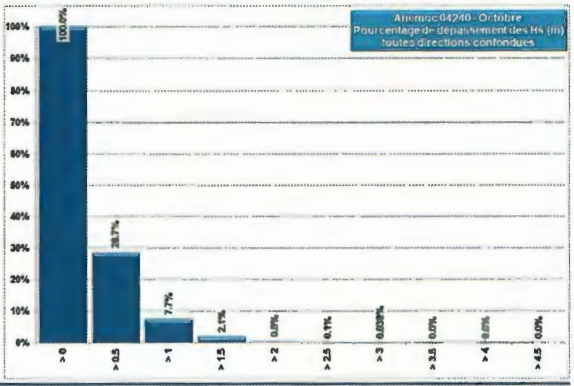



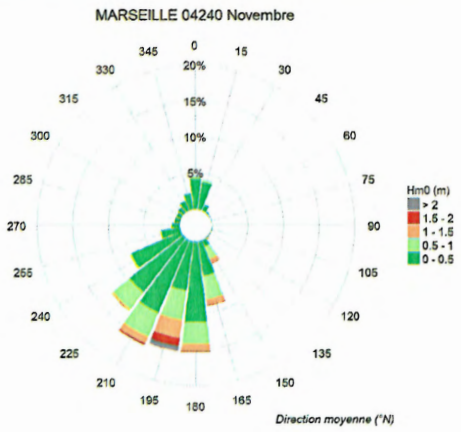


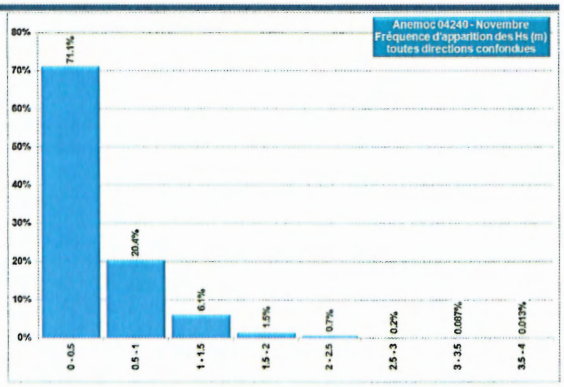

ARTELIA

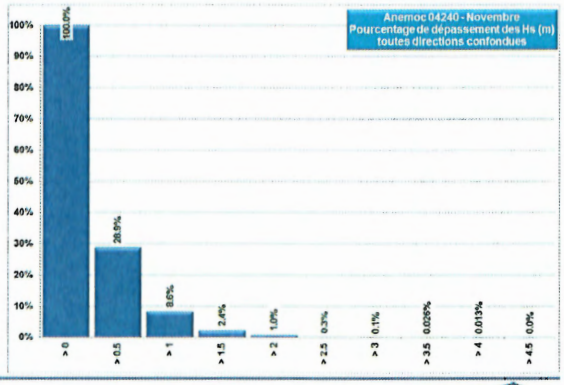

MARSEILLE 04240 Octobre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
25%
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)

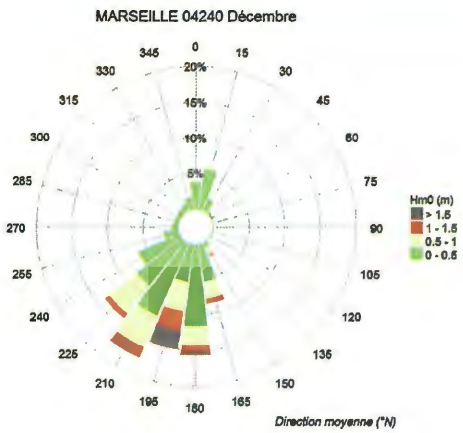

Anemoc 04240 - Octobre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
71.3%
21.0%
5.0%
1.5%
0.4%
0.1%
0.02%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4

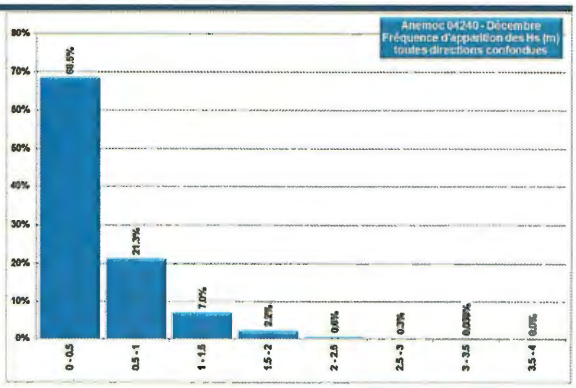

Anemoc 04240 - Octobre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100.0%
28.7%
7.7%
2.1%
0.5%
0.1%
0.02%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5

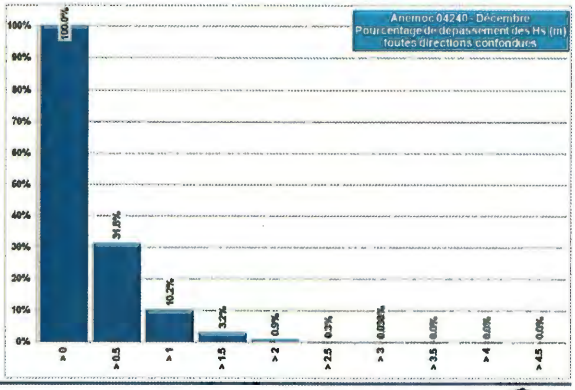

MARSEILLE 04240 Novembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 2
1.5 - 2
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04240 - Novembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
71.1%
20.4%
6.1%
1.5%
0.7%
0.2%
0.007%
0.013%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04240 - Novembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
28.9%
8.6%
2.4%
1.0%
0.3%
0.1%
0.026%
0.013%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5


MARSEILLE 04240 Décembre
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180
195
210
225
240
255
270
285
300
315
330
345
20%
15%
10%
5%
Hm0 (m)
> 1.5
1 - 1.5
0.5 - 1
0 - 0.5
Direction moyenne (°N)


