

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

AGENCE DE NÎMES

180, rue Guy Arnaud - 30900 Nîmes - FRANCE

tél. +33 4 66 04 05 70 - fax +33 4 66 04 05 69

engineering-fr@tractebel.engie.com

tractebel-engie.fr

NOTE HYDRAULIQUE

**Intertek****Nos réf. : P.012434 Note Hydraulique**

Entité :

Imputation : P.012434

RESTREINT**Client : La Ciotat Shipyards****Projet : Réalisation d'une plateforme de réparation navale pour Méga-Yacht de 4000 tonnes sur les chantiers Navals de la Ciotat****Objet : Note Hydraulique****Commentaires : Document réalisé et rédigé par CEREG pour le compte de TRACTEBEL dans le cadre du contrat de sous-traitance n°3100001249**

Avertissement : Cette note hydraulique constitue une version actualisée de la note hydraulique transmise le 19/10/2018.

Cette nouvelle version comprend en particulier les éléments suivants :

- Présentation et analyse critique des données pluviométriques utilisées dans les différentes études,
- Analyse critique du bassin versant et des écoulements dans le canal de la Bucelle
- Précision sur le traitement des eaux de la plateforme

Cette version est à niveau actualisée en février 2019, elle prend en compte les remarques de la DDTM et la MAMP reçus en janvier 2019.

4	29/03/2019	Prise en compte rmarques DDTM mars 2019		AN/TP	TP	PCE
3	19/02/2019	Prise en compte remarques DDTM et MAMP de janvier 2019		AN/TP	TP	PCE
2	13/12/2018	Prise en compte remarques DDTM et MAMP		AN/TP	PDe	PCE
1	19/10/2018	Version initiale	Final	AN/TP	TP	PCE

REV	JJ/MM/AA	OBJET DE LA REVISION	STAT	REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
-----	----------	----------------------	------	-----------	--------------	-------------

PLATEFORME 4000 T – LA CIOTAT

Note Hydraulique

TABLE DES MATIERES

1. PREAMBULE	7
1.1. Objet du présent rapport	7
1.2. Les objectifs de l'aménagement	7
1.3. Présentation du secteur à aménager	8
1.4. Aménagement général	10
2. PRESENTATION DU SITE EN ETAT ACTUEL	11
2.1. Occupation du sol / topographie	11
2.2. Réseaux hydrographiques et pluviaux	11
2.3. Risques naturels.....	15
2.3.1. Inondation	15
2.3.2. Submersion marine	16
2.4. Fonctionnement hydraulique en situation actuelle	18
2.4.1. Délimitation des bassins versants	18
2.4.2. Données pluviométriques	23
2.4.3. Coefficients de ruissellement.....	26
2.4.4. Estimation des débits de pointe.....	28
2.4.5. Capacité du Canal de la Bucelle	31
2.4.6. Analyse des ruissellements périphériques	33
2.4.7. Conclusion	35
3. GESTION HYDRAULIQUE DU PROJET	37
3.1. Eaux Pluviales – Réseau Public Métropolitain	37
3.1.1. Réseaux existants	37
3.1.2. Aménagement des réseaux existants	37
3.1.3. Principe de dimensionnement	38

3.1.4.	Travaux projetés	44
3.2.	Eaux Pluviales- Assainissement privé plateforme	45
3.2.1.	Rappel des besoins	45
3.2.2.	Eaux pluviales - Justification de la période de retour retenue pour le dimensionnement du réseau	45
3.2.3.	Définition des bassins de collecte	46
3.2.4.	Principe des aménagements	47
3.2.5.	Dimensionnement du réseau pluvial	49
3.2.6.	Réseaux projetés	51
3.2.7.	Fonctionnement au-delà d'une pluie décennale.....	54
3.2.8.	Ruissellement des bassins versants interceptés.....	56
3.3.	Traitement des eaux pluviales et des eaux de carénage	60
3.3.1.	Rappel des besoins	60
3.3.2.	Contexte réglementaire	60
3.3.3.	Caractérisation des eaux à traiter.....	62
3.3.4.	Ouvrages de traitement des eaux pluviales	75
3.3.5.	Ouvrages de traitement des eaux de carénage – Port à sec.....	78
3.3.6.	Ouvrages de traitement des eaux de carénage – Plateforme 4000T	81
3.3.7.	Rétention des eaux d'incendie	85
3.3.8.	Gestion du risque de pollution accidentelle	85
3.4.	Rejet des eaux de refroidissement des climatisations des navires.....	86
3.4.1.	Etat des besoins	86
3.4.2.	Rejet des eaux de refroidissement des climatisations	86

ANNEXE 1 : EXTRAIT AVP ET DLE DE L'AMENAGEMENT DE LA GRANDE PLAISANCE

ANNEXE 2 : EXTRAIT AVP PLATEFORME MOYENNE PLAISANCE

ANNEXE 3 : EXTRAIT DLE PLATEFORME MOYENNE PLAISANCE – TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DE CARENAGE

ANNEXE 4 : RAPPORT D'AUDIT DE L'AIRE DE CARENAGE PROPRE DU PORT D'ARZAL-CAMOËL (56) - SOCOTEC 2018

ANNEXE 5 : RAPPORT DE SYNTHÈSE DE 10 AUDITS DE CHANTIER DE CARENAGE - AELB 2014

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le secteur à aménager et les opérations envisagées.....	9
Figure 2 : Repérage de l'occupation de la zone projet	9
Figure 3 : Vue d'insertion de l'esquisse du plan d'aménagement	10
Figure 4 : Réseau hydrographique.....	12
Figure 5 : Rejets du canal de la Bucelle.....	13
Figure 6 : Le canal souterrain de la Bucelle sur le tronçon 4	14
Figure 7 : Plan des réseaux pluviaux sur le site des chantiers navals	15
Figure 8 : Extrait du PLU de la commune de La Ciotat (19/11/2017).....	16
Figure 9 : Risque de submersion marine, cote de référence de 2,10 m NGF	17
Figure 10 : Bassin versant du vallat de Bucelle	19
Figure 11 : Délimitation des bassins versants topographiques	20
Figure 12 : Bassins versant et réseaux pluviaux existants	21
Figure 13 : Ligne d'eau du canal de la Bucelle – Etat actuel.....	31
Figure 14 : Extrait du schéma directeur des eaux pluviales – Source MAMP.....	32
Figure 15 : Extrait du schéma directeur des eaux pluviales – Source MAMP.....	33
Figure 16 : Axes d'écoulements préférentiels en situation actuelle.....	34
Figure 17 : Réseaux pluviaux existants	37
Figure 18 : Principe de dévoiement proposé	38
Figure 19 : Dévoiement du canal de la Bucelle – 7 m ³ /s – influence sur la ligne d'eau en amont.....	41
Figure 20 : Dévoiement du canal de la Bucelle – 7 m ³ /s – profil en long de l'aménagement	42
Figure 21 : Dévoiement du canal de la Bucelle – 15.0 m ³ /s	43
Figure 22 : Tracé – Projet de dévoiement.....	45
Figure 23 : Délimitation des bassins de collecte du projet.....	46
Figure 24 : Collecte des eaux pluviales– Plateforme 4000T	48
Figure 25 : Coupe en travers (extrait)	48
Figure 26 : Caniveau à fente – regard de visite	51
Figure 27 : Topographie des emplacements de la plateforme 4 000 t en état projet.....	55
Figure 28 : Topographie du Port à sec en état projet	56
Figure 29 : Extrait du plan topographique au niveau de la route d'accès au nord-ouest.....	57
Figure 30 : Topographie du site en état actuel	58
Figure 31 : Topographie du projet.....	59
Figure 32 : Aire de carénage – Port à Sec.....	67
Figure 33 : Principe du dispositif de traitement des eaux de lavage et des eaux pluviales	82
Figure 34 : Principe de l'ouvrage de répartition des débits.....	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants en situation actuelle (définis à partir des levés topographique Litto3D)	23
Tableau 2 : Coefficients de Montana – Station de Marignane (1960 – 2014)	24
Tableau 3 : Hauteur précipitée (mm) – Nouvelle référence (Source schéma directeur pluvial MAMP)	24
Tableau 4 : Hauteur précipitée (mm) – Aubagne (1991 – 2014 : 24 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Aubagne	25
Tableau 5 : Hauteur précipitée (mm) – Marignane (1960 – 2014 : 54 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Marignane	25
Tableau 6 : Hauteur précipitée (mm) – Toulon (1982 – 2013 : 31 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Toulon	26
Tableau 7 : Coefficients de ruissellement retenus	26
Tableau 8 : Coefficient de ruissellement des bassins versants en situation initiale	27
Tableau 9 : Débits de pointe en situation actuelle (m ³ /s)	29
Tableau 10 : Débits de pointe en situation actuelle (m ³ /s) – Canal de la Bucelle	30
Tableau 11 : caractéristiques des bassins de collecte de la plateforme 4000t	47
Tableau 12 : Coefficient de ruissellement de la plateforme en situation projet	50
Tableau 13 : Débits de pointe de la plateforme en situation projet	50
Tableau 14 : Dimensionnement du réseau de collecte des eaux pluviales	52
Tableau 15 : vitesse et débit d'autocurage	53
Tableau 16 : Débits décennaux aux exutoires du réseau pluvial	54
Tableau 17 : Seuil de qualité des eaux de surfaces (Loi sur l'eau rubrique 2230 - Arrêté du 9 août 2006)	61
Tableau 18 : Comparaison aux seuils réglementaires des flux de pollution générés par la plateforme avant traitement	63
Tableau 19 : Coefficient multiplicatif pour le calcul des Métox	64
Tableau 20 : Tableau des valeurs guide - Estimation des flux bruts journaliers	65
Tableau 21 : Evaluation des flux annuels associés à l'opération de lavage	68
Tableau 22 : Maximum théorique des flux produits en situation de pointe et classement sous la rubrique 2.2.3.0	69
Tableau 23 : Evaluation des flux annuels associés à l'opération de lavage	72
Tableau 24 : Evaluation de la masse totale d'abrasif utilisé et rejeté	73
Tableau 25 : Masse rejetée lors des opérations de préparation de surface	73
Tableau 26 : Maximum théorique des flux produits en situation de pointe	74
Tableau 27 : Débits de dimensionnement des ouvrages de traitement	75
Tableau 28 : caractéristiques des ouvrages de traitement	76
Tableau 29 : Traitement exutoire n°2 : Plateforme	77
Tableau 30 : Traitement exutoire n°1 : Plateforme	77
Tableau 31 : Traitement exutoire port à sec	78
Tableau 32 : Niveau de traitement en fonction du milieu récepteur et du nombre de bateaux par an	78
Tableau 33 : Caractéristiques de l'unité de prétraitement de l'aire de carénage du Port à Sec	80
Tableau 34 : Traitement des eaux de carénage - Port à sec	81
Tableau 35 : Performance attendue des ouvrages de traitement	83
Tableau 36 : Caractéristiques de l'unité de traitement des aires de carénage de la PF4000T	83

Tableau 37 : Traitement des eaux de carénage – Plateforme 4 000 t	84
Tableau 38 : volume stockable dans le réseau de collecte	85
Tableau 39 : Tableau de dimensionnement des conduites de rejet d'eau de mer.....	87

1. PREAMBULE

1.1. Objet du présent rapport

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de la phase Etudes d'Avant-Projet de l'opération de réalisation d'une plateforme de réparation navale pour Méga-Yachts de 4 000 t et du réaménagement du Port à Sec sur le site des Chantiers Navals de La Ciotat.

Ce rapport ne traite pas de l'assainissement pluvial du village d'entreprise. Les études sur ce projet débutent et seront intégrées à l'étude d'impact lors de sa réactualisation.

Il s'agit d'un rapport spécifique de présentation des éléments de gestion hydraulique du projet. Il est fait référence dans ce document à plusieurs reprises aux plateformes de réparation navale Grande Plaisance (2000t) et Moyenne Plaisance (300t) déjà réalisées sur le site.

1.2. Les objectifs de l'aménagement

Le plan d'aménagement prévoit ainsi la création d'une plateforme d'environ 4 hectares permettant d'accueillir 5 à 7 méga-yachts de longueur maximale de l'ordre de 105 m. Ce projet implique le déplacement du Port à Sec actuel situé sur l'emprise du projet.

Les objectifs de l'aménagement de la plateforme sont les suivants :

- Permettre l'accueil à terre de 5 à 7 méga-yachts simultanément, sur des emplacements de l'ordre de 3 500 m² chacun équipés de tous les réseaux nécessaires au travail sur ces unités ;
- Permettre l'accueil à flot de méga-yachts sur les nouveaux quais équipés réalisés dans le cadre du projet (poste d'attente et postes de travail) ;
- Transbordement puis déplacement des yachts sans contrainte ni nuisance pour les chantiers avoisinants ou l'activité du Port Vieux ;
- Desserte terrestre et routière de la plateforme ;
- Créer des espaces de stockages/logistiques en périphérie des places de travail ;
- Créer des zones de parking correctement dimensionnés pour éviter le stationnement sauvage sur le site ou sur la plateforme de travail ;
- Création des infrastructures nécessaires à l'exploitation : un poste de commande pour l'ascenseur à bateaux, et des locaux d'exploitation (stockage, locaux sociaux/sanitaires, ...).
- Conservation des équipements historiques des Chantiers Navals situés sur l'emprise du projet : les 2 grues TITAN (si pas de gêne pour l'exploitation).

1.3. Présentation du secteur à aménager

La localisation de la plateforme 4000T se fera sur le secteur Terre-plein Nord/cale 1 du site qui correspond en partie aux installations désaffectées de la Cale 1 (terrain de 5 à 6 ha). Il dispose d'une interface maritime peu aménagée (quai 4 uniquement) tout en ayant la protection des ouvrages de l'avant-port du Port Vieux. Son utilisation industrielle est partielle et les activités qui s'y réalisent encore se font dans des conditions peu optimums :

- Port à Sec,
- Carénage de petit plaisancier,
- Utilisation ponctuelle de la petite forme intégrée à la cale n°1,
- Stockage,
- ...

Le projet envisage leur relocalisation notamment pour ce qui concerne les activités du Port à Sec.

Présentation du secteur :

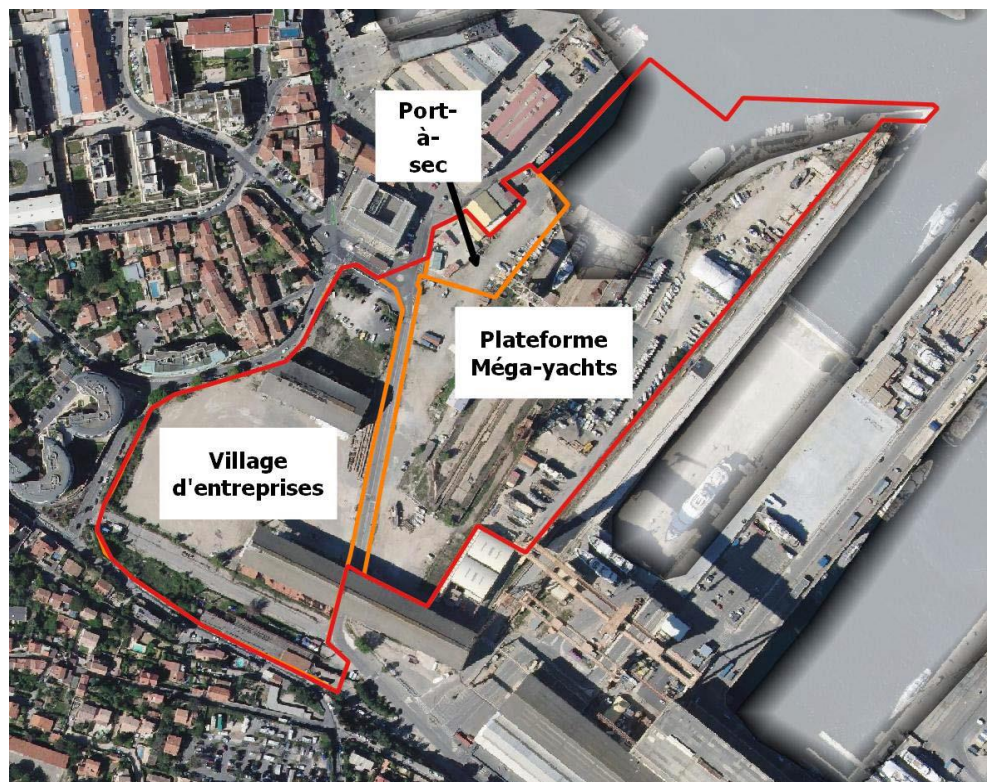
- Il a une ouverture sur la mer dans sa partie Nord-est (à ce jour pontons flottant d'attente du Port à Sec),
- Il est bordé au Sud-est par la grue de 250 tonnes et son chemin de roulement sur 400 m environ,
- Dans sa partie ouest, il comprend l'ancienne Cale 1 (rampe de lancement des anciens chantiers navals) qui descend d'une cote de 5,90 m à une cote de -3,40 m.
- Dans sa partie centrale, le Port à Sec et l'aire de carénage du Port à Sec
- Au Sud, la nef de préfabrication occupée par une entreprise et la Nef Classic Works

Concernant le Port à Sec, le terrain à aménager se situe en face de l'entrée des chantiers navals. Il est encadré :

- Au Nord-Ouest par le bâtiment Entretien,
- Au Sud-Est par la future plateforme 4 000t,
- A l'Est par le retour du quai 3 avec l'ancienne rampe de mise à l'eau.

Concernant le village d'entreprises, le terrain d'emprise est situé dans l'emprise des anciennes neufs industrielles démolies en 2008. Seuls des segments des neufs de transit et de préfabrication sont encore présents sur le site, qui seront conservés et dont l'aménagement ne fait pas partie du projet. Le terrain est délimité au Nord par l'entrée du site industriel, à l'est par la voie interne des chantiers, au Sud par l'avenue des Calanques et à l'Ouest par l'avenue Victor Giraud. Il s'étend sur une superficie de 32 000 m² environ et a pour vocation la réalisation d'un programme immobilier dédié au développement d'un « cluster » industriel tourné vers le yachting et les activités industrielles maritimes.

Figure 1 : Le secteur à aménager et les opérations envisagées



Légende

- Périmètre projet global
- Périmètre sous projet



0 25 50 m



Figure 2 : Repérage de l'occupation de la zone projet

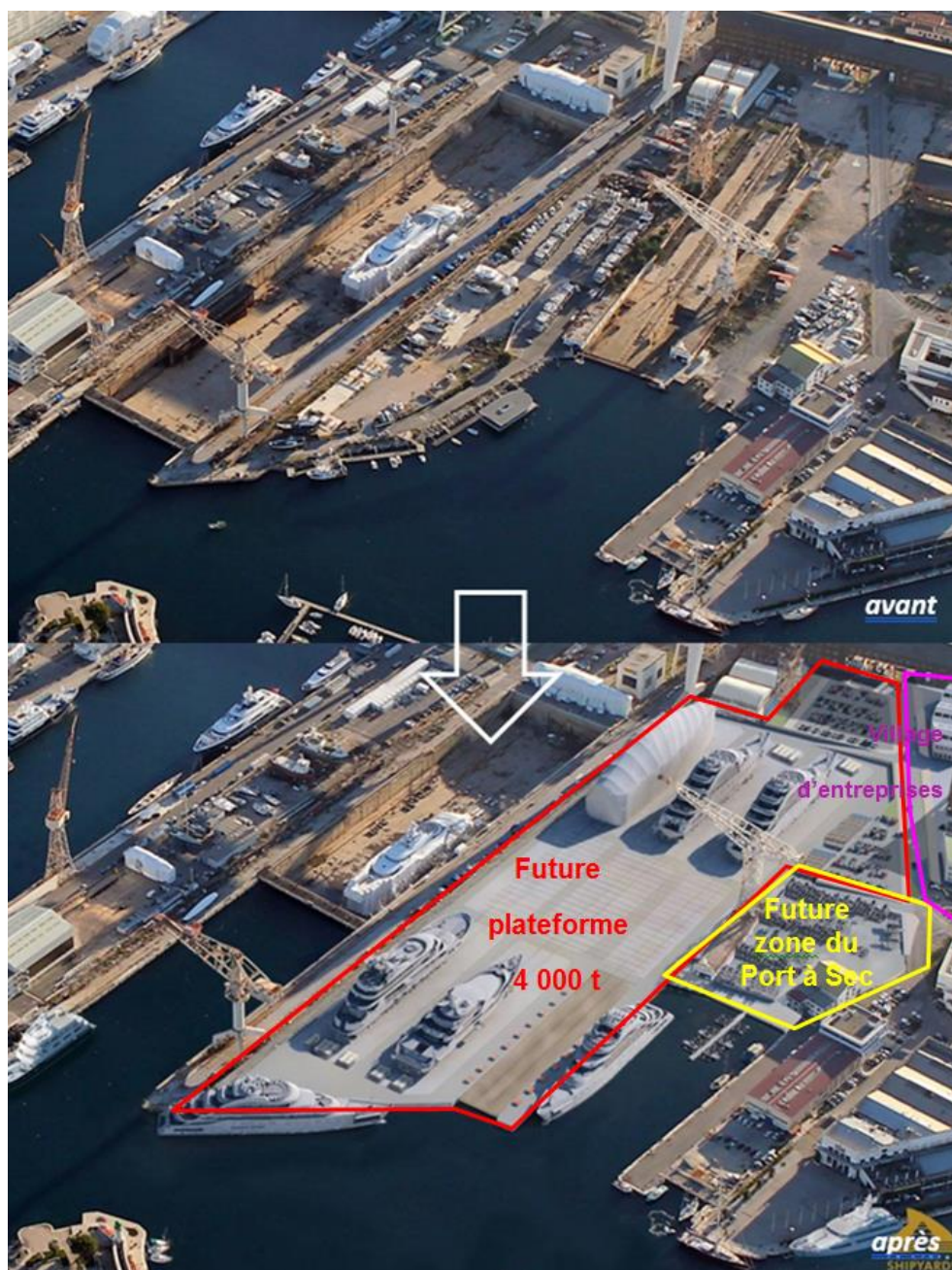


1.4. Aménagement général

La plateforme à créer, d'une superficie d'environ 4 hectares (hors parkings), accueillera à terre 5 à 7 Méga-Yachts de longueurs maximales 105 m. Elle dispose d'un réseau de rails qui permet le transfert des navires vers leur place de travail depuis l'ascenseur à bateau. Le navire projet pris en compte a une largeur de 18 m et un poids maximum de 4000 tonnes.

Les emplacements de travail auront une surface suffisante pour permettre la mise en œuvre des échafaudages autour des navires. Chaque emplacement a une dimension de 110 m de longueur par 30 m de largeur. L'ensemble de ces emprises devra être équipé en réseaux (nécessaires au travail sur des Méga-Yachts).

Figure 3 : Vue d'insertion de l'esquisse du plan d'aménagement



2. PRESENTATION DU SITE EN ETAT ACTUEL

2.1. Occupation du sol / topographie

Plateforme 4000 t

En état actuel le site d'implantation de la plateforme 4000t est constitué d'installations désaffectées (cale 1 correspondant à l'ancienne rampe de lancement des chantiers navals) et de l'actuel Port à Sec.

Le site actuel de la future plateforme a une topographie variable suivant les secteurs :

- Altitudes de l'ordre de 5,5 à 6,5 m NGF sur le secteur du village d'entreprise et autour de l'ancienne rampe de lancement
- Rampe de lancement : altitude variant de 8.0 à -3.0 m NGF,
- Port à Sec actuel : altitudes de l'ordre de 3,6 à 4.0 m NGF.

Port à Sec

L'emplacement du futur Port à Sec est contigu à la plateforme 4000 t à proximité de l'entrée du site et est actuellement une zone libre à proximité du bâtiment Entretien.

La topographie du site en état actuel, varie suivant les secteurs entre 4,5/4,6 m NGF à proximité de l'entrée des chantiers navals et 1,20 m NGF au bord des quais.

Village d'entreprise

La topographie du site varie de 5,6 à 7.0 m NGF.

Ces zones constituent donc des secteurs industriels fortement imperméabilisés.

2.2. Réseaux hydrographiques et pluviaux

La zone de projet est traversée par le canal de la Bucelle, qui est le prolongement du ruisseau de Bucelle (ou Vallat). Le réseau hydrographique de la commune de La Ciotat est constitué de trois principaux ruisseaux (Vallats de Bucelle, de Roubaud et de Saint-Jean).

Figure 4 : Réseau hydrographique



Le Vallat de Bucelle prend sa source au niveau de « La Grande Tête » sur la commune de La Ciotat, à environ 300 m d'altitude. Après un parcours d'environ 2 km, le ruisseau devient le canal de la Bucelle avant son rejet dans le port. Cet ouvrage est sous gestion de la métropole Aix-Marseille. **Le canal dispose de 4 exutoires au total** (2 dans le port vieux, 1 dans l'emprise du projet et 1 dans la grande darse - cf. Figure 5).

Le tracé du canal de la Bucelle, présenté sur la figure suivante, a été obtenu à partir des données suivantes :

- Plan de récolement des travaux réalisés sous l'avenue Maurice Sandral,
- Plan topographique réalisé en 2015 sur le canal dans sa traversée du site de La Ciotat Shipyards,
- Plan de réseaux pluviaux du site de La Ciotat Shipyards,
- Tracé des conduites prises en compte dans le cadre du schéma directeur pluvial de La Ciotat (extrait du rapport d'étude transmis par la Métropole).

Sur la base des données ci-dessus, on peut identifier les tronçons suivants :

- Tronçon 1 : La section du ruisseau est à ciel ouvert jusqu'à la traverse des Pieds Tanqués.
- Tronçon 2 : En aval, le ruisseau devient le canal de la Bucelle et longe l'avenue de la Pétanque, puis l'avenue Géry jusqu'au croisement de la rue Georges Romand. La section est de type circulaire mais le diamètre de la conduite n'est pas indiqué dans les données en notre possession,

- **Tronçon 3** : La canalisation bifurque sur la droite et longe la rue Georges Romand qui devient l'avenue Maurice Sandral, jusqu'à l'entrée des chantiers navals. La section d'écoulement est variable. Le plan de récolement des travaux de l'avenue Maurice Sandral indique une section de type cadre (2,50 m x 1,25 m) avec une pente de 2 mm/m.
- **Tronçon 4** : Dans le site des chantiers navals la section de la Bucelle est de type voute puis cadre avec des dimensions variables. Cet ouvrage est vétuste et une partie est effondrée. La pente est de l'ordre de 1,5%. Les dimensions des sections sont les suivantes :
 - Ouvrage de type voute de largeur 6,20 m et de hauteur 2,5 à 3 m ;
 - Ouvrage de type cadre de 3,30 m de largeur pour une hauteur de 2 m. Cet ouvrage est en partie effondré ;
 - Après cette section cadre, le canal se divise en deux canalisations béton de diamètre 1 400 (Bucelle 3) et 1 000 mm (Bucelle 4) avant de se rejeter en mer.

Figure 5 : Rejets du canal de la Bucelle



Les rejets du canal en mer sont précisés ci-dessous pour chacun des tronçons :

- **Tronçon 3** : il existe deux rejets du canal de la Bucelle sur ce tronçon (Bucelle 1 et Bucelle 2 localisés sur la figure 5)¹.
 - Bucelle 1 : La présence de ce rejet nous a été confirmé par La Ciotat Shipyard. La section est circulaire de diamètre 1 000 mm. La pente de la conduite suit la pente de la route soit 3,3 %.
 - Bucelle 2 : La présence de ce rejet nous a été confirmée par La Ciotat Shipyard. Le plan de récolement des travaux de l'avenue Maurice Sandral indique une conduite de diamètre 1 400 mm sous le passage Jean d'Huard en direction de ce rejet. La pente de la conduite suit la pente de la route soit 3,6 %. Cette conduite se termine par un cadre maçonné sous le quai F. Mitterand (il s'agit d'un ouvrage vétuste traversé par des conduites d'eau potables et usées).
- **Tronçon 4** : Ce tronçon contient les deux rejets du canal dans le site des chantiers navals :
 - Bucelle 3 : Ce rejet est indiqué sur le plan des réseaux pluviaux du site (Cf. Figure 7). Le diamètre de la conduite est de 1400 mm avec une pente de 3 mm/m.
 - Bucelle 4 : Ce rejet dans la grande darse, est indiqué sur le plan des réseaux pluviaux du site (Cf. Figure 7). Le diamètre de cette conduite est de 1000 mm avec une pente de 3,60 mm/m.
 - Ancien rejet : Ce rejet est situé en fond de forme, il constituait le deuxième rejet de la Bucelle sur le site (avec le rejet Bucelle 4). Il a été déplacé en tête de forme (Bucelle 3) puis condamné dans le cadre du réaménagement de la grande forme².

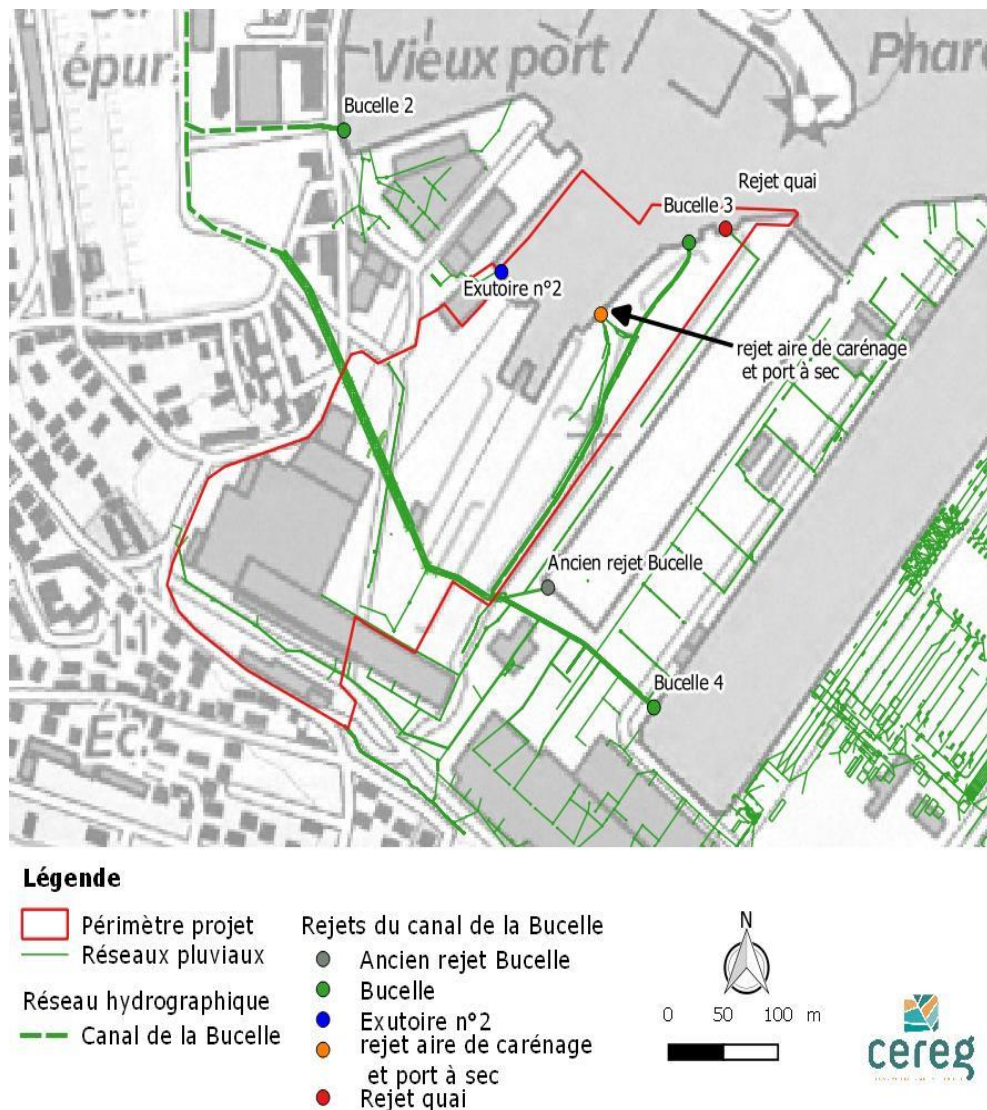
Figure 6 : Le canal souterrain de la Bucelle sur le tronçon 4



¹ Source : Dossier d'antériorité au titre de l'article R214-53 du Code de l'environnement pour les Chantiers Navals et le Port Vieux de La Ciotat – février 2014

² Dossier de demande d'autorisation pour le projet de sécurisation et restructuration de la grande forme – décembre 2014

Figure 7 : Plan des réseaux pluviaux sur le site des chantiers navals



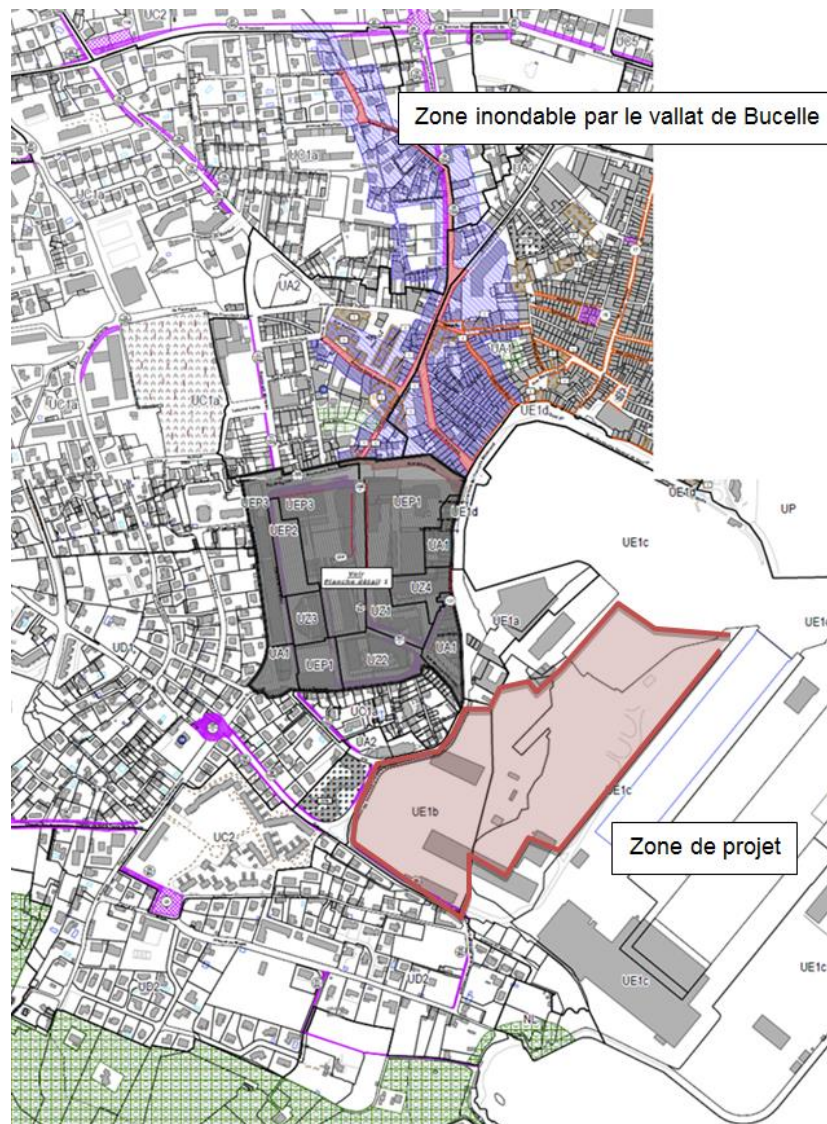
2.3. Risques naturels

2.3.1. Inondation

La commune n'est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques approuvés. La commune est cependant soumise au risque inondation par débordement de cours d'eau pour les vallats de Saint-jean, Bucelle et Roubaud. L'emprise des zones inondable est présenté dans le PLU de la commune (approuvé le 19/10/2017).

Les débordements du Vallat de la Bucelle impactent le centre-ville de La Ciotat mais ne concerne pas la zone d'étude.

Figure 8 : Extrait du PLU de la commune de La Ciotat (19/11/2017)



Le rapport Daragon Conseil de septembre 1995 a étudié les zones à risque de crue sur le Vallat de Bucelle. Il précise que les écoulements dans la Bucelle sont de type torrentiel et que les **principaux débordements** sont dus à la présence **d'ouvrages limitants**. **Les écoulements débordants se propagent dans le centre-ville de la Ciotat.**

La zone de projet n'est donc pas concernée par un risque d'inondation par débordement de cours d'eau.

2.3.2. Submersion marine

Ce sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques provoquant des ondes de tempêtes. Elles envahissent en général les terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers mais aussi parfois au-dessus, dans le cas du déferlement avec des projections d'eaux de mer franchissant les ouvrages de protection.

Le niveau marin de référence est calculé pour un évènement prenant en compte l'impact du changement climatique à l'horizon 2100. Sur la commune de La Ciotat, le niveau de référence est de 2,10 m NGF.

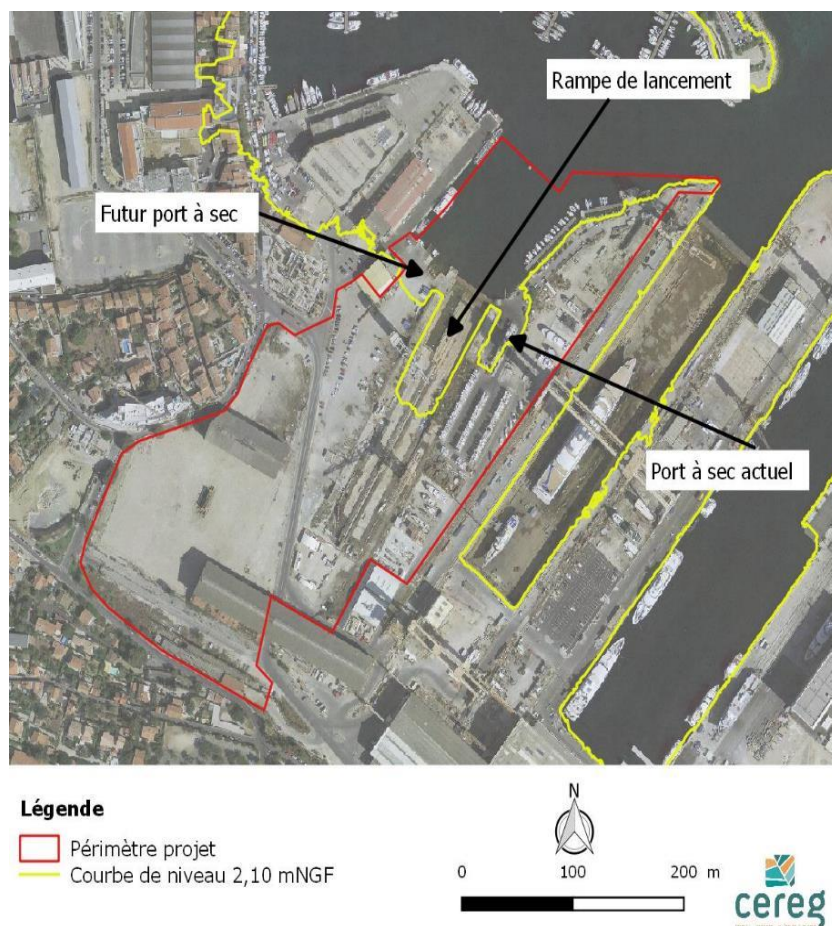
Pour tout nouveau projet, les planchers de construction devront être implantés à minima 30 cm au-dessus de cette cote.

Sur la zone de projet, les secteurs suivants sont situés sous cette cote de référence, en état actuel :

- Une partie des quais au niveau de l'emplacement du futur Port à Sec,
- Une partie de l'ancienne rampe de lancement,
- Une partie de l'actuel Port à Sec sur le site de la plateforme 4000 t.

Dans le cadre du projet d'aménagement de la plateforme et du Port à Sec, une partie de ces zones doit être surélevée.

Figure 9 : Risque de submersion marine, cote de référence de 2,10 m NGF



2.4. Fonctionnement hydraulique en situation actuelle

Ce chapitre décrit le fonctionnement hydraulique de la zone de projet en situation actuelle. Une attention particulière a été portée sur le canal de la Bucelle afin de comparer les estimations de débit réalisées lors des différentes études.

2.4.1. Délimitation des bassins versants

La délimitation des bassins versants a été réalisée sur la base des cartographies et données topographiques existantes (relevé Litto3D de 2015) et après une reconnaissance de terrain.

2.4.1.1. CANAL DE LA BUCELLE

Le Vallat de Bucelle prend sa source au niveau de « La Grande Tête » à environ 300 m d'altitude. Après un parcours d'environ 2 km, le ruisseau devient le canal de la Bucelle avant son rejet dans le port. A dominante urbaine sur l'aval, l'occupation des sols est de type naturel (un secteur naturel boisé) en tête du bassin versant.

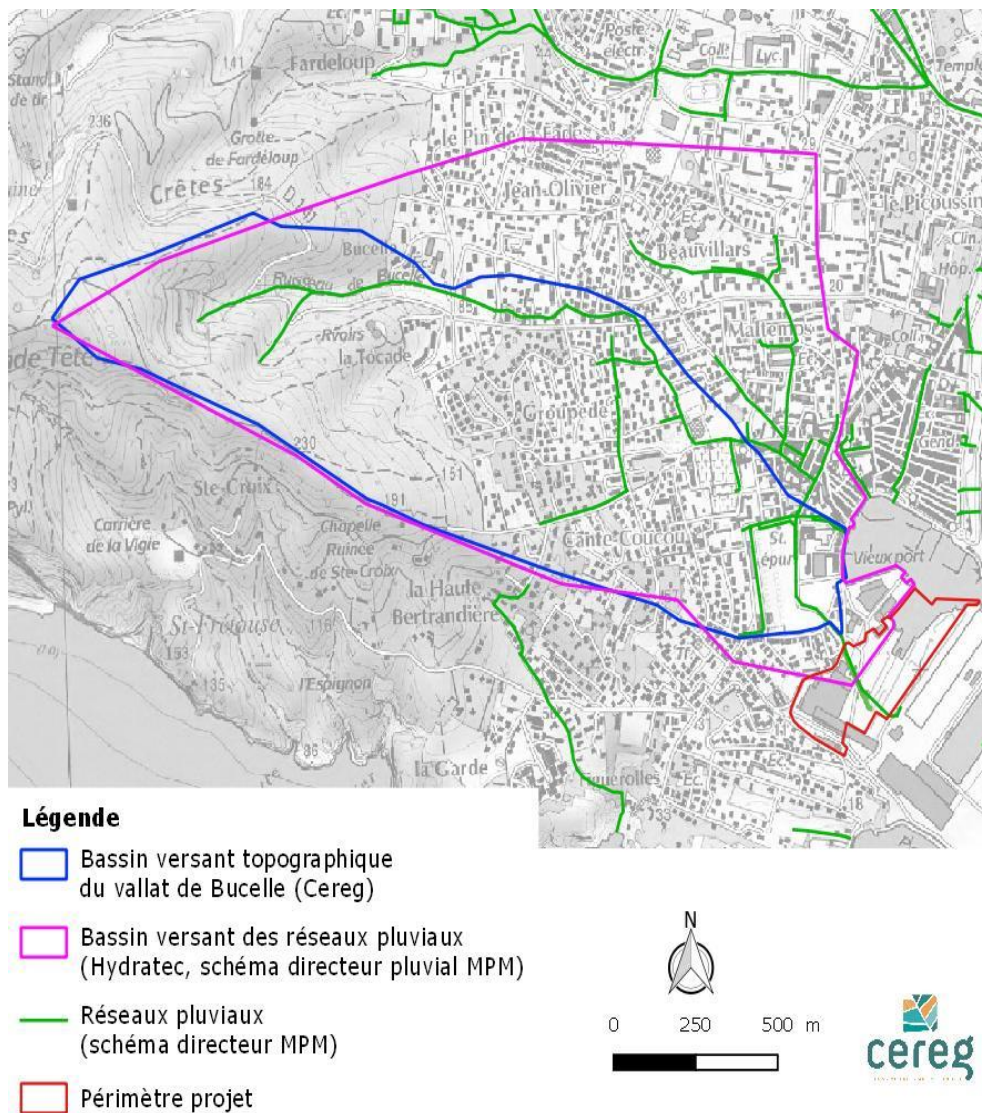
La figure suivante représente le tracé du bassin versant de la Bucelle à partir des hypothèses suivantes :

- **Tracé bleu : 133 ha** → délimitation réalisée dans le cadre de la présente étude à partir de la topographie (données Litto3D de 2015). Cette délimitation représente les apports des écoulements de surface et ne prend donc pas en compte les apports périphériques qui sont du fait des réseaux pluviaux existants ;
- **Tracé rose : 213 ha** → délimitation réalisée dans le cadre du schéma directeur pluvial de Marseille Provence Métropole. Cette délimitation prend en compte les apports des réseaux pluviaux périphériques dans le canal de la Bucelle.

Deux analyses sont à faire :

- **D'une part**, il y a donc 80 ha d'écart entre les deux bassins versant tracés. Cette surface additionnelle par rapport au bassin versant topographique, correspond à la surface captée par les réseaux pluviaux qui se rejettent dans le canal de la Bucelle. Compte tenu de la topographie de ce bassin versant additionnel, pour des événements pluvieux dont les débits dépasseraient la capacité des réseaux, les débits refoulés reprendraient alors leur sens d'écoulement surfacique vers le Port Vieux.
- **D'autre part**, cet ensemble (tracé bleu comme tracé rose) a comme exutoire topographique, le Port Vieux. Seules les eaux captées par le canal de la Bucelle sont ramenées vers le projet. **La zone de projet (plateforme 4000t et le futur Port à Sec) n'est donc pas touchée par les écoulements de surface en cas d'insuffisance du réseau pluvial.**

Figure 10 : Bassin versant du vallat de Bucelle

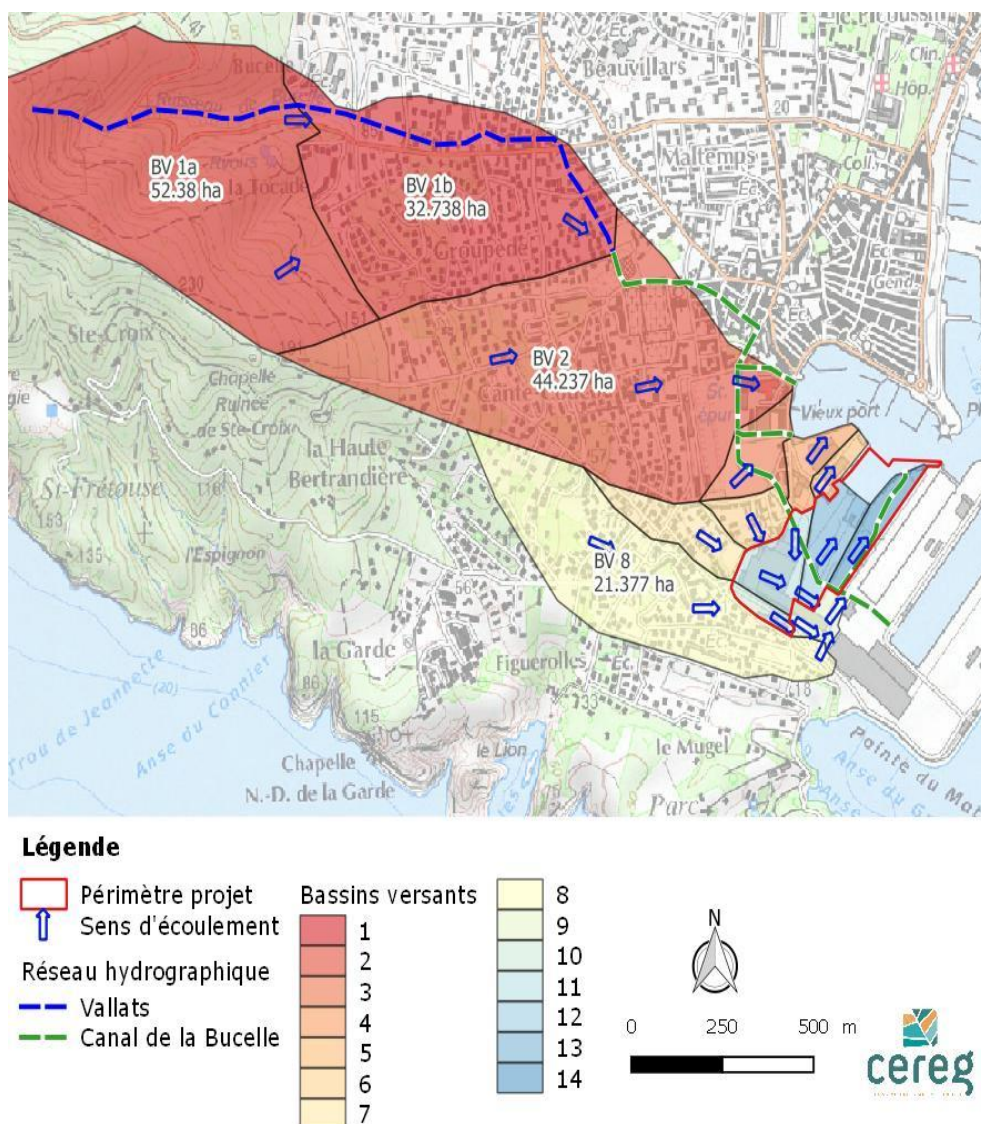


2.4.1.2. BASSINS VERSANTS INTERCEPTES PAR LE PROJET

Comme indiqué dans le paragraphe précédent, la zone de projet n'est pas touchée par les écoulements de surface en provenance du bassin versant de la Bucelle.

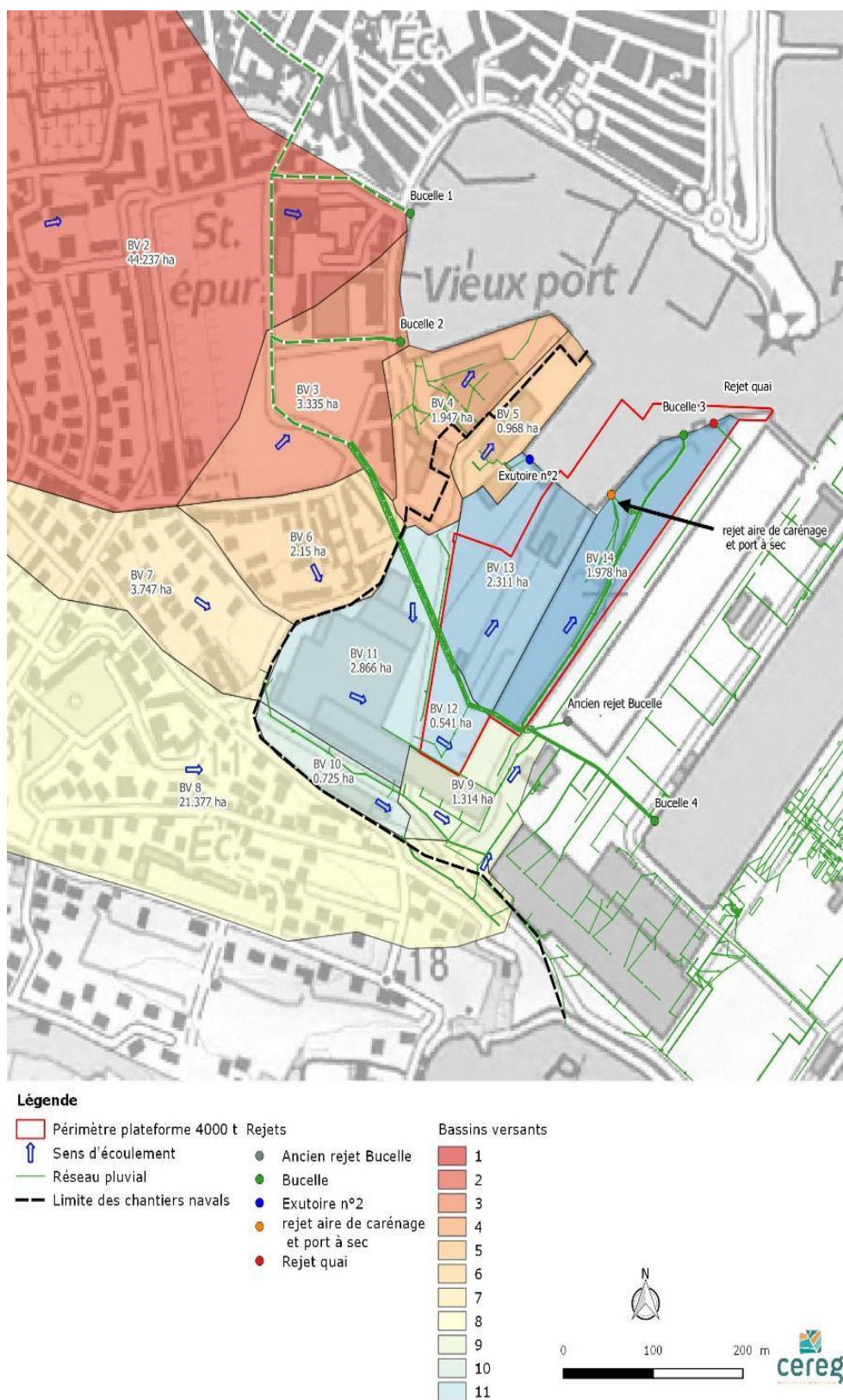
La délimitation des bassins versants interceptés par le projet a été réalisée sur la base des données topographique Litto3D de 2015.

Figure 11 : Délimitation des bassins versants topographiques



Au niveau du site des Chantiers Navals, la délimitation des bassins versants est détaillée sur la figure suivante.

Figure 12 : Bassins versant et réseaux pluviaux existants



- Un réseau pluvial d'un diamètre 500 mm, est présent le long de la voirie au Sud du BV 11, les eaux pluviales transitant dans ce réseau se déversent dans le canal de la Bucelle ;

- La zone de l'actuel Port à Sec (BV14) et le secteur de la cale 1 (BV 13) sont indépendants hydrauliquement du reste de la zone de projet. Les eaux pluviales sont collectées dans les réseaux et traitées avant leur rejet dans le Port Vieux (Cf. rejet aire de carénage et Port à Sec sur la figure précédente) ;
- L'exutoire n°2 évacue les eaux de ruissellement de la zone de parking située au niveau des bâtiments « Entretien » et « Moyen » (BV5). Les eaux ne sont pas traitées ;
- Un réseau draine l'extrémité Ouest de la zone de projet (limite BV10 et 11), dans le sens Nord-Ouest → Sud-Est. Les eaux sont traitées par un séparateur à hydrocarbures. Les eaux sont rejetées dans le tronçon de canalisation (ϕ 1000) du canal de la Bucelle compris entre la zone de projet et la grande darse et débouchant dans cette dernière (BV9) (rejet Bucelle 4) ;
- A l'extérieur du périmètre du projet, un réseau est présent le long de la grande forme. L'exutoire de ce réseau se situe au niveau du quai (voir « rejet quai » sur la figure suivante). Ce rejet n'est pas traité ;
- Le projet du village d'entreprise (BV10 et 11) intercepte les bassins versant 6, 7 et 8 situé en amont. En cas de forte pluie, au-delà de la capacité des réseaux pluviaux, les écoulements issus de ces bassins versants ruisselleront jusqu'au niveau du BV12 (extrémité Sud-Ouest de la plateforme) puis rejoindront le BV9 vers l'ancien rejet du canal de la Bucelle ;
- La zone de projet de la plateforme 4 000t et du Port à Sec (BV 13 et 14) est donc indépendante hydrauliquement du reste de la zone d'étude.

Ce découpage met en évidence les éléments suivants :

- Les eaux ruisselant sur le bassin versant de la Bucelle (BV1a, BV1b, BV2 et BV3) peuvent soit rejoindre les réseaux pluviaux puis le canal de la Bucelle, soit ruisseler en surface lorsque ces réseaux sont saturés. Dans ce cas, compte tenu de la topographie du terrain les écoulements rejoindront le Port Vieux puis la mer, sans impacter la plateforme 4000 t ;
- Le projet d'aménagement global et en particulier, le site du village d'entreprises intercepte un bassin versant de 27 ha composé des bassins versants BV6, BV7 et BV8. Les eaux ruisselant sur ces bassins versants transitent sur le site du village d'entreprises (BV 10 et 11) en direction du Sud-Est et de la grande darse.

Le temps de concentration des bassins versants a été défini à partir des méthodes suivantes selon leur domaine d'application :

- **Méthode de Richards** pour le bassin versant BV1a correspondant à la partie rurale du bassin topographique de la Bucelle
- **Méthode de Caquot** pour le reste des bassins versants qui sont de type urbain

Une valeur minimale de 6 minutes a été retenue.

**Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants en situation actuelle
(définis à partir des levés topographique Litto3D)**

Bassin Versant	Superficie (ha)	Longueur (m)	Pente (%)	Temps de concentration (min)	Exutoire
BV 1a	52.41	1 060	21%	23	Rejet dans la Bucelle (en cas de débit excédents la capacité du réseau pluvial, rejet dans le Port Vieux)
BV 1b	32.72	986	7%	6	
BV 2	44.24	1 519	12%	6	
BV 3	3.34	313	6%	6	
BV 4	1.95	255	3%	6	Port vieux
BV 5	0.97	190	0%	6	
BV 6	2.15	180	6%	6	Exutoire au Sud-Est dans la grande darse
BV 7	3.75	510	20%	6	
BV 8	21.38	1 150	1%	16	
BV 9	1.31	213	3%	6	
BV 10	0.72	178	2%	6	
BV 11	2.87	200	1%	6	
BV 12	0.54	136	1%	6	
BV 13	2.31	218	3%	6	Quais
BV 14	1.98	400	0%	11	

2.4.2. Données pluviométriques

Traditionnellement, l'intensité de la pluviométrie est reliée à sa durée au moyen des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) qui se présente sous la forme :

$$I = a \cdot t^{-b}$$

a et b sont dits coefficients de montana, t représente la durée de la pluie.

Il existe plusieurs stations pluviométriques autour de la zone d'étude qui fournissent des coefficients de montana :

- Aubagne (1991 – 2014)
- Marignane (1960 - 2014)
- Toulon (1982 – 2013)

Par ailleurs, dans le cadre du schéma directeur pluvial réalisé sur le territoire de Marseille Provence Métropole, des coefficients de Montana spécifiques ont été estimés afin de constituer une nouvelle référence sur le territoire.

Les hauteurs précipitées obtenues avec ces différentes références sont présentées et comparées dans les Tableau 3 à Tableau 6.

Il ressort de cette analyse que les hauteurs de pluie, calculées à partir des coefficients de Montana de la nouvelle référence et **pour les durées de pluie inférieures à 1h**, sont **largement supérieures** aux valeurs obtenues sur les stations pluviométriques de Toulon, Aubagne et Marignane.

L'implantation du projet en bordure de mer incite à prendre en compte soit le poste de Marignane soit le poste de Toulon.

En référence aux études précédentes réalisées sur le site des chantiers navals, nous retiendrons **la station de Marignane** pour l'estimation des débits de pointe.

Tableau 2 : Coefficients de Montana – Station de Marignane (1960 – 2014)

Marignane	6'<d<2h		2h<d<6h	
1960 - 2014	a	b	a	b
5 ans	34.96	0.48	38.80	0.766
10 ans	43.54	0.445	48.74	0.766
20 ans	53.12	0.407	59.88	0.761
30 ans	59.11	0.384	67.10	0.759
50 ans	67.64	0.354	77.20	0.754
100 ans	80.42	0.311	92.50	0.746

Tableau 3 : Hauteur précipitée (mm) – Nouvelle référence (Source schéma directeur pluvial MAMP)

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an	18	21	24	26	32
2 ans	22	26	29	31	38
5 ans	31	37	41	44	53
10 ans	36	44	49	53	64
20 ans	43	52	58	63	77
50 ans	53	65	74	81	100
100 ans	63	78	88	96	120

Tableau 4 : Hauteur précipitée (mm) – Aubagne (1991 – 2014 : 24 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Aubagne

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an	13	17	21	23	31
2 ans	17	23	27	31	42
5 ans	21	29	35	40	55
10 ans	24	34	41	47	67
20 ans	27	38	47	55	79
50 ans	30	44	56	65	96
100 ans	32	49	62	73	111

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an	35%	23%	17%	13%	3%
2 ans	30%	15%	6%	1%	-11%
5 ans	48%	28%	18%	11%	-4%
10 ans	51%	30%	19%	12%	-4%
20 ans	60%	36%	23%	15%	-3%
50 ans	77%	48%	33%	24%	3%
100 ans	95%	60%	43%	31%	8%

Tableau 5 : Hauteur précipitée (mm) – Marignane (1960 – 2014 : 54 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Marignane

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an					
2 ans	16	23	29	34	49
5 ans	17	24	30	35	50
10 ans	20	30	37	44	64
20 ans	23	35	45	53	80
50 ans	28	43	56	68	106
100 ans	31	50	66	80	130

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an					
2 ans	32%	10%	0%	-7%	-22%
5 ans	82%	52%	37%	27%	6%
10 ans	79%	48%	32%	22%	0%
20 ans	83%	48%	30%	19%	-4%
50 ans	92%	51%	32%	19%	-6%
100 ans	102%	56%	34%	20%	-8%

Tableau 6 : Hauteur précipitée (mm) – Toulon (1982 – 2913 : 31 ans) et écart de la nouvelle référence par rapport à Toulon

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an	11	16	19	22	31
2 ans	14	20	25	28	41
5 ans	17	25	31	36	51
10 ans	20	29	36	42	61
20 ans	22	33	41	48	71
50 ans	25	37	47	56	85
100 ans	27	41	52	63	96

Période de retour	Durée de la pluie				
	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h
1 an	54%	34%	24%	17%	3%
2 ans	55%	30%	18%	10%	-8%
5 ans	77%	48%	34%	24%	4%
10 ans	82%	52%	37%	27%	6%
20 ans	93%	59%	43%	32%	9%
50 ans	114%	75%	56%	43%	17%
100 ans	135%	90%	68%	54%	25%

2.4.3. Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement des sous-bassins versants sont estimés à partir d'une moyenne pondérée des coefficients de ruissellement unitaires des différentes occupations et nature des sols rencontrés.

De plus, ils varient selon l'occurrence de la pluie et sont étroitement liés à la nature des sols, aux couches géologiques sous-jacentes ainsi qu'à leur niveau d'urbanisation.

Dans le cas présent, l'occupation du sol des bassins versants est composée de zones de garrigues, et de zones urbanisées (friches industrielles, zones d'activité et zones urbaines plus ou moins denses).

Les coefficients de ruissellement retenus pour les différentes occupations du sol sont donnés dans le tableau suivant. Ils sont issus de la doctrine pluviale de la DDTM des Bouches du Rhône, précisant les principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans le département.

Tableau 7 : Coefficients de ruissellement retenus

Occupation des sols	Coefficients de ruissellement (%) pour une pluie décennale
Zones de garrigues	0.30

Occupation des sols	Coefficients de ruissellement (%) pour une pluie décennale
Zones urbaines peu dense d'habitat individuel (Zones UD1 et UD2 du PLU)	0.50
Zone d'habitat collectif peu dense (Zones UC1 a et UC2 du PLU)	0.70
Zone d'activité et zone urbaine dense (ZAC de la source du pré et zone UA2 du PLU)	0.80
Zone portuaire imperméabilisée	0.95

Pour des périodes de retour supérieures à 10 ans, les coefficients de ruissellement sont définis par la formule du GTAR (ex SETRA) :

$$C_{(T)} = 0,8 \left(1 - \frac{P_{(0)}}{P_{j(T)}} \right) \quad \text{avec} \quad P_{(0)} = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0,8} \right) P_{j(10)}$$

- $C_{(T)}$: Coefficient de ruissellement pour la période de retour T
- $P_{j(T)}$: Pluie journalière en mm pour la période de retour T,

On rappelle qu'en référence aux études antérieures menées sur le site des Chantiers Navals, nous avons convenu d'utiliser les mêmes données pluviométriques soit celles de la station de Marignane.

Pour chaque sous bassin versant, le coefficient de ruissellement global est obtenu en réalisant une moyenne pondérée par la surface en fonction du type d'occupation du sol.

Tableau 8 : Coefficient de ruissellement des bassins versants en situation initiale

Bassin Versant	Superficie (ha)	Coefficient de ruissellement %			Exutoire
		10 ans	30 ans	100 ans	
BV 1a	52.41	30	44	55	Rejet dans la Bucelle et le Port Vieux
BV 1b	32.72	50	59	65	
BV 2	44.24	61	66	65	
BV 3	3.34	80	85	90	
BV 4	1.95	95	100	100	Port Vieux
BV 5	0.97	95	100	100	
BV 6	2.15	50	59	65	Exutoire au Sud-Est dans la grande darse
BV 7	3.75	50	59	65	
BV 8	21.38	54	61	67	

Bassin Versant	Superficie (ha)	Coefficient de ruissellement %			Exutoire
		10 ans	30 ans	100 ans	
BV 9	1.31	95	100	100	
BV 10	0.72	95	100	100	
BV 11	2.87	80	85	90	
BV 12	0.54	95	100	100	
BV 13	2.31	95	100	100	Quais
BV 14	1.98	95	100	100	

2.4.4. Estimation des débits de pointe

2.4.4.1. METHODOLOGIE

En fonction de la nature des bassins versants deux méthodes ont été appliquées :

- **La méthode rationnelle** pour les bassins versants ruraux
- **La méthode de Caquot** pour les bassins versants urbains

La **méthode rationnelle** est rappelée ci-dessous :

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

- Q : Débit de pointe en m³/s
- C : Coefficient de ruissellement,
- I : Intensité des pluies en mm/h sur le temps de concentration,
- A : Superficie du bassin versant (ha),

La **méthode de caquot** est rappelée ci-dessous

$$Q = k \cdot i^{\alpha} \cdot C^{\beta} \cdot A^{\chi} \cdot m$$

- Q : Débit de pointe en m³/s
- C : Coefficient de ruissellement,
- i : pente moyenne de la surface considérée (en m/m)
- A : Superficie du bassin versant (ha),
- m : coefficient correctif de forme.
- k, α, β et χ: coefficients fonctions des coefficient a et b de Montana.

2.4.4.2. DEBITS DE POINTE SUR LES BASSINS VERSANTS TOPOGRAPHIQUES

Les débits de pointe de la zone d'étude ont été calculés pour diverses occurrences de précipitations. Les valeurs des débits sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Débits de pointe en situation actuelle (m³/s)

Bassin versant	Surface (ha)	Débits de pointe (m³/s)			Exutoire
		T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans	
BV 1a	52.4	2.91	6.27	10.6	Rejet dans la Bucelle et le Port Vieux
BV1b	32.7	5.91	8.36	10.4	
BV 2	44.24	8.8	11.5	12.9	
BV 3	3.34	1.29	1.55	1.77	
Total Bucelle : BV 1 à 3	132.68	13.16	19.95	21.08	
BV 4	1.95	0.77	0.94	1.03	Port Vieux
BV 5	0.97	0.32	0.40	0.45	
BV 6	2.15	0.67	0.86	0.98	Exutoire au Sud-Est dans la grande darse
BV 7	3.75	0.77	1.07	1.30	
BV 8	21.38	2.18	3.24	4.53	
BV 9	1.31	0.55	0.66	0.72	
BV 10	0.72	0.28	0.34	0.38	
BV 11	2.87	1.09	1.32	1.51	
BV 12	0.54	0.21	0.26	0.28	
Total BV 6 à 12	32.72	4.01	5.65	6.93	
BV 13	2.31	1.11	1.31	1.39	Quais
BV 14	1.98	0.40	0.54	0.66	
Total BV 13 et 14	4.29	1.32	1.64	1.88	

2.4.4.3. CAS DU CANAL DE LA BUCELLE (BV1 A BV3)

Afin de comparer les débits de pointe calculés à ceux estimés dans le cadre du schéma directeur, des calculs complémentaires ont été réalisés en considérant les hypothèses suivantes :

- Bassin versant topographique de la Bucelle de 132 ha ;
- Bassin versant de 213 ha délimité par Hydratec dans le cadre du schéma directeur pluvial, soit une surface additionnelle de 80 ha ;
- Coefficient de ruissellement issu de la doctrine des Bouches du Rhône (hypothèse retenue dans le cadre de cette étude) ;
- Formule de Caquot pour le calcul des débits de pointe.

Les résultats sont présentés ci-après :

Tableau 10 : Débits de pointe en situation actuelle (m³/s) – Canal de la Bucelle

Bassin versant canal de la Bucelle	Surface (ha)	Débits de pointe (m³/s)		
		T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans
Bassin versant topographique (BV 1 à 3)	133	13.16	19.95	21.08
Partie additionnelle au bassin topo (apport des réseaux pluviaux)	80	11.5	15.31	16.66
Bassin versant global défini par Hydratec	213	21.78	31,66	35,11

Le schéma directeur des eaux pluviales de MAMP estime le **débit décennal à l'exutoire du canal de la Bucelle à 28,19 m³/s**, ce point se situe en amont des deux conduites 1 400 mm et 1 000 mm sur les chantiers navals). Cette estimation se base sur les hypothèses suivantes :

- Délimitation des bassins versants drainés par le réseau pluvial ;
- Nouvelle référence pluviométrique définie pour les besoins de l'étude (Cf. 2.4.2) ;
- Estimation des coefficients de ruissellement à partir d'une analyse SIG du bâti, des routes et de l'occupation du sol de Corine Land Cover 2012 ;
- Modélisation pluie débit à l'aide du logiciel Hydra (modèle du réservoir linéaire)

Ce débit de **28,19 m³/s** correspond à une **estimation théorique du débit à l'exutoire de la Bucelle**, sans prendre en compte la capacité des réseaux ni les débordements. Or, pour une partie du bassin versant, les débordements rejoignent directement le Port Vieux sans transiter par le canal de la Bucelle.

Les calculs présentés précédemment mettent en évidence que :

- Le bassin versant topographique du canal de la Bucelle est plus petit que le bassin versant tracé dans le schéma directeur,
- En prenant en compte le même bassin versant que le schéma directeur, le débit de pointe de 28 m³/s à une occurrence supérieure à 10 ans.

Ces différences de débits peuvent s'expliquer pour les raisons suivantes :

- Les données de pluies utilisées dans le schéma directeur sont supérieures aux stations locales (Cf. 2.4.2).
- Le schéma directeur ne prend pas en compte le fait que les écoulements débordants s'écoulent directement vers le Port Vieux.

Il apparaît ainsi que les hypothèses mise en œuvre dans le schéma directeur induisent une surévaluation du débit de pointe de la Bucelle à l'exutoire.

2.4.5. Capacité du Canal de la Bucelle

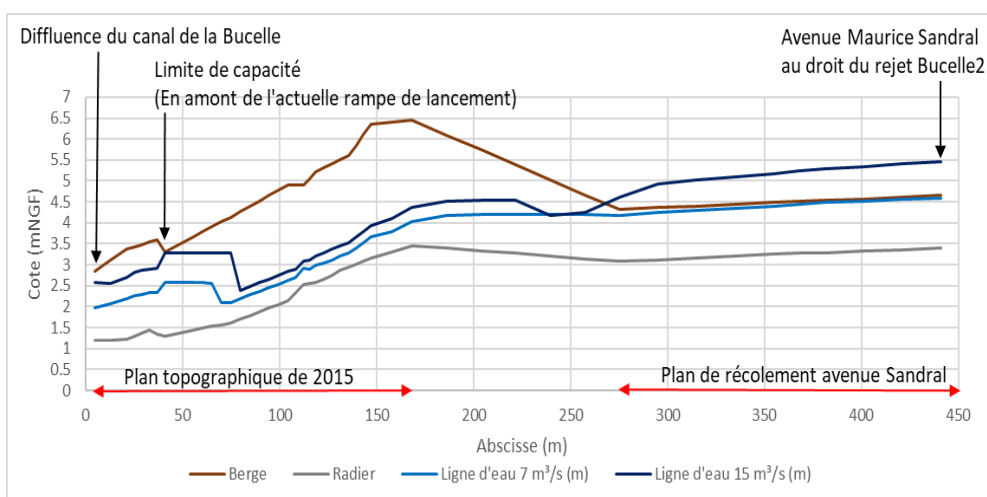
Afin d'estimer la capacité actuelle du canal de la Bucelle, nous avons réalisé une modélisation hydraulique à l'aide du code de calcul HEC-RAS sur la base des données topographiques existantes (plan topographique de 2015 et plan de récolement de l'avenue Sandral). Ce logiciel permet de simuler les singularités des sections d'écoulement (rétrécissement, élargissement ...) ainsi que les ouvrages de franchissement, les seuils, les vannes et écoulements sur les endiguements.

Le canal de la Bucelle a été représenté depuis l'avenue Maurice Sandral, au droit du rejet Bucelle 2, jusqu'à la séparation du canal en deux conduites de diamètre respectif 1400 mm et 1000 mm.

Bien que l'ouvrage soit en partie effondré sur le site des chantiers navals, le modèle représente la section d'écoulement totale avec un coefficient de Strickler de 70 correspondant à un revêtement en béton rugueux. La capacité du canal est donc surestimée. Les résultats sont les suivants :

- Les écoulements dans le canal de la Bucelle sont en régime torrentiel ;
- La capacité du canal sous l'avenue Sandral est de l'ordre de **7 – 8 m³/s**. Cette capacité est limitée par la présence d'une contre pente du canal (écart entre la topographie du plan de récolement et du levé topo de 2015) ;
- La capacité du canal dans la traversée du site de La Ciotat Shipyards (section de type voute), estimée par modélisation, est de l'ordre de **15 m³/s**. Cette capacité reste théorique car elle ne prend pas en compte le fait que la section d'écoulement est en partie obstruée. De plus, la capacité est limitée en raison de la présence de ruptures de pente dans l'ouvrage.

Figure 13 : Ligne d'eau du canal de la Bucelle – Etat actuel



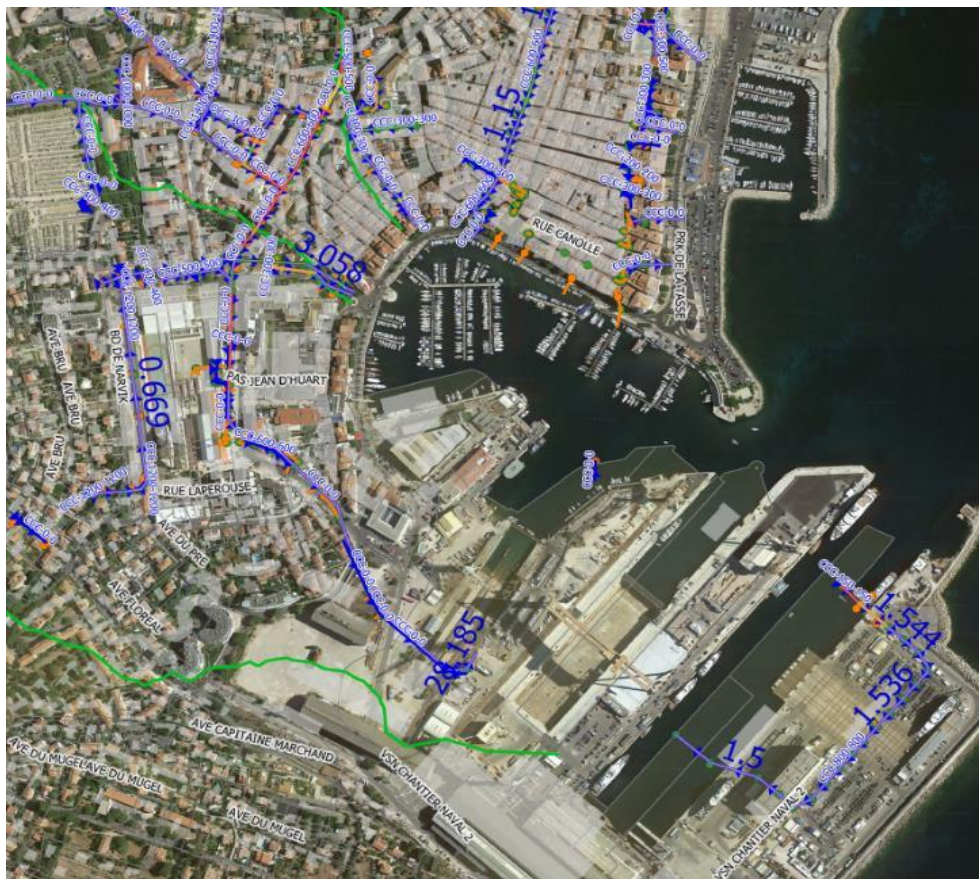
Les modélisations réalisées dans le cadre du schéma directeur pluvial MAMP donnent également une estimation de la capacité de la Bucelle.