Anemoc 04240 - Décembre
Fréquence d'apparition des Hs (m)
toutes directions confondues
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
68.5%
21.3%
7.0%
2.2%
0.6%
0.3%
0.05%
0.0%
0 - 0.5
0.5 - 1
1 - 1.5
1.5 - 2
2 - 2.5
2.5 - 3
3 - 3.5
3.5 - 4


Anemoc 04240 - Décembre
Pourcentage de dépassement des Hs (m)
toutes directions confondues
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
100.0%
31.5%
10.2%
3.2%
0.9%
0.3%
0.05%
0.0%
0.0%
0.0%
> 0
> 0.5
> 1
> 1.5
> 2
> 2.5
> 3
> 3.5
> 4
> 4.5



ARTELIA

# Annexe E. FIGURES - SITUATION

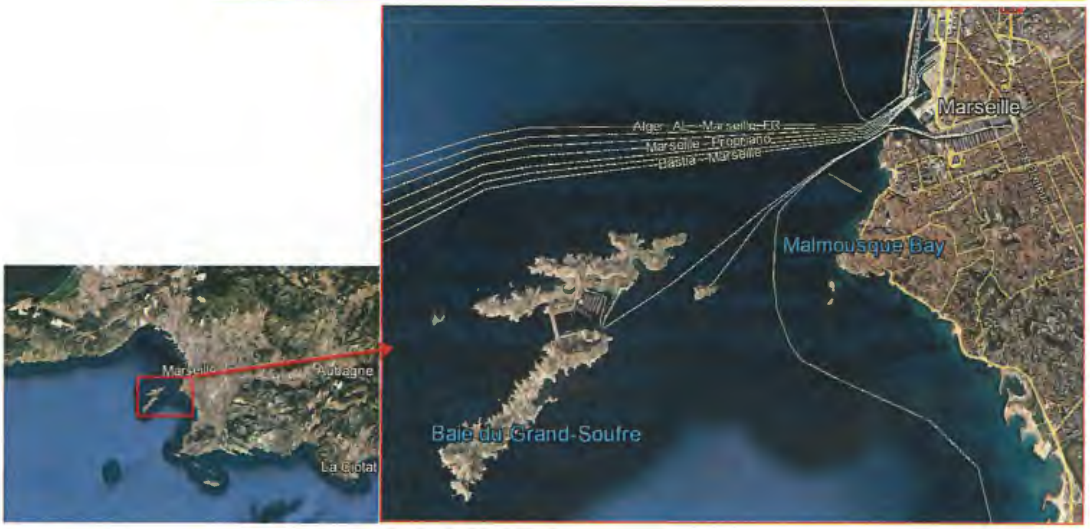



***Fig. 31. Situation de la zone d'étude***

*Fig. 32. Localisation de la station d'épuration de l'île*

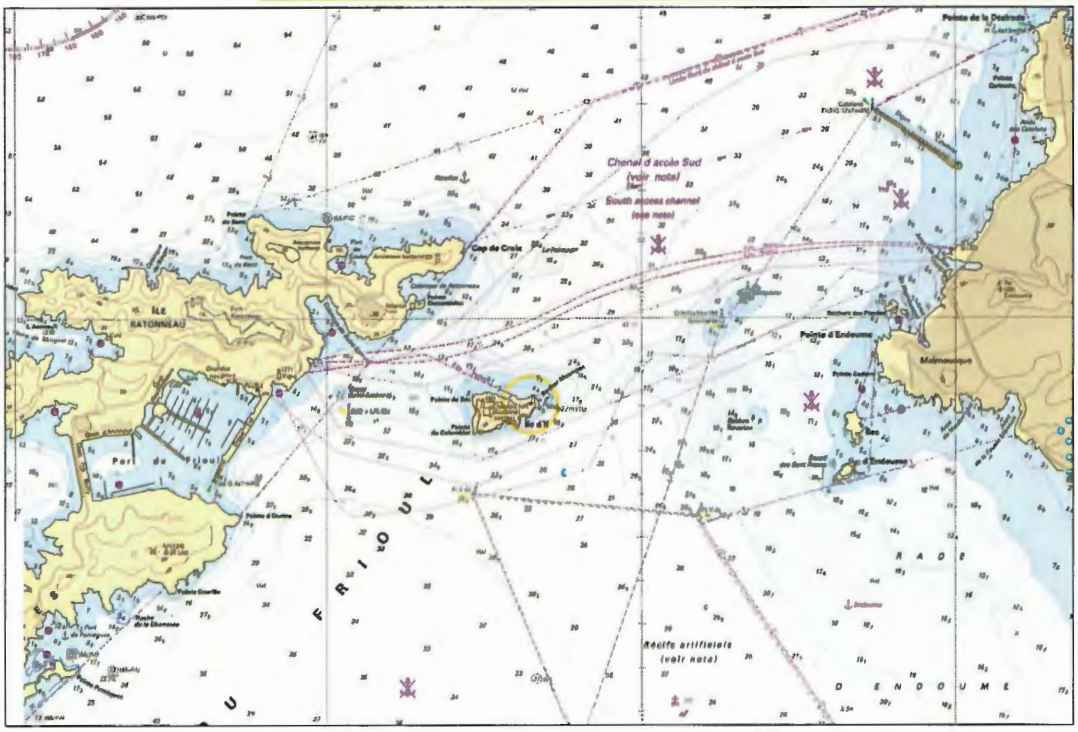



*Fig. 33. Carte SHOM de la zone d'étude*

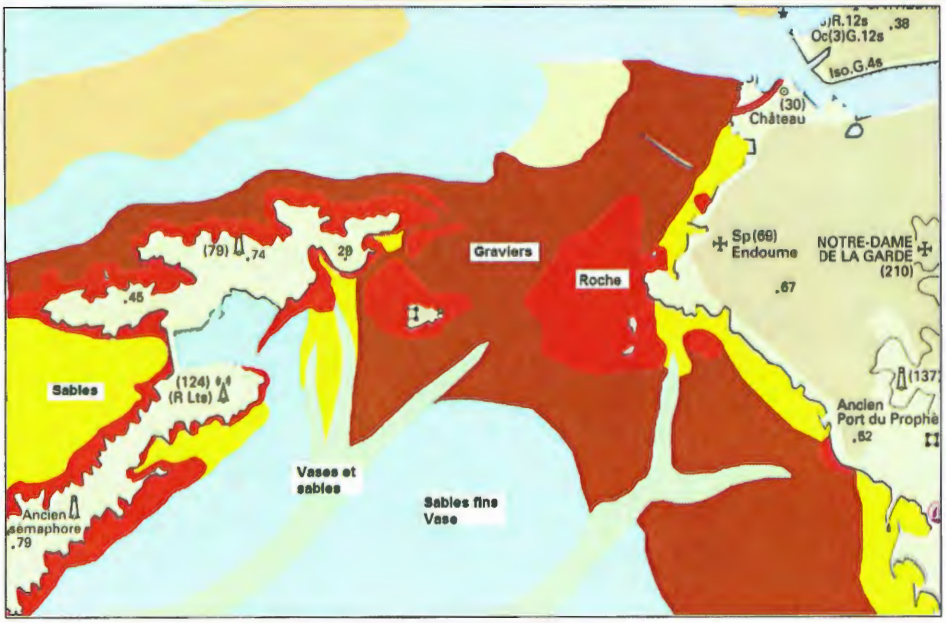



*Fig. 34. Carte SHOM de la zone d'étude (Nature des fonds)*

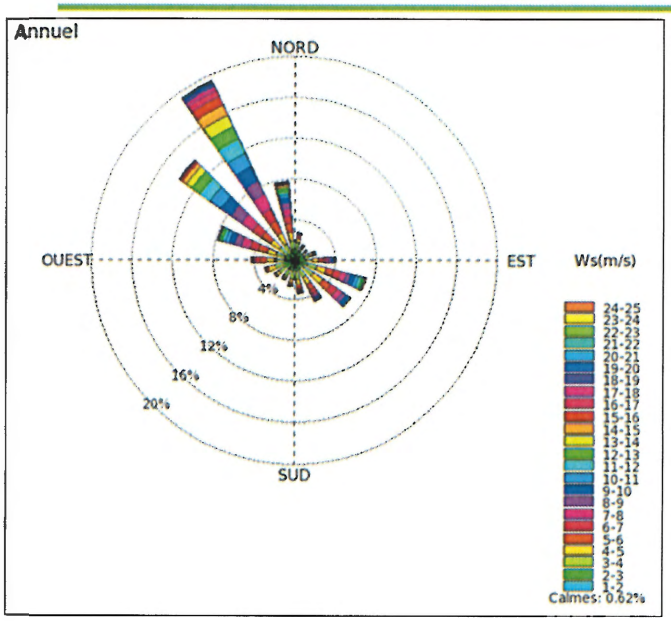



*Fig. 35. Rose des vents à l'intérieur de la baie de Marseille (d'après réf. [1])*