Un extrait des rapports d'étude du schéma directeur de La Ciotat (en cours de validation) nous a été transmis par la MAMP. Ce rapport présente plusieurs cartes des résultats de modélisation dont :

- Carte des débits hydrologiques décennaux dans le réseau pluvial. Cette estimation ne prend pas en compte la capacité des réseaux. Pour La

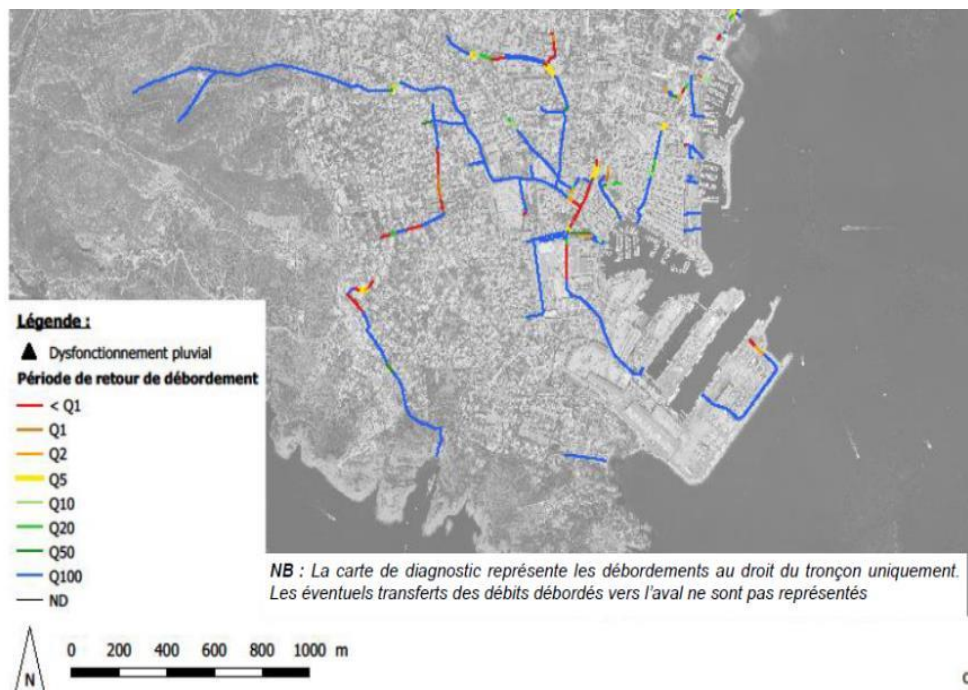
Bucelle, cette carte indique un débit de 28,19 m³/s à l'exutoire du canal dans le site des chantiers navals.

Figure 14 : Extrait du schéma directeur des eaux pluviales – Source MAMP



- Carte de diagnostic des réseaux présentant la fréquence des débordements au droit de chaque tronçon. Ce diagnostic est issu de la modélisation hydraulique réalisée dans le cadre de l'étude. Cette carte indique qu'en amont des chantiers navals sur deux secteurs des **débordements de la Bucelle ont lieu pour des débits d'occurrence inférieure à 1 an** :
 - Sous le boulevard de la République (en amont du rejet bucelle 1, Cf. Figure 5).
 - Sous l'avenue Maurice Sandral (entre les rejets bucelle 1 et bucelle 2, Cf. Figure 5).

Figure 15 : Extrait du schéma directeur des eaux pluviales – Source MAMP



Ces résultats mettent en évidence que le débit décennal du canal de la Bucelle (estimé à 28,19 m³/s) n'atteindra pas l'exutoire dans les chantiers navals, compte tenu des débordements ayant lieu en amont. Le débit annuel quant à lui, a été estimé à 13,34 m³/s dans le cadre de l'étude du schéma directeur pluvial de MAMP.

Cependant, il a été analysé que seul un débit de 7 à 8 m³/s pouvait transiter par le cadre sous l'avenue Sandral (cf début du § 2.4.5) et donc rejoindre le site des chantiers navals sans débordement.

De plus, on rappelle qu'il existe des exutoires intermédiaires en amont du site de projet permettant d'évacuer une partie des eaux du canal vers le Port Vieux. La capacité de ces exutoires a été estimée (évaluation par excès ne prenant pas en compte l'influence aval du niveau marin) par la formule de Manning Strickler :

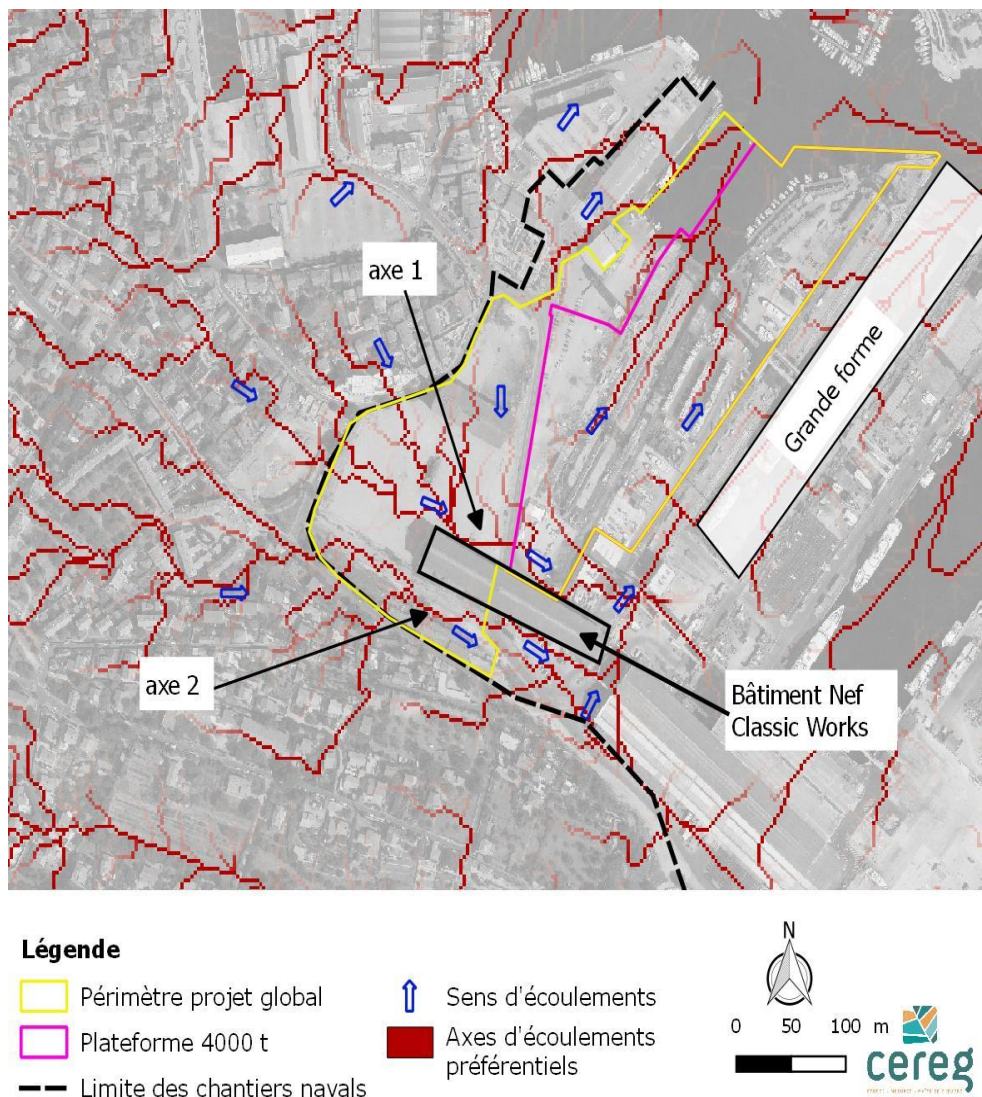
- Bucelle 1 : conduite sous la rue Bouronne : **4 m³/s** (diamètre 1000 mm avec une pente de 3,30 %)
- Bucelle 2 : conduite sous le passage Jean d'Huard : **8,5 m³/s** (diamètre 1400 mm avec une pente de 3,60 %)

Ce calcul ne prend pas en compte l'influence du niveau marin.

2.4.6. Analyse des ruissellements périphériques

La topographie du terrain a été étudiée à l'aide du relevé Litto3D fourni par le service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM). La figure suivante représente les axes d'écoulements préférentiels obtenus à partir du traitement numérique de la topographie.

Figure 16 : Axes d'écoulements préférentiels en situation actuelle



Cette carte met en évidence **deux axes de ruissellement préférentiel sur la partie sud-ouest du projet** :

- Un axe au nord du bâtiment de la Nef Classic Works qui draine les bassins versants 6, 7 et 11 en direction du sud-est vers la grande forme ;
- Un axe au sud de la Nef Classic Works qui draine les bassins versants 8 et 10 vers le même exutoire.

Le premier axe d'écoulement intercepte le projet de plateforme 4 000 t à son extrémité sud, au niveau de la voie longeant la nef. En situation actuelle, les écoulements pluviaux ruissellent sur les bassins versants amont puis rejoignent la mer (au niveau de la grande forme) en longeant le bâtiment Nef Classic Works.

Par ailleurs, la route d'accès au nord-ouest du projet (en limite du projet de plateforme) présente un profil concave. Les écoulements pluviaux se concentrent donc en son centre où est mis en place un réseau de collecte qui rejoint le canal de la Bucelle (réseau de diamètre Ø 500, cf. Figure 12).

Le deuxième axe d'écoulement n'intercepte pas le projet de plateforme 4 000 t. En situation actuelle les écoulements pluviaux ruissellent sur les bassins versants amont puis longent la Nef Classic Works, au sud, avant de rejoindre la grande forme. Il existe des réseaux pluviaux le long de cet axe de ruissellement qui rejoignent le canal de la Bucelle avant rejet en mer.

2.4.7. Conclusion

En conclusion, la zone de projet s'avère dépendante des apports du seul canal de la Bucelle mais indépendante hydrauliquement des apports de son bassin versant lorsque les débits à transiter deviennent supérieurs à la capacité du canal. C'est la raison pour laquelle on peut dire que la zone du projet n'est pas soumise au risque inondation par débordement du canal de la Bucelle.

En ce qui concerne les autres apports :

- En cas de forte pluie, au-delà de la capacité des réseaux pluviaux, les écoulements issus des bassins versants BV6, BV7, BV8, BV10 et BV11 ruisselleront en direction du BV12 (extrémité Sud-Ouest de la plateforme) puis rejoindront le BV9 vers la Grande Darse.
- Les bassins versants BV10 et BV11 font partie du projet d'aménagement global de La Ciotat Shipyards (futur village d'entreprise). La collecte et la gestion des eaux pluviales sera réalisée au sein de ce projet et n'impactera pas la plateforme 4000 t.

Le schéma directeur des eaux pluviales MPM en cours de validation estime un débit décennal à l'exutoire du **canal de la Bucelle** au niveau des chantiers navals, à **28,19 m³/s**.

Ce débit ne prend pas en compte la capacité des réseaux, ni les autres exutoires du canal dans le Port Vieux (Cf. 2.4.5).

De plus, en l'état actuel, l'étude hydraulique à l'origine du schéma directeur indique que la fréquence des débordements du réseau en amont des chantiers navals présente une période de retour inférieure à 1 an.

Ce constat est cohérent avec les analyses capacitaires conduites dans le cadre de la présente étude qui indiquent notamment une sous-capacité significative du canal de la Bucelle sous l'avenue Sandral laissant transiter un débit de 7 à 8 m³/s.

Ainsi et en toute rigueur, l'hypothèse consistant à penser que le **débit annuel** (13.3 m³/s) pourrait transiter jusqu'aux chantiers navals **sans débordement s'avère très optimiste**.

Néanmoins, au terme de ce bilan hydrologique, il s'avère que MPM demande aujourd'hui que le futur réseau à mettre en place dans le cadre du projet, soit dimensionné pour un débit de 15 m³/s en référence à la capacité du canal de la Bucelle sur le site de la Ciotat Shipyards (cf § 2.4.5) et projette de mettre en œuvre un délestage amont du réseau (nouvel exutoire).

Cette demande (15 m³/s) se révèle dépendante également de travaux très importants à conduire sous l'avenue Sandral en remplacement du cadre existant pour qu'un tel débit puisse transiter sans débordement jusqu'au projet.

3. GESTION HYDRAULIQUE DU PROJET

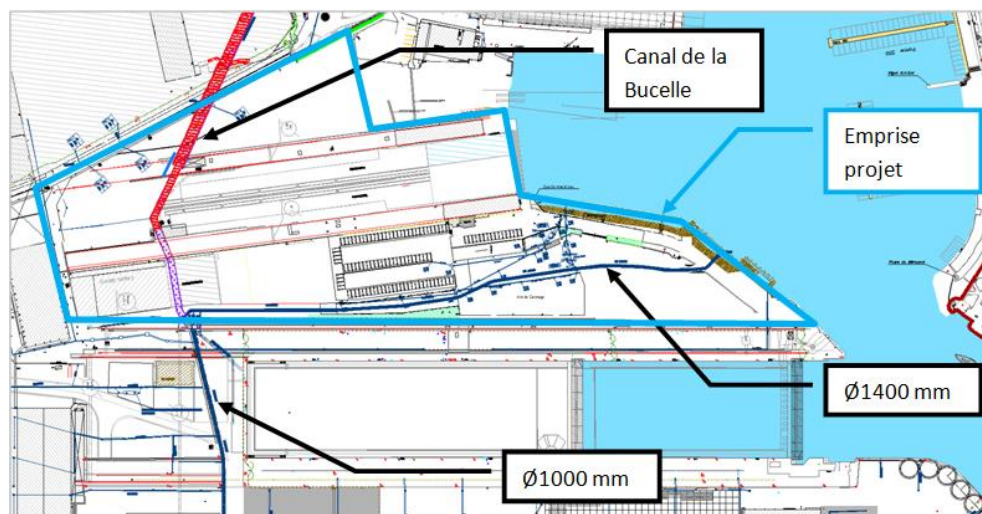
3.1. Eaux Pluviales – Réseau Public Métropolitain

3.1.1. Réseaux existants

Le tableau ci-dessous présente de manière succincte les réseaux existants sous le projet de plateforme.

Réseau existant concerné	Concessionnaires	Principales caractéristiques
Eaux pluviales	Métropole Aix Marseille Provence	<ul style="list-style-type: none"> Canal de Bucelle Ø1000 mm béton Ø1400 mm béton (4 mm/m)

Figure 17 : Réseaux pluviaux existants



3.1.2. Aménagement des réseaux existants

Les travaux projetés concernent les modifications à apporter aux réseaux existants.

Comme vu précédemment, l'emprise du projet de plateforme 4000T est concernée par la présence de plusieurs réseaux pluviaux qui assurent la collecte et l'évacuation des eaux pluviales en provenance de la ville de la Ciotat.

Il s'agit en particulier du Canal de Bucelle qui est constitué d'un bâti de section variable :

- Un ouvrage de type voûte de largeur 6,20 m et de hauteur 2,5 à 3 m ;
- Suivi par un cadre de 3,30 m de largeur pour une hauteur de 2 m partiellement effondré.

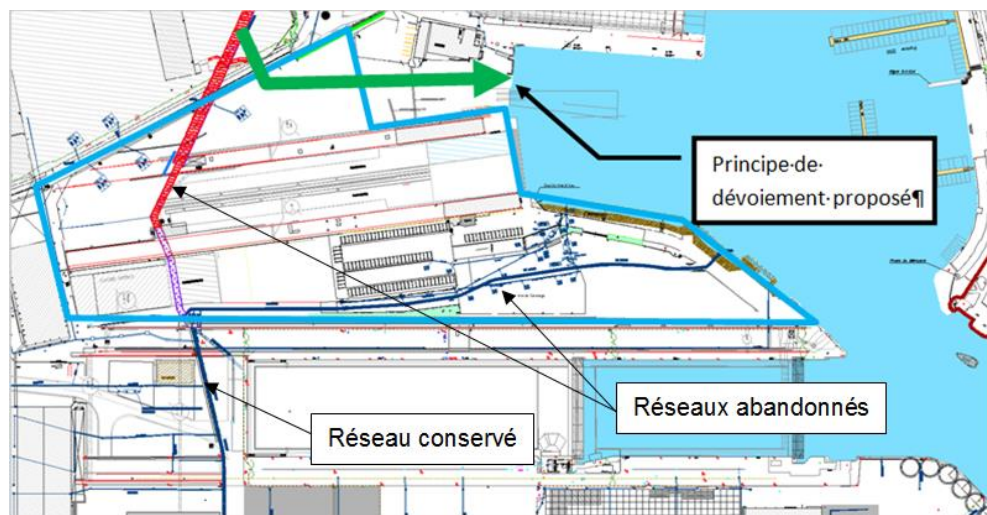
En aval de cette section cadre, le canal se divise en deux canalisations béton de diamètres respectifs 1400 mm et 1000 mm qui se rejettent dans la mer.

Les investigations menées sur le Canal de Bucelle ont mis en évidence une dégradation des sections concernées ainsi que son état vétuste : une partie du canal est effondrée.

Le canal de Bucelle et la conduite Ø1400 mm béton situés dans l'emprise du projet ne peuvent donc pas être conservés en l'état.

Ainsi, plutôt qu'un remplacement en lieu et place à l'identique qui pose les problèmes d'exploitation future des réseaux et de faisabilité du projet de la plateforme, **une solution de dévoiement du réseau pluvial en amont du projet** est proposée. Le réseau dévoyé passerait sous la future zone du Port à Sec avant de se rejeter en mer.

Figure 18 : Principe de dévoiement proposé



Remarque : Le canal de la Bucelle est considéré comme un cours d'eau par les services de l'Etat. **Son dévoiement nécessite la réalisation d'un dossier d'autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau.**

3.1.3. Principe de dimensionnement

3.1.3.1. L'OUTIL DE CALCUL UTILISE

Le dimensionnement a été réalisé à l'aide du logiciel PCSWMM. Le logiciel PCSWMM est un logiciel de **modélisation hydraulique** couplant **une base de données, un module de simulation hydrologique, un module de simulation hydraulique et un rendu SIG.**

Plus précisément, il possède les particularités suivantes :

- le module **de simulation hydraulique** résout les équations complètes de Barré de Saint Venant et permet une représentation des écoulements en régime transitoire à surface libre et/ou en charge (rivières et/ou systèmes d'assainissement) ;

- L'outil permet la **simulation des réseaux d'eaux usées** ainsi que **des réseaux d'eaux pluviales** et peut ainsi représenter tous les types de systèmes (séparatifs et/ou unitaires) ;
- Le logiciel comprend **un module de simulation de la pollution**, permettant de générer des pollutogrammes en chaque point du système (enterré et/ou superficiel) ;
- L'ensemble des **ouvrages hydrauliques** susceptibles d'être rencontrés ou créés peuvent être pris en compte de **manière dynamique** (règles de contrôle) dans la modélisation y compris :
 - les interconnexions avec des ouvrages à surface libre de type canaux, fossés, rues, rivières....
 - les bassins de rétention et d'infiltration
 - les pompes (postes de refoulement...)
 - les déversoirs
 - les vannes
- Tous les **types d'exutoire** sont possibles : absence de contrôle aval ou bien contrainte aval de tout type (niveau fixe, marée, ou variable dans le temps type hydrogramme) ;
- La **qualité des résultats et des données** permet un **rendu SIG** aisément **exploitable, dynamique et didactique** permettant notamment de faire apparaître les éventuelles insuffisances du système ou toute autre information pertinente :
 - vue en plan figurant le diagnostic des réseaux (quantité et/ou qualité),
 - cartographie des champs d'inondation,
 - profils en long dans les zones débordées,
 - informations rattachées aux différents éléments du système (conduites, regards, postes de refoulement, exutoires, vannes...)
 - lien direct avec Google Earth interfacé avec PCSWMM France (vue 2D et 3D du système).

3.1.3.2. LES PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT

Différentes modélisations ont été réalisées pour les débits suivants :

- 7 m³/s correspondant à la capacité du cadre sous l'avenue Maurice Sandral ;
- 15 m³/s correspondant à la **capacité** estimée du canal de la Bucelle dans la traversée du site de La Ciotat Shipyards.

Le principe de l'aménagement retenu est le suivant :

- Raccordement du canal de la Bucelle au futur ouvrage traversant l'opération, au moyen d'un déversoir latéral : ce déversoir sera calé 50 cm au-dessus du radier du canal de la Bucelle, de façon à piéger le transport solide. Il serait possible d'abandonner l'idée du muret et de caler le déversoir directement à la cote du fil d'eau du canal de la Bucelle, le transport solide s'évacuant alors dans le futur ouvrage. Ce point sera tranché dans le cadre de l'étude PRO. A titre indicatif, deux longueurs de déversoir ont été analysées (6 m et 10 m). Cette longueur est dépendante du débit qui sera retenu pour le dimensionnement de la canalisation traversant le site. En l'état actuel des réflexions, nous retiendrons la longueur de 10 m, qui permet le transit de 7 m³/s sans influence sur la ligne

d'eau amont, sachant que les caractéristiques de ce déversoir devront être reprises lors du réaménagement du canal de la Bucelle pour un débit de 15 m³/s. ;

- Condamnation du canal de la Bucelle en aval immédiat du déversoir ;
- Création d'une chute de 2,10 m de hauteur par rapport à la crête du déversoir (=1.60 m + 0.50 m) sur le canal de la Bucelle ;
- Mise en place de **deux cadres** en parallèle de pente 3 mm/m et de dimension 2.00 m x 2.00 m. Ce dimensionnement permet d'assurer l'écoulement en régime fluvial d'un débit de 15 m³/s avec des vitesses inférieures à 4 m/s (recommandation de la métropole) et de ménager un tirant d'air de 0.50 à 0.60 m. Tant que les travaux permettant d'assurer le transit d'un débit de 15 m³/s dans le canal de la Bucelle jusqu'au déversoir n'auront pas été réalisés, **un seul cadre sera en service** ;
- Création d'une chute intermédiaire au niveau de la première plateforme du Port à Sec. Cette chute de 1,60 m de haut est nécessaire pour conserver une pente de 3 mm/m dans les cadres ;
- Création de l'exutoire au niveau de la mer à la cote -1.26 m NGF.

Remarque : Dans sa réponse du 25 janvier 2019 la Métropole Aix Marseille Provence précise que le raccordement au canal de la Bucelle doit être effectué au niveau du fil d'eau de l'ouvrage existant. Cette disposition aura une incidence sur l'ouvrage dans sa phase d'exploitation. En effet, compte tenu de l'état du canal de la Bucelle (ouvrage ancien encombré de matériaux), il sera nécessaire de prévoir un entretien régulier des cadres qui seront posés pour veiller à la non obstruction des ouvrages.

Les graphiques suivants présentent les résultats de modélisation de l'aménagement pour chacun des deux débits de 7 m³/s et de 15 m³/s et deux longueurs du déversoir latéral (10 m et 6 m). La ligne d'eau en état actuel est représentée pour évaluer l'incidence de l'aménagement sur les écoulements dans le canal de la Bucelle.

Pour les calculs, il est pris en compte la contrainte aval du niveau marin qui a été fixée à 0,22 m NGF (niveau de mer normal).

Pour le débit de 7 m³/s les écoulements se font dans un seul cadre pour des raisons d'entretien. Il est fait l'hypothèse que le deuxième cadre n'entrera en service que lorsque des aménagements sur le canal de la Bucelle permettront de porter sa capacité à 15 m³/s.

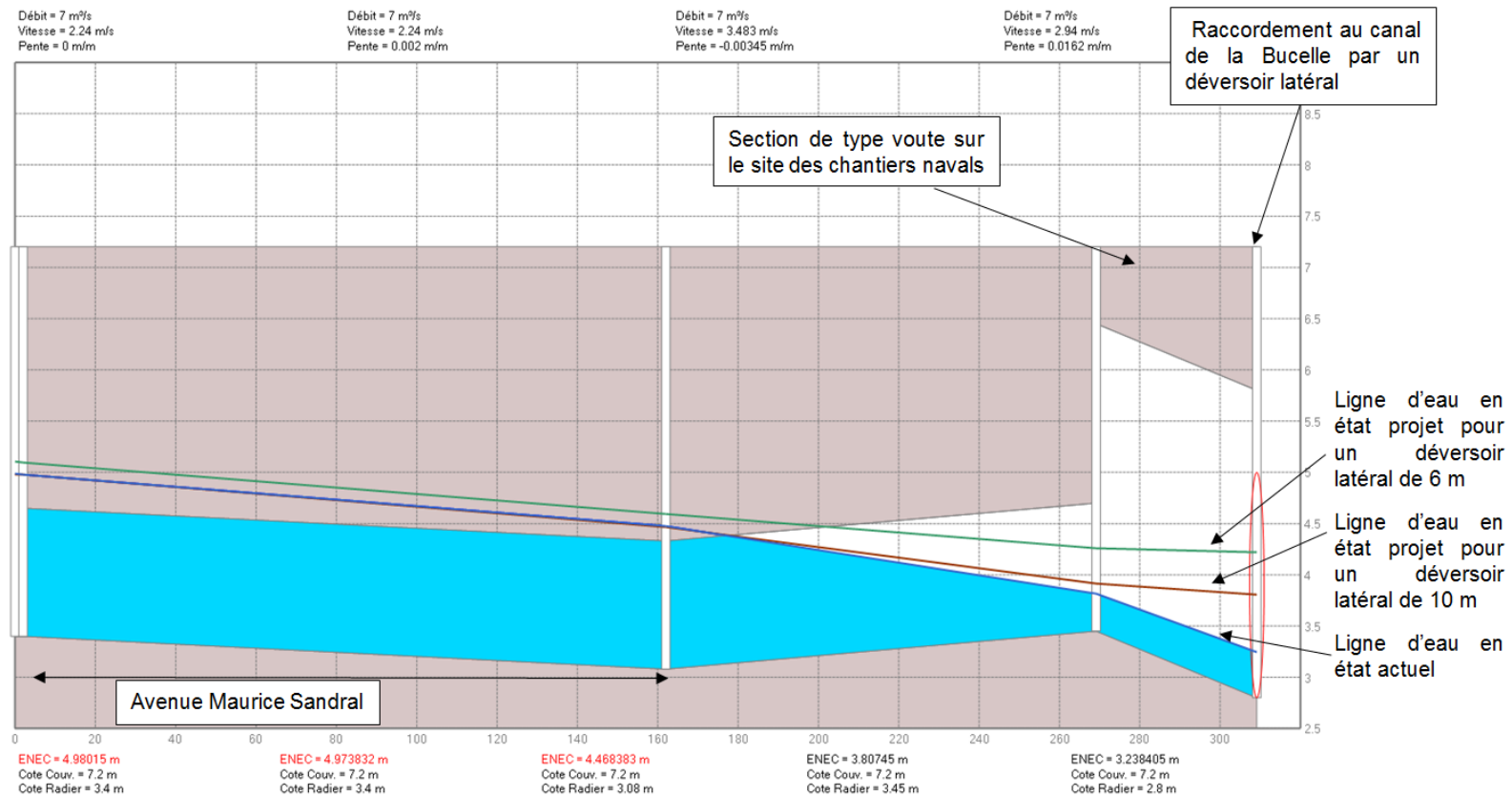
Figure 19 : Dévoisement du canal de la Bucelle – 7 m³/s – influence sur la ligne d'eau en amont

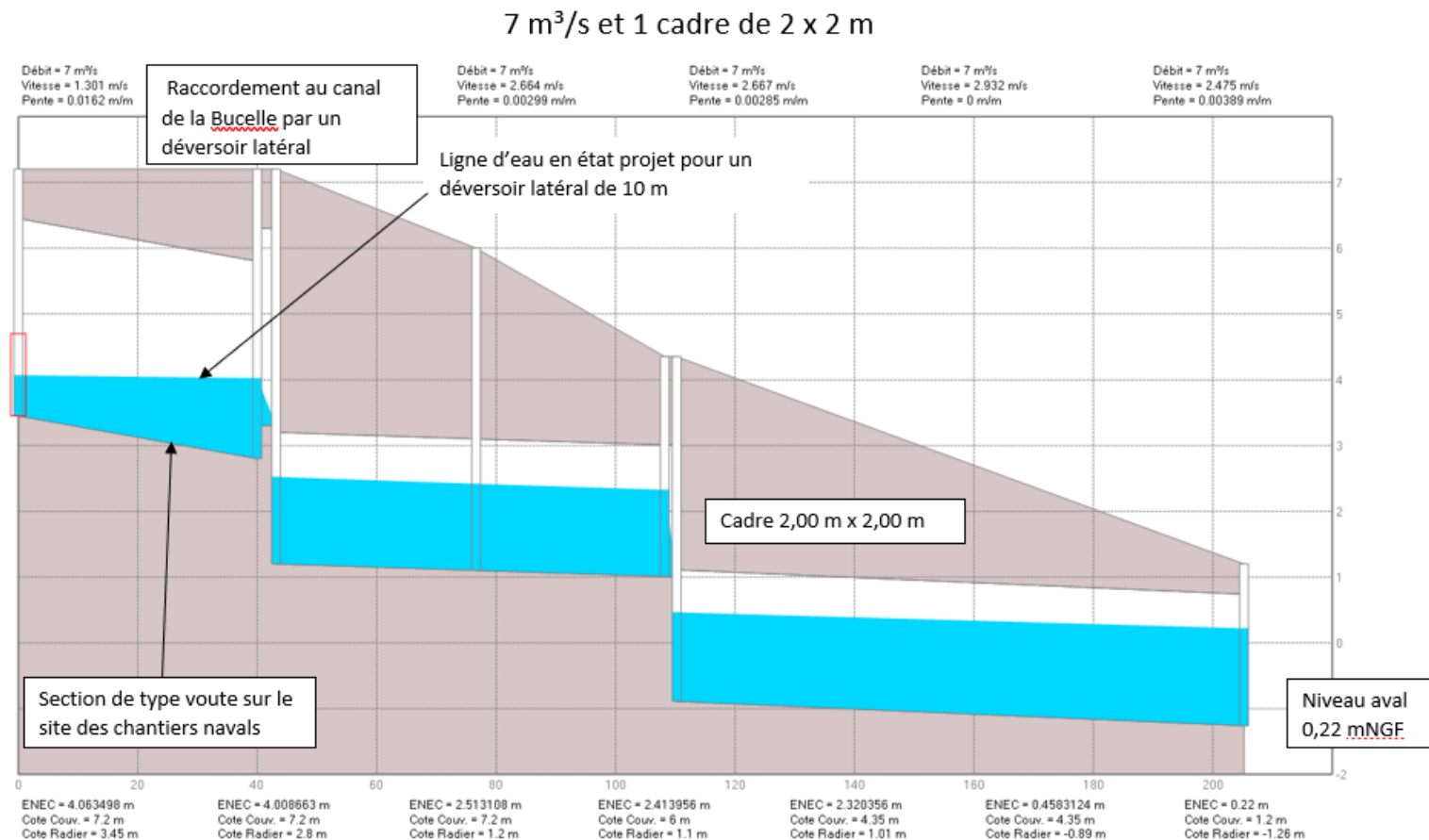
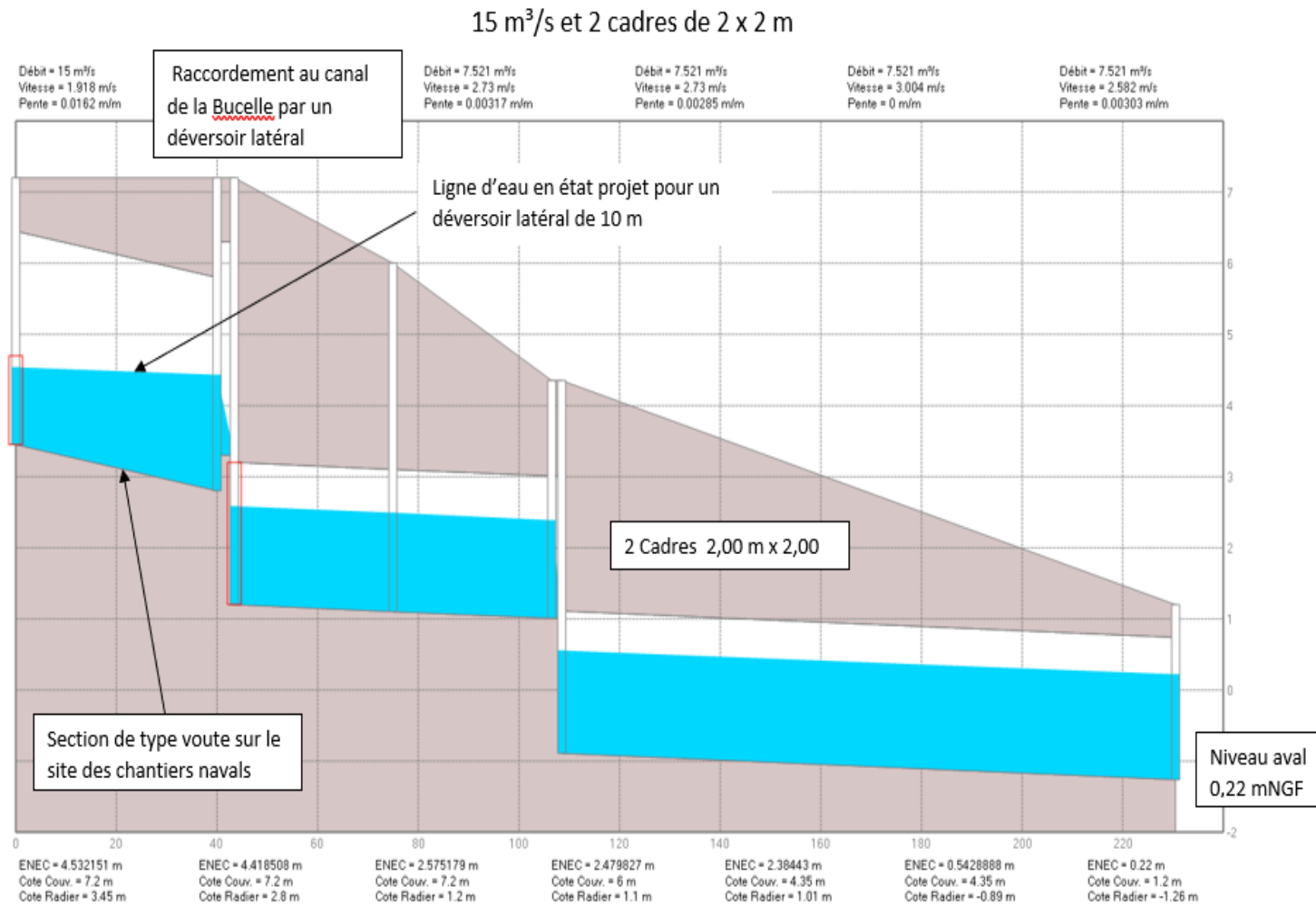
Figure 20 : Dévoisement du canal de la Bucelle – 7 m³/s – profil en long de l'aménagement

Figure 21 : Dévoisement du canal de la Bucelle – 15.0 m³/s



L'analyse des résultats de simulation met en évidence les éléments suivants :

Débit de 7 m³/s

Ce débit correspond à la capacité actuelle de la Bucelle sous l'avenue Maurice Sandral. L'implantation d'un déversoir latéral au niveau du raccordement engendre une augmentation de la ligne d'eau en amont. Cette augmentation ne génère cependant pas de débordements sur l'avenue Maurice Sandral.

Un seul cadre de 2,00 x 2,00 m est suffisant pour permettre le transit de ce débit avec des vitesses inférieures à 4 m/s et une condition aval à 0,22 m NGF.

Débit de 15 m³/s

Pour ce débit, le réseau sous l'avenue Maurice Sandral est en charge : il n'a donc pas été représenté sur les profils en long. Dans la section de type voute, en amont du raccordement, la mise en place du déversoir latéral engendre une augmentation de la ligne d'eau mais pas de débordement.

Les deux cadres de 2,00 x 2,00 m sont nécessaires pour permettre le transit de ce débit avec des vitesses inférieures à 4 m/s et une condition aval à 0,22 m NGF.

En conclusion, le déversoir de 10 m permet le transit du débit actuel de 7 m³/s sans augmentation de la ligne d'eau sous l'avenue Maurice Sandral. Le réseau actuel en amont du déversoir n'étant pas en capacité de transiter actuellement des débits supérieurs et il sera nécessaire de reprendre les caractéristiques de ce déversoir à l'occasion des éventuels travaux de réhabilitation du canal pour lui permettre de transiter le débit de 15 m³/s.

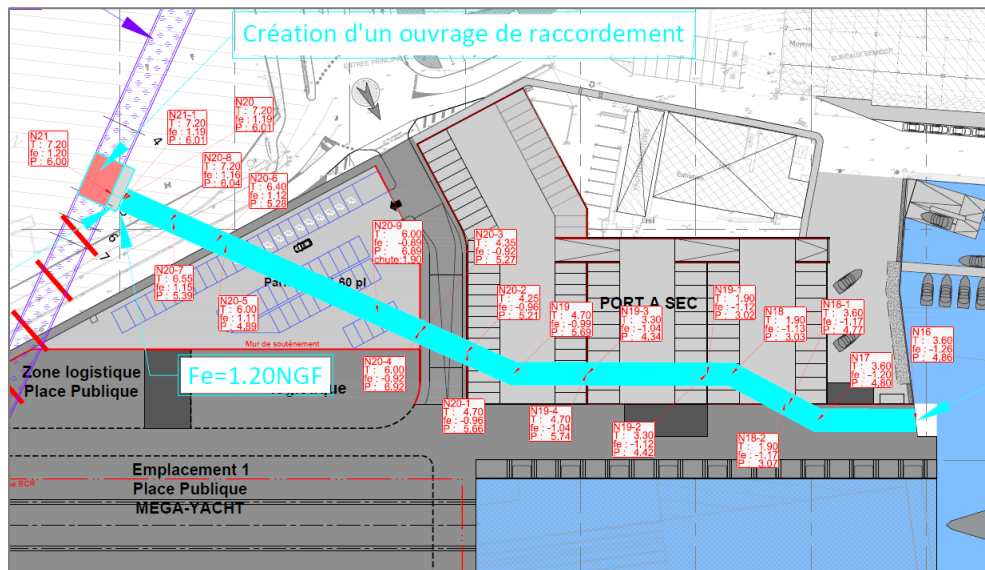
3.1.4. Travaux projetés

Les travaux proposés consistent donc à dévier le Canal de la Bucelle en amont du projet ce qui permet de condamner les réseaux existants sous le projet de plateforme 4000T. Le réseau Ø1000 mm existant à l'aval du projet sera conservé.

Les travaux projetés comprennent donc :

- Raccordement du canal de la Bucelle avec création d'un ouvrage d'entonnement : cet ouvrage fera l'objet d'une étude de dimensionnement fine au stade PRO ;
- Démolition complète du Canal de la Bucelle en aval du dévoiement y compris condamnation en limite de la voie publique côté Nord de la plateforme ;
- Démolition de la buse DN 1400 existante dans la traversée du site ;
- Fourniture et mise en place de deux cadres béton de section 2,00 m x 2,00 m avec une pente minimale de 3 mm/m ;
- Fourniture et mise en place de regards béton intermédiaires aux changements de direction y compris tampon fonte Ø600 fonte DN400 articulé et verrouillé ;
- Raccordement et aménagement au niveau du point de rejet projeté au niveau du quai en bordure de la plateforme 4 000 t.

Figure 22 : Tracé – Projet de dévoiement



3.2. Eaux Pluviales- Assainissement privé plateforme

3.2.1. Rappel des besoins

La surface concernée par le projet de **plateforme 4000T** est de **41 820 m²**. Celle-ci sera occupée par quelques bâtiments (postes de commande, bureaux, ateliers sur les zones logistiques) et une large zone de travail constituée des places des navires, de la zone de transfert et des voies de circulation. Celle-ci sera implantée à une altimétrie de + 3.60 m NGF.

Deux **zones de parking** complètent le projet de plateforme respectivement de **1 740 m²** et **1 760 m²**. Ces deux zones seront implantées à 5.30 m NGF et à 6.00 m NGF.

Le projet de **Port à Sec relocalisé** concerne une superficie de **4 425m²** dont une surface de **430 m²** dédiée au **carénage**.

Sur la plateforme 4000t, les parkings et le futur Port à Sec, les eaux collectées concernent :

- Les eaux de ruissellement liées aux précipitations,
- Les eaux de carénage provenant du nettoyage des coques des bateaux.

3.2.2. Eaux pluviales - Justification de la période de retour retenue pour le dimensionnement du réseau

La doctrine pluviale de la DDTM **préconise une période de retour de 30 ans** pour le dimensionnement des réseaux pluviaux dans des zones d'activités ou zone industrielles.

Lors des précédents projets de La Ciotat Shipyards, **une pluie de projet d'occurrence 10 ans** avait été retenue. Cette valeur nous paraît justifiée compte tenu des points suivant :

- La plateforme est isolée hydrauliquement. Elle n'intercepte pas de bassin versant urbains ;
- Le site présente peu d'enjeux. En effet, l'exutoire des eaux pluviales du site est la mer : les eaux ruisselant sur la plateforme n'impacteront donc pas d'aménagements en aval ;
- Les Mégayachts de 4000 t ne sont pas sensibles aux ruissellements ;
- L'ensemble des rejets ont lieu en mer : il n'y a pas de zone de rétention sur le site. En cas de débordements des réseaux pluviaux, les écoulements rejoindront la mer sur les quais, comme en état actuel.

Ainsi, nous proposons de retenir une période de retour de 10 ans pour le dimensionnement du réseau pluvial. En conséquence et au-delà de cette occurrence, le réseau de la plateforme sera saturé. Les eaux de ruissellement qui n'auront pas pu être captées par le réseau pluvial s'écouleront en surface et rejoindront la mer : il conviendra de s'assurer que les eaux de la plateforme s'écoulent bien vers le bord du quai.

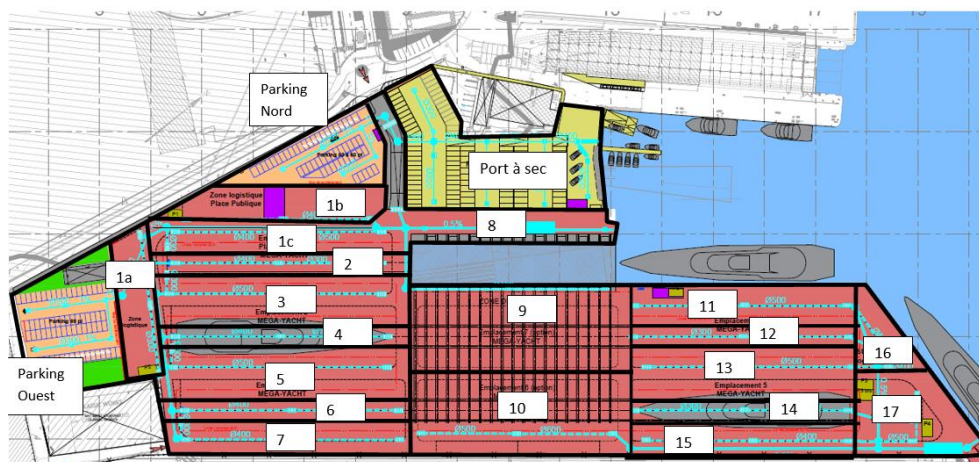
Ce point a été validé par la DDTM dans son courriel du 14 novembre 2018 suite à la transmission de la première version de la présente note hydraulique.

NOTA : L'eau de mer utilisée par les bateaux pour le circuit de refroidissement des climatisations sera amenée et rejetée à la mer par un réseau spécifique indépendant du pluvial (pas de traitement).

3.2.3. Définition des bassins de collecte

La figure suivante présente le schéma de principe de l'aménagement et le découpage en bassins de collecte des eaux pluviales.

Figure 23 : Délimitation des bassins de collecte du projet



Les caractéristiques des bassins de collecte sont détaillées ci-dessous :

**Tableau 11 : caractéristiques des bassins de collecte de la plateforme
4000t**

Bassin versant (rejet commun)	Sous bassins versants	Superficie (m²)
24 910 m²	1a	1180
	1b	1700
	1c	2800
	2	1270
	3	3250
	4	1250
	5	3100
	6	1250
	7	1900
	8	1240
	9	4230
	Parking Sud	1740
16 910 m²	10	4230
	11	2450
	12	1100
	13	3100
	14	1100
	15	1900
	16	970
	17	2060
TOTAL PF		41 820
6185 m²	Parking Ouest	1760
	Port à Sec	4425
TOTAL Port à Sec + Parking Ouest		6185
TOTAL Projet		48 005

3.2.4. Principe des aménagements

3.2.4.1. ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE LA PLATEFORME

La plateforme sera horizontale de manière à permettre le transfert des bateaux 4000 T.

Figure 24 : Collecte des eaux pluviales– Plateforme 4000T

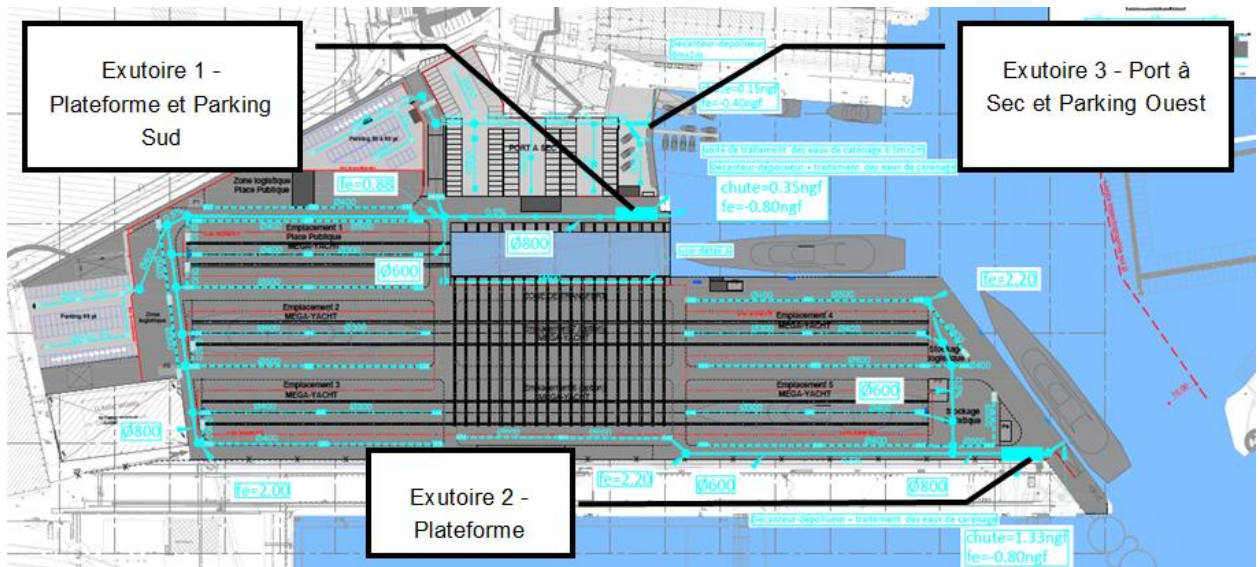
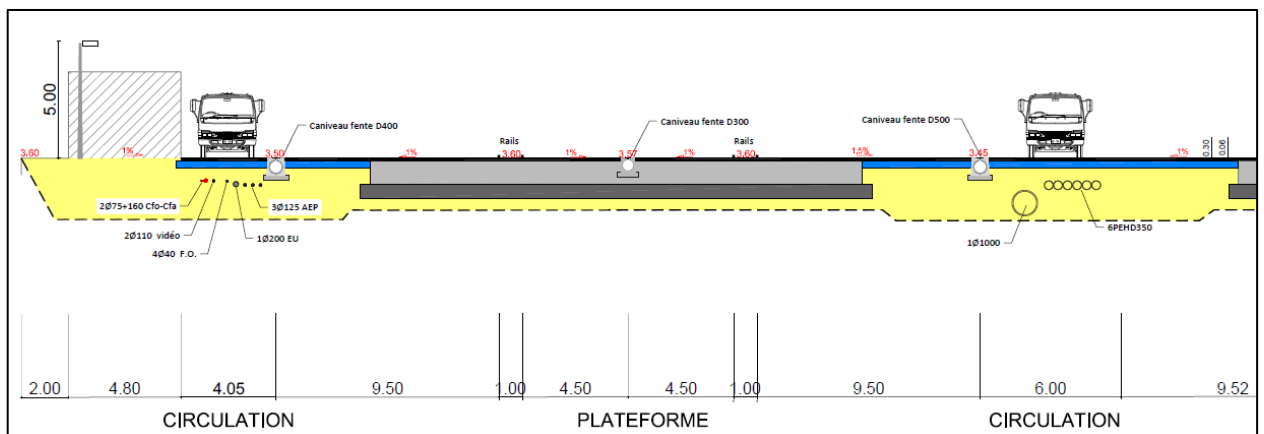


Figure 25 : Coupe en travers (extrait)



La solution retenue consiste à mettre en place pour chaque place Mégayacht :

- un caniveau en position centrale de chaque place ;
- un caniveau en position latérale posé en limite de la place et de la voie de circulation.

Par ailleurs, les zones suivantes seront collectées également :

- Les zones logistiques périphériques par la mise en place de caniveaux à fente posés en limite de zones ;
- La zone de transfert (zone de lavage du chariot) collectée par la mise en place d'un réseau équipé de grilles pluviales ;
- La zone technique le long de l'ascenseur (côté tribord), collectée par la mise en place de grilles d'engouffrement raccordées au réseau principal de collecte des eaux pluviales.

Les caniveaux et les zones de collecte seront ensuite raccordés à un réseau pluvial collecteur qui acheminera les eaux recueillies vers deux exutoires distincts situés respectivement :

- **Exutoire 1** : au Nord-Ouest de la plateforme
- **Exutoire 2** : au Nord-Est de la plateforme

3.2.4.2. ASSAINISSEMENT PLUVIAL DES PARKINGS

Les eaux de ruissellement des deux zones de parking seront collectées par les réseaux des zones situées à proximité. Dans cette configuration, les parkings seraient raccordés de la manière suivante :

- **Zone de parking Ouest 1760 m²** : raccordement sur le réseau de collecte du Port à Sec – Exutoire 3,
- **Zone de parking Sud 1740 m²** : Raccordement sur le réseau de la plateforme 4000T – Exutoire 1.

3.2.4.3. ASSAINISSEMENT DU PORT A SEC

Les eaux de ruissellement du Port à Sec (4 425m²) seront collectées par un réseau pluvial équipé de grilles d'engouffrement qui seront raccordée à la mer au bas du projet de Port à Sec après traitement des eaux pluviales et seront rejetées au niveau de l'exutoire 3.

3.2.5. Dimensionnement du réseau pluvial

3.2.5.1. DONNEES PLUVIOMETRIQUES

On rappelle qu'il a été décidé de retenir pour les calculs hydrologiques, les données de la station de Marignane. Elle a de plus été retenue lors des études précédentes sur le site des chantiers navals.

3.2.5.2. ESTIMATION DES DEBITS

En état projet, l'altimétrie générale de la plateforme sera à la côte 3.60 m NGF. Des pentes en travers sur les places permettront néanmoins d'acheminer les eaux de ruissellement vers les ouvrages de collecte définis précédemment. Les deux zones de parking seront situées à des cotes plus élevées (respectivement 6.0 et 5.3 m NGF).

Le calcul des débits de pointe a été réalisé sur chaque sous bassin versant par application de la formule de Caquot, adapté aux bassins versant urbains (Cf. 2.4.4.1).

Pour le calcul du temps de concentration, une pente moyenne de 0,005 m/m a été retenue³. Le temps de concentration est également calculé par la formule de Caquot (un temps de concentration minimum de 6 minutes est retenu).

La plateforme étant essentiellement imperméable, les coefficients de ruissellement suivant ont été retenus :

³ En référence aux projets réalisés précédemment (Cf. annexe 1 et 2 pour la plateforme SAHARA grande plaisance et la moyenne plaisance)

Tableau 12 : Coefficient de ruissellement de la plateforme en situation projet

Occupation des sols	Coefficient de ruissellement				
	2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	100 ans
Parking, plateforme	0.90	0.90	0.95	1.00	1.00

Remarque : le coefficient de ruissellement décennal, recommandé par la doctrine de la DDTM des Bouches-du-Rhône est de 0,95 pour les parkings et chaussées.

Les débits de pointe de la zone d'étude ont été calculés pour diverses occurrences de précipitations et sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Débits de pointe de la plateforme en situation projet

BV	Surface (m²)	Débit de pointe (m³/s)		
		T = 5 ans	T = 10 ans	T = 30 ans
1a	1180	0.039	0.047	0.057
1b	1700	0.038	0.048	0.061
1c	2800	0.072	0.089	0.112
2	1270	0.026	0.033	0.043
3	3250	0.087	0.108	0.135
4	1250	0.026	0.032	0.042
5	3100	0.082	0.102	0.127
6	1250	0.026	0.032	0.042
7	1900	0.044	0.055	0.07
8	1240	0.027	0.034	0.044
9	4230	0.132	0.161	0.197
10	4230	0.132	0.161	0.197
11	2450	0.061	0.076	0.095
12	1100	0.022	0.028	0.036
13	3100	0.082	0.102	0.127
14	1100	0.022	0.028	0.036
15	1900	0.044	0.055	0.07
16	970	0.073	0.083	0.09
17	2060	0.092	0.109	0.127
Parking ouest	1760	0.051	0.063	0.078
Parking Sud	1740	0.051	0.062	0.077
Port à Sec	4425	0.14	0.17	0.209
TOTAL	48005	2,25	2.80	3.55

3.2.6. Réseaux projetés

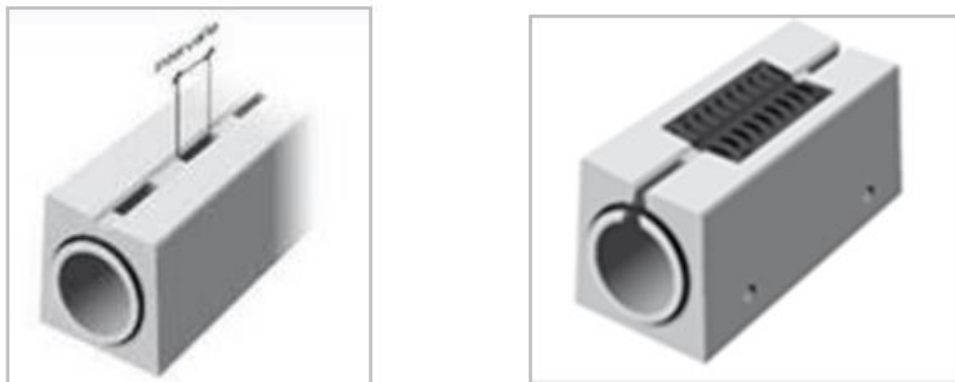
3.2.6.1. COLLECTE DES EAUX PLUVIALES

3.2.6.1.1. Principe de collecte des eaux pluviales

Sur la plateforme 4000T, le choix de **caniveaux à fente** a été fait pour les raisons suivantes :

- L'entretien des caniveaux à grilles boulonnées posées sur les plateformes Grande et Moyenne Plaisance n'est pas aisé : grilles et boulons scellés par le sable et la corrosion ;
- Les caniveaux à fente peuvent être dimensionnés selon la classe de résistance souhaitée ;
- Le matériau béton est insensible à la corrosion ;
- Des points réguliers d'accès au caniveau peuvent être ménagés (éléments de nettoyage préfabriqués) ;
- Les caniveaux à fente ont été utilisés autour du projet Grande Forme, récemment mis en service, et donnent entière satisfaction.

Figure 26 : Caniveau à fente – regard de visite



Les caniveaux à fente assureront donc la collecte des eaux pluviales sur la plateforme 4000T.

Les caniveaux à fente seront de section Ø400, Ø500 mm et Ø600 mm. **Ces caniveaux seront posés à plat** et les eaux seront évacuées par mise en charge du collecteur. Compte tenu des charges roulantes prévues, la classe de résistance des caniveaux sera E600.

Pour les parkings et le Port à Sec, les eaux pluviales seront collectées par des grilles pluviales raccordées à des collecteurs pluviaux enterrés.

3.2.6.1.2. Dimensionnement des ouvrages

Comme vu précédemment, la plateforme a été divisée en 19 bassins de collecte auxquels viennent s'ajouter les deux zones de parkings, ainsi que le Port à Sec.

Les canalisations pluviales sont dimensionnées à partir des débits estimés pour **une occurrence décennale** présentés au tableau précédent.

En raison de l'absence de pente, le fonctionnement hydraulique des canalisations est particulier et ne peut être analysé que par simulation mathématique. En conséquence, le dimensionnement des canalisations a été réalisé à l'aide du code de calcul PSCWMM, présenté au paragraphe 3.1.3.

Les caractéristiques des canalisations issues de ces simulations, font l'objet du tableau suivant.

Tableau 14 : Dimensionnement du réseau de collecte des eaux pluviales

Bassin versant	Surface (ha)	Dimensions pour T = 10 ans
1a	0.118	Ø300 puis Ø400- Pente nulle
1b	0.17	Ø400 - Pente nulle
1c	0.28	Ø400 puis Ø500 - Pente nulle
2	0.127	Ø300 puis Ø400 -- Pente nulle
3	0.325	Ø500 -- Pente nulle
4	0.125	Ø300 puis Ø400 - Pente nulle
5	0.31	Ø500 -- Pente nulle
6	0.125	Ø300 puis Ø400 -- Pente nulle
7	0.19	Ø400 -- Pente nulle
8	0.124	Collecté par le réseau principal
9	0.423	Caniveau intégré au génie civil Ø500 puis Ø600- Pente nulle
10	0.423	Ø500 puis Ø600- Pente nulle
11	0.245	Ø400 puis Ø500 -- Pente nulle
12	0.11	Ø300 puis Ø400 -- Pente nulle
13	0.31	Ø500 -- Pente nulle
14	0.11	Ø300 puis Ø400 -- Pente nulle
15	0.19	Ø400 -- Pente nulle
16	0.097	Ø400 -- Pente nulle
17	0.206	Ø500 -- Pente nulle
Parking Ouest	0.174	Ø300 – Pente 1%
Parking Sud	0.176	Ø300 – Pente 1%
Port à Sec	0.443	Ø400 – Pente 1 %

3.2.6.1.3. Entretien des ouvrages

Les caniveaux étant posés à pente nulle, l'autocurage de ces caniveaux ne peut se faire qu'en période de pluie et pour un débit proche du débit décennal.

Or, en dehors des périodes pluvieuses, les caniveaux seront amenés à drainer **les eaux de lavage** les coques des navires : ces eaux sont chargées des résidus inhérents à cette opération (algues, coquillages ...) qui sont susceptibles de se déposer dans les caniveaux. En effet, les débits issus du lavage des coques (de l'ordre de 6 m³/h correspondant à 6 nettoyeurs Haute Pression et limité dans tous les cas par le débit de desserte du réseau eau potable des navires – 12 m³/h par navire) n'est pas suffisant pour assurer ce curage.

Sans mesure spécifique, il y aurait une accumulation de ces résidus au fond des caniveaux qui seraient remobilisés lors des pluies. Le traitement des eaux de lavage des bateaux ne se ferait donc pas dans des conditions optimales dans la mesure où en cas d'orage, la majeure partie de ces dépôts serait rejeté directement au milieu naturel par le by-pass des ouvrages de traitement.

Il est donc nécessaire de concevoir un dispositif de « rinçage » du réseau qui assure un débit minimal d'autocurage dans les caniveaux.

L'objectif est d'assurer un débit suffisant pour re-mobiliser les particules et les acheminer vers le traitement. Ce débit doit assurer une vitesse minimale de 0,5 m/s nécessaire à la mobilisation des particules.

Tableau 15 : vitesse et débit d'autocurage

Ouvrage concerné	Vitesse	Débit	Débit
Caniveau Ø300	0,5 m/s	25 l/s	90 m ³ /h
Caniveau Ø400	0,5 m/s	30 l/s	108 m ³ /h
Caniveau Ø500	0,5 m/s	35 l/s	126 m ³ /h
Caniveau Ø600	0,5 m/s	35 l/s	126 m ³ /h

Deux solutions sont envisageables pour assurer cet autocurage :

- mettre en œuvre des dispositifs de chasse assurant un « rinçage » périodique des caniveaux (par exemple, par des vannes raccordées au réseau eau potable en tête de caniveau),
- réutiliser les débits d'eaux issus des circuits de refroidissement des climatisations des navires.

Sur la plateforme Grande Plaisance du site, la solution retenue pour assurer l'autocurage des caniveaux a consisté à collecter les eaux de climatisation dans le réseau pluvial.

Cependant, cette solution ne peut pas être envisagée ici, du fait de l'importance des débits liés au rejet des eaux de refroidissement des climatisations : 270 m³/h/navire soit de 810 m³/h à 1080 m³/h si on raisonne sur les débits cumulés pour chaque exutoire équipé d'un traitement sur la plateforme.

Ces débits, rejetés en continu, ne sont pas compatibles avec les ouvrages de traitement des eaux de lavage des navires qui ne permettent pas de traiter un tel débit en continu.

En effet, les vitesses de passage des effluents dans ces ouvrages doivent être faibles. La gestion de tels débits entraînerait un large surdimensionnement des ouvrages.

La solution proposée est donc d'assurer un curage régulier des ouvrages par **le rejet ponctuel sur une durée de 1h** des eaux de climatisation (à l'arrivée et au départ de chaque navire par exemple). Ce rejet se fera de manière indépendante : chaque navire assurera le nettoyage de sa place alternativement. Le débit ainsi produit individuellement sera compatible avec les ouvrages de traitements mis en place.

Ce rejet spécifique des eaux provenant des systèmes de refroidissement se fera alors via des regards de visite positionnés sur chaque caniveau pluvial. Ces regards seront créés à raison de 3 unités par longueur de 110 ml.

3.2.6.2. RESEAUX DE TRANSPORT DES EAUX PLUVIALES

La collecte des eaux recueillies par les caniveaux à fente se fera par le biais de buses béton dimensionnées par rapport au bassin versant collecté.

La zone de projet (plateforme 4000 t et Port à Sec) sera divisée en trois zones distinctes qui seront acheminées vers trois exutoires.

Tableau 16 : Débits décennaux aux exutoires du réseau pluvial

Zone de collecte	Bassins versants considérés	Superficie (ha)	Débit de pointe décennal (m³/s)
Vers exutoire 2 plateforme	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1,69	0,64
Vers exutoire 1 plateforme	1a, 1b, 1c, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, parking Sud	2,49	0,80
Vers exutoire Port à Sec	parking Ouest et Port à Sec	0,62	0,23

Ils seront collectés par des collecteurs en béton Classe de résistance 135 A de diamètres :

- Ø600 mm béton posé à 5 mm/m de pente ;
- Ø800 mm béton posé à 5 mm/m de pente ;
- Ø500 mm béton posé à 10 mm/m de pente pour le Port à Sec et le parking ouest.

3.2.7. Fonctionnement au-delà d'une pluie décennale

La réalisation du projet n'induit pas une évolution significative des débits de pointe, le site étant déjà fortement imperméabilisé. Comme en situation actuelle, les écoulements pluviaux seront collectés par le réseau pluvial avant rejet en mer.

La plateforme sera horizontale de manière à permettre le transfert des navires 4 000 t. L'impact en termes de débit sera limité au seul effet de l'amélioration des conditions d'écoulement (organisation de la collecte).

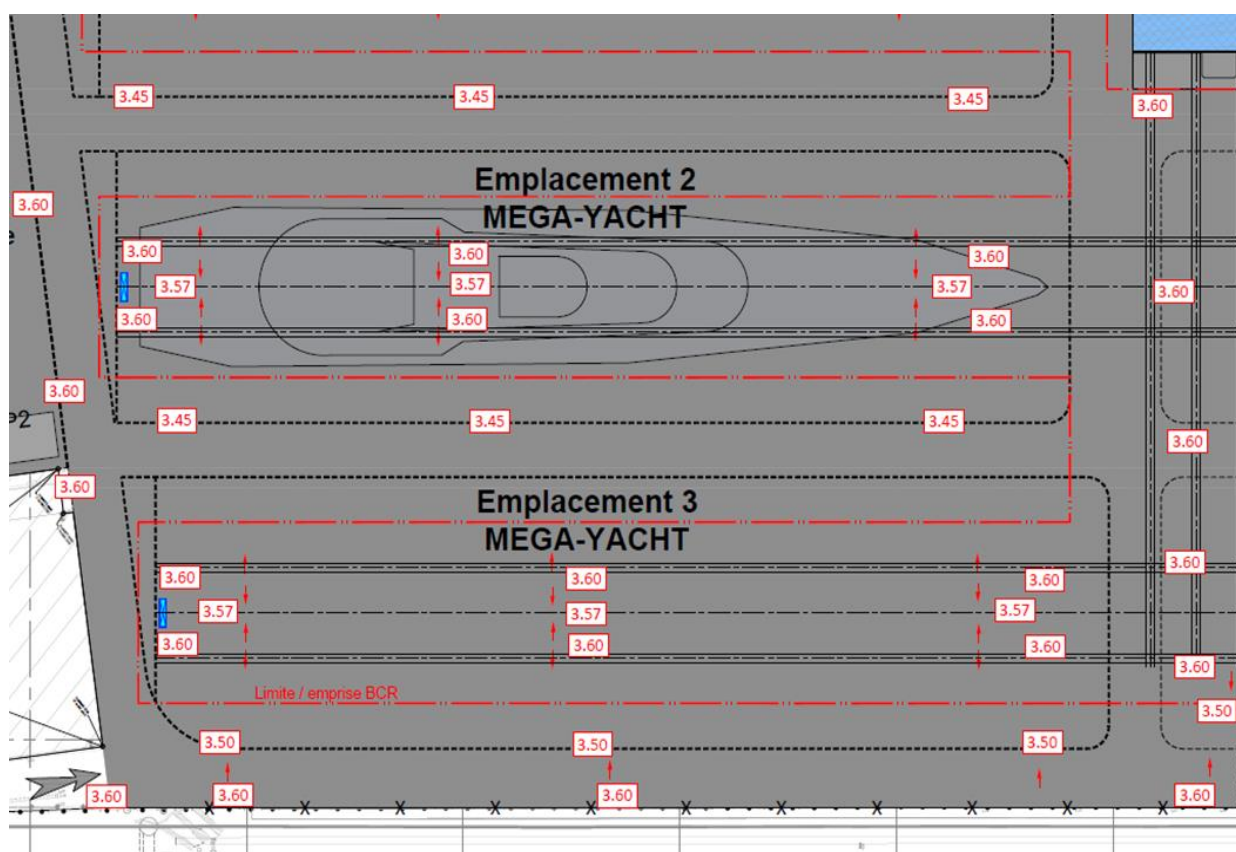
Le réseau pluvial est dimensionné pour une occurrence décennale. Pour cette occurrence, le réseau pluvial assurera la collecte des écoulements, il n'y aura donc pas d'eau sur la plateforme.

Au-delà de l'occurrence décennale, le réseau sera saturé. Les eaux de ruissellement qui n'auront pas pu être captées par le réseau pluvial s'écouleront alors en surface. Les contraintes d'exploitation entraînent une nécessité de planéité des rails et par la suite, une planéité globale des plateformes.

Toutefois, au niveau de chaque emplacement, la plateforme présente une légère pente transversale permettant de ramener les eaux vers le caniveau central. Par contre, il n'y a pas de pente longitudinale dans le sens des caniveaux.

Pour un évènement supérieur à l'occurrence décennale, il y aura donc une accumulation au niveau du caniveau central de chaque place puis débordement vers l'extérieur de l'emplacement. Les écoulements débordants s'écouleront en nappe en direction du bord du quai.

Figure 27 : Topographie des emplacements de la plateforme 4 000 t en état projet



Le port à sec est constitué de trois plateformes et d'une zone de carénage localisée au niveau du quai. Sur chaque plateforme, le terrain aura une pente transversale dirigée vers le réseau pluvial. Chacune des plateformes est reliée par des rampes d'accès.

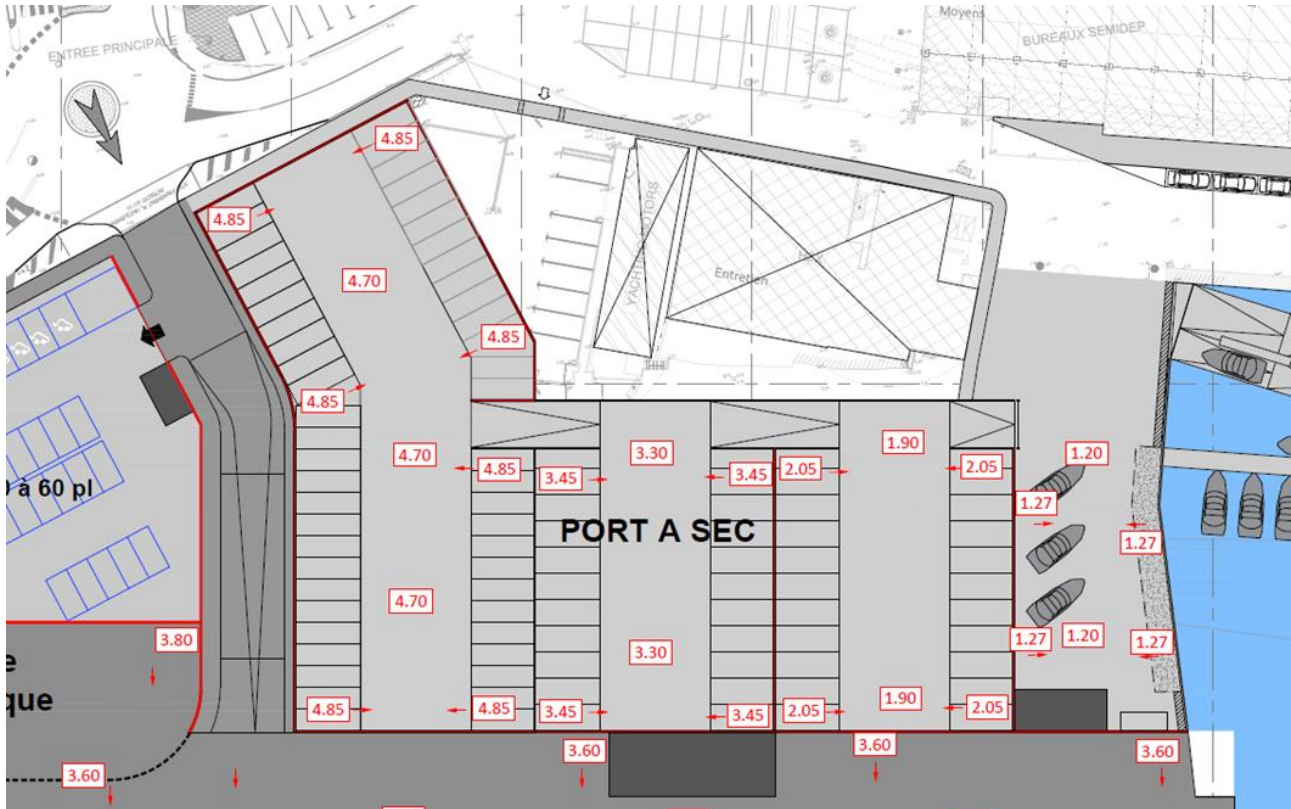
De même que pour la plateforme 4 000 t le réseau pluvial est dimensionné pour une pluie d'occurrence décennale. Pour cette occurrence, le réseau pluvial assurera la collecte des écoulements, il n'y aura donc pas d'eau sur les plateformes du port à sec.

Au-delà de l'occurrence décennale, le réseau sera saturé. Les eaux de ruissellement qui n'auront pas pu être captées par le réseau pluvial s'écouleront alors en surface. Il y aura donc :

- Une accumulation des eaux au niveau de l'axe de chaque plateforme,

- Les débordements s'écouleront d'une plateforme à l'autre par l'intermédiaire des rampes d'accès jusqu'au bord du quai.

Figure 28 : Topographie du Port à sec en état projet



3.2.8. Ruissellement des bassins versants interceptés

Les contraintes d'exploitation de la plateforme nécessitent une planéité globale des plateformes. La plateforme 4 000 t est donc implantée à la cote 3,60 m NGF. Le port à sec est constitué de trois plateformes d'altitude respective d'amont en aval : 4,70 m NGF, 3,30 m NGF et 1,90 m NGF. L'aire de carénage est implantée à la cote 1,20 m NGF, sur le bord du quai. Les parkings situés au sud et à l'ouest du projet ont respectivement une cote de 5,30 m NGF et 6,00 m NGF.

Les cotes du projet et les côtes du terrain naturel à la périphérie du projet sont présentées sur les figures suivantes.

La plateforme 4 000 t et le port à sec se situent donc en contrebas des parkings et de la route d'accès au nord-ouest du projet. Ces différences de niveau nécessitent des garde corps et des clôtures qui ont pour effet de canaliser les eaux des écoulements périphériques vers leur exutoire naturel sans les laisser transiter par la plateforme.