# Annexe F. FIGURES – TRACES DE LA CONDUITE

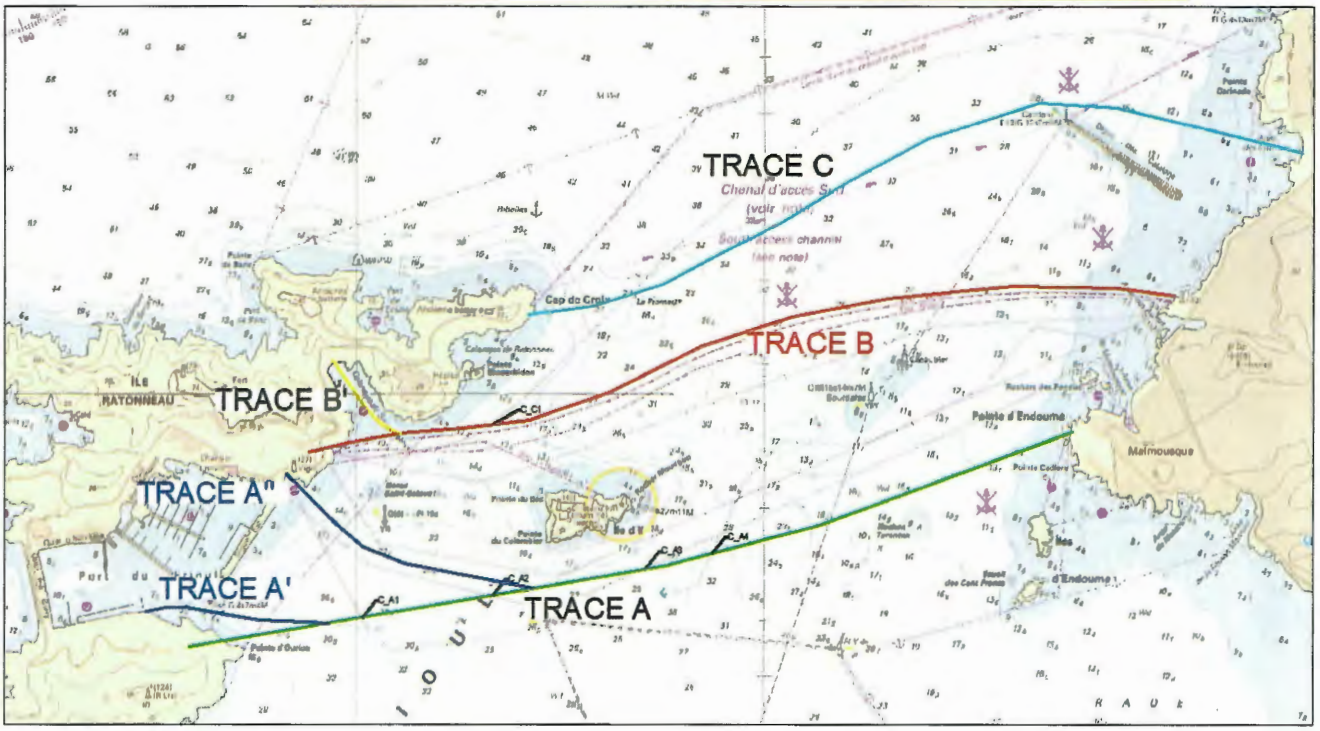



*Fig. 36. Tracés considérés (carte SHOM)*

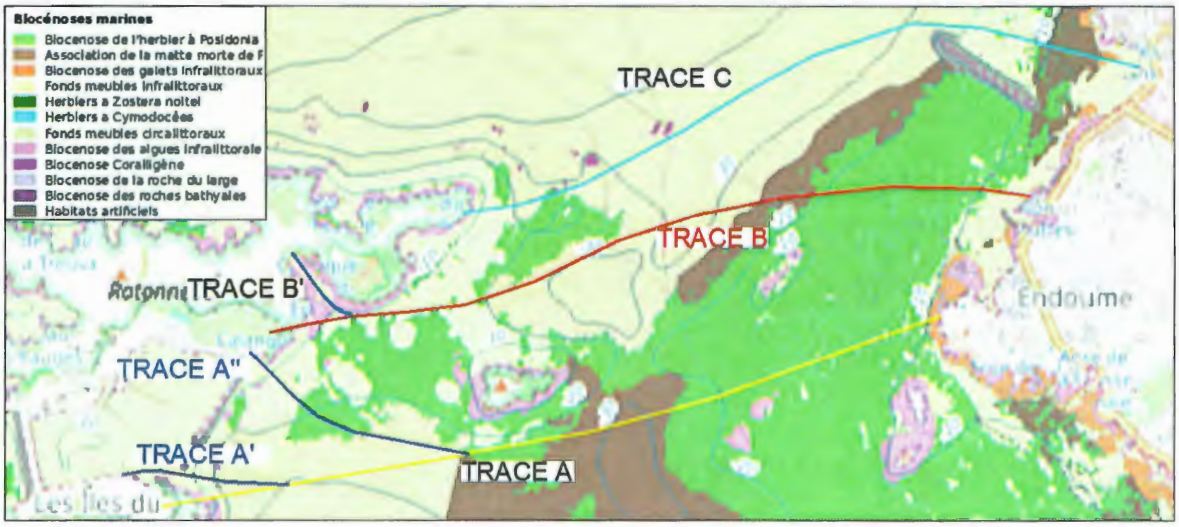



*Fig. 37. Tracés considérés (carte des habitats marins)*

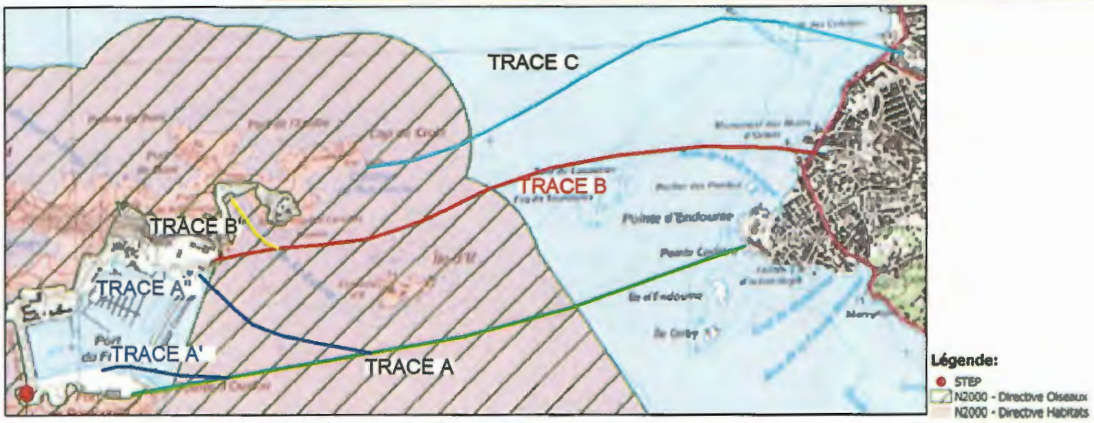



*Fig. 38. Tracés considérés (Carte Natura 2000)*

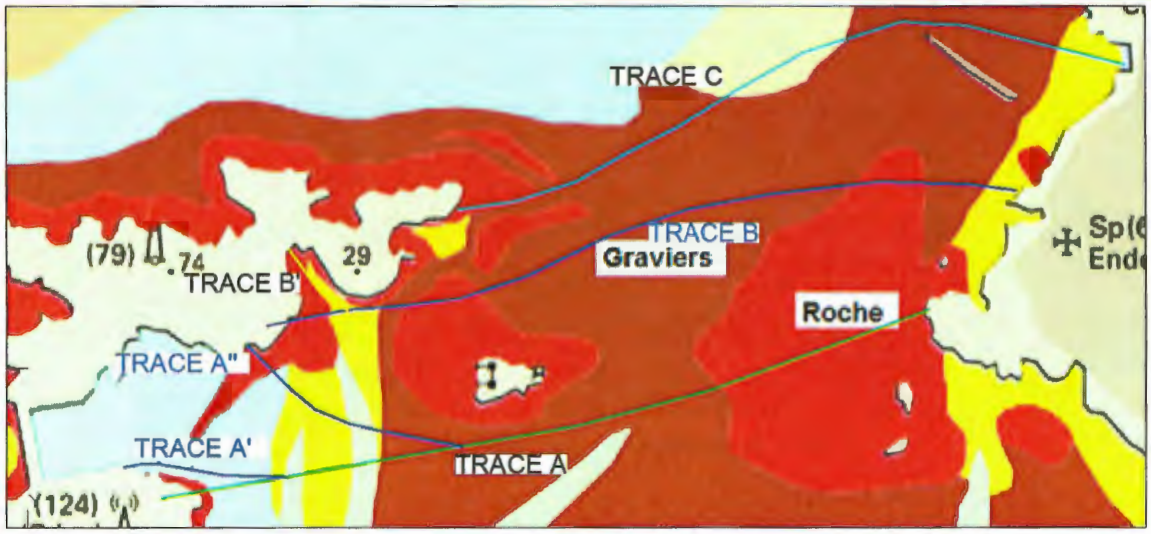



*Fig. 39. Tracés considérés (Nature des fonds)*

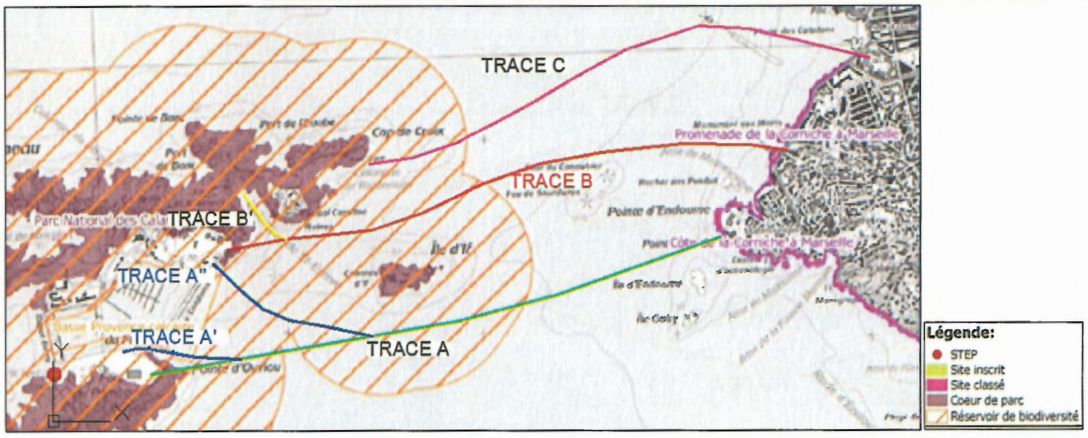



*Fig. 40. Tracés considérés (Carte protection réglementaire)*

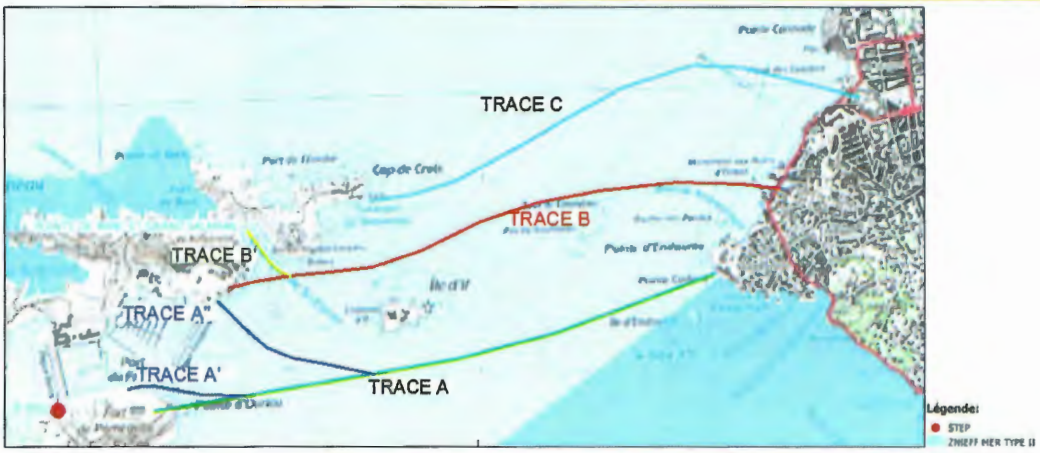



*Fig. 41. Tracés considérés (Carte ZNIEFF Mer)*

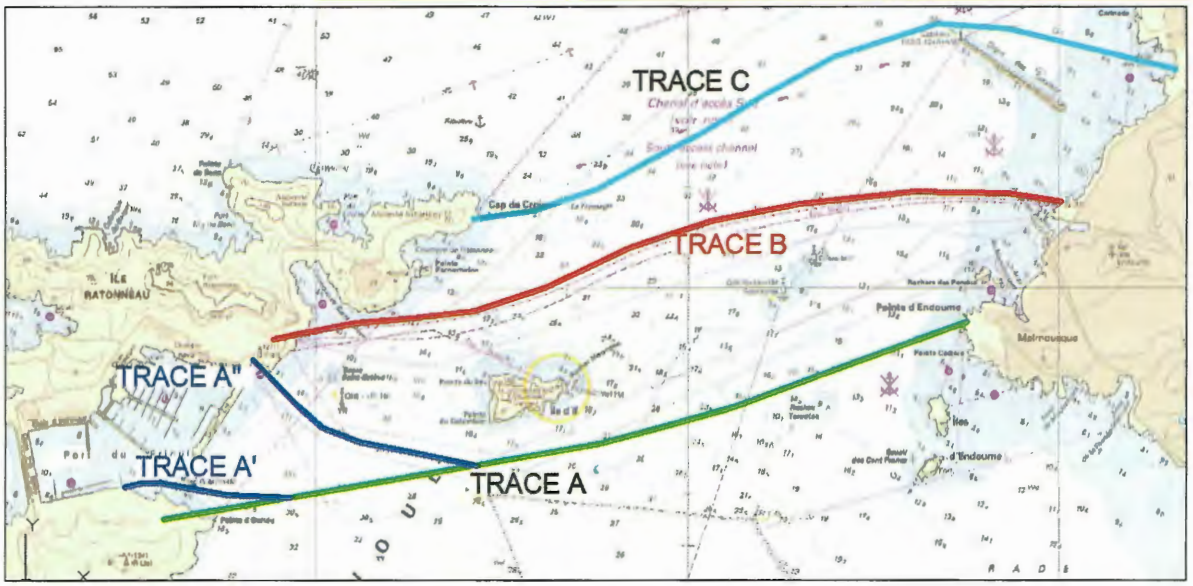



***Fig. 42. Tracés retenus (carte SHOM)***

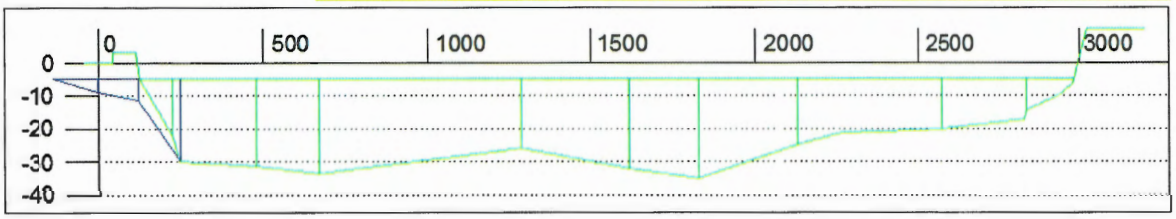



*Fig. 43. Profil bathymétrique des tracés A et A' (unité : mètres)*

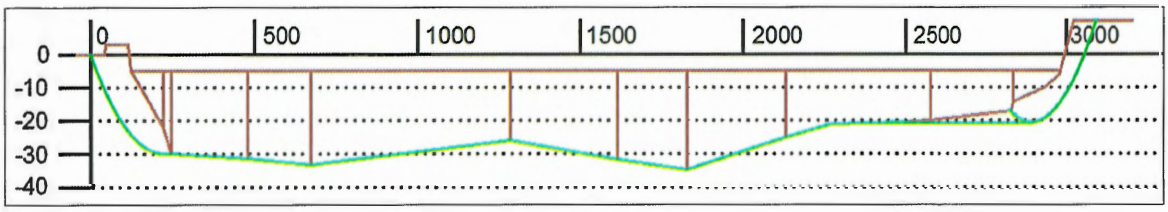



*Fig. 44. Profil en long du tracé A (unité : mètres)*

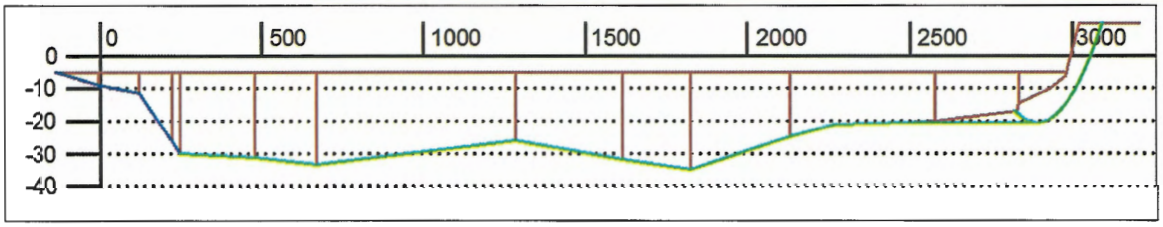



*Fig. 45. Profil en long du tracé A' (unité : mètres)*

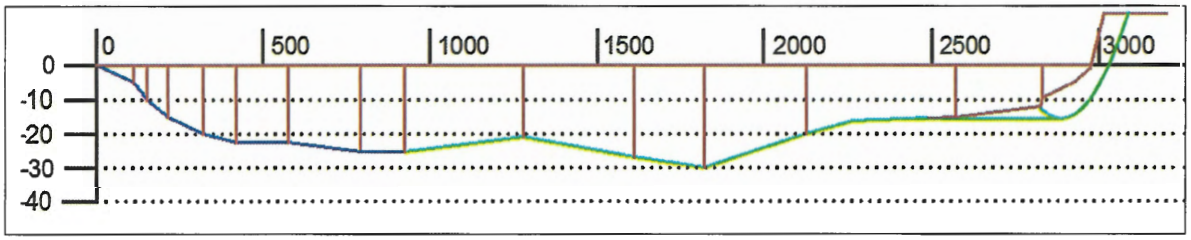



*Fig. 46. Profil en long du tracé A" (unité : mètres)*

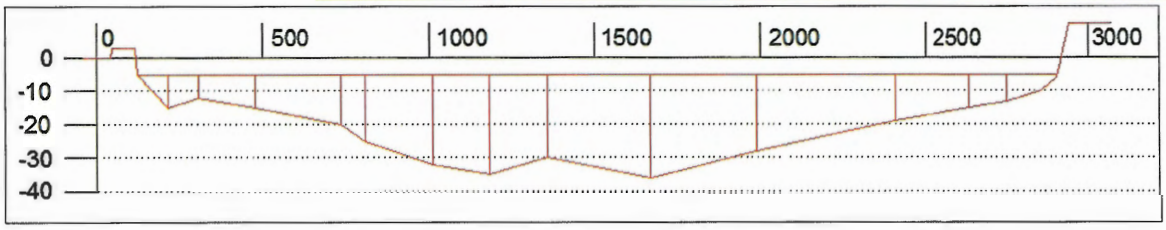



*Fig. 47. Profil bathymétrique du tracé B (unité : mètres)*