Par ailleurs, cette route d'accès au nord-ouest du projet présente un profil concave. Les écoulements pluviaux se concentrent donc en son centre où est mis en place un réseau de collecte qui rejoint le canal de la Bucelle (Figure 29). **Cette route ne sera pas modifiée dans le cadre du projet. Les axes d'écoulements seront donc conservés.**

Figure 30 : Topographie du site en état actuel

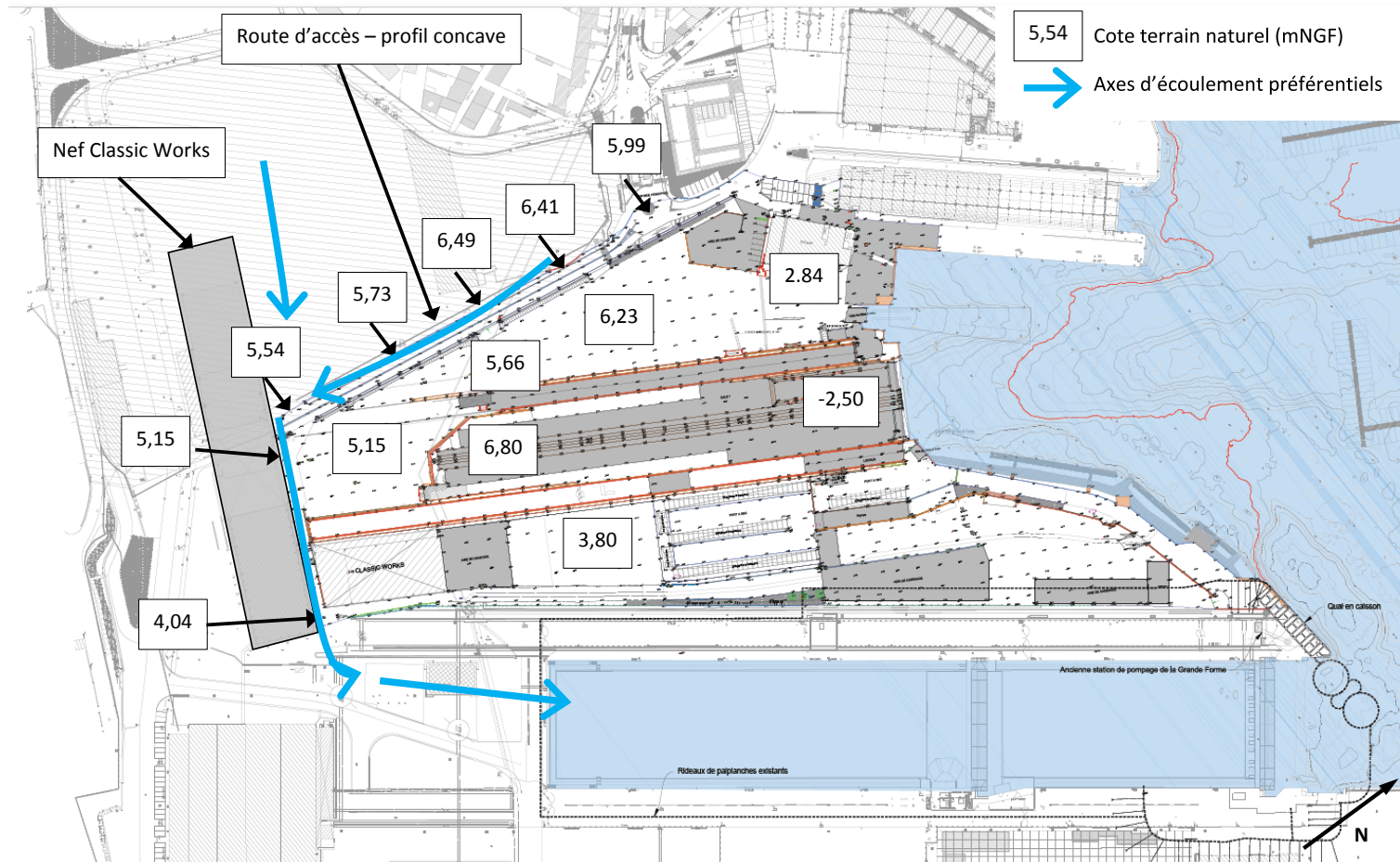
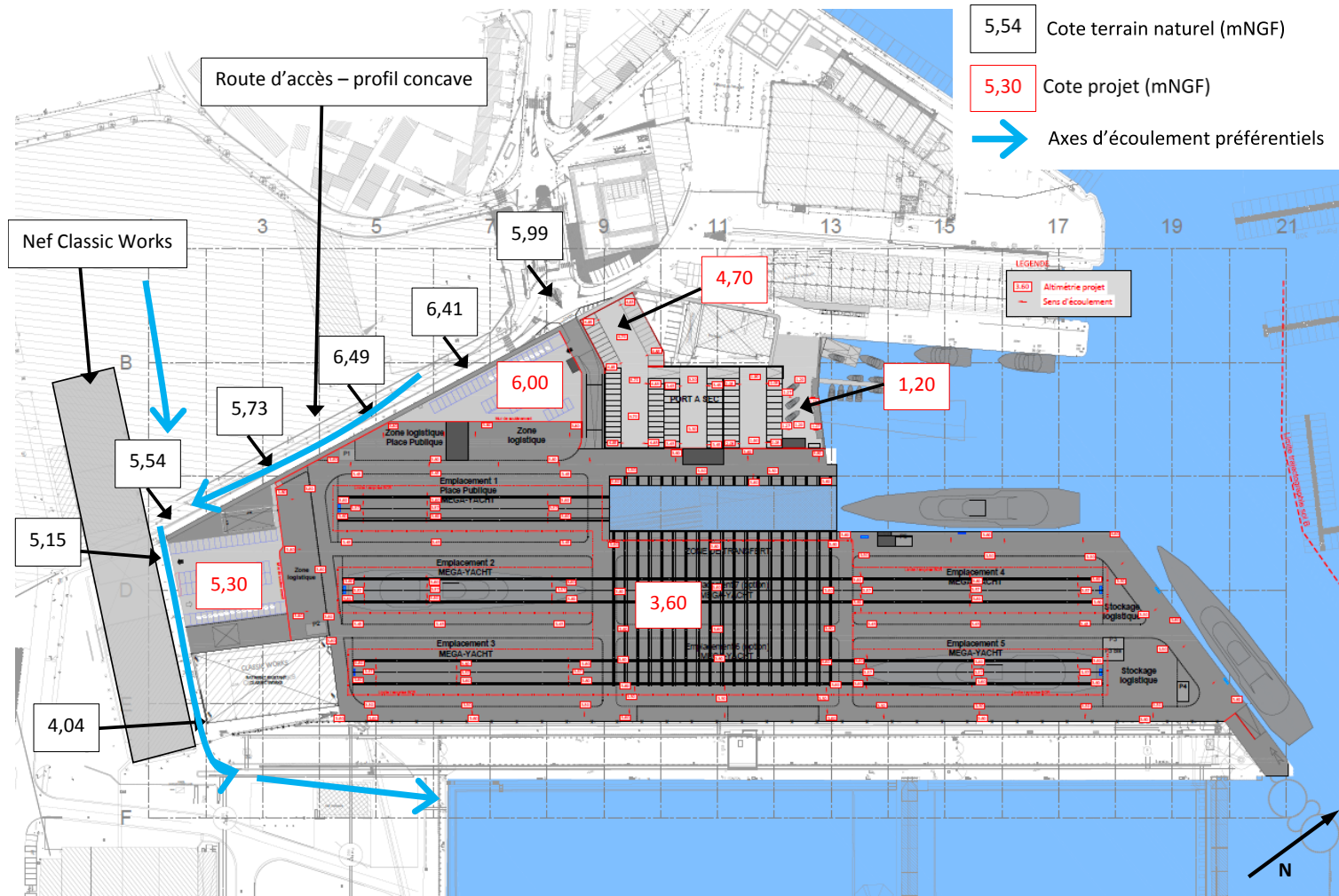


Figure 31 : Topographie du projet



3.3. Traitement des eaux pluviales et des eaux de carénage

3.3.1. Rappel des besoins

Sur la plateforme 4000T, les parkings et le futur Port à Sec, les eaux collectées sont constituées par :

- les eaux de ruissellement liées aux précipitations,
- les eaux de carénage provenant du nettoyage des coques des bateaux.

Les autres effluents de la zone qui ne sont pas mélangés avec les eaux pluviales et de carénage sont gérés de manière spécifique. Il s'agit en particulier de :

- les eaux issues du circuit de refroidissement des climatisations sont des eaux de mer non souillées (pas de contact direct des eaux avec les moteurs) et qui sont rejetées directement à la mer,
- les eaux usées domestiques (raccordées au réseau collectif d'assainissement des eaux usées).

Le traitement devra tenir compte des caractéristiques propres à chaque type d'eau collecté :

- les eaux de carénage proviennent du nettoyage des coques des bateaux. Elles sont donc chargées des matières organiques et des particules fines provenant du décapage des algues et des mollusques, films bactériens et de la peinture anti-fouling...
- les eaux de ruissellement pluvial chargées des polluants issus du lessivage des sols (hydrocarbures, poussières...).

Le dimensionnement du projet est basé sur les données suivantes :

- traitement des eaux pluviales pour une pluie de retour annuel et de durée 1h
- traitement des eaux de carénage.

3.3.2. Contexte réglementaire

L'exutoire unique des réseaux pluviaux qui seront mis en place sur la plateforme, est le port de La Ciotat.

Le projet devra être compatible avec les orientations du SDAGE et notamment :

- OF2 : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques ;
- OF5 : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé.

... et avec les objectifs du PAMM (Plan d'Actions pour le Milieu Marin) :

- réduire les apports pluviaux des installations industrielles et portuaires ;
- supprimer les rejets directs, ou aboutissant en mer, des aires d'entretien et de réparation navale par la mise en place d'un traitement, incluant le cas échéant le raccordement au réseau d'assainissement ;
- réduire les impacts des pollutions marines (eaux usées, ordures, ...) sur le littoral en renforçant les instruments de prévention et de lutte.

Notons qu'actuellement le Port Vieux et les chantiers navals sont en conformité avec les orientations fixées par le SDAGE et les objectifs du PAMM de par la politique de responsabilité environnementale mise en œuvre par La Ciotat Shipyards ces dernières années.

La loi sur l'eau impose les seuils suivants en cas de rejet dans les eaux de surface (rubrique 2.2.3.0) :

Tableau 17 : Seuil de qualité des eaux de surfaces (Loi sur l'eau rubrique 2230 - Arrêté du 9 août 2006)

Tableau I

PARAMÈTRES	NIVEAU R 1	NIVEAU R 2
MES (kg/j).....	9	90
DBO5 (kg/j) (*).....	6	60
DCO (kg/j) (*).....	12	120
Matières inhibitrices (équitox/j).....	25	100
Azote total (kg/j).....	1,2	12
Phosphore total (kg/j).....	0,3	3
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j).....	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j).....	30	125
Hydrocarbures (kg/j).....	0,1	0,5

(*) Dans le cas de rejets salés présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/l, les paramètres DBO5 et DCO et leurs seuils sont remplacés par le paramètre COT avec les seuils suivants :
 Concernant a : COT : 80 kg/j (A) ;
 Concernant b : COT : 8 à 80 kg/j (D).

Dans le cas où l'un au moins des paramètres dépasse le seuil R2, le projet nécessite un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.

L'arrêté du 27 juillet 2006 fixe également les prescriptions suivantes :

- Sauf justification expresse du déclarant, le rejet dans le domaine public maritime ou fluvial doit s'effectuer au-dessous de la laisse de basse mer,
- De plus, dans le cas d'un rejet dans le milieu marin, le déclarant doit prévoir un bassin tampon muni d'un dispositif permettant un rejet asservi à la marée.

3.3.3. Caractérisation des eaux à traiter

3.3.3.1. EVALUATION DES FLUX POLLUANTS ASSOCIES AUX EAUX PLUVIALES

L'estimation des flux de polluants générés par la plateforme en période pluvieuse est issue des études déjà réalisées sur le site des chantiers navals (Moyenne plaisance et grande forme). Un extrait de cette étude est présenté en annexe 3.

Lors des pluies, le lessivage mobilise des particules accumulées sur le sol et / ou le réseau. La pollution mobilisée dépend des activités réalisées sur les différentes zones de la plateforme.

Il y a lieu de distinguer :

- **Les zones de parking et chaussées** : le lessivage associé aux pluies mobilise des huiles, hydrocarbures et particules liés au trafic routier ;
- **Les postes de travail** : il y a lessivage des revêtements et mobilisation des particules éventuellement sédimentées au sein du réseau de collecte. Selon la configuration des averses et l'accumulation des particules, les eaux peuvent être très chargées particulièrement en début d'épisode pluvieux (premier flot d'orage) ;
- **Les toitures** : En l'absence d'activités spécifiques, les eaux issues des toitures sont réputées très peu polluées. Elles peuvent être rejetées sans traitement spécifique.

Compte tenu des activités présentes sur la plateforme et hormis le carénage des coques, les eaux de ruissellement peuvent être assimilées à des eaux pluviales urbaines en réseau séparatif.

Les différentes études menées sur les Rejets Urbains par Temps de Pluies (RUTP) donnent des ordres de grandeur de concentrations (Cf. annexe 3).

Sur la base des éléments détaillés lors des études précédentes (Cf. annexe), nous proposons de retenir un ratio de 600 kg de MES/ha/an soit un niveau qui se situe dans la fourchette basse des « zones industrielles » et un niveau médian en « circulation routière » (le trafic « routier » restant très modeste sur la plateforme).

Par ailleurs, l'ensemble des auteurs s'accorde pour noter que :

- Une part importante des polluants est fixée sur les particules en suspension : plus de 85 % pour les hydrocarbures et les matières organiques et plus de 95 % pour les métaux lourds,
- Une pollution se fixe plus particulièrement sur les petites particules : 60 à 80 % de la pollution est associée à la fraction granulométrique 50 µm.

Tableau 3 : Fraction particulaire de la pollution totale dans les RUTP (en %) ³

Paramètres de pollution				
DCO	DBO ₅	NTK	Hydrocarbures totaux	Pb
83 à 90	77 à 95	67 à 82	86 à 87	93 à 95

Selon laboratoire du CETE sud ouest, section RTU.

Dans le cas de la plateforme, nous retiendrons les fractions de polluants suivantes (retenues pour l'étude de la moyenne plaisance) :

Paramètres de pollution (en % de MES)							
DCO	DBO ₅	NTK	Pt	HC	Pb	Zn	DCO
87	86	74.5	75	86.5	94	94	87

La décantation lamellaire est donc le traitement de base des eaux de ruissellement. Tout autre traitement ne conduit plus qu'à un affinage de la dépollution, souvent coûteux. Le pourcentage d'abattement des MES est en relation avec la vitesse de décantation.

Le calcul est effectué pour chaque unité de traitement.

Paramètre	Ratio en kg/an/ha urbanisé	Flux en kg/an (exutoire n°2, plateforme : 1,69 ha)	Flux en kg/an (exutoire n°1, plateforme : 2,49 ha)	Flux en kg/an (exutoire Port à Sec : 0,62 ha)
MES	600	1014	1 494	414
DCO	460	777.4	1 145.4	317.4
DBO ₅	40	67.6	99.6	27.6
NTK	3.7	6.253	9.213	2.553
Pt	2.3	3.887	5.727	1.587
Hydrocarbures	9.2	15.548	22.908	6.348
Plomb	0.9	1.521	2.241	0.621
Zn	0.9	1.521	2.241	0.621

Ces valeurs sont ensuite comparées aux seuils réglementaires définis dans l'arrêté du 9 août 2006 relatif au rejet dans les eaux de surface ou de sédiments marins relevant des rubriques 2.2.3.0 de la loi sur l'eau.

Tableau 18 : Comparaison aux seuils réglementaires des flux de pollution générés par la plateforme avant traitement

Paramètre	Flux total généré par le projet avant traitement	Seuil réglementaire	
		Niveau R1	Niveau R2
MES (kg/j)	7.9	9	90
DCO (kg/j)*	6.0	6	60
DBO ₅ (kg/j)*	0.5	12	120
Matières inhibitrices (équitox/j)		25	100
Azote total-NTK (kg/j)	0.05	1.2	12
Phosphore total - Pt (kg/j)	0.03	0.3	3

Paramètre	Flux total généré par le projet avant traitement	Seuil réglementaire	
		Niveau R1	Niveau R2
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j)		7.5	25
Plomb (g/j)	11.84		
Zn (g/j)	11.84		
Métaux et métalloïdes - Métox (g/j)	130.19	30	125
Hydrocarbures (kg/j)	0.12	0.1	0.5
* Dans le cas de rejets salés présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/l, les paramètres DBO5 et DCO et leurs seuils sont remplacés par le paramètre COT avec les seuils suivants : Concernant a : COT : 80 kg/j (A) ; Concernant b : COT : 8 à 80 kg/j (D).			
	> R1 et < R2		
	> R2		

Conformément à l'article R213-48-3 du Code de l'environnement, la quantité de METOX rejetée est la somme des masses des métaux et métalloïdes rejetés mentionnées au tableau suivant, la masse de chacun d'entre eux étant préalablement multiplié par un coefficient fixé comme suit :

Tableau 19 : Coefficient multiplicatif pour le calcul des Métox

Code SANDRE	paramètre METOX	Coefficient de pondération
1369	Arsenic	10
1388	Cadmium	50
1389	Chrome	1
1392	Cuivre	5
1387	Mercure	50
1386	Nickel	5
1382	Plomb	10
1383	Zinc	1

Le flux de pollution généré par la plateforme est donc supérieur au niveau R2 pour au moins un des paramètres. Un traitement des eaux pluviales sera mis en place comme mesure réductrice.

3.3.3.2. EVALUATION DES FLUX POLLUANTS DES EAUX DE CARENAGE

3.3.3.2.1. Eléments polluants et données expérimentales sur les rejets d'eaux de carénage

Les différents polluants produits lors des opérations de lavage et décapage des coques dépendent fortement des modes opératoires (récupération ou recyclage plus ou moins poussé des abrasifs, types de peintures utilisées, fréquence des opérations...).

A titre d'exemple, on peut trouver des composés tels que mercure, plomb, zinc, cadmium, cuivre, arsenic.

Les données expérimentales trouvées dans la littérature concernent des aires de carénage accueillant les navires de plaisance de petite à moyenne taille, similaires aux bateaux qui seront concernés par le Port à Sec. Il existe relativement peu de données expérimentales concernant les eaux de carénage et elles concernent des navires de plaisance d'une taille nettement moindre que les unités à accueillir dans le cadre du projet de la plateforme 4000 T.

Etude Agence de l'Eau Loire Bretagne – 2014 – Synthèse 10 audits de chantiers de carénage

L'étude réalisée en 2014 par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne est un document de synthèse de 10 audits de chantiers de carénage.

Sur la base de cette étude, un tableau des valeurs à retenir pour l'estimation des flux bruts journaliers de pollution sur les aires de carénage a été établi :

Tableau 20 : Tableau des valeurs guide - Estimation des flux bruts journaliers

paramètres	seuils loi sur l'eau			
	R1	R2	flux spécifique maximal (mg/m ²)	concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m ²
	g/jour	g/jour		
MES	9000	90000	3971,4	158,856
DBO5ad	6000	60000	2256,7	90,268
DCOad2	12000	120000	4335,2	173,408
MOad2			2031,2	81,248
DBO5eb			909,5	36,380
DCOeb			5184	207,360
NK	1200	12000	309,2	12,368
NO2			3,18	0,127
NO3			107,5	4,300
NH4			27,3	1,092
Chlorures			12438,7	497,548
P	300	3000	40,9	1,636
As			0,2	0,008
Pb			1,99	0,080
Zn			329	13,160
Ni			1,08	0,043
Cu			271,3	10,852
Cr			0,54	0,021
Cd			0,46	0,018

paramètres	seuils loi sur l'eau			
	R1	R2	flux spécifique maximal (mg/m²)	concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m2
	g/jour	g/jour		
Fe			162,4	6,496
Al			82,7	3,308
Détergents			6,2	0,248
Indice phénol			7,52	0,301
Indice Hydrocarbures	100	500	90,9	3,636
MI (équitor/jour)	25	100	924,6	36,984
MVS			1593,1	63,724
Toluène			2,8	0,112
Xylènes			2,5	0,100
Benzène			0,57	0,023
Ethylbenzène			0,36	0,015
Diuron			8,39	0,336
Di(2-ethylhexy)phtalate			2,12	0,085
chloroforme			0,18	0,007
Lindane			0,11	0,004
chlorophénols			0,19	0,008
Métox	30	125		

Ce sont ces valeurs qui serviront de base à l'évaluation des flux sur l'aire de carénage du Port à Sec et pour la plateforme 4000T.

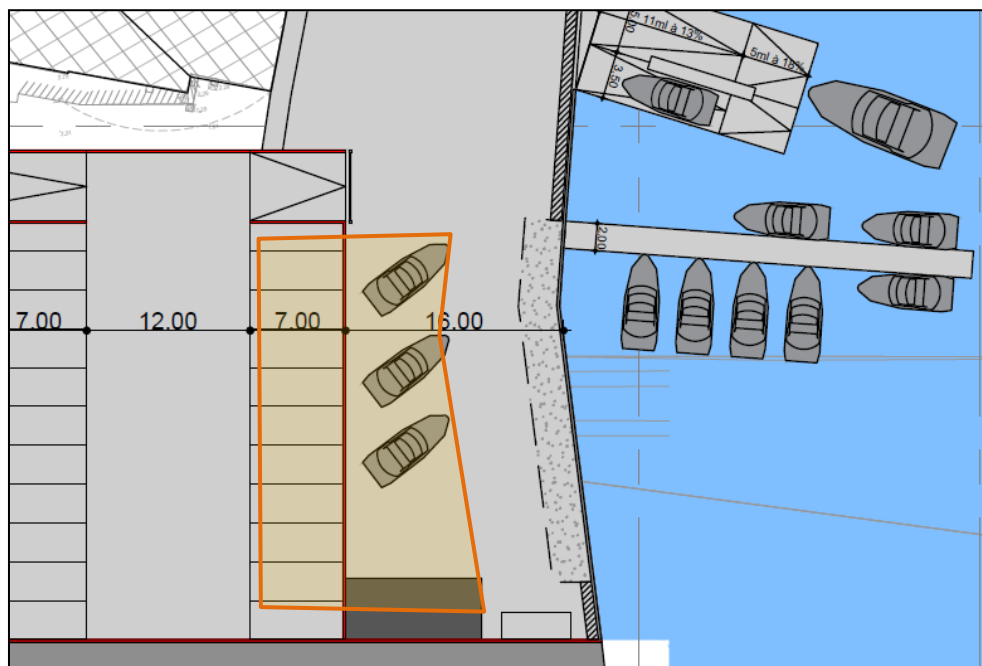
Le rapport de synthèse complet de cette étude AELB est joint en annexe 5 de la présente note hydraulique.

3.3.3.2.2. **Evaluation des flux polluants des eaux de carénage – PORT A SEC**

Le Port à Sec accueillera de l'ordre de 200 à 270 emplacements.

L'aire de carénage (430 m²) sera également ouverte aux bateaux du Port Vieux (environ 350 bateaux de moins de 10 m). Au total, ce seront donc 600 bateaux qui auront accès à l'aire de carénage.

Figure 32 : Aire de carénage – Port à Sec



Les bateaux acceptés auront une longueur de l'ordre de 7 m pour une largeur de l'ordre de 2,50 m.

Le nettoyage des carènes se fait avec une pompe de lavage à haute pression qui projette de l'eau froide entre 100 et 150 bars. L'impact du jet sur la coque provoque le décollement des salissures et la décomposition des couches de peintures restantes.

Cette décomposition peut se faire soit par décrochage de plaques de revêtement, soit par un lessivage de microparticules de peinture. Cette opération est généralement suivie d'un léger ponçage.

Caractérisation des flux polluants

Le nombre de lavages annuels est à la fois fonction du nombre de bateaux ayant accès à l'aire de carénage du Port à Sec et de la superficie de l'aire de carénage.

Pour exemple, l'aire de carénage du Port d'Arzal-Camoël (56) Aire de carénage propre, retenait 1000 lavages annuels pour 1000 bateaux ayant accès à l'aire de carénage et une aire de carénage de 1180 m² et 9 carénages par jour (cf. annexe 4).

Compte tenu des conditions de stockage dans le Port à Sec (Hors d'eau), de la superficie de l'aire de carénage (430 m²), du nombre de bateaux ayant accès à l'aire de carénage (600 bateaux dont 350 du Port Vieux) et au nombre maximum de carénages par jour (5 unités), le nombre de navires carénés annuellement peut être estimé entre 350 à 550 bateaux.

Nous retiendrons donc 550 lavages annuels.

Evaluation du flux annuel

Contrairement à la plateforme 4000 T, les opérations de lavage et de carénage sont réalisées de manière conjointes.

L'évaluation des flux porte donc comme vu précédemment, sur les masses produites lors de cette opération. Elles sont évaluées à partir des valeurs guide présentées dans le Tableau 20.

Tableau 21 : Evaluation des flux annuels associés à l'opération de lavage

Estimation du flux annuel de pollution de carénage en tête d'ouvrage épuratoire			
PORT A SEC			
Paramètres	Valeurs maximales		
	Flux spécifique maximal (mg/m²)	Concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m²	Flux annuel Kg 550 bateaux S = 25 m² par bateau
MES	3971,4	158,856	54,60
DB5ad	2256,7	90,268	31,02
DCOad2	4335,2	173,408	59,60
NK	309,2	12,368	4,25
P	40,9	1,636	0,56
As	0,2	0,008	0,0027
Pb	1,99	0,08	0,027
Zn	329	13,16	4,52
Ni	1,08	0,043	0,0148
Cu	271,3	10,852	3,73
Cr	0,54	0,021	0,0074
Cd	0,46	0,018	0,0063
Fe	162,4	6,496	2,23
Al	82,7	3,308	1,137
Indice phénol	7,52	0,31	0,103
Indice hydrocarbures	90,9	3,636	1,249
MI (equitox/jour)	924,6	36,984	12,71
MVS	1593,1	63,724	21,90
Diuron	8,39	0,336	0,115
Chloroforme	0,18	0,007	0,0024
Lindane	0,11	0,004	0,0015
Chlorophénols	0,19	0,008	0,0026
Métox	1,74		0,0239

Les besoins annuels en eau pour les 550 bateaux (S=25 m²) pour un ratio de 25l/m² sont de 344 m³ environ.

Evaluation des rejets en pointe

Le flux produit en situation de pointe est évalué sur la base d'une journée de pointe en retenant les données suivantes :

- La surface de carénage permet d'accueillir jusqu'à 5 bateaux en même temps compte tenu de la surface disponible (430 m²).

Le tableau suivant présente des bilans de pollutions en flux bruts.

Les flux de pollution sont ensuite comparés aux seuils définis dans l'arrêté du 9 août 2006 relatif au rejet dans les eaux de surface ou de sédiments marins relevant des rubriques 2.2.3.0 de la loi sur l'eau et permettent de positionner le Port à Sec au regard de cette rubrique.

Tableau 22 : Maximum théorique des flux produits en situation de pointe et classement sous la rubrique 2.2.3.0

Estimation de flux bruts de carénage en tête d'ouvrage épuratoire					
PORT A SEC					
Paramètres	Seuils Loi sur l'Eau		Valeurs maximales		
	R1	R2	Flux spécifique maxi (mg/m²)	Concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m²	Flux journalier maxi (g/jour)
	g/jour	g/jour			5 bateaux S=125 m²
MES	9000	90000	3971,4	158,856	496,425
DB5ad	6000	60000	2256,7	90,268	282,0875
DCOad2	12000	120000	4335,2	173,408	541,9
NK	1200	12000	309,2	12,368	38,65
P	300	3000	40,9	1,636	5,1125
As			0,2	0,008	0,025
Pb			1,99	0,08	0,24875
Zn			329	13,16	41,125
Ni			1,08	0,043	0,135
Cu			271,3	10,852	33,9125
Cr			0,54	0,021	0,0675
Cd			0,46	0,018	0,0575
Fe			162,4	6,496	20,3
Al			82,7	3,308	10,3375
Indice phénol			7,52	0,31	0,94
Indice hydrocarbures	100	500	90,9	3,636	11,3625
MI (equitox/jour)	25	100	924,6	36,984	115,575
MVS			1593,1	63,724	199,1375
Diuron			8,39	0,336	1,04875
Chloroforme			0,18	0,007	0,0225
Lindane			0,11	0,004	0,01375
Chlorophénols			0,19	0,008	0,02375
Métox	30	125			217,5

Classement Loi sur l'Eau	Non classé	Déclaration	Autorisation
--------------------------	------------	-------------	--------------

3.3.3.2.3. Plateforme Mégayacht

Sur la plateforme, les eaux de carénage et de lavage des bateaux proviennent des deux opérations différentes :

- **le lavage des coques** qui est effectué pour tous les navires lors de la mise à sec,
- **le décapage des coques** effectué uniquement pour certains navires lorsqu'il est nécessaire de mettre à nu la structure.

Les effluents produits correspondent à des « eaux de process ». Leur pollution dépend intimement de l'usage qui est fait de l'eau avant rejet ainsi que de la nature des peintures antisalissures et de l'état des carènes traitées.

Il n'est pas prévu d'aire spécifique pour le lavage des navires ou le décapage des carènes. Ces opérations seront donc réalisées sur chacun des postes de stockage des navires.

Dans le cas présent, les habitudes des clients font que l'entretien des navires est soigné et les nettoyages et carénage de coques plus fréquents que la moyenne des bateaux de plaisance ce qui limite les quantités de biosalissures enlevées lors des carénages. Par ailleurs, les peintures anti-fouling à matrice dure et renouvelées fréquemment sont moins sujettes à l'érosion au moment du nettoyage que sur les navires du Port à Sec.

Lavage des coques

Sur la plateforme MégaYacht, le lavage des navires est une opération systématique à toute mise à sec lorsque ceux-ci sont acheminés sur la plateforme par l'ascenseur. L'objectif est de nettoyer la carène afin d'y enlever toutes les biosalissures marines.

Ces eaux sont donc chargées en matières organiques et particules fines provenant du décapage des algues et des mollusques, des films bactériens et de la peinture anti-fouling, métaux lourds.

Les opérations de nettoyage de la coque des navires seront réalisées directement à la sortie de l'ascenseur, lorsque le navire est à sa place.

Elles ne pourront se faire qu'**un seul bateau à la fois et par jour** :

- le nettoyage se fait immédiatement à la sortie du navire tant que les résidus sur la coque sont humides ;
- un seul navire pourra être mis à sec par jour.

Cette opération s'effectue à l'aide de jets haute pression (de l'ordre de 200 à 300 bars).

L'ensemble des eaux est reçu sur le sol de la place de travail et collecté par les caniveaux à fente. Les débits très faibles des jets à haute pression ne permettent pas un autocurage des canalisations et de la surface. Une grande partie des éléments sédimentera donc sur l'aire de travail. Les opérations de lavage des coques sont donc suivies d'un nettoyage complet de l'aire de travail. Cependant, l'efficacité de ce nettoyage n'étant pas maîtrisée, cela n'a pas été pris en compte dans le cadre de l'évaluation des flux de polluants : les flux polluants ont été évalués de la même manière que les flux polluants du Port à Sec, soit sur la base des valeurs guides de l'étude AELB de 2014 (Tableau 20).

Les eaux de lavage sont donc chargées en biosalissures (matières minérales et organiques) et en particules de peinture (présence de biocides et de métaux lourds).

Les opérateurs n'utilisent pas de détergent. Les produits utilisés pour le nettoyage des ponts sont biodégradables à + de 90%. Les produits utilisés pour l'hivernage sont tous récupérés par l'entreprise.

Les débits liés aux eaux de lavage des coques sont liés au débit unitaire des nettoyeurs Haute Pression (600l/h par nettoyeur). Le débit de lavage pour un usage simultané de 6 nettoyeurs HP est de 3,6 m³/h. Les valeurs guide de l'étude AELB 2014 donne des besoins en eaux estimés à 25 l/m² qui donnent un besoin en eau légèrement supérieur à celui estimés sur la base des débits de nettoyeurs Haute Pression : les besoins seront néanmoins estimés à partir des valeurs guides AELB 2014.

Décapage des coques

Le décapage des coques est une opération nettement moins fréquente. L'objectif est de mettre à nu les coques des navires (navires acier et polyester) afin de traiter les points de rouille et d'appliquer un nouveau système de protection contre la corrosion. Cette dernière est assurée par l'application de peintures à base de zinc.

La technique de décapage la plus utilisée est **le sablage**. Elle assure le décapage et une rugosité nécessaire à la mise en œuvre du système anticorrosion. Cette opération consomme des quantités importantes d'abrasifs. Il est produit d'importantes quantités de poussières et de sables pollués par les débris de peinture. Cela impose de travailler avec des dispositifs de protection pour limiter les envols de poussières.

L'abrasif en lui-même est constitué par une charge minérale très dure et peut donc être considéré comme non polluant. Le sablage au sable est interdit depuis 1972, cependant l'appellation de "sablage" reste toujours, mais l'opération s'effectue avec des cendres vitrifiées concassées par exemple.

Afin de limiter les risques de pollution il sera prescrit de n'utiliser que des abrasifs inertes chimiquement.

Compte tenu des enjeux de propreté du site et de la proximité des autres navires, toutes les opérations de décapage des navires de la plateforme Mégayacht sont réalisées **sous protection**.

La technique de protection repose sur la réalisation d'un cocon de protection qui « emballer » tout ou partie du navire à traiter. Ce « cocon » est constitué par une ossature métallique de type échafaudages qui supporte une bâche de protection thermo-rétractable. Ce dispositif isole complètement l'unité sur laquelle on travaille.

Le décapage est réalisé par projection à sec d'abrasifs qui se retrouvent sur le sol de l'aire de travail. **Le process n'utilise pas d'eau et ne génère donc pas directement d'effluent liquide.**

Une fois l'opération de sablage effectuée, **le mélange d'abrasif et de peinture accumulé au sol est récupéré mécaniquement**. Le nettoyage de finition est assuré manuellement par balayage. Les résidus de sable et de peinture sont récupérés et évacués par des sociétés spécialisées dans des filières agréées.

Seul le reliquat est susceptible de rejoindre le réseau pluvial lors d'un lavage ultérieur ou de précipitations.

Dans le cadre des études de la Grande Plaisance, les retours d'expérience indiquaient une quantité d'abrasif résiduel à moins de 2,5 % de la masse totale d'abrasifs utilisés. Cette quantité ne dépend pas tellement de la taille du navire mais plutôt de la superficie au sol de la zone de travail. Afin de sécuriser l'estimation des apports et devant la relative incertitude de l'évaluation des masses de résidus, il est proposé de retenir d'évaluer les apports sur la base de **2 navires décapés annuellement et un ratio de 5 %**, ce qui évalue par excès les quantités rejetées et sécurise le dimensionnement vis-à-vis des fluctuations éventuelles d'activité.

Evaluation des flux polluants – PF4000T

Pour le décapage des coques, l'évaluation des flux polluant est basée sur les retours d'expérience de la Moyenne Plaisance.

Evaluation du flux annuel

- Lavage des coques

Pour le lavage des coques, l'évaluation des flux de polluants doit permettre de calculer les masses produites par cette opération. Même si contrairement au Port à Sec, les opérations de lavage et de carénage sont réalisées de manière distincte, les flux de polluants ont été estimés à partir des valeurs guide présentées dans le Tableau 20 pour un total de **23 lavages annuels**.

Tableau 23 : Evaluation des flux annuels associés à l'opération de lavage

Estimation de flux bruts de carénage en tête d'ouvrage épuratoire			
PLATEFORME 4000T - OPERATIONS DE LAVAGE			
Paramètres	Flux spécifique maximal (mg/m²)	Concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m²	Flux annuel en Kg
			Lavage PF4000 T 23 bateaux /an S = 1400 m²
MES	3971,4	158,856	127,88
DB5ad	2256,7	90,268	72,67
DCOad2	4335,2	173,408	139,59
NK	309,2	12,368	9,96
P	40,9	1,636	1,32
As	0,2	0,008	0,01
Pb	1,99	0,08	0,06
Zn	329	13,16	10,59
Ni	1,08	0,043	0,03
Cu	271,3	10,852	8,74
Cr	0,54	0,021	0,02
Cd	0,46	0,018	0,01
Fe	162,4	6,496	5,23
Al	82,7	3,308	2,66
Indice phénol	7,52	0,31	0,24
Indice hydrocarbures	90,9	3,636	2,93
MI (equitox/jour)	924,6	36,984	29,77
Diuron	8,39	0,336	0,27
Chloroforme	0,18	0,007	0,01
Chlorophénols	0,19	0,008	0,01
Métox			0,00

Les besoins annuels en eau pour les 23 bateaux ($S=1400 \text{ m}^2$) pour un ratio de 25 l/m^2 sont de 805 m^3 .

- Décapage des coques

Les opérations de décapage des coques sont réalisées avec des dispositifs de confinement par des entreprises spécialisées sous-traitantes. Celles-ci ont obligation contractuelle de procéder à un nettoyage complet de leur aire de travail. Ainsi la quasi-totalité des abrasifs et des peintures sèches décapées sont récupérées manuellement ou mécaniquement et ne rejoignent pas le réseau pluvial. Nous retiendrons **un apport au réseau pluvial de 5 % du total**, ce ratio comporte une marge de sécurité.

Tableau 24 : Evaluation de la masse totale d'abrasif utilisé et rejeté

Opérations de préparation de surface (enlèvement des anciennes peintures)					
<i>Abrasif projeté</i>	<i>Dimension</i>	<i>Nombre par/an</i>	<i>Surface moyenne de carène (m^2)</i>	<i>Consommation kg/m^2</i>	<i>Masse kg/an</i>
	110 m	2	1 400	50	140 000
Sous total abrasif					140 000
<i>Peinture sèche enlevée densité = 1,3</i>	<i>Dimension</i>	<i>Nombre par/an</i>	<i>Surface moyenne de carène (m^2)</i>	<i>Epaisseur (micromètres)</i>	<i>Masse produite kg/an</i>
	110 m	2	1 400	400	1 456
Sous total peinture					1 456

Tableau 25 : Masse rejetée lors des opérations de préparation de surface

<i>Dimension</i>	<i>Nombre par an</i>	<i>Masse totale (peinture et abrasif) Kg/an</i>	<i>% collecté</i>	<i>Masse collectée Kg/an</i>
110 m	2	141 456	5%	7 072,8
Total				7 072,8

Ces calculs appellent plusieurs commentaires :

- 1. L'activité de décapage des coques est celle qui produit la majorité des MES collectées par le réseau.
- 2. Cette quantité est produite par un tout petit nombre d'opérations (2 par an).

La masse annuelle est donc très sensible aux éventuelles fluctuations de la demande et le décapage d'une seule unité supplémentaire conduit à 1/3 d'augmentation.

C'est pourquoi le ratio d'apport retenu dans le calcul est volontairement fort : 5% alors que les professionnels l'évaluent dans la fourchette de 1 % à 2,5 % (Cf. 3.3.3.2).

L'ensemble des matières rejetées représente donc environ 7 072 kg/an, valeur arrondie à 7 t/an. Il y a lieu d'ajouter à cette valeur, les résidus ou débris de ponçage de finition. Nous retiendrons par hypothèse 10 % de majoration du total, soit **une masse totale évaluée à 7,7 t/an.**

Remarque :

On notera que la majorité de cette masse est constituée par l'abrasif et que donc :

- La charge polluante est « diluée » par l'abrasif, qui représente **96 % de la masse totale.**
- Globalement, la charge la plus importante est générée par les opérations de décapage des coques. C'est donc bien la qualité du nettoyage des surfaces, après intervention, qui influe de façon déterminante sur la masse de matières véhiculée par le réseau pluvial de la plate-forme.

Evaluation des rejets en pointe

Le flux produit en situation de pointe est évalué sur la base **d'une journée de pointe** en retenant les données suivantes :

- Une opération de lavage est possible par jour comme expliqué précédemment (7 emplacements, mais une mise à sec de navire par jour),
- Ce même jour est également supposé accueillir un décapage de coque annuel.

C'est bien évidemment une situation théorique, mais cette configuration semble tout à fait envisageable.