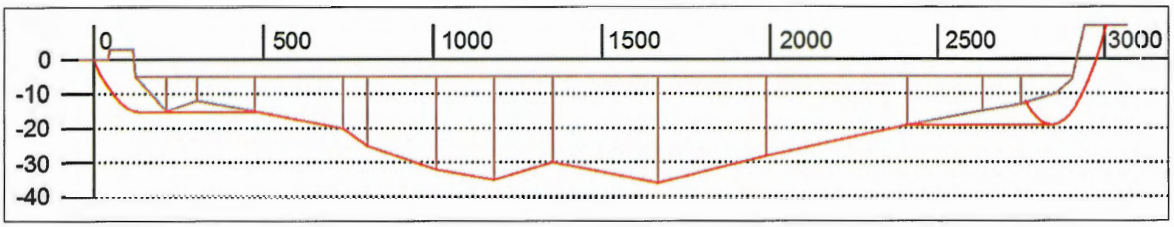



*Fig. 48. Profil en long du tracé B (unité : mètres)*

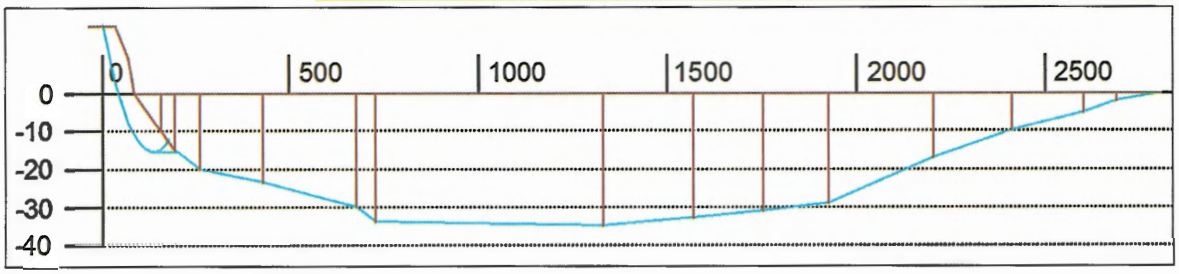



*Fig. 49. Profil en long du tracé C (unité : mètres)*

# Annexe G. FIGURES – SITES D'ATTERRAGES

*Fig. 50. Sites d'atterrage – Tracé A*

*Fig. 51. Sites d'atterrage – Tracé A"*

*Fig. 52. Sites d'atterrage – Tracé B (forage dirigé) et B' (classique)*

# Annexe H. FIGURES - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

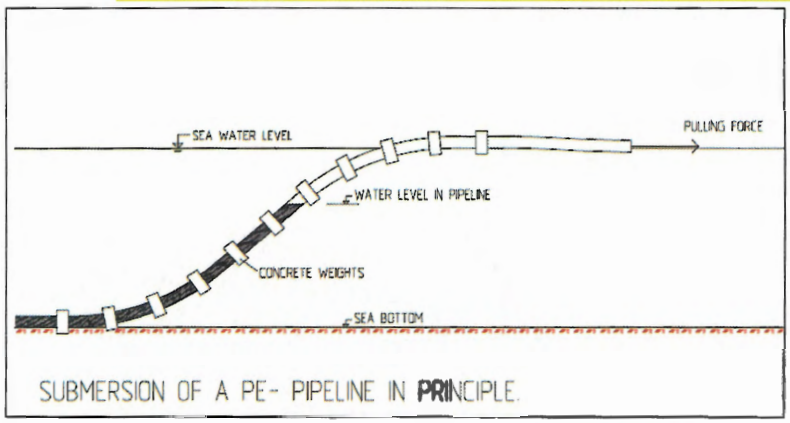



***Fig. 53. Exemple de canalisation en PE lors du processus d'immersion***

*Fig. 54. Méthode d'atterrage « classique »*