Tableau 26 : Maximum théorique des flux produits en situation de pointe

Estimation de flux bruts en tête d'ouvrage épuratoire

PLATEFORME 4000T - JOUR DE POINTE

Paramètres	Seuils Loi sur l'Eau		Flux spécifique maximal (mg/m²)	Concentration maxi (mg/l) pour 25 l/m²	Flux journalier maxi (g/jour)	
	R1	R2			Lavage PF4000 T	Décapage PF4000 T
	g/jour	g/jour			1 bateau /jour S = 1400 m²	1 bateau
MES	9000	90000	3971,4	158,856	5559,96	3536000
DB5ad	6000	60000	2256,7	90,268	3159,38	
DCOad2	12000	120000	4335,2	173,408	6069,28	
NK	1200	12000	309,2	12,368	432,88	
P	300	3000	40,9	1,636	57,26	
As			0,2	0,008	0,28	
Pb			1,99	0,08	2,786	
Zn			329	13,16	460,6	
Ni			1,08	0,043	1,512	
Cu			271,3	10,852	379,82	
Cr			0,54	0,021	0,756	
Cd			0,46	0,018	0,644	
Fe			162,4	6,496	227,36	
Al			82,7	3,308	115,78	
Indice phénol			7,52	0,31	10,528	
Indice hydrocarbures	100	500	90,9	3,636	127,26	
MI (equitox/jour)	25	100	924,6	36,984	1294,44	

Diuron			8,39	0,336	11,746	
Di(2-ethylexy)phtalate			2,12	0,085	2,968	
Chloroforme			0,18	0,007	0,252	
Chlorophénols			0,19	0,008	0,266	
Métox	30	125			2430	

Classement Loi sur l'Eau

Non classé

Déclaration

Autorisation

Le calcul met en évidence l'importance des flux produits par les opérations de décapage et leur incidence majeure sur le flux journaliers des MES.

3.3.4. Ouvrages de traitement des eaux pluviales

3.3.4.1. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES – EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales seront traitées avant leur rejet en mer. Pour le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux, nous retiendrons une **pluie annuelle de durée 1 h⁴**. En effet le lessivage des sols a lieu pour des pluies fréquentes. Au-delà d'une certaine durée, la pluie n'engendre pas de lessivage supplémentaire des sols.

Cette pluie avait également été retenue lors des études précédentes réalisées sur le site (plateformes Grande et Moyenne plaisance). De plus, les prescriptions de la métropole fixent les valeurs limites autorisées pour les rejets dans les réseaux pluviaux. Ces valeurs sont à respecter **jusqu'à la pluie annuelle**.

Les débits de pointe ont été calculés par la méthode rationnelle pour une durée d'1 heure avec les coefficients de Montana de Marignane. Les débits fournis correspondent à l'assemblage des bassins versant au niveau de chaque organe de traitement prévu :

Tableau 27 : Débits de dimensionnement des ouvrages de traitement

Ouvrage de traitement	Bassins versants considérés	Superficie (ha)	Débit annuel pour une pluie de 1h (l/s)
Traitement exutoire 2 plateforme	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1,69	97
Traitement exutoire 1 plateforme	1a, 1b, 1c, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, parking Sud	2,49	144
Traitement exutoire Port à Sec	Parking Ouest et Port à Sec	0,62	36

Ces débits seront donc retenus pour le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux pluviales.

Afin d'atteindre l'objectif d'une concentration en rejet de 35 mg/l, la charge hydraulique des ouvrages de traitement devra être de l'ordre de 1 m/h et permettre un abattement de près de 90% de MES (88%).

⁴ En référence aux projets réalisés précédemment (Cf. annexe 1 et 2 pour la plateforme SAHARA grande plaisance et la moyenne plaisance)

Les ouvrages de traitement des eaux pluviales devront permettre :

- D'assurer le traitement de l'intégralité des eaux de pluie correspondant à la pluie de retour retenue : pluie annuelle 1 heure,
- De garantir le traitement des premiers flux chargés en polluants pour les précipitations au-delà de la période de retour retenue,
- De limiter les débits en tête du dispositif de traitement afin d'éviter tout lessivage et départ des boues au milieu récepteur. Les débits au-delà de la capacité de traitement des ouvrages devront pouvoir être by-passés vers le milieu naturel.

3.3.4.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES PROJETES

Les ouvrages prévus permettront d'atteindre les abattements présentés sur les débits de traitement des eaux pluviales.

Ces ouvrages seront **des décanteurs dépollueurs en polyester** qui permettent par décantation l'interception des matières en suspension (MES) et des polluants associés (métaux lourds, DCO, hydrocarbures...). Ils seront constitués de 3 compartiments successifs assurant chacun une fonction et une étape précise du traitement global des effluents :

- **Un compartiment dessableur / débourbeur** qui permet de retenir et de stocker les matières lourdes et les flottants. Ce compartiment est équipé d'un dégrilleur en acier inoxydable avec un **entrefer de maille 35 mm**, d'un répartiteur de flux et d'une chambre de **stockage des macrodéchets** (sables, graviers, déchets, flottants...);
- **Un décanteur lamellaire** type nid d'abeille ou faisceau tubulaire qui fonctionne sur un système de lames déversantes et permet la décantation des MES et leur stockage. Celui-ci est dimensionné pour une charge hydraulique de l'ordre d'1 m/h et un abattement de près de **90 % des MES**. Ce compartiment est équipé d'un silo à boues de forte capacité ;
- **Un compartiment de reprise des effluents** en sortie de traitement équipé d'une **lame siphonoïde** qui permet de piéger les liquides légers (hydrocarbures...).

Les ouvrages envisagés sur les trois exutoires ont les caractéristiques suivantes :

Tableau 28 : caractéristiques des ouvrages de traitement

	Zone 2 – Rejet 2	Zone 1 – Rejet 1	Zone 3 – PORT A SEC
Superficie totale	16 900 m ²	24 900 m ²	6 200 m ²
Traitement des eaux pluviales	16 900 m ² Traitement de la pluie annuelle 1 h soit 97 l/s	24 900 m ² Traitement de la pluie annuelle 1 h soit 144 l/s	6200 m ² Traitement de la pluie annuelle 1 h soit 36 l/s
Débit traité	100 l/s	150 l/s	40 l/s
Surface admission du filtre	350 m ²	500 m ²	140 m ²

	Zone 2 – Rejet 2	Zone 1 – Rejet 1	Zone 3 – PORT A SEC
Volume compartiment débourbeur	10 m3	12 m3	5 m3
Compartiment décanteur Charge hydraulique	1 m/h	1 m/h	1 m/h
Compartiment décanteur Volume stockage	12 m3	15 m3	6 m3
Compartiment de reprise Volume de stockage	2,4 m3	2,4 m3	1,2 m3

3.3.4.3. ESTIMATION DES REJETS APRES TRAITEMENT

Les tableaux ci-dessous présentent les concentrations susceptibles d'être rejetées après traitement, pour chaque unité.

Tableau 29 : Traitement exutoire n°2 : Plateforme

Débit (m³/s) (pluie annuelle 1h)	0,097	Vitesse de chute :		1 m/h			
Volume (m³) en 1h	349.2	% d'abattement :		88,0%			
surface imperméabilisée (ha)	1.69						
Polluant	concentration (kg/ha/an)	Quantité (kg/an) (1)	Quantité mobilisée lors de la pluie annuelle (2)	Concentration initiale (mg/l) (3)	Proportion de polluant sur les MES (4)	% d'abattement (5)	Concentration résiduelle (mg/l) (6)
MES	600	1014	101.4	290.4	100,0%	88,0%	34.8
DCO	460	777.4	77.74	222.6	87,0%	76,6%	52.2
DBO5	40	67.6	6.76	19.4	86,0%	75,7%	4.7
NTK	3.7	6.253	0.6253	1.8	74,5%	65,6%	0.6
Pt	2.3	3.887	0.3887	1.1	75,0%	66,0%	0.4
HC	9.2	15.548	1.5548	4.5	86,5%	76,1%	1.1
Pb	0.9	1.521	0.1521	0.4	94,0%	82,7%	0.1
Zn	0.9	1.521	0.1521	0.4	94,0%	82,7%	0.1

(1) Flux de pollution annuel

(2) Hypothèse :

la pluie à traiter récupère 10% de la pollution annuelle déposée sur la plate-forme

(3) = (2) / volume

(4) valeurs moyennes données dans la littérature

(5) = abattement en tenant compte de la proportion de polluant sur les MES

(6) = (3) * [100% - (5)]

Tableau 30 : Traitement exutoire n°1 : Plateforme

Débit (m³/s) (pluie annuelle 1h)	0,144	Vitesse de chute :	1 m/h				
Volume (m³) en 1h	518,4	% d'abattement :	88,0%				
surface imperméabilisée (ha)	2,49						
Polluant	concentration (kg/ha/an)	Quantité (kg/an) (1)	Quantité mobilisée lors de la pluie annuelle (2)	Concentration initiale (mg/l) (3)	Proportion de polluant sur les MES (4)	% d'abattement (5)	Concentration résiduelle (mg/l) (6)
MES	600	1494	149,4	288,2	100,0%	88,0%	34,6
DCO	460	1145,4	114,54	220,9	87,0%	76,6%	51,8
DBO5	40	99,6	9,96	19,2	86,0%	75,7%	4,7
NTK	3,7	9,213	0,9213	1,8	74,5%	65,6%	0,6
Pt	2,3	5,727	0,5727	1,1	75,0%	66,0%	0,4
HC	9,2	22,908	2,2908	4,4	86,5%	76,1%	1,1
Pb	0,9	2,241	0,2241	0,4	94,0%	82,7%	0,1
Zn	0,9	2,241	0,2241	0,4	94,0%	82,7%	0,1

(1) Flux de pollution annuel

(2) Hypothèse :

la pluie à traiter récupère 10% de la pollution annuelle déposée sur la plate-forme

(3) = (2) / volume

(4) valeurs moyennes données dans la littérature

(5) = abattement en tenant compte de la proportion de polluant sur les MES

(6) = (3) * [100% - (5)]

Tableau 31 : Traitement exutoire port à sec

Débit (m³/s) (pluie annuelle 1h)	0,036	Vitesse de chute :	1 m/h				
Volume (m³) en 1h	129,6	% d'abattement :	88,0%				
surface imperméabilisée (ha)	0,63						
Polluant	concentration (kg/ha/an)	Quantité (kg/an) (1)	Quantité mobilisée lors de la pluie annuelle (2)	Concentration initiale (mg/l) (3)	Proportion de polluant sur les MES (4)	% d'abattement (5)	Concentration résiduelle (mg/l) (6)
MES	600	378	37,8	291,7	100,0%	88,0%	35,0
DCO	460	289,8	28,98	223,6	87,0%	76,6%	52,4
DBO5	40	25,2	2,52	19,4	86,0%	75,7%	4,7
NTK	3,7	2,331	0,2331	1,8	74,5%	65,6%	0,6
Pt	2,3	1,449	0,1449	1,1	75,0%	66,0%	0,4
HC	9,2	5,796	0,5796	4,5	86,5%	76,1%	1,1
Pb	0,9	0,567	0,0567	0,4	94,0%	82,7%	0,1
Zn	0,9	0,567	0,0567	0,4	94,0%	82,7%	0,1

(1) Flux de pollution annuel

(2) Hypothèse :

la pluie à traiter récupère 10% de la pollution annuelle déposée sur la plate-forme

(3) = (2) / volume

(4) valeurs moyennes données dans la littérature

(5) = abattement en tenant compte de la proportion de polluant sur les MES

(6) = (3) * [100% - (5)]

3.3.5. Ouvrages de traitement des eaux de carénage – Port à sec

3.3.5.1. PRESENTATION DU TRAITEMENT RETENU

Les eaux de carénage nécessitent un traitement spécifique.

La définition du traitement est basée sur la grille de solutions de traitement en fonction de la taille de l'aire de carénage et de la sensibilité du milieu récepteur définie dans l'étude AELB 2014 (annexe 5) :

Tableau 32 : Niveau de traitement en fonction du milieu récepteur et du nombre de bateaux par an

Milieu récepteur/Taille des chantiers	< à 100 bateaux (consommation d'eau < à 100 m³/an)	100 à 400 bateaux (consommation d'eau entre 100 et 400 m³/an)	> à 400 bateaux (consommation d'eau > à 400 m³/an)
	avec des consommations d'eau comprises entre 10 et 30 l/m² caréné de bateaux et < 500l/dessalage de moteurs in-board.		
Baignades	<u>Stockage</u> Pompage et élimination des effluents en tant que déchets dangereux ou Traitement mobile avant rejet* ou <u>Filière exhaustive</u> 1) Prétraitement (ex : déboureur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : déboureur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	
Conchylicoles			
Salmonicoles			
Eau de mer hors cas cités précédemment	Prétraitement : Déboureur/Décanteur/Déshuileur	<u>Filière intermédiaire :</u> 1) Prétraitement (ex : déboureur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : déboureur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)
Réseau EP communal avec exutoire mer hors cas particuliers cités précédemment			
Réseau EP communal avec exutoire cours d'eau hors cas particuliers cités précédemment			

Au vu de la grille de solutions (tableau 22), la filière proposée est une filière exhaustive avec :

Prétraitement - Préfiltration

Un débourbeur/déshuileur/séparateur à hydrocarbures avec une partie lamellaire pour augmenter les surfaces d'échange et améliorer la décantation.

Traitement poussé - Filtration

Un traitement hors sol viendra compléter la filière de traitement. Il s'agira d'une unité hors sol de microfiltration qui sera composée d'une filtration sur zéolithe permettant en particulier l'adsorption des métaux lourds.

Traitement de finition - Adsorption

Le traitement sera finalisé par un ouvrage d'adsorption sur du charbon actif pour les métaux dissous résiduels et les micropolluants organiques.

3.3.5.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES PROJETES – PORT A SEC

Sur l'aire de carénage du Port à Sec, les débits à traiter sont les suivants :

- Débit temps sec – 3 m³/h - correspondant au débit de 5 nettoyeurs Haute Pression en simultané (600 l/h unitaire) basé sur un lavage de 5 bateaux en simultané. Cette estimation est supérieure aux besoins en eau vus précédemment avec un ratio de 25 l/m².
- Débit pluie annuelle 1h

3.3.5.2.1. Ouvrage de prétraitement

L'ouvrage de prétraitement sera constitué d'un **décanteur dépollueur en polyester** qui permettent par décantation l'interception des matières en suspension (MES) et des polluants associés (métaux lourds, DCO, hydrocarbures...). Il sera constitué de 3 compartiments successifs assurant chacun une fonction et une étape précise du traitement global des effluents :

- **Un compartiment dessableur / débourbeur** qui permet de retenir et de stocker les matières lourdes et les flottants. Ce compartiment est équipé d'un dégrilleur en acier inoxydable avec un **entrefer de maille 35 mm**, d'un répartiteur de flux et d'une chambre de **stockage des macrodéchets** (sables, graviers, déchets, flottants...);
- **Un décanteur lamellaire** type nid d'abeille ou faisceau tubulaire qui fonctionne sur un système de lames déversantes et permet la décantation des MES et leur stockage. Celui-ci est dimensionné pour une charge hydraulique de l'ordre d'1 m/h et un abattement de près de **90 % des MES**. Ce compartiment est équipé d'un silo à boues de forte capacité ;
- **Un compartiment de reprise des effluents** en sortie de traitement équipé d'une **lame siphon** qui permet de piéger les liquides légers (hydrocarbures...).

Tableau 33 : Caractéristiques de l'unité de prétraitement de l'aire de carénage du Port à Sec

Zone 3 – PORT A SEC - Carénage	
Superficie totale	430 m ²
Débit nominal de traitement	20 l/s
Débit de pointe accepté	45 l/s
Volume de stockage des sables	1.6 m ³
Volume stockage des boues	1.2 m ³
Volume stockage des liquides légers	0.5 m ³
Charge hydraulique	1 m/h
Charge hydraulique débit de pointe	1.9 m/h

L'ouvrage de pré-traitement assurera le traitement d'une pluie annuelle 1 h avec une charge hydraulique de 1 m/h.

3.3.5.2.2. **Ouvrages de filtration et de finition**

Les ouvrages de filtration et de finition seront alimentés par un poste de relevage.

Ils assureront le traitement du débit temps sec (3 m³/h).

Le débit sera limité par le poste de relevage qui permettra un fonctionnement à débit contrôlé.

3.3.5.3. **ESTIMATION DES REJETS APRES TRAITEMENT**

Les tableaux suivants présentent les concentrations susceptibles d'être rejetées après traitement des eaux de carénage du Port à Sec. Les valeurs des rendements épuratoires proviennent de l'étude AELB 2014.

Tableau 34 : Traitement des eaux de carénage - Port à sec

Débit de traitement	Polluant	Concentration (mg/l)	efficacité de la filière zéolithe (%)	Concentration résiduelle (mg/l)
m ³ /h	MES	158,856	87,1	20,5
3	DB5ad	90,268	73,8	23,7
	DCOad2	173,408	61,0	67,6
	MOad2	81,248	64,70	28,7
	DBO5eb	36,38	73,30	9,7
	DCOeb	207,36	63,50	75,7
	NK	12,368	53,30	5,8
	NO2	0,127	84,60	0,02
	NO3	4,3	95,90	0,18
	NH4	1,092	0,00	1,1
	Chlorures	497,548	54,50	226,4
	P	1,636	17,3	1,4
	As	0,008	100	0,0
	Pb	0,08	100	0,0
	Zn	13,16	86,5	1,8
	Ni	0,043	54,7	0,019479
	Cu	10,852	82	2,0
	Cr	0,021	78,8	0,004452
	Cd	0,018	82,4	0,003168
	Fe	6,496	84,6	1,000384
	Al	3,308	90,8	0,304336
	détergents	0,248	0	0,248
	Indice phénol	0,31	100	0
	Indice hydrocarbures	3,636	78,5	0,78174
	MI (equitox/jour)	36,984	100	0
	MVS	63,724	77,8	14,146728

3.3.6. Ouvrages de traitement des eaux de carénage – Plateforme 4000T

3.3.6.1. PRESENTATION DU TRAITEMENT RETENU

La plateforme 4000T présente certaines spécificités compte tenu :

- du type de bateaux présents sur la plateforme 4000T
- du mode de collecte des effluents :
 - Collecte dans des caniveaux à fente posés à pente nulle,
 - Pas d'aire de carénage spécifique : les eaux pluviales ne pourront pas être dissociées des eaux de lavage des navires.

Comme vu précédemment, les débits attendus (hors évènement pluvieux) sont liés uniquement au rejet des eaux de carénage. Le rejet des eaux de climatisation ne se fera pas de manière permanente et continue.

Le débit lié aux eaux de lavage sera limité par le débit eau potable livré sur chaque place (12 m³/h). Le débit de traitement des eaux de lavage est de 3,6 m³/h, correspondant au débit de 6 nettoyeurs Haute Pression en simultané (600 l/h unitaire).

Deux zones seront traitées indépendamment (cf. 3.2.2.1) :

- Zone 1 : vers exutoire 1
- Zone 2 : vers exutoire 2

Pour les deux exutoires de la **Plateforme**, un ouvrage de traitement des eaux de lavage sera positionné à côté des ouvrages de traitement des eaux pluviales, pour constituer un ensemble qui assurera le traitement des eaux provenant de la plateforme.

3.3.6.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES PROJETES

Compte tenu des spécificités de la plateforme 400T, il n'est pas possible de mettre en place un traitement de type filière exhaustive comme celui qui sera mis en place sur le Port à Sec.

Le principe du traitement retenu est donc d'assurer une collecte efficace de tous les effluents et de procéder à un prétraitement permettant l'abattage des MES, des polluants associés et des hydrocarbures.

Pour les **deux zones à traiter sur la plateforme**, les eaux de carénage étant dispersées au niveau de chaque place, les ouvrages de traitement des eaux de carénage et du traitement des eaux pluviales seront tous situés au niveau de l'exutoire.

Figure 33 : Principe du dispositif de traitement des eaux de lavage et des eaux pluviales

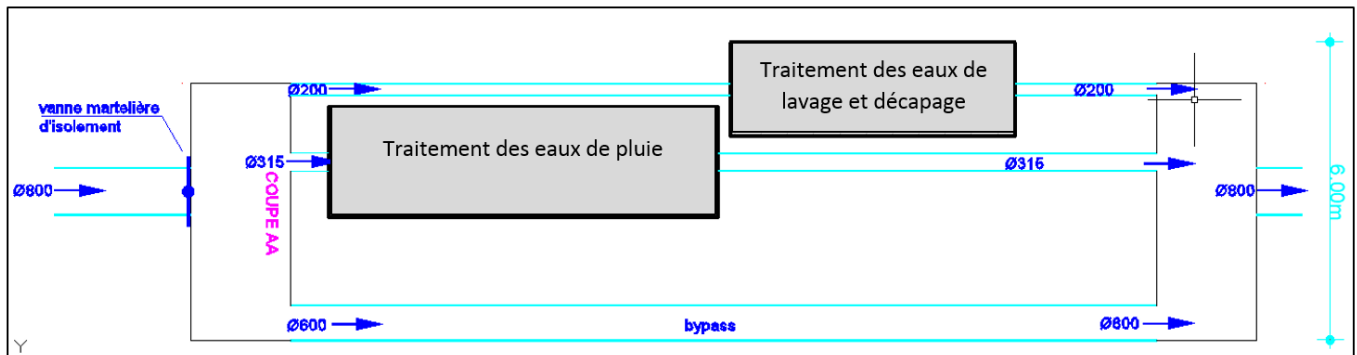
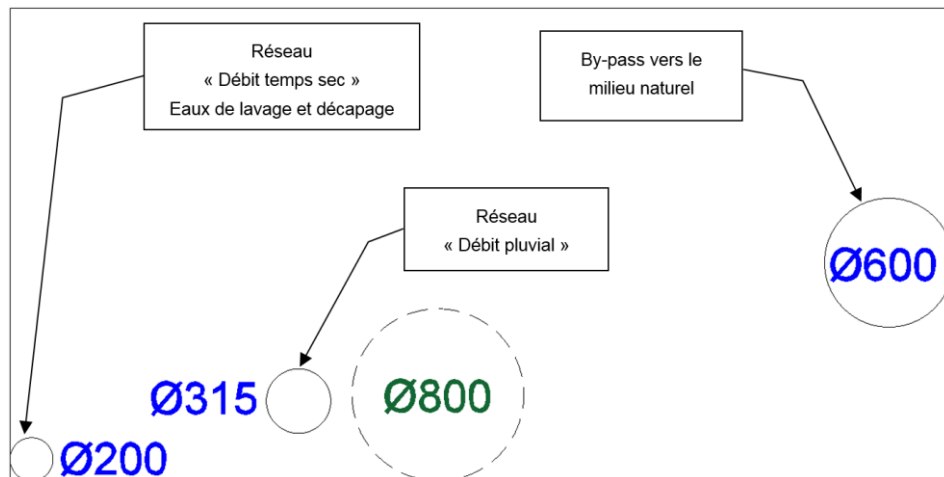


Figure 34 : Principe de l'ouvrage de répartition des débits



Pour les ouvrages, le principe retenu est donc le suivant :

- Mise en place sur la canalisation de transport des eaux pluviales d'un **ouvrage de répartition des flux** en tête du traitement équipé d'une **vanne martelière** permettant l'isolement d'une pollution accidentelle ou le stockage des eaux d'extinction d'incendie sur la plateforme ;
- **Traitement du débit temps sec** correspondant aux eaux de carénage 3,6 m3/h par un ouvrage (décanteur/dépollueur) et équipé d'un système de

régulation du débit pour éviter tout lessivage et rejets des déchets au milieu naturel ;

- **Traitement des eaux de pluie** (respectivement $Q = 97 \text{ l/s}$ et $Q = 144 \text{ l/s}$) par un ouvrage décanteur-dépollueur assurant un abattement de 88% des MES sur le débit de dimensionnement (Pluie 1 an / durée 1h) ;
- Surverse pour les débits supérieurs non traités directement acheminés vers le milieu naturel.

Le traitement sera dimensionné pour une vitesse de passage de 1 m/h (comme pratiqué sur la plateforme Grande Plaisance Sahara). Cette vitesse de passage permettra de retenir 90 % des particules présentes.

Tableau 35 : Performance attendue des ouvrages de traitement

	Zone 2 – Rejet 2	Zone 1 – Rejet 1
Superficie totale	16 900 m ²	24 900 m ²
Surface Carénage	Surface totale	Surface totale
Traitement eaux de carénage	Traitement du débit temps sec : 3,6 m ³ /h Débit temps sec traité par le décanteur dépollueur Vitesse de passage 1 m/h – Abattement des MES à 90%	Traitement du débit temps sec : 3,6 m ³ /h Débit temps sec traité par le décanteur dépollueur Vitesse de passage 1 m/h – Abattement des MES à 90%
Traitement des eaux pluviales	16 900 m ² Traitement de la pluie annuelle 1 h soit 97 l/s Débit annuel – 1h - traité par le décanteur dépollueur Vitesse de passage 1 m/h - Abattement de 88 % des MES	24 900 m ² Traitement de la pluie annuelle 1 h soit 144 l/s Débit annuel – 1h - traité par le décanteur dépollueur Vitesse de passage 1 m/h - Abattement de 88 % des MES

Les ouvrages de traitement des eaux de lavage (débit temps sec) auront les caractéristiques suivantes :

Tableau 36 : Caractéristiques de l'unité de traitement des aires de carénage de la PF4000T

	PF4000T
Débit nominal de traitement	6 l/s
Débit de pointe accepté	14 l/s
Volume de stockage des sables	1.6 m ³
Volume stockage des boues	0.3 m ³
Volume stockage des liquides légers	0.5 m ³
Charge hydraulique	1 m/h
Charge hydraulique débit de pointe	1.9 m/h

3.3.6.3. ESTIMATION DES REJETS APRES TRAITEMENT

Les tableaux suivants présentent les concentrations susceptibles d'être rejetées après traitement des eaux de carénage. Les hypothèses utilisées correspondent à une journée de pointe dont les flux ont été évalués précédemment.

Tableau 37 : Traitement des eaux de carénage – Plateforme 4 000 t

* rendement épuratoire provenant de l'étude AELB 2014

Débit de traitement m³/h	Polluant	Concentration (mg/l)	Concentration (mg/g de MES)	Flux (g/h)	Partie fixée aux MES	Elimination par décantation 90%	Concentration résiduelle (mg/l)	% d'élimination par polluant
3,6	MES	158,9	1000,0	572,0	572,0	514,8	15,9	90,0%
	DCO	173,4	673,0	624,3	530,6	477,6	40,8	76,5%
	DBO5	90,3		325,1	276,3	248,7	21,2	76,5%
	NTK	12,37	6,17	44,52	37,85	34,06	2,9	76,5%
	Pt	1,64	3,83	5,89	5,01	4,51	0,38	76,5%
	Hydrocarbures	3,64	15,33	13,09	11,13	10,01	0,85	76,5%
	As	0,08			0,08	0,08*	0,00	100%
	Pb	0,08	1,26	0,29	0,27	0,25	0,01	85,5%
	Zn	13,16	24,40	47,38	45,01	40,51	1,91	85,5%
	Ni	0,043						
	Cu	10,85	73,26	39,07	37,11	33,40	1,57	85,5%
	Cr	0,02		0,08			0,02	0%

3.3.6.4. MESURES DE SUIVI DE LA QUALITE DES REJETS

Comme vu précédemment, 3 exutoires distincts assureront l'évacuation des eaux collectées sur la plateforme 4000T et le Port à sec :

- **Exutoire 1** : au Nord-Ouest de la plateforme
- **Exutoire 2** : au Nord-Est de la plateforme
- **Exutoire 3** : au niveau du Port à Sec

Afin d'assurer le suivi de la qualité des rejets au milieu naturel au niveau de ces exutoires, un dispositif de suivi des rejets sera mis en place.

Ce dispositif s'appuiera sur l'organisation de deux campagnes annuelles de prélèvements Entrée / Sortie réalisés au niveau de chacun des trois exutoires.

Ces prélèvements seront effectués sous averse, à l'entrée et à la sortie des ouvrages de traitement mis en place. Ces deux prélèvements annuels seront réalisés dans un contexte différent : un prélèvement dans un contexte « hautes eaux » effectué au printemps ou à l'automne, et un prélèvement temps sec réalisés préférentiellement l'été après une période sèche durable.

Ces campagnes de prélèvements seront réalisées par une entreprise habilitée COFRAC 17025 de manière à ce qu'une analyse contextuelle vienne accompagner les résultats obtenus.

Les analyses porteront sur les 7 paramètres définis précédemment (MES / DCO / DBO5 / NTK / Pt / Hydrocarbures / Plomb / Zn).

3.3.7. Rétention des eaux d'incendie

Sur la base de la demande de Service Départemental d'Incendie et de Secours, les besoins du système de protection incendie de la plateforme sont de 360 m³/h pendant 2 heures soient 720 m³.

Le volume incendie de **720 m³** des eaux d'extinction doit faire l'objet d'une rétention avant rejet de manière à interdire le rejet direct de ces eaux au milieu naturel.

Ces eaux seront collectées par le réseau pluvial qui sera équipé d'un système d'obturation qui se présentera sous la forme de deux vannes martelière située en amont et en aval des ouvrages de traitement des eaux pluviales.

La plateforme étant collectée par deux collecteurs distincts, le volume de 720 m³ pourra être collecté de la manière suivante :

Tableau 38 : volume stockable dans le réseau de collecte

Caniveaux à fente			S (m²)	V (m³)
Caniveau à fente béton Ø300 mm	ml	335	0,07065	23,7
Caniveau à fente béton Ø400 mm	ml	760	0,1256	95,5
Caniveau à fente béton Ø500 mm	ml	540	0,19625	106
Caniveau à fente béton Ø600 mm	ml	55	0,2826	15,5
Collecte plateforme et rampe d'accès				
Réseau béton Ø400 mm	ml	100	0,1256	12,6
Réseau béton Ø600 mm	ml	220	0,2826	62,2
Réseau béton Ø800 mm	ml	300	0,5024	150,5
Volume total rétention				465

Ce volume étant stocké dans le réseau pluvial, le volume restant à retenir est de 255 m³.

Sur une surface de 40 000 m² environ, ce volume de 255 m³ représente une hauteur de 6 mm.

Le calage des altimétries de la plateforme permet la rétention en surface du volume restant à retenir en surface sans débordement et dans des conditions acceptables de circulation et de sécurité.

3.3.8. Gestion du risque de pollution accidentelle

Afin de prévenir le risque de pollution accidentelle, le projet prévoit **la mise en place d'un dispositif d'isolement du réseau de collecte**. En aval du système d'assainissement pluvial, un dispositif d'isolement (vanne martelière) permettra d'obturer le réseau en cas de déversement accidentel de produit polluant (Cf. Figure 33).

De plus, les dispositifs de traitement devront être implantés de façon à ne pas subir l'influence hydraulique du niveau marin. Il est donc nécessaire d'isoler les ouvrages de la mer. Ceci impose la mise en place d'un jeu de clapets et de vannes asservis aux niveaux sur la canalisation de rejet. En aval du système d'assainissement pluvial, un dispositif d'isolement (vanne martelière) permettra d'obture le réseau en cas de déversement accidentel de produit polluant.

Ces dispositifs d'isolement assurent :

- L'isolement du réseau pluvial et des unités de traitement vis-à-vis des remontées d'eau de mer (coup de mer) ;
- L'isolement des unités de traitement vis-à-vis du réseau pluvial pour stockage temporaire des pollutions (accident ou incendie) ;
- L'isolement du réseau pluvial vis-à-vis du milieu naturel pour stockage temporaire des pollutions (accident ou incendie) ;
- L'isolement des unités de traitement pour intervention d'entretien ou maintenance.

En cas de pollution accidentelle, le réseau de collecte est donc isolé et concentre la pollution sur la plateforme. Après analyse de ces eaux, les mesures suivantes sont mises en place :

- En cas de pollution avérée, un camion de nettoyage assurera la collecte des eaux polluées et le nettoyage du réseau,
- Dans le cas où les ouvrages de traitement mis en place sont suffisants pour traiter ces eaux la vanne d'isolement est rouverte pour permettre le traitement.

3.4. Rejet des eaux de refroidissement des climatisations des navires

3.4.1. Etat des besoins

Les besoins en desserte eau de mer pour les eaux de refroidissement des climatisations concernent les 7 places destinées à accueillir les navires :

- Climatisation : **270 m³/h/emplacement** soient **1 890 m³/h** en pointe,
- Protection incendie : **100 m³/h/emplacement**

Le rejet des eaux de refroidissement des climatisations ne pourra pas se faire dans le réseau pluvial pour des raisons de dimensionnement des ouvrages de traitement dont les capacités ne permettent de recevoir ces effluents.

Un réseau propre au rejet de ces effluents sera aménagé.

3.4.2. Rejet des eaux de refroidissement des climatisations

Les conduites de rejet d'eau de mer devront pouvoir évacuer les débits cumulés des eaux issues du refroidissement des climatisations.

Tableau 39 : Tableau de dimensionnement des conduites de rejet d'eau de mer

Rejets cumulés	1	2	4	6
Débits cumulés (m3/s)	0,075	0,15	0,3	0,45
Pente de la conduite projetée	1%	1%	1%	1,5%
Diamètre conduite en béton retenue (mm)	300	400	500	600
Débit capable de la conduite retenue (m3/s)	0.09	0.2	0.36	0,7

Les eaux issues du circuit de refroidissement sont des eaux de mer non souillées (pas de contact direct des eaux avec les moteurs).

Le rejet de l'eau de mer utilisée pour le circuit de refroidissement des climatisations se fera donc par un réseau spécifique indépendant du pluvial et sans traitement. Il sera calé sous le niveau de la mer ($F_e = -1.00$ m NGF).

Après le passage de l'eau de mer dans le réseau de climatisation, la température de l'eau rejetée sera supérieure de 2°C.

ANNEXE 1 : EXTRAIT AVP ET DLE DE L'AMENAGEMENT DE LA GRANDE PLAISANCE

instantané demandé est de 30 m³/h (60 m³/h si on considère qu'il n'y a pas de foisonnement au niveau des besoins). Pour le débit de 60 m³/h, les pertes de charge dans le collecteur seront de 2 cm environ.

1.5 Eaux pluviales et de carénage

1.5.1 Rappel du contexte

Les principes d'assainissement pluvial de la plate-forme Sahara et d'assainissement des eaux usées de carénage ont été élaborés au cours des phases d'étude précédentes.

La surface aménagée sera d'environ 4,6 hectares et comportera quelques bâtiments (hall de peinture, bureaux, ateliers, sanitaires) et une grande zone de travail à ciel ouvert (zone de carénage, zone de transfert). La majeure partie de l'activité étant effectuée en extérieur, le réseau de collecte recueillera aussi bien les eaux de carénage des coques que les eaux de ruissellement pluvial. Le réseau d'assainissement sera donc unique. Son dimensionnement sera effectué sur la base du débit décennal.

Par contre, les eaux de carénage et les eaux de ruissellement pluvial sont de nature différente :

- Les eaux de carénage résultent du lavage à haute pression des coques des navires. Cette action contribue à décaper les algues, mollusques ou films bactériens qui peuvent coloniser la coque, et éventuellement à désagréger la peinture anti-fouling. Les eaux de carénage sont donc chargées en matières organiques et en particules plus ou moins fines de peinture (métaux lourds du type oxydes de cuivre, pesticides).
- Les eaux de ruissellement vont se charger en polluants divers résultant du lessivage des aires d'entretien des navires mis à sec (hydrocarbures, huiles, solvants, poussières de ponçage).

Nous avons donc envisagé un traitement à deux niveaux :

- Traitement des eaux de carénage, dont l'objectif est de piéger les particules de petite taille au plus près de leur lieu de production, et de permettre une rétention des pollutions accidentelles sur la plate-forme de travail (ce qui suppose un certain volume de stockage pour l'appareil, 5 à 6 m³) : l'ouvrage de traitement sera constitué d'un décanteur particulaire dans lequel les vitesses de passage seront très faibles (inférieures à 1 m/h).
- **Traitement des eaux pluviales pour la pluie jugée la plus pénalisante pour le milieu naturel : la pluie annuelle de durée 1 heure.**

Le principe de traitement des eaux repose dans les deux cas sur le principe de décantation. La différence porte sur la vitesse de passage des eaux à travers l'ouvrage. Pour traiter les eaux pluviales, on admet des vitesses de 2 m/h.

Pour éviter tout lessivage des particules arrêtées dans le système de traitement des eaux de carénage, il conviendra de mettre en place un système de protection de l'ouvrage par déversement en amont.

1.5.2 Données hydrologiques et hydrauliques à prendre en compte pour dimensionner le réseau et les ouvrages de traitement

1.5.2.1 Données pluviométriques

La zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen : les pluies sont peu fréquentes (pluviométrie annuelle de l'ordre de 600 mm), mais leur intensité peut être très élevée (importantes quantités d'eau sur de très courtes périodes). C'est surtout à l'automne après un été sec qu'interviennent les orages les plus violents.

C'est à partir de la pluie décennale que nous définirons les capacités de collecte à mettre en place. Les intensités pluviométriques seront déterminées à partir :

- de la formule de l'Instruction Technique de 1977 appliquée à la Région III,

	6 min – 2 h	2 h – 24 h
a	6,1	27,5
b	0,44	0,755

- des coefficients de Montana caractéristiques de Marseille,

	6 min – 1 h	1 h – 24 h
a	3,904	12,429
b	0,429	0,726

- des coefficients de Montana caractéristiques de Toulon,

	6 min – 1 h	1 h – 24 h
a	4,88	11,37
b	0,466	0,683

L'intensité pluviométrique est déterminée par la relation : $I = a \times t^{-b}$, avec t exprimé en minute et I en mm/mn. t correspond au temps de concentration t_c , c'est à dire le temps qu'il faut à la première goutte de pluie pour gagner l'exutoire.

1.5.2.2 Calcul du débit décennal

Le débit décennal est calculé par la méthode rationnelle : $Q = C \times I \times A$, avec C coefficient de ruissellement, I intensité pluviométrique et A superficie du bassin versant. On peut ainsi calculer de façon globale le débit généré par la plate-forme.

Pour une plate-forme de 4,6 hectares, en adoptant un coefficient de ruissellement de 0,90 et une pente moyenne de 0,005 m/m, en utilisant les données pluviométriques de Marseille, on obtient un temps de concentration égal à 0,4 h (soit 24 minutes), et un débit décennal égal à 0,7 m³/s.

AFFAIRE : SEMIDEP - La Ciotat			
Cours d'eau : Mer			
CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT			
Surface (km ²) :	0.05	Longueur (km) :	0.5
Alt max BV (m) :	2	Alt exu BV (m) :	0
Dénivelée H (m) :	2	L/racine(S) :	2.09
		Coeff ruissellit :	0.90
		Pente (m/m) :	0.0049
DONNEES PLUVIOCLIMATIQUES DU BASSIN VERSANT			
Formule intensité de pluie décennale : I (mm/h) = a t(h) ^{-b}		avec a = 40.4	
(Station de Marseille ; t compris entre 6 mn et 1h)		b = 0.43	
CALCULS DU DEBIT DECENNAL du BASSIN par la méthode rationnelle (normalement jusqu'à 4 km ² ; acceptée jusqu'à 20 km ² par la R.A.R., SETRA 1982)			
Temps de Concentration en heures		Débit décennal en m³/s	
Formule de KIRPICH :	Tc (h) = 0.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.8
Formule de PASSINI :	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.7
Formule de GIANDOTTI :	Tc (h) = 1.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.4
Formule de VENTURA :	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.7
Formule temps d'écoulement (selon RAR 1982) :			
V écoult (m/s) = 0.50	Tc (h) = 0.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.8
Temps de concentration moyen et Q₁₀ retenu : (Si Tc moyen < 5 mn, on prend Tc moyen = 5 mn)			
	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.7

Si l'on utilise les données pluviométriques de Toulon, on obtient également un débit décennal de 0,7 m³/s.

AFFAIRE : SEMIDEP - La Ciotat			
Cours d'eau : Mer			
CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT			
Surface (km ²) :	0.05	Longueur (km) :	0.5
Alt max BV (m) :	2	Alt exu BV (m) :	0
Dénivelée H (m) :	2	L/racine(S) :	2.09
		Coeff ruissellit :	0.90
		Pente (m/m) :	0.0049
DONNEES PLUVIOCLIMATIQUES DU BASSIN VERSANT			
Formule intensité de pluie décennale : I (mm/h) = a t(h) ^{-b}		avec a = 43.5	
(Station de Toulon ; t compris entre 15 mn et 1h)		b = 0.47	
CALCULS DU DEBIT DECENNAL du BASSIN par la méthode rationnelle (normalement jusqu'à 4 km ² ; acceptée jusqu'à 20 km ² par la R.A.R., SETRA 1982)			
Temps de Concentration en heures		Débit décennal en m³/s	
Formule de KIRPICH :	Tc (h) = 0.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.9
Formule de PASSINI :	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.8
Formule de GIANDOTTI :	Tc (h) = 1.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.4
Formule de VENTURA :	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.8
Formule temps d'écoulement (selon RAR 1982) :			
V écoult (m/s) = 0.50	Tc (h) = 0.3	Q ₁₀ (m ³ /s) =	1.0
Temps de concentration moyen et Q₁₀ retenu : (Si Tc moyen < 5 mn, on prend Tc moyen = 5 mn)			
	Tc (h) = 0.4	Q ₁₀ (m ³ /s) =	0.7

Si l'on souhaite appliquer l'Instruction Technique de 1977, on utilise la formule spécifique à la région III : $Q_{10} = 1,296 \times I^{0,21} \times C^{1,14} \times A^{0,83}$

Dans le cas de la plate-forme « Sahara », on obtient un débit décennal égal à 1,34 m³/s.

On constate que l'Instruction Technique conduit quasiment à doubler les valeurs du débit décennal.

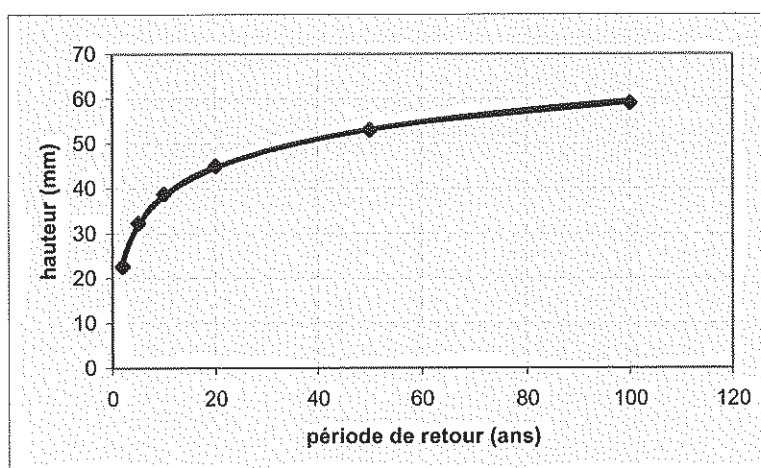
Dans le cas présent où l'on dispose de données pluviométriques locales, on conservera donc les résultats de la méthode rationnelle avec les coefficients locaux : **Q₁₀ = 0,7 m³/s**. Cette valeur nous servira donc à dimensionner les réseaux.

1.5.2.3 Détermination du débit annuel

Le traitement des eaux pluviales est calculé sur la base du débit généré par une pluie de retour 12 mois et de durée une heure.

Si l'on se réfère aux données Météorologiques de Marseille, on connaît les hauteurs précipitées pendant 1 heure pour différentes occurrences.

T (ans)	2	5	10	20	50	100
P (mm)	22,6	32,3	38,8	45	53	59



Par extrapolation logarithmique, on obtient la hauteur précipitée pendant 1 heure lors de la pluie de retour 12 mois : 17,01 mm. Le débit correspondant est alors égal à **0,197 m³/s**. On utilisera donc un débit de 0,2 m³/s pour dimensionner les ouvrages de traitement des eaux pluviales.

1.5.3 Calcul du réseau à mettre en place pour collecter l'évènement décennal

1.5.3.1 Généralités

Au vu de la disposition des zones de travail sur la plate-forme, le réseau collectera le débit de temps sec généré par les activités de lavage et de carénage, mais aussi le débit d'eaux pluviales ruisselant sur ces mêmes surfaces et sur les autres zones d'exploitation. A la demande du futur exploitant du site, les eaux issues des systèmes de climatisation seront également rejetées dans ce réseau lorsque le bateau sera en poste sur l'aire de carénage. Nous prévoyons de collecter les eaux au niveau de chaque poste de travail au moyen d'un collecteur axial raccordé ensuite sur un collecteur périphérique entourant la zone MONACO-MARINE. La surface des zones de travail disposera de deux formes de pente orientées vers l'axe de la zone. L'objectif consiste à éviter le plus possible la traversée des longrines support de rails, et nous permettre ainsi d'éviter les sur-profondeurs préjudiciables à une bonne évacuation des eaux.

Ce système assainira la voirie d'exploitation, les parkings, et les zones de carénage.

Pour assainir la zone de transfert et le rail public, nous prévoyons la mise en place d'un collecteur parallèle au quai. Ce collecteur sera situé entre les deux rails des zones de travail SEMIDEP, qui, comme les zones de carénage seront conçues avec deux formes de pente dirigées vers l'axe. Ce collecteur devra passer sous les longrines des rails perpendiculaires

au quai. Pour intercepter les eaux de ruissellement de la zone de transfert, nous envisageons de réaliser à l'extrémité des rails perpendiculaires au quai, des zones de récupération des eaux avec raccordement sur le collecteur qui passe sous les longrines : ouverture du « bajoyer » du rail et réalisation d'une forme de pente pour diriger les eaux vers une grille de collecte située au milieu de la zone.

Les rails perpendiculaires au quai serviront en fait de canalisations sans pente car pour des raisons d'exploitation, les rails doivent être posés horizontaux. L'évacuation des eaux se fera par remplissage de la zone de roulement du galet.

Un caniveau sera également placé entre les rails et le hangar de peinture, pour recueillir les eaux de ruissellement de la surface imperméabilisée correspondante.

Les eaux de ruissellement des toitures du hall de peinture, a priori exemptes de toute pollution, seront, dans la mesure du possible rejetées dans le réseau pluvial en aval du système de traitement des eaux. De plus, le raccordement du pan de toiture dirigé vers la darse se traduirait par une augmentation du volume d'eaux transitant par le poste de refoulement : cela entraînerait une augmentation du temps de fonctionnement des pompes et par suite des coûts d'exploitation. Les points de raccordement sont étudiés par MONACO MARINE et son bureau d'étude.

Par contre, le bâtiment Tender (ateliers, bureaux, sanitaires) sera raccordé au réseau pluvial. Le raccordement des toitures du bâtiment sur le réseau d'assainissement se fera au moyen de dauphin placé en pied de bâtiment : l'écoulement sera alors superficiel jusqu'au point d'entrée dans le réseau. En effet, un raccordement par un collecteur piqué sur le réseau n'est pas envisageable. La faible profondeur du réseau entraînera une épaisseur de couverture insuffisante pour les collecteurs de raccordement et des risques d'écrasement de ces derniers.

Pour calculer le collecteur à mettre en place dans les différentes zones de la plate-forme, on utilise la méthode superficielle après assemblage de bassins versants élémentaires en parallèle ou en série, décrite dans l'Instruction Technique de 1977. Cette méthode permet de tenir compte de l'allongement des bassins versants. Les coefficients de Montana utilisés dans les calculs sont ceux de Marseille.

1.5.3.2 Contraintes techniques

La plate-forme sera quasiment horizontale, de façon à répondre aux contraintes d'exploitation liées au transfert des navires d'environ 2000 tonnes. Son calage est fixé à la cote 2,2 NGF. Le niveau de la mer est situé aux environs du 0 NGF avec des sur-cotes possibles.

De façon à permettre un rejet gravitaire (un poste de relevage induit un investissement supplémentaire non négligeable et des sur-coûts d'exploitation) et de limiter au maximum les terrassements et la pose de réseaux dans l'eau, il conviendra d'éviter d'enfoncer trop rapidement le réseau.

D'autre part, le chantier de réparation navale étant traversé par des engins relativement lourds (semi-remorques, grues, chariots élévateurs, ...), les réseaux projetés devront accepter des charges importantes dans des configurations avec peu ou pas de couverture.

1.5.3.3 Zone de carénage

1.5.3.3.1 Zone n°13 « petits navires »

Elle est constituée de 17 zones de travail identiques. Chaque zone a une longueur de 70 m pour une largeur de 6,5 m ; ce qui représente une surface de 455 m². Le débit unitaire de retour 10 ans engendré par chaque zone de travail est égal à 0,011 m³/s, soit 11 l/s.

Nous avons ajouté à la zone de carénage, le rail public (côté nord est), la superficie comprise entre ce morceau de rail public et l'aire de carénage de Monaco Marine, ainsi que la voirie intérieure comprise entre le bâtiment d'exploitation et la zone de carénage.

La surface globale de cette zone est de 11 699 m². En appliquant la formule rationnelle, on obtient un débit décennal à l'exutoire de **0,161 m³/s**.

Pour évacuer les eaux de ruissellement de chaque cellule de travail, la mise en place d'un assainissement par collecteur traditionnel avec grilles avaloirs ne peut être retenue pour les raisons suivantes :

- absence de pente longitudinale dans les unités de carénage (ce qui conduirait à enfoncer très rapidement le collecteur),
- faible différence d'altimétrie entre la plate-forme et la mer,
- nécessité d'avoir une couverture au-dessus du collecteur.

Le principe du caniveau à fente n'est pas également envisageable dans la mesure où il n'y a pas de pente longitudinale entre les rails. D'autre part, cet ouvrage présenterait des difficultés d'entretien.

C'est pourquoi nous conseillons la mise en place d'un caniveau couvert d'une grille en fonte. Cet équipement présente en effet plusieurs avantages :

- partir du niveau du sol et ne pas trop s'approfondir,
- visualiser le niveau de remplissage pour procéder aux opérations d'entretien,
- supporter des charges roulantes importantes suivant la classe de résistance du matériau (D400, E600 et F900),
- le choix d'un caniveau en matériau synthétique à base de polyester permet d'obtenir un très bon état de surface facilitant les évacuations
- accès complet au caniveau pour les opérations de nettoyage après retrait de la grille.

Le tableau placé ci-dessous indique les équivalences entre un collecteur type buse circulaire et un caniveau en béton de polyester.

Débit à évacuer (m ³ /s)	Buse	Débit capable de la buse (m ³ /s)	Caniveau	Débit capable du caniveau (m ³ /s)
0,011	200	0,02	0,15 x 0,15	0,02
0,039	300	0,06	0,20 x 0,20	0,04

Ce type de caniveau est constitué d'éléments préfabriqués de longueur unitaire 1 m à fond plat ou à pente incorporée de 0,5%. Les éléments à pente incorporée sont au nombre de 20 ; cela entraîne une profondeur variable de 0,19 à 0,29 m. Le calage du caniveau se fera par visée laser sur un massif béton.

Le profil en long du caniveau sera donc constitué d'une succession de tronçons plats et de tronçons en pente. La pente moyenne du caniveau sera alors de 0,0015 m/m. Pour le débit décennal la vitesse dans le caniveau sera de 0,5 m/s avec une hauteur d'eau de 0,15 m.

Par temps sec, les débits seront beaucoup plus faibles. Le collecteur recueillera les eaux de carénage (0,9 m³/h) et les eaux de climatisation (7,5 m³/h) ; cela se traduit par une vitesse de passage de 0,3 m/s pour une hauteur de 5 cm. Il y a donc risque de dépôts de particules dans le caniveau : dépôts qui pourraient être ensuite lessivés lors d'épisodes pluvieux importants et ne plus être traités par le décanteur particulaire. Nous préconisons donc que l'exploitant mette en place une bouche de lavage en tête de chaque caniveau. Un nettoyage pourra alors être fait de façon régulière par l'exploitant du site après la libération d'une cellule de travail par un navire, par exemple. Les eaux de lavage transiteront ensuite par le décanteur particulaire de façon à piéger les particules polluantes.

Les différentes antennes se raccordent sur un collecteur périphérique de type caniveau. Cet ouvrage aura une largeur de 0,5 m et une profondeur de 0,53 m. Ce type de caniveau n'existe pas avec des pentes incorporées. Il sera donc posé à plat. Pour permettre également un meilleur curage des particules déposées par les débits de temps secs, nous prévoyons également la mise en place d'une bouche de lavage à l'extrémité nord est du caniveau.

Les bouches de lavage seront en diamètre 40 mm.

1.5.3.3.2 Zone n°16 « gros navires »

Cette zone de carénage sera traitée selon le même principe que la zone n°13.

Les surfaces entre rails sont de deux types :

- Des espacements étroits de 90 m de long sur 6,5 m de large, ce qui correspond à une superficie de 585 m²
- Des espacements larges de 90 m de long sur 20 m de large, ce qui correspond à une superficie de 1 800 m²

Cette zone englobe également la partie de voirie intérieure qui borde la zone de carénage. La surface imperméabilisée considérée est de 8750 m². En appliquant la formule rationnelle, on obtient un débit décennal à l'exutoire de **0,135 m³/s**.

Pour des raisons similaires à celles de la zone n°13, l'assainissement préconisé sera constitué de caniveaux préfabriqués en béton de polyester.

Les emplacements de largeur réduite seront assainis par un caniveau de largeur 0,20 m.

Les emplacements de largeur plus importante seront assainis par un caniveau de largeur 0,30 m.

Ces caniveaux se rejeteront dans un caniveau latéral de collecte de largeur 0,50 m.

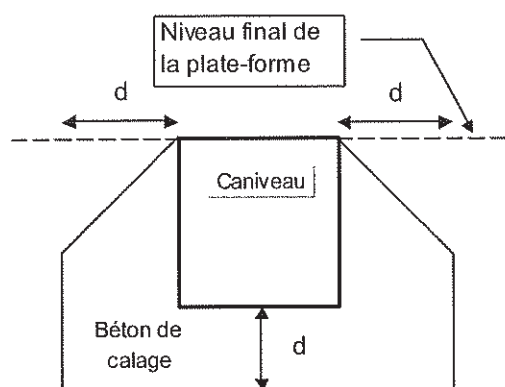
Comme pour la zone n°13, nous conseillons la mise en place de bouches de lavage en tête de caniveau pour pouvoir nettoyer les caniveaux et éviter les dépôts de particules polluantes.

Le tableau ci-dessous récapitule les conditions d'écoulement dans les collecteurs en fonction du débit décennal et du débit de fonctionnement.

	Evénement décennal			Fonctionnement courant		
	Q (m ³ /s)	V (m/s)	H (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	H (m)
Caniveau de largeur 0,2 m	0,012	0,5	0,12	0,002	0,3	0,04
Caniveau de largeur 0,3 m	0,047	0,7	0,22	0,002	0,3	0,02

1.5.3.3.3 Remarque relative au caniveau

Les caniveaux préfabriqués en béton de polyester seront posés sur un lit de béton de



calage, selon le principe donné ci-dessous.

Les volumes nécessaires par ml de caniveau sont les suivants :

- Caniveau de 0,15 m de largeur : 0,120 m³ de béton
- Caniveau de 0,20 m de largeur : 0,210 m³ de béton
- Caniveau de 0,30 m de largeur : 0,440 m³ de béton
- Caniveau de 0,50 m de largeur : 1,100 m³ de béton

1.5.3.4 Secteur situé entre les deux zones de carénage

Il s'agit de la zone limitée par les rails et la clôture de Monaco Marine. Elle comporte une voirie, les ateliers, les bureaux et des aires de stockage divers.

Cette zone sera assainie par un caniveau de surface. Un point haut sera situé au centre de ce linéaire, avec deux pentes dirigeant les eaux vers les exutoires des zones de carénage 13 et 16.

Les eaux de ruissellement de ce secteur ont déjà été comptabilisées dans les zones de carénage.

1.5.3.5 Zone de transfert et rail public

Cette zone sera assainie au moyen d'un collecteur parallèle au rail et passant sous les longrines. Les eaux de ruissellement de la zone de transfert seront interceptées au moyen du dispositif décrit dans les carnets de détail type. Pour la partie rail public, un caniveau central sera placé entre les rails selon les principe décrit pour les zones de carénage. De part et d'autre du rail public, un caniveau sera également placé pour récupérer les « éclaboussures » générées par le carénage sur le rail public. Ce caniveau collectera également les eaux de ruissellement des voiries de part et d'autre du rail.

Le passage sous les longrines dans la zone de transfert conduit à des profondeurs importantes au niveau de l'exutoire de cette zone. Nous avons donc incorporé deux postes de relevage des eaux. Le premier en sortie de la zone de transfert. Le second au niveau de l'exutoire de la zone pour renvoyer les eaux vers le système de traitement.

Le débit décennal généré par cette zone est de **0,180 m³/s**. Les poste de relevage seront dimensionnés pour faire transiter le débit de traitement des eaux pluviales ; c'est à dire le débit généré par la pluie de retour 12 mois et de durée 1 heure.

1.5.3.6 Zone comprise entre le hall de peinture et le rail public

Suite à la modification du plan de masse, le domaine public (SEMIDEP) s'est agrandie d'une petite zone, permettant le stockage d'un navire de 80m, comprise entre le rail public et le hall de peinture. D'une superficie égale à 3290 m², son débit décennal donné par la méthode rationnelle est de **0,050 m³/s**.

1.5.3.7 Assainissement de la voirie

La voirie et les parkings disposeront d'un système de collecte spécifique constitués d'avaloirs et de grilles. Il se raccordera sur le système précédent en aval du traitement des eaux de carénage.

La voirie aura une forme de pente dirigeant les eaux vers les grilles et avaloirs.

Le débit décennal généré par la voirie est de **0,123 m³/s**.

1.5.3.8 Bâtiments sur l'emprise MONACO-MARINE

Les eaux de ruissellement du hall de peinture, a priori exempte de toute pollution particulière générée par l'activité du site seront directement raccordées sur le collecteur d'évacuation des eaux pluviales, en aval du système de traitement. Le débit décennal généré par ce bâtiment est de **0,1 m³/s**.

Les eaux de ruissellement des bureaux et ateliers de MONACO-MARINE seront dirigées vers la voirie extérieure. En effet, il n'est pas nécessaire qu'elles transitent au travers du système de traitement des eaux de carénage.

1.5.3.9 Synthèse

Le tableau ci-dessous présente les débits décennaux générés par zone.

7. MODALITES DE COLLECTE, STRUCTURATION ET PRE DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX

Les éléments suivants sont issus de la note hydraulique établie par le maître d'œuvre de l'assainissement pluvial (STUCKI / SPI INFRA). La mission porte sur :

- Les réseaux permettant de desservir le rail public, les installations propres à SEMIDEP et à CIOMOLIFT (élévateur à bateaux) ainsi que celles de MONACO MARINE.
- Pour la zone MONACO MARINE, sur la desserte eaux usées, eaux pluviales et les revêtements de chaussée, mais pas sur les autres réseaux qui restent à la charge de MONACO MARINE.

7.1. EAUX PLUVIALES ET EAUX DE CARENAGE

7.1.1. Principe d'assainissement pluvial de la plate-forme

7.1.1.1. Dimensionnement

- Aujourd'hui le terre-plein est une friche industrielle inoccupée mais totalement imperméabilisé. Il n'existe pas de réseau structuré de collecte des eaux de pluie.
- Afin d'évaluer l'impact en terme de débit, l'hypothèse prise est une pente de 3 mm / m et une imperméabilisation minorée à 85 % pour déterminer les débits en état actuel. Au terme du projet, l'imperméabilisation générale n'évoluera pas significativement. Cependant les écoulements seront mieux organisés. La pente de la plate forme sera homogène et quasi nulle. La pente des canalisations sera de l'ordre de 4 mm / m. L'impact en terme de débit devrait donc être limité au seul effet de l'amélioration des conditions d'écoulement (organisation de la collecte).
- La plate-forme, dans sa configuration future, comprendra des zones de travail à ciel ouvert, des bâtiments (bureaux, ateliers, hangar de peinture, sanitaires), des voiries, et des parkings. Les données ci dessous sont en grande partie extraites de l'étude de faisabilité de STUCKI / SPI-INFRA, maître d'œuvre des VRD de la plate-forme²².

²² Le détail du calcul des débits menés par le maître d'œuvre est donné en annexe.

SEMIDEP

Plate-forme de maintenance, réparation et refonte des navires de grande plaisance à La Ciotat
Aménagement des VRD du terre-plein du Sahara.
Dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

Tableau 26 : Affectation des surfaces par type d'activité

Dénomination	Surface (m ²)
Zone de transfert (n°12)	10 000
Réparation de bateaux – SEMIDEP (zone 4)	
Quai sud ouest	4 140
Quai sud est	1 795
Réparation des « petites unités » (zone 13)	8 470
Réparation des « gros bateaux » (zones 13, 16 et 17)	10 750
Hall de peinture	2 375
Bureaux et ateliers (zones 18 et 19)	1 400
Stockages divers (zones 24, 25, 26, 27, 28, et 29)	640
Parkings	2 700
Voirie d'exploitation	4 050
TOTAL	46 320

Le **débit décennal** est calculé par application de la méthode rationnelle, en utilisant les données météorologiques de la station de Marseille. Les coefficients de Montana, spécifiques à Marseille, utilisés pour calculer l'intensité pluviométrique sont les suivants.

Tableau 27 : Paramètres pluviométriques

	6 min – 1 h	1 h – 24 h
a	40,38	38,116
b	0,429	0,726

L'intensité pluviométrique est déterminée par la relation $I = a \times t^{-b}$

t en heure

I en mm/h.

t = temps de concentration t_c , c'est-à-dire le temps qu'il faut à la première goutte de pluie pour gagner l'exutoire.

Le débit décennal est alors obtenu par la formule : $Q = C \times I \times A$,

C = coefficient de ruissellement,

I = pente moyenne du bassin versant

A = superficie du bassin versant.

▪ ETAT ACTUEL

Aujourd'hui la zone d'étude est une friche industrielle et se présente comme un terre-plein inoccupé mais totalement imperméabilisé. Il n'existe pas de réseau structuré de collecte des eaux de pluie. En comparaison avec un état aménagé cette relative désorganisation de la collecte des eaux pluviales a pour effet de limiter les débits transmis vers le milieu naturel malgré le haut niveau d'imperméabilité. Afin d'évaluer l'impact en terme de débit, l'hypothèse prise est une pente de 3 mm / m et une imperméabilisation minorée à 85 % pour déterminer les débits en état actuel.

Le débit décennal est calculé par application de la méthode rationnelle, en utilisant les données météorologiques de la station de Marseille. Pour une plate-forme de 4,6 ha, en adoptant un coefficient de ruissellement de 85 %, on obtient un temps de concentration égal à 0,4 h (soit 24 mn), soit un débit décennal égal à 0,66 m³/s en état actuel.

▪ ETAT FUTUR

Les plates-formes seront globalement horizontales en raison des contraintes imposées par les rails de transfert des navires). Chaque espace de travail entre les rails présentera une forme de pente vers le caniveau de collecte des eaux pluviales. L'ensemble des canalisations seront posées avec une pente de 4 mm / m environ. La collecte des eaux pluviales sera donc mieux organisée. Le débit décennal sera calculé en retenant un coefficient de ruissellement de 90 %, soit un débit décennal égal à 0,7 m³/s.

Si l'on utilise les données pluviométriques de Toulon, on obtient également un débit décennal de 0,7 m³/s.

Nota : Si l'on souhaite appliquer l'Instruction Technique de 1977, on utilise la formule spécifique à la région III : $Q_{10} = 1,296 \times I^{0,21} \times C^{1,14} \times A^{0,83}$. Dans le cas de la plate-forme, on obtiendrait un débit décennal égal à 1,34 m³/s. On constate que l'Instruction Technique Région III conduit quasiment à doubler les valeurs du débit décennal.

Dans le cas présent où l'on dispose de données pluviométriques locales, on conservera donc les résultats de la méthode rationnelle avec les coefficients locaux de la pluviométrie mieux adaptés que les coefficients régionaux²³ :

On retiendra donc $Q_{10} = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

²³ Les prescriptions récentes en terme d'assainissement urbain préconisent l'utilisation préférentielle des paramètres pluviométriques locaux. Cf « la ville et son assainissement » CERTU juin 2003.

7.1.1.2. Réseau de collecte²⁴

▪ ASSAINISSEMENT DES ZONES DE TRAVAIL, VOIRIES ET PARKINGS

Au vu de la disposition des zones de travail sur la plate-forme, le réseau collectera le débit de temps sec généré par les activités de lavage et de carénage, mais aussi le débit d'eaux pluviales ruisselant sur ces mêmes surfaces et sur les autres zones d'exploitation.

Il est prévu de collecter les eaux au niveau de chaque poste de travail au moyen d'un caniveau axial raccordé ensuite sur un collecteur périphérique entourant la zone MONACO-MARINE. La surface des zones de travail disposera de deux formes de pente orientées vers l'axe de la zone. L'objectif consiste à éviter le plus possible la traversée des longrines support de rails.

Ce système permettra d'assainir les voiries, les parkings et les zones de travail à l'exception de la zone de transfert et des zones de réparation SEMIDEP (rail public).

▪ ASSAINISSEMENT DE LA ZONE DE TRANSFERT ET DES ZONES DE REPARATION SEMIDEP (RAIL PUBLIC)

Pour assainir les deux zones « exclues » du précédent système, il est prévu la mise en place d'un collecteur parallèle au quai.

Ce collecteur sera situé entre les deux rails des zones de travail SEMIDEP qui, comme les zones de carénage, seront conçues avec deux formes de pente dirigées vers l'axe. Ce collecteur devra passer sous les longrines des rails perpendiculaires au quai.

Pour intercepter les eaux de ruissellement de la zone de transfert, il est envisagé de réaliser à l'extrémité des rails perpendiculaires au quai, des zones de récupération des eaux avec raccordement sur le collecteur qui passe sous les longrines : excroissance au niveau du guidage du rail et bourrelet pour diriger les eaux vers la grille de récupération.

Les rails perpendiculaires au quai serviront en fait de canalisations sans pente car, pour des raisons d'exploitation, les rails doivent être posés horizontaux. L'évacuation des eaux se fera par remplissage de la zone de roulement du galet.

Le réseau d'assainissement pluvial sera dimensionné pour la pluie décennale.

Au delà de la période décennale, compte tenu de la situation des lieux il n'y a pas de risque vis à vis d'eau provenant de l'extérieur de la zone d'étude. Au delà de la période décennale, le réseau propre à la plate-forme sera saturé. Les eaux de ruissellement qui n'auront pas pu être captées par le réseau pluvial s'écouleront donc en nappe en surface. Les pentes spécifiques des terre-pleins n'ont pas été encore définies. Les contraintes d'exploitation entraînent une nécessité de planéité des rails et par suite une planéité globale des plates-formes.

²⁴ Le calcul de dimensionnement du réseau utilise la méthode superficielle après assemblage de bassins versants élémentaires en parallèle ou en série, décrite dans l'Instruction Technique de 1977. Cette méthode permet de tenir compte de l'allongement des bassins versants. Les coefficients de Montana utilisés dans les calculs sont ceux de Marseille.

ANNEXE 2 : EXTRAIT AVP PLATEFORME MOYENNE PLAISANCE

5. RESEAUX HUMIDES

5.1. Assainissement pluvial

5.1.1. Hypothèses de base

Les effluents de la zone de carénage de moyenne plaisance sont de plusieurs types, selon leur origine. On distingue 5 types d'effluents.

- les eaux de ruissellement,
- les eaux de carénage et de lavage,
- les eaux usées domestiques,
- les eaux de cale des navires,
- et les eaux de climatisation.

Les eaux de ruissellement correspondent à la surface imperméabilisée de la plate-forme, soit 2.3 Ha.

Les eaux de carénage proviennent du lavage des coques au moyen de nettoyeurs haute pression, ou bien de décapage de coques (très occasionnel).

Il n'est pas prévu de récupération des eaux domestiques sur la zone de moyenne plaisance. En cas de bateaux occupés, les eaux domestiques devront être stockées à bord et évacuées au moyen de camions de vidange.

Il en est de même pour les eaux de cale des navires.

Il n'est pas prévu non plus de fourniture et d'évacuation des eaux de climatisation, qui resterait à la charge exclusive des utilisateurs de bateaux.

5.1.2. Schéma d'assainissement

La récupération des eaux de ruissellement et de carénage est assurée par la création d'un profil en toit du revêtement, permettant la collecte dans des caniveaux à grille situés en périphérie de la plate-forme.

Les caniveaux, n'étant pas situés dans la zone de stockage des navires ou dans la zone d'évolution de l'élévateur ou des chariots, peuvent être de structure légère.

Le réseau sud est connecté au réseau nord et aux ouvrages de traitement par une canalisation enterrée qui traverse la totalité de la plate-forme.

5.2. Traitement des eaux de carénage et de pluvial

5.2.1. Objectifs de traitement

Les eaux de carénage et de ruissellement pluvial sont traitées à un niveau approprié avant rejet dans le milieu marin. Il n'est pas prévu d'aire spécifique pour le lavage des bateaux ou le décapage des carènes. Ces opérations seront donc réalisées sur chacun des postes de stockage des navires. C'est donc sur l'ensemble des zones de stockage de l'aire de maintenance que ces opérations sont susceptibles d'avoir lieu.

Les eaux de carénage des bateaux ne peuvent donc pas être séparées des eaux de ruissellement. Les dispositifs de traitement devront donc prendre en compte cette dualité d'apports.

Au-delà du choix de la période de retour de dimensionnement des réseaux pluviaux, il est certain que ceux-ci seront, en l'absence de débit permanent en dehors des périodes pluvieuses, le siège de sédimentation des particules issues des opérations de carénage.

Si rien n'est prévu, on aurait alors une accumulation des polluants au fond des caniveaux et des collecteurs qui seront re-mobilisés lors des pluies. Ces polluants ne seraient qu'imparfaitement interceptés (sauf à surdimensionner les ouvrages de traitement) en particulier lors d'orages de type méditerranéen.

C'est pourquoi en l'absence de débit permanent il est indispensable de réaliser des chasses périodiques sur le réseau pluvial, pour assurer un débit minimal d'autocurage des dépôts et les acheminer vers le traitement. De cette façon lorsqu'un orage éclate la quantité de sédiment accumulé dans le réseau est réduite au minimum.

L'évacuation des sédiments et hydrocarbures piégés doit être suffisamment fréquente :

- d'une part, pour éviter le relargage des biocides générés par les peintures antisalissures,
- d'autre part, un entretien régulier limite les risques de « départ de boues » suite à un à-coup hydraulique ou une saturation de l'ouvrage.

Ceci impose la vidange complète de la cuve du décanteur à chaque intervention. Il y a donc à chaque fois évacuation et traitement (avec les coûts correspondants) des hydrocarbures libres (surnageants), des boues (sables et particules sédimentées) et du volume d'effluent situé entre les deux.

Les dispositifs de chasse seront intégrés sur le réseau d'eau potable.

Le traitement des eaux de ruissellement est assuré de la manière suivante :

- **un traitement de l'ensemble des eaux de lavage et carénage des coques** sur des dispositifs spécifiques et distincts du dispositif affecté aux eaux de ruissellement. Ces dispositifs sont dimensionnés sur le débit de pointe de temps sec constitué par le débit de lavage des coques,
- **un traitement des eaux de ruissellement basé sur le traitement de la pluie annuelle de 1 h et le traitement partiel des eaux de ruissellement pour les pluies plus importantes.**

Ce schéma permet en effet de limiter la taille de la cellule dédiée aux eaux de carénage et donc la diffusion des biocides dans l'eau, tout en limitant les coûts d'exploitation.

La charge polluante étant fortement liée aux MES, l'objectif proposé est d'abattre les MES de 80 % dans les eaux collectées par le réseau pluvial. Au débit nominal des équipements, ce niveau autorise :

- un abattement global de l'ordre de 68 % des charges polluantes. (85 % de 80 %) pour les hydrocarbures et les matières organiques,
- et un abattement global de l'ordre de 76 % des charges polluantes (95 % de 80 %) pour les métaux lourds.

Le type d'équipement mis en place consiste en deux **décanteurs particuliers lamellaires à structure « nid d'abeilles »** protégés par un déversoir d'orage avec régulateur de débit. La conception de cet équipement lui permet de séparer les hydrocarbures en partie haute et les particules lourdes en partie basse. La régulation de débit est indispensable pour éviter tout phénomène de remobilisation des pollutions interceptées.

Compte tenu de l'encombrement du site et des risques que pourraient courir les décanteurs particuliers, constitués de réservoirs en polyester armé de fibre de verre, nous avons choisi d'installer ces décanteurs entre les voies de roulement de l'élévateur, où ils ne risquent pas de recevoir des charges directement appliquées par les roues de l'engin en déplacement.

Par contre, il conviendra de prendre les mesures d'exploitation adaptées pour que les bateaux, une fois mis hors d'eau par l'élévateur, ne soient pas déposés sur le terre-plein au dessus des décanteurs.

5.3. Dimensionnement du réseau

Le réseau est constitué de caniveaux de 0.3 à 0.4 m de largeur, et d'une buse de 600 mm de diamètre.

Il conduit à un ouvrage de répartition permettant d'envoyer le débit jusqu'à 19 l/s dans l'ouvrage de traitement des eaux de carénage, puis jusqu'à 100 l/s pour le traitement partiel des eaux de ruissellement pluvial. Les débits excédentaires sont directement conduits au bassin via un bypass.

Le dimensionnement est fourni en Annexe.

5.4. AEP

Le réseau d'AEP est destiné à alimenter les bornes multiservices (15 U et 4 fosses), à raison de 2.5 m³/h par borne, soit 37.5 m³/h (sans foisonnement).

Il alimentera également les installations de rinçage (13 l/s, soit 47 m³/h)

Le besoin en débit a été pris globalement à 120 m³/h.

Les calculs détaillés du réseau sont fournis en annexe.

L'implantation de la zone de moyenne plaisance impose par ailleurs le déplacement de la borne incendie n° 9 457 hors de la zone, vers la digue.

ANNEXE 3 : EXTRAIT DLE PLATEFORME MOYENNE PLAISANCE – TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DE CARENAGE

2. PREVENTION DES POLLUTIONS

2.1. NATURE ET QUALITE DES EFFLUENTS

Les effluents produits sur la plate-forme de maintenance, réparation et refonte des navires de moyenne plaisance seront de plusieurs types, selon leur origine. On distingue 5 types d'effluents.

- **Les eaux de ruissellement,**
- **Les eaux de carénage et de lavage,**
- **Les eaux usées domestiques,**
- **Les eaux de cale des navires,**
- **Les eaux de climatisation.**

2.1.1. Eaux de ruissellement

2.1.1.1. Généralités et données de base

Ces effluents correspondent aux eaux de pluie recueillies sur la plate-forme. Lors des pluies, le lessivage mobilise des particules accumulées sur le sol et / ou le réseau. La pollution mobilisée dépend des activités réalisées sur les différentes zones de la plate-forme. Il y a lieu de distinguer :

- **Les zones de parking et chaussées.** Lors des pluies le lessivage mobilise des huiles, hydrocarbures et particules liés au trafic routier.
- **Les postes de travail.** Lors des pluies il y a lessivage des revêtements et mobilisation des particules éventuellement sédimentées au sein du réseau de collecte. Selon la configuration des averses et l'accumulation des particules, les eaux peuvent être très chargées particulièrement en début d'épisode pluvieux (premier flot d'orage).
- **Les toitures.** En l'absence d'activités spécifiques, les eaux issues des toitures sont réputées très peu polluées. Elles peuvent être rejetées sans traitement spécifique.

Compte tenu des activités présentes sur la plate-forme, et hormis le carénage des coques, les eaux de ruissellement peuvent être assimilées à des **eaux pluviales urbaines en réseau séparatif**.

Les différentes études menées sur les Rejets Urbains par Temps de Pluies (RUTP) donnent les ordres de grandeur suivant pour les concentrations.