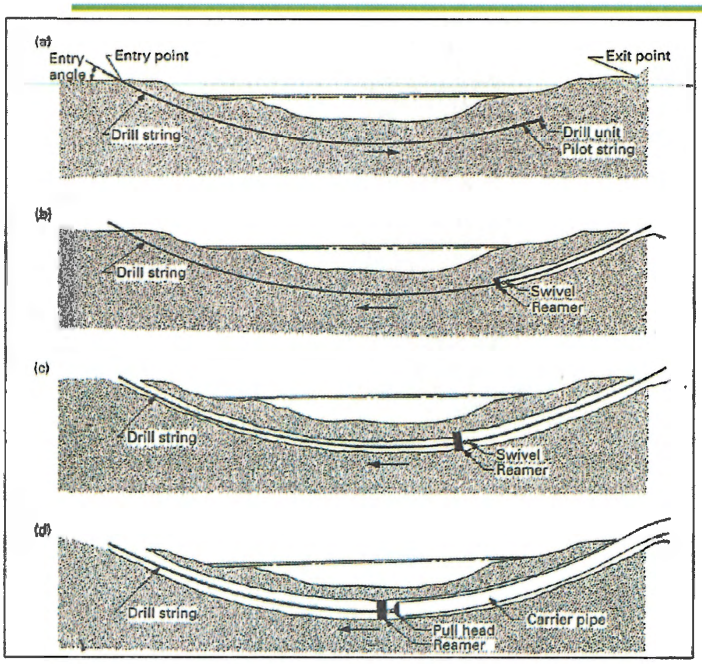



*Fig. 55. Principe du forage dirigé*

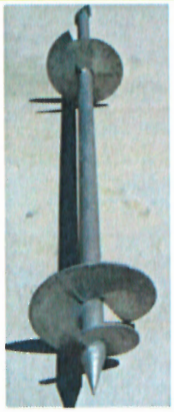


*Fig. 56. Exemple d'ancre à vis*

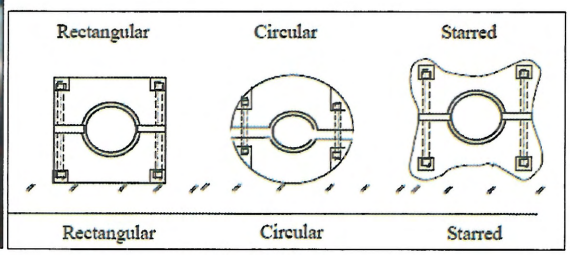



***Fig. 57. Exemple de lests en béton fixés à la canalisation***

# Annexe I. COUTS D'EXPLOITATION

## B. BILAN GLOBAL

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| ***I. EVACUATION DES SOUS-PRODUITS*** | | | |
| I.1. Refus de dégrillage et tamisage | €uros/an | 0 | 0 |
| I.2. Sables | €uros/an | 0 | 0 |
| I.3. Graisses | €uros/an | 0 | 0 |
| I.4. Boues | €uros/an | 0 | 0 |
| ***II. CONSOMMATION DE RÉACTIFS*** | | | |
| II.1. File EAU | €uros/an | 126 | 254 |
| II.2. File BOUES | €uros/an | 0 | 0 |
| II.3. File AIR | €uros/an | 0 | 0 |
| ***III. UTILITÉS*** | ***€uros/an*** | ***4 756*** | ***8 210*** |
| ***IV. PERSONNEL D'EXPLOITATION*** | ***€uros/an*** | ***10 669*** | ***18 576*** |
| **MONTANT TOTAL HT** | **€uros/an** | **29 701** | **41 191** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***V. MAINTENANCE*** | ***€uros/an*** | ***14 150*** | ***14 150*** |
| ***VI. GROS ENTRETIEN ET RENOUVELLEMENT*** | ***€uros/an*** | ***0*** | ***0*** |

# I. EVACUATION DES SOUS-PRODUITS

## I.1. Refus de dégrillage et tamisage

## I.4. Boues

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| Production annuelle de boues | T MS/an | 0,00 | 0,00 |
| Siccité des boues | % | 20,0% | 20,0% |
| Coût unitaire de l'évacuation | €uros/T | 120 | 120 |
| **COÛT ANNUEL D'ÉVACUATION DES BOUES DÉSHYDRATÉES** | **€uros/an** | **0** | **0** |

# II. CONSOMMATION DE RÉACTIFS

## II.1. File EAU

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| Chlorure Ferrique | | | |
| consommation annuelle en produit commercial | m3/an | 0,0 | 0,00 |
| consommation annuelle en produit commercial | t/an | 0,0 | 0,00 |
| coût unitaire | €uro/T | 180 | 180 |
| coût annuel Chlorure Ferrique | €uro/an | 0 | 0 |
| Javel | | | |
| consommation annuelle en produit commercial | t/an | 0,00 | 0,00 |
| coût unitaire | €uro/t | 210 | 210 |
| coût annuel Javel | €uro/an | 0 | 0 |
| Acide Chlorhydrique | | | |
| consommation annuelle en produit commercial | t/an | 0,60 | 1,21 |
| coût unitaire | €uro/t | 210 | 210 |
| coût annuel Acide Chlorhydrique | €uro/an | 126 | 254 |
| **COÛT ANNUEL DE LA FILE EAU (hors TVA)** | **€uros/an** | **126** | **254** |

## II.2. File BOUES

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| polymère file boues | | | |
| production annuelle de boues | TMS/an | 0,0 | 0,0 |
| taux de traitement polymère commercial | kg/TMS | 24,4 | 24,4 |
| consommation annuelle de polymère en émulsion | kg/an | 0,0 | 0,0 |
| coût unitaire | €uro/kg | 4 | 4 |
| coût annuel polymère | €uro/an | 0 | 0 |
| **COÛT ANNUEL DE LA FILE BOUES (hors TVA)** | **€uros/an** | **0** | **0** |

## II.3. File AIR

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| consommation annuelle charbon | m3/an | 0 | 0 |
| coût unitaire | €uro/m3 | 3 500 | 3 500 |
| coût annuel charbon | €uro/an | 0 | 0 |
| **COÛT ANNUEL DE LA FILE AIR (hors TVA)** | **€uros/an** | **0** | **0** |

## III. UTILITÉS

| DÉSIGNATION | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| *ÉLECTRICITÉ* | | | |
| Traitement des eaux | kWh/an | 40 000 | 70 000 |
| Traitement des boues | kWh/an | 0 | 0 |
| Ventilation et désodorisation | kWh/an | 11 000 | 13 000 |
| **CONSOMMATION TOTALE D'ÉLECTRICITÉ** | **kWh/an** | **51 000** | **83 000** |
| Coût unitaire du kWh | €uro/kWh | 0,07 | 0,07 |
| **COÛT ANNUEL D'ÉLECTRICITÉ** | **€uro/an** | **3 570** | **5 810** |
| **RATIO KWH/M³ TRAITÉE** | **kWh/m³** | **2,150** | **2,166** |
| *ÉNERGIE + EAU POTABLE* | | | |
| Autres Énergies (gaz, fuel, oil, ...) | €uros/an | 250 | 400 |
| Eau Potable | €uros/an | 936 | 2 000 |
| **COÛT TOTAL ANNUEL ÉNERGIE + EAU POTABLE** | **€uro/an** | **1 186** | **2 400** |

## IV. PERSONNEL D'EXPLOITATION

| DÉSIGNATION | UNITES | C1 | C2 |
|---|---|---|---|
| ***PRODUCTION / EXPLOITATION*** | | | |
| **Chef d'exploitation** | | | |
| Coût horaire chargé | €/h | 30 | 30 |
| Temps passé | h/an | 90 | 90 |
| **Agent (été 3 mois)** | | | |
| Coût horaire chargé | €/h | 20 | 20 |
| Temps passé (2*0,5/s /4*0,5j/s) | h/an | 96 | 192 |
| nombre de traversée | | 24 | 48 |
| Coûts | | 5,1 | 5,1 |
| **Agent (hors saison 9 mois)** | | | |
| Coût horaire chargé | €/h | 20 | 20 |
| Temps passé (1*0,5/s /2*0,5j/s) | h/an | 160 | 320 |
| nombre de traversée | | 12 | 12 |
| Coûts | | 5,1 | 5,1 |
| coût annuel Production/exploitation | €uro/an | 8 004 | 13 246 |
| ***MAINTENANCE*** | | | |
| **Électromécanicien** | | | |
| Coût horaire chargé | €/h | 25 | 25 |
| Temps passé (1j/mois / 2j/mois) | h/an | 96 | 192 |
| nombre de traversée | | 52 | 104 |
| Coûts | | 5,1 | 5,1 |
| coût annuel Maintenance | €uro/an | 2 665 | 5 330 |
| **COÛT ANNUEL PERSONNEL STEP** | **€uro/an** | **10 669** | **18 576** |

## V. MAINTENANCE

| DÉSIGNATION | | UNITÉS | C1 | C2 |
|---|---|---|---|---|
| Coût de maintenance des équipements | 1,5 % des équipements (hors études IC ) | €uros/an | 3 675 | 3 675 |
| Coût d' entretien du GC, espace vert, batiment | 0,25 % GC (hors études) | €uros/an | 475 | 475 |
| Coût vérifiaction annuelle ancrage | | €uros/an | 10 000 | 10 000 |
| **COÛT GLOBAL D'ENTRETIEN ET DE RENOUVELLEMENT** | | **€uro/an** | **14 150** | **14 150** |