Tableau 2- Ordres de grandeur des concentrations

Paramètre	Eaux usées	Eaux de ruissellement
MES	400 à 800 mg/l	200 à 1000 mg/l
DCO	600 à 1000 mg/l	100 à 500 mg/l
DBO ₅	400 à 600 mg/l	40 à 150 mg/l
NH ₄ ⁺	45 à 90 mg/l	-
Coliformes fécaux	10 ⁶ à 10 ⁸ num/100 ml	10 ³ à 4.10 ³ num/100 ml

On note une relative dispersion des mesures liées à la diversité des contextes urbains (densités d'occupation des sols, intensité du trafic, structuration du réseau, pentes,...) ainsi qu'au caractère aléatoire des caractéristiques des pluies et des durées de temps secs. Il est ainsi mesuré des charges d'accumulation (en kg de MES/ha/an) variant selon le type d'occupation du sol entre :

- Zone commerciale : 50 à 840
- Zone résidentielle : 620 à 2 300
- Zone industrielle : 400 à 1 700 dont une part importante liée à l'intensité du trafic routier reçu.
- Routes et autoroutes : 13 à 1 100 (selon l'intensité du trafic reçu)

Sur la base de ces éléments nous proposons de retenir les valeurs suivantes :

- En état actuel : ratio 300 kg/ha/an

soit un niveau inférieur à celui d'une zone d'activité en fonctionnement et dans le tiers inférieur de la fourchette de valeur des zones commerciales.

- En état futur (hors carénage et lavage) : ratio : 600 kg/ha/an

Soit un niveau dans la fourchette basse des « zones industrielles » et un niveau médian en « circulation routière » (le trafic « routier » restant très modeste sur la plate-forme)

Ceci correspond à un doublement des ratios d'apport entre l'état existant et projeté. Le calcul des flux est présenté sur le tableau suivant.

Par ailleurs l'ensemble des auteurs s'accordent pour noter que :

- une part importante des polluants est fixée sur les particules en suspension : plus de 85 % pour les hydrocarbures et les matières organiques et plus de 95 % pour les métaux lourds,
- une pollution fixée plus particulièrement sur les petites particules : 60 à 80 % de la pollution est associée à la fraction granulométrique 50 µm.

Tableau 3 : Fraction particulaire de la pollution totale dans les RUTP (en %) ³

Paramètres de pollution				
DCO	DBO ₅	NTK	Hydrocarbures totaux	Pb
83 à 90	77 à 95	67 à 82	86 à 87	93 à 95

Selon laboratoire du CETE sud ouest, section RTU.

La décantation est donc le traitement de base des eaux de ruissellement. Tout autre traitement ne conduit plus qu'à un affinage de la dépollution, souvent coûteux. Le pourcentage d'abattement des MES est une relation non linéaire de la vitesse de décantation. En écoulement tranquilisé, les abattements sont évalués comme suit.

Tableau 4 : taux d'abattement en fonction de la vitesse de décantation (%)

vitesse de décantation ⁴ en m/h	30	7	2	1
% abattement des MES	25	50	70	80

Les vitesses de sédimentation faibles sont donc les seules à autoriser un abattement important des pollutions.

2.1.1.2. Evaluation des flux

Le calcul est effectué sur la base de la superficie imperméabilisée totale de 2,3 ha.

Tableau 5 : Flux générés par les eaux de ruissellement

Paramètres	Etat actuel Ratio en kg/an/ha urbanisé	Etat futur Ratio en kg/an/ha urbanisé	Flux état actuel kg/an	Flux état futur kg/an
MES	150	300	690	1 380
DCO	115.5	230	531.5	1 058
DBO ₅	36	20	41.1	92
NTK	0.9	1.85	4.14	8.5
Pt	0.45	1.15	2.07	5.3
hydrocarbures	2.5	4.6	11.5	21.15
plomb	0.23	0.45	1.06	2.07
Zn	0.23	0.45	1.06	2.07

³ RUTP : Rejets Urbains de Temps de Pluie.

Ce sont les rejets portés par les eaux de ruissellement, éventuellement en partie mélangées aux eaux usées domestiques, en système unitaire.

⁴ Vitesse de décantation : rapport du débit traversier sur la surface totale de décantation

Les résidus de « sable » et de peinture sont évacués et stockés par des sociétés spécialisées. Ils sont analysés et envoyés ensuite en décharge classe 1, 2 ou 3, selon leur composition. Au dire des professionnels, le coût du recyclage de l'abrasif ne semble pas économiquement intéressant.

Les décapages sont donc susceptibles de générer une charge polluante essentiellement sous forme particulière, liée principalement aux débris de peintures mélangés à l'abrasif qui n'ont pas été récupérés lors du nettoyage des aires de travail. Cette pollution est stockée sur l'aire de travail et n'est reçue dans le réseau que lors d'un lavage ou de précipitations.

2.1.2.3. Eléments polluants et données expérimentales sur les rejets d'eau de carénage

Les différents polluants produits lors des opérations de lavage et décapage des coques dépendent fortement des modes opératoires (récupération ou recyclage plus ou moins poussé des abrasifs, types de peintures utilisées, fréquence des opérations...). Dans le cas présent, les habitudes des clients font que l'entretien des navires est soigné et les nettoyages et carénage de coques plus fréquents que la moyenne des bateaux de plaisance ce qui limite les quantités de biosalissures enlevées lors des carénages.

A titre d'exemple, on peut trouver des composés tels que mercure, plomb, zinc, cadmium, cuivre, arsenic ; des applications à base de TBT pour les unités de plus de 25 m peuvent encore être rencontrées, bien qu'interdites d'application et de réapplication depuis le 1^{er} juillet 2003.

Les données expérimentales trouvées dans la littérature concernant des aires de carénage accueillant les navires de plaisance de petite à moyenne taille.

▪ AIRE DE CARENAGE DE SAUSSET LES PINS

Les mesures expérimentales réalisées en 1993 sur l'aire de carénage de Sausset-les-Pins permettent de dresser le tableau suivant.

Tableau 6 : exemples de concentrations expérimentales sur des eaux de carénage (Sausset les Pins 1993)

<i>Paramètre</i>	<i>Bateau 1</i>	<i>Bateau 2</i>	<i>Bateau 3</i>
Volume (l) d'eau utilisée	264	306	285
Volume (l) ,d'eau rejetée	150	185	150
% rejet des eaux	57	60	53
Volume décanté		3,85	4,16
Quantités de matières décantées (µg/cm ² coque)		154	117
DCO mg/l	-	80,5	190
MES mg/l		280	122
Hg µg/l	0,7	215	1,4
Zn µg/l	1420	760	460
Cd µg/l		2	2

Aménagement d'une plate-forme moyenne plaisance à la Ciotat
Dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

Pb µg/l	35	4	4
Cu µg/l	30	4 000	3 550
Ti µg/l		1	
As µg/l		4	
Sn µg/l	24		
Flux total (eaux rejetées)			
Hg mg	0,105	39,775	0,21
Zn mg	213	140,6	69
Cd mg		0,37	0,3
Pb mg	5,25	0,74	0,6
Cu mg	4,5	740	532,5
Ti mg		0,185	
As mg		0,74	
Sn mg	3,6		

Calcul des valeurs caractéristiques

<i>paramètre</i>	<i>Bateau 1</i>	<i>Bateau 2</i>	<i>Bateau 3</i>
Métaux et métalloïdes (mg/bateau)	226	922	603
Metox ⁸ (mg/bateau)	293	5 855	2 763
% rejet des eaux	57	60	53
Superficie de coque calculée (m ²) (hypothèse : matières décantées à 10 g/l)	-	25	35,6
Métalloïdes (mg/m ²)	-	36,90	16,95
Métox en (mg/m ²)	-	234	78
Métalloïde (mg/g MES)	-	23,9	14,5
Métox (mg/g MES)	-	152,1	66,3

Ces valeurs ont été obtenues sur les eaux récupérées au sein du réseau de collecte des eaux pluviales et du dispositif de décantation (décanteur statique). Elles montrent :

- des valeurs en DCO et MES comparables aux valeurs de fourchette basse des eaux de ruissellement urbain,
- une variabilité des polluants métalliques liés à la diversité des peintures utilisées. Les teneurs sont de l'ordre de quelques mg/l pour les constituants majoritaires, hormis l'étain.
- un ratio de l'ordre de 1 à 1,5 g/m² de carène pour les matières décantées.

⁸ calculé sur les seuls éléments analysés.

▪ **AIRE DU PORT DE CAVALAIRE**

D'autres mesures effectuées sur l'aire du port de Cavalaire ont porté sur la qualité des boues extraites du dispositif de décantation.

Tableau 7 : Analyse des boues de carénage (aire de Cavalaire)

	Cuivre	Etain
Boues (g/kg de matières sèches)	6,5	0,091
Surnageant (µg/l)	45 000	< 25
Eaux du port (µg/l)	<100	< 125

Le volume des boues extraites rapporté au nombre de carénage effectué annuellement a permis de mettre en évidence un ratio d'apport d'environ 2 kg de matière décantées par unité. La taille moyenne des bateaux de plaisance reçus n'est pas documentée. Nous retiendrons environ 30 m² de coque.

▪ **AIRE DU GUILVINEC (NAVIRES DE PECHE)**

Des mesures réalisées par IN VIVO sur le port du Guilvinec apportent des données complémentaires. Les mesures ont été effectuées sur les eaux récupérées directement sous la coque avant que celles-ci ne touchent le sol. Deux types d'opérations ont fait l'objet de mesures.

- D'une part, des lavages de coques au jet haute pression (200-300 bars).
- D'autre part, lors d'un décapage réalisé avec un jet Ultra Haute Pression (environ 3 000 bars) qui provoque un décapage total des revêtements de la coque et assure un résultat similaire à celui d'un « sablage ». Elles sont donc représentatives des polluants contenus dans la peinture de la coque de ce navire.

Les navires reçus sont des bateaux de pêche de taille diverse.

Tableau 8 : Mesures sur le carénage de navires de pêche à Le Guilvinec⁹

paramètre	DCO	MES	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	TBT	HAP (16)	PCB total
unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Décapage	109	4 830	0,013	0,008	0,785	68,47	0,0002	0,057	2,29	64,6	5,04	2,606	< 0.00008
Lavage	575	568			0,075	52,8			1,02	8,2			
Lavage	425	960	0,041	0,01	0,087	48,6	0,205	0,062	0,32	29,7		0,0851	<0.002
Ratio mg/g MES													
Décapage	23	1 000	0,0027	0,0017	0,1625	14,18	0,0000	0,0118	0,4741	13,37	1,0435	0,5395	
Lavage	1 012	1 000			0,1320	92,96			1,7958	14,44			
Lavage	443	1 000	0,0427	0,0104	0,0906	50,63	0,2135	0,0646	0,3333	30,94		0,0886	

Les concentrations sont sensiblement différentes de celles mesurées à Sausset-les-Pins, traduisant bien la variabilité de ce type d'effluents.

2.1.2.4. Méthode d'évaluation des flux

Face à la variabilité des charges polluantes nous retiendrons de calculer les flux selon la méthodologie suivante.

1. Evaluation des masses de matières en suspension (MES) produites à partir de ratios d'apport ramenés à la surface de coques traitées.

2. Evaluation des charges polluantes à partir des ratios d'apport ramenés aux MES,

Compte tenu de la forte variabilité des charges métalliques mesurées nous retenons pour chaque paramètre **la moyenne des valeurs mesurées majorée d'un écart type**.

Paramètre (mg/g MES)	Moyenne + écart type	Valeur retenue	source
DCO	-	673	Evalué d'après ratios RUTP
DBO ₅	-	100	
NTK	-	6,17	
Pt	-	3,83	
Hydrocarbures	-	15,33	

⁹ selon IN VIVO (février 2004)

Aménagement d'une plate-forme moyenne plaisance à la Ciotat
Dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

Paramètre (mg/g MES)	Moyenne + écart type	Valeur retenue	source
Pb	1,264	1,264	selon mesures « Sausset » et « Le Guilvinec »
Zn	24,393	24,40	
Cu	73,26	73,26	
Métalloïdes	173,810	173,81	
Métox	400,311	400,3	

2.1.2.5. Evaluation du flux annuel

▪ LE NETTOYAGE DES COQUES

Les masses produites lors de cette opération sont évaluées à partir des valeurs mesurées sur l'aire de Sausset-les-Pins qui présentent l'intérêt d'être rapportées à la surface de carène traitée. Cette valeur exclue les gros éléments et particules déposées sur le sol et récupérées par balayage de l'aire de travail.

Tableau 9 : Evaluation prévisionnelle de la masse de rejet lors des nettoyages de coques sur la plate-forme moyenne plaisance

Lavage des coques (100% des unités)	Taille navire	Nombre par an ¹⁰	surface moyenne de carène m ²¹¹	Surface totale traitée (m ²)	ratio d'apport g/m ²¹²	masse MES produite (kg/an)
	24-30 m	245	194	47 530	1.5	71
	30-35 m	90	305	27 450	1.5	41
	35-40 m	68	343	23 324	1.5	35
TOTAL		366	842	308 172		136

Lavage des coques (100% des unités)	Taille navire	Nombre par an	surface moyenne de carène (m ²)	consommation moyenne l/m ²	besoin et rejets en eau (m ³)
	24-30 m	245	194	11	523
	30-35 m	90	305	11	302
	35-40 m	68	343	11	257
TOTAL					1 082

¹⁰ Hypothèse haute d'après étude Calao-Arno naval ingénierie « Aménagement pôle moyenne plaisance » - Mars 2006

¹¹ Surface carène=0.75*longueur du bateau*(largeur+tirant d'eau)

¹² valeur estimée d'après les valeurs mesurées sur Sausset les Pins. (1,5 g/m² = 150 µg/cm²)

Remarque : dans le cas présent, les habitudes de la clientèle font que l'entretien des navires est soigné et les nettoyages et carénage de coques plus fréquents que la moyenne des bateaux de plaisance. Les quantités de déchets rejetés lors des opérations de nettoyage des coques sont donc plutôt surestimées par le mode de calcul ci dessus.

▪ **LE DECAPAGE DES COQUES**

Les opérations de décapage des coques sont réalisées avec des dispositifs de confinement par des entreprises spécialisées sous-traitantes. Celles-ci ont obligation contractuelle de procéder à un nettoyage complet de leur aire de travail. Ainsi la quasi totalité des abrasifs et des peintures sèches décapées sont récupérés manuellement ou mécaniquement et ne rejoignent pas le réseau pluvial. Nous retiendrons un apport au réseau pluvial de 5 % du total, ce ratio comporte une marge de sécurité.

Tableau 10 : Evaluation de la masse totale d'abrasif utilisé et rejeté

Opérations de préparation de surface (enlèvement des anciennes peintures) environ 2,5% des navires					
<i>abrasif projeté</i>	<i>dimension</i>	<i>Nombre par/ an</i>	<i>surface moyenne de carène (m²)</i>	<i>consommation kg/m²</i>	<i>masse kg/an</i>
	24-30 m	6	194	50	9 700
	30-35 m	2	305	50	15 250
	35-40 m	1	343	50	17 150
Sous total abrasif					42 100
<i>peinture sèche enlevée densité = 1,3</i>	<i>dimension</i>	<i>Nombre par/ an</i>	<i>surface moyenne de carène (m²)</i>	<i>épaisseur (micromètres)</i>	
	24-30 m	6	194	400	101
	30-35 m	2	305	400	159
	35-40 m	1	343	400	178
Sous total peinture					438

Tableau 11 : Masse rejetée lors des opérations de préparation de surface

<i>dimension</i>	<i>Nombre par an</i>	<i>Masse totale (peinture et abrasif)</i>	<i>% collecté</i>	<i>Masse collectée</i>
24-30 m	6	9 700	5%	485
30-35 m	2	15 250	5%	763
35-40 m	1	17 150	5%	858
Total	9	42 100		2 106¹³

Ces calculs appellent plusieurs commentaires :

1. L'activité de décapage des coques est celle qui produit la majorité des MES collectées par le réseau.
2. Cette quantité est produite par un tout petit nombre d'opérations

La masse annuelle est donc très sensible aux éventuelles fluctuations de la demande et le décapage d'une seule unité supplémentaire sur la zone conduit à 50 % d'augmentation.

C'est pourquoi le ratio d'apport retenu dans le calcul est volontairement fort : 5 % alors que les professionnels l'évaluent dans la fourchette de 1 % à 2,5 %.

L'ensemble des matières rejetées représente donc environ **2 242** kg/an, valeur arrondie à **2,2 t/an**. Il y a lieu d'ajouter à cette valeur les débris de ponçage de finition. Nous retiendrons par hypothèse 10 % de majoration du total, soit **une masse totale évaluée à 2,4 t/an**.

Remarques :

On notera que la majorité de cette masse est constituée par l'abrasif et que donc :

- La charge polluante est « diluée » par l'abrasif,
- Globalement la charge la plus importante est générée par les opérations de décapages des coques. C'est donc bien la qualité du nettoyage des surfaces, après intervention, qui influe de façon déterminante sur la masse de matières véhiculée par le réseau pluvial de la plate-forme.

2.1.2.6. Evaluation des rejets en pointe

Le flux produit en situation de pointe est évalué durant la **journée de pointe** :

- opérations de carénage effectuées le même jour sur tous les navires présents,
- ce même jour est également supposé recevoir les deux décapages de coque annuels.

C'est bien évidemment une situation théorique qui a très peu de chance de se réaliser, ne serait ce que pour un problème de disponibilité du débit.

¹³ Dont 42 100x5%= 2105 kg d'abrasif

Tableau 12 : Occupation maximale en situation de pointe

secteurs	Nombre d'emplacements
24-30 m	14
30-35 m	7
35-40 m	6

Tableau 13 : Evaluation des flux maximaux théoriques produits en situation de pointe (hypothèse 1)

secteur	Lavage de coque (m ²)	Masse rejetée Lavage (kg/j)	Masse rejeté Décapage (kg/j)	Total (kg/j)	observations
24-30 m	2 522	3,7	485	488,7	13 unités en lavage et 1 en décapage
30-35 m	1 830	2,7	763	765,7	6 unités en lavage et 1 en décapage
35-40 m	1 715	2,6	858	860,6	5 unités en lavage et 1 en décapage
Total	6 261	9,4	2 106	2 114,8	

Ce calcul est bien entendu un calcul théorique car il est improbable que cette situation extrême se présente.

Le calcul suivant retenant seulement un décapage de coque concomitant avec le lavage de tous les navires présents est plus réaliste. Le décapage de coque se fera sur la catégorie de navire intermédiaire.

Tableau 14 : Evaluation des flux produits en situation de pointe (hypothèse 2)

secteur	Lavage de coque (m ²)	Masse rejetée Lavage (kg/j)	Masse rejeté Décapage (kg/j)	Total (kg/j)	observation
24-30 m	2716	4,1	0	4,1	14 unités en lavage et 0 en décapage
30-35 m	1 830	2,7	763	765,7	6 unités en lavage et 1 en décapage
35-40 m	2 058	3,1	0	3,1	6 unités en lavage et 0 en décapage
Total				772,9	

Ces calculs mettent en évidence l'importance des flux produits par les opérations de décapage et leur incidence majeure sur le flux journalier de MES.

ANNEXE 4 : RAPPORT D'AUDIT DE L'AIRE DE CARENAGE PROPRE DU PORT D'ARZAL-CAMOËL (56) - SOCOTEC 2018



Agence QHSE

1 rue Thérèse Bertrand Fontaine
CS 51413
72014 Le Mans Cedex 2
Tel : 02.43.28.16.52
Fax : 02 43.23.15.38

Compagnie des Ports du Morbihan
18 rue Alain Gerbault
CS 62221
56 006 VANNES CEDEX

A l'attention de Monsieur Benjamin GUEZET

► RAPPORT D'AUDIT AIRE DE CARENAGE PROPRE

Port d'Arzal-Camoël (56)

- Date d'édition du rapport : **31/01/2018**
- Ce rapport comporte : **50 pages**
- Dossier Socotec n° : **E14Q5FAJ9338**
- Rapport Socotec n° : **E14Q5/17/575-2**
- Noms intervenants : **Marie ANET**



Le présent rapport concerne la création d'une « aire de carénage » sur le port d'Arzal-Camoël de la Compagnie des Ports du Morbihan, localisé à Arzal (56).

Dates d'audit : 18 septembre 2017

Vous avez fait appel à nos services et nous vous en remercions
Pour tout complément d'information, votre interlocuteur Socotec est à votre disposition

- Votre interlocuteur : Marie ANET – marie.anet@socotec.com – T : 02.43.28.16.52

Table des matières

1	RENSEIGNEMENTS GENERAUX.....	4
2	OBJET DE LA MISSION	7
3	DEROULEMENT DE LA MISSION	7
4	CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTAL.....	8
4.1	CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	8
4.2	URBANISME LOCAL	13
4.3	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET MILIEUX NATURELS	14
5	AIRE DE CARENAGE.....	18
5.1	SITUATION ACTUELLE.....	18
5.2	SITUATION FUTURE	19
6	GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	23
6.1	DEFINITION DU DEBIT DE POINTE DES EFFLUENTS DE CARENAGE	23
6.2	TEMPORISATION DES EAUX PLUVIALES SUR L'AIRE DE CARENAGE	23
7	DIMENSIONNEMENT DE LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX DE CARENAGE.....	25
7.1	DONNEES COLLECTEES ET HYPOTHESES DE TRAVAIL.....	25
7.2	BILAN EAU ESTIME	27
7.3	BILAN POLLUTION	27
7.3.1	<i>Bilan pollution en vue du classement sous la rubrique 2.2.3.0</i>	<i>27</i>
7.3.2	<i>Bilan pollution en vue du cahier des charges pour la définition de la filière de traitement..</i>	<i>29</i>
7.4	VALEURS LIMITES REGLEMENTAIRES RETENUES	32
7.5	PROPOSITION DE FILIERE	36
7.6	CRITERES DE CHOIX DE LA FILIERE DE TRAITEMENT	41
8	ENVELOPPE BUDGETAIRE GLOBALE	41
9	CONCLUSION	44
10	ANNEXES.....	45

Table des Figures et Tableaux

Tableau 1 : Renseignements généraux	4
Tableau 2 : Déroulement de la mission	7
Tableau 3 : Références réglementaires	12
Tableau 4 : Description du milieu récepteur et de sa sensibilité	15
Tableau 5 : Estimation des flux bruts journaliers moyennés en vue du classement sous la rubrique 2.2.3.0.....	28
Tableau 6 : Niveaux de référence R1 et R2	29
Tableau 7 : Estimation des concentrations et des flux bruts journaliers minimaux et maximaux de pollution susceptible de provenir du carénage de 9 bateaux lors d'une journée de pleine charge	30
Tableau 8 : Liste des substances dangereuses pour l'eau	31
Tableau 9 : Niveau de traitement en fonction du milieu récepteur et de la taille du port	33
Tableau 10 : Valeurs guide rejets préconisées dans l'arrêté du 2 février 1998 et retenues par l'AELB dans le cadre de l'opération Vague Bleue Carénage.....	34
Tableau 11 : Principe de fonctionnement de la filière de traitement des eaux	37
Tableau 12 : Estimation des coûts d'exploitation de la filière de traitement	43
Figure 1 : Carte de localisation du site	5
Figure 2 : Localisation cadastrale du site	5
Figure 3 : Localisation du site	6
Figure 4 : Plan de zonage du PLU	13
Figure 5 : Bassin versant et réseau hydrographique à proximité du site	14
Figure 6 : Carte des zones conchylicoles.....	15
Figure 7 : Carte des zones naturelles	16
Figure 8 : Carte de localisation de l'usine d'eau potable sur la Vilaine	17
Figure 9 : Vue aérienne de la future zone dédiée au carénage	18
Figure 10 : Exemples de bateaux gérés par le port	19
Figure 11 : Plan d'aménagement futur	21
Figure 12 : Schéma de principe du cheminement des eaux de carénage et des eaux de ruissellement à partir de l'aire de carénage.....	40

1 Renseignements généraux

Dans le cadre de la modernisation de sa plateforme technique (mise en place d'infrastructure pour les activités de sablage et d'hydrogommage, création de locaux techniques dont un local dédié à la collecte des déchets dangereux...), le port d'Arzal-Camoël souhaite créer une aire de carénage, conforme aux exigences en vigueur et centralisée. En effet, actuellement, le carénage s'effectue sur l'ensemble du terreplein technique.

Eléments	Description
Nom du port	Port d'Arzal-Camoël
Adresse de l'établissement audité	Port d'Arzal-Camoël Zone portuaire 56190 Arzal
Directeur du port	Monsieur Benjamin GUEZET
Téléphone Mail	02 97 45 02 97 arzal-camoel@compagniedesportsdumorbihan.fr
Coordonnées du donneur d'ordre Téléphone Portable Mail	Compagnie des Ports du Morbihan 18 rue Alain Gerbault CS 62221 56006 Vannes Cedex Monsieur Benjamin GUEZET 02 97 45 02 97 07 86 93 73 59 b.guezet @compagniedesportsdumorbihan.fr
Situation réglementaire (ICPE, loi sur l'eau)	A ce jour, pas d'autorisation ni de classement au titre de la loi sur l'eau. En réalité classement à autorisation sous la rubrique 2.2.3.0 ⇒ procédure de régularisation à envisager
Date de mise en place du terre-plein technique avec opérations de carénage dans sa configuration actuelle	1999
Projets	<ul style="list-style-type: none">- Délimitation d'une zone dédiée au carénage sur le terre-plein technique actuel- Installation d'un système de traitement des eaux de carénage

Tableau 1 : Renseignements généraux

La vue aérienne suivante localise le port d'Arzal-Camoël et la zone concernée par l'aire de carénage à Arzal.

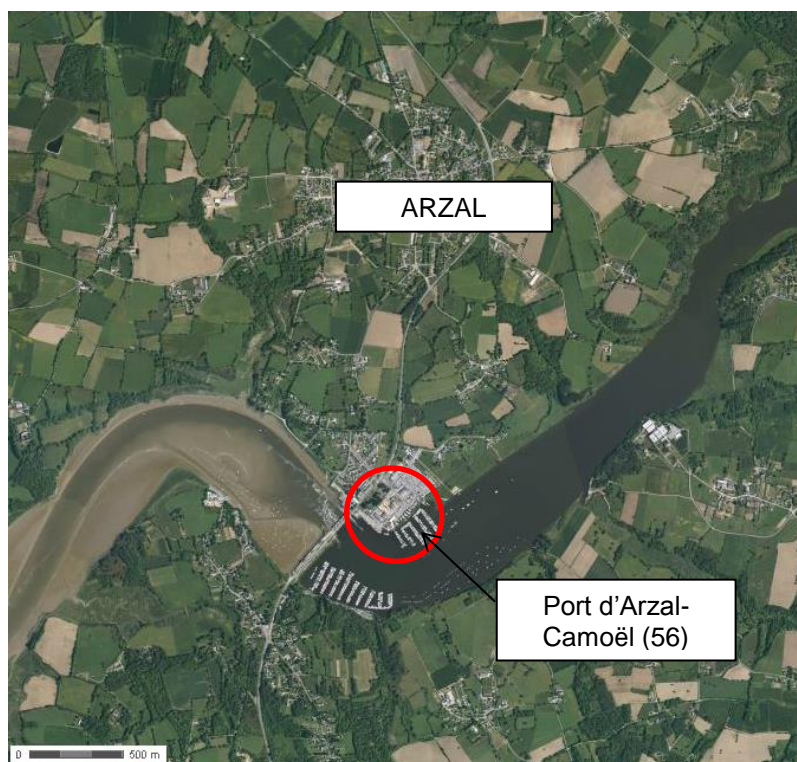


Figure 1 : Carte de localisation du site

Le terrain est cadastré section AC, parcelles 70, 71 et 72.



Figure 2 : Localisation cadastrale du site

La carte suivante présente une vue aérienne du terre-plein technique d'Arzal-Camoël et de son environnement. Le terre-plein est bordé par une avancée de terre et la Vilaine au Sud-Est, le chantier naval de Vilaine au Sud-Ouest, le chemin le Palus du Caulon puis des chantiers navals au Nord-Ouest, la Maison de l'Estuaire qui accueille des groupe scolaires ou des camps de vacances au Nord-Est.



Figure 3 : Localisation du site

Le site est entouré par :

- 1 : Avancée de terre
- 2 : Vilaine
- 3 : Chantier naval de Vilaine
- 4 : Chemin Le Palus de Caulon puis des chantiers navals
- 5 : Maison de l'Estuaire

2 Objet de la mission

La Compagnie des Ports du Morbihan en charge de l'exploitation et des aménagements des ports qu'elle gère, souhaite traiter de façon performante les effluents de carénage de ses terre-pleins techniques.

Le port d'Arzal-Camoël est prioritaire :

- ✓ d'une part au regard de son environnement faisant l'objet de multiples protections réglementaires
- ✓ et d'autre part en raison du nombre important de sorties / mises à l'eau effectuées chaque année (supérieures à 1000 unités).

Afin de bénéficier des aides de l'AELB pour la création d'une aire de « carénage propre », le port d'Arzal-Camoël a confié à SOCOTEC agence HSE, la réalisation de l'audit préalable qui permettra de :

- ⇒ Définir le contexte réglementaire du chantier (ICPE, loi sur l'eau, NATURA 2000...) et les niveaux de performance à atteindre,
- ⇒ Proposer une ou des filières de traitement susceptibles d'être mises en œuvre selon la surface de carénage affectée, pour traiter les effluents avec une approche de dimensionnement et des coûts d'installation et d'exploitation.

3 Déroulement de la mission

Date de rendez vous	18/09/17 sur place
Objet du rendez vous	<ul style="list-style-type: none">• Identification des besoins et des attentes• Récupération des premières données et réflexions du porteur du projet
Personnes rencontrées et fonctions	<ul style="list-style-type: none">• M. Benjamin GUEZET, directeur du port• M. Adrien LEES – FR Environnement (Maître d'œuvre)

Tableau 2 : Déroulement de la mission

4 Contexte réglementaire et environnemental

4.1 Contexte réglementaire

Les textes suivants présentent les interdictions générales de « rejet polluant » dans les eaux :

Eléments	Description
Règlement Sanitaire Départemental du Morbihan	<p>L'article 90 du Règlement Sanitaire Départemental du Morbihan indique que :</p> <p>« Il est interdit :</p> <ul style="list-style-type: none">- de déverser dans la mer, les cours d'eau, lacs, étangs, canaux, sur leurs rives et dans les nappes alluviales, toutes matières usées, tous résidus fermentescibles d'origine végétale ou animale, toutes substances solides ou liquides toxiques ou inflammables, susceptibles de constituer un danger ou une cause d'insalubrité, de communiquer à l'eau un mauvais goût ou une mauvaise odeur, de provoquer un incendie ou une explosion,- pour les voies et plans d'eau désignés ci-dessus, cette interdiction vise notamment :<ul style="list-style-type: none">a) le lavage des véhicules automobiles et de tous engins à moteurb) la vidange des huiles de moteur de tous engins mécaniquesc) la vidange et le nettoyage des équipements sanitaires des caravanesd) le rinçage des citernes et des appareils ou engins ayant contenu des produits polluants ou toxiques. <p>Ces opérations doivent être effectuées de façon que les produits de vidange, de lavage, de nettoyage ne puisse être déversés ni entraînés dans les voies, plans d'eau ou nappes par ruissellement ou par infiltration.</p> <p>Cette interdiction ne s'applique pas au déversement d'eaux usées de vidange et autres déchets qui ont fait l'objet d'un traitement approprié conforme à la réglementation en vigueur et approuvé par l'autorité sanitaire. »</p>

Eléments	Description
<p>Loi sur l'eau et les milieux aquatiques n°2006/1772 du 30 décembre 2006 codifiée</p>	<p>Article L 210-1 :</p> <p>L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.</p> <p>Dans le cadre des lois et règlements ainsi que des droits antérieurement établis, l'usage de l'eau appartient à tous et chaque personne physique, pour son alimentation et son hygiène, a le droit d'accéder à l'eau potable dans des conditions économiquement acceptables par tous.</p> <p>Article L 211-1 :</p> <p>2° La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales.</p> <p>Article L 216-6 :</p> <p>Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés aux articles L. 218-73 et L. 432-2, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende. Lorsque l'opération de rejet est autorisée par arrêté, les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté ne sont pas respectées.</p>
<p>Classement loi sur l'eau</p>	<p>La nomenclature définie par l'article R.214-1 du code de l'environnement définit les opérations soumises à déclaration et à autorisation préalablement à leur mise en œuvre.</p> <p>Le rejet des aires de carénage vers le milieu naturel est concerné par la rubrique 2.2.3.0 : Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :</p> <p>1° Le flux total de pollution brute étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal au niveau de référence R 2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A)</p> <p>b) Compris entre les niveaux de référence R 1 et R 2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D).</p> <p>L'exploitation doit faire l'objet d'une procédure d'autorisation ou de déclaration si les flux de rejet l'exigent (Cf. chap. 6.3 Bilan Pollution).</p>

Eléments	Description
SDAGE Loire Bretagne	<p>Le SDAGE est un document de planification décentralisé. Il définit, pour une période de six ans (2015-2021), les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre dans le bassin concerné.</p> <p>Un programme de mesures (pour identification des principales actions à conduire) et des documents d'accompagnement (pour mieux comprendre le contenu du SDAGE) y sont annexés.</p> <p>Un extrait du SDAGE relatif à la préservation du littoral est le suivant :</p> <p>10B – Limiter ou supprimer certains rejets en mer</p> <p>La réduction ou la suppression des émissions de substances prioritaires* ou prioritaires dangereuses* est un objectif de la directive cadre sur l'eau (l'atteinte du bon état chimique). Les actions à mener sur le littoral ne sont pas différentes de celles à engager sur l'ensemble du bassin (voir les orientations fondamentales du chapitre n°5 « Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses »).</p> <p>D'autre part, sur le littoral, certaines activités justifient des approches spécifiques : dragage des ports et rejets des vases, rejets des eaux de ballast et des sédiments des navires, rejets d'hydrocarbures, de substances nocives ou de déchets, des résidus de carénage... Il est souhaité que l'identification et la réduction des rejets concernés fassent l'objet d'une approche cohérente à une échelle adaptée.</p> <p>Pour la plupart de ces activités, des contraintes environnementales existent qu'il convient de rappeler :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✦ Les rejets des eaux de ballast et des sédiments des navires d'une jauge brute supérieure à 300 unités dans les eaux territoriales sont encadrés par l'article L.218-83 du code de l'environnement. ✦ Les articles L.218-10 et suivants du code de l'environnement répriment le rejet en mer d'hydrocarbures ou de produits contenant des hydrocarbures ou des substances nocives visés à la convention de Londres. L'immersion des déchets en mer est interdite par l'article L.218-43 et leur incinération par l'article L.218-59. ✦ Les résidus de carénage sont des déchets, certains classifiés déchets dangereux, et doivent être à ce titre éliminés dans des installations autorisées au titre du code de l'environnement.

Eléments	Description
	<p>Pour éviter d'une façon générale les rejets en mer afin d'atteindre le bon état sur les masses d'eau littorales et de transition, le Sdage recommande que, à proximité des ports de plaisance ou des secteurs de mouillage, des espaces soient réservés pour des installations de récupération des eaux de ces bateaux ; il serait nécessaire également de prévoir à côté des zones d'activités portuaires, des zones dédiées au stockage des vases, des résidus de pollutions accidentelles ou d'autres produits susceptibles d'altérer l'état des masses d'eau.</p> <p>La réduction des quantités de macro-déchets en mer et sur le littoral constitue également une nécessité pour le bon état des milieux aquatiques littoraux et marins.</p> <p>L'extrait suivant traite de la maîtrise des substances dangereuses rejetées dans l'eau.</p> <p>Deux types d'objectifs bien distincts sont définis :</p> <p>Des objectifs de rejet :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✦ au titre de la directive cadre sur l'eau, les rejets, émissions et pertes des substances prioritaires (SP)* doivent être réduits et ceux des substances dangereuses prioritaires (SDP)* doivent être supprimés. Ces objectifs doivent être atteints au plus tard 20 ans après l'adoption de propositions de mesures de contrôle et de normes de qualité environnementale par le Parlement européen et le Conseil. ✦ au titre de la note technique du 11 juin 2015 relative aux objectifs nationaux de réduction des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses dans les eaux de surface et à leur déclinaison dans les Sdage 2016-2021. Cette note définit des objectifs de réduction en pourcentage du niveau des émissions de 2010, connues et maîtrisables à un coût économiquement acceptable. <p>Par ailleurs, concernant les rejets dans les eaux souterraines, toutes les dispositions de l'arrêté du 17 juillet 2009 pris en application de l'article R.212-9-1 du code de l'environnement s'appliquent, y compris les listes de substances dangereuses et des polluants non dangereux de ses annexes I et II.</p> <p>Des objectifs environnementaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✦ pour l'état chimique des eaux de surface, il s'agit de normes de qualité environnementale (NQE), seuils de concentration à ne pas dépasser dans les milieux aquatiques afin de protéger la vie aquatique et la santé humaine. La directive 2013/39/CE renforce certaines de ces normes tout en introduisant 12 nouvelles substances à l'annexe précitée ainsi que le mécanisme de liste de vigilance. Concernant l'état chimique des eaux souterraines, l'arrêté du 17 décembre 2008 fixe les normes de qualité et les valeurs de seuils. ✦ pour l'état écologique, il s'agit de concentrations prédictives sans effet (PNEC*), qui représentent des seuils de concentration à ne pas dépasser dans les milieux aquatiques afin de protéger la vie aquatique. La connaissance n'est pas exhaustive sur l'impact des différentes molécules, seules ou en mélange.

Eléments	Description
SAGE Vilaine	<p>La commune d'ARZAL appartient au SAGE Vilaine. La révision du SAGE, approuvé en 2003, a été lancée en décembre 2009. La Commission locale de l'eau a validé le projet de SAGE révisé le 31 mai 2013. Le comité de bassin du 3 octobre 2013 a émis un avis favorable au SAGE.</p> <p>A cheval sur deux régions (Bretagne et Pays de la Loire) et 6 départements (Ille et Vilaine (42%), Morbihan (28%), Loire Atlantique (19%), Côtes d'Armor (9%), Mayenne (1,5%), Maine et Loire (0,5%)), le bassin de la Vilaine regroupe 534 communes sur plus de 10 000 km².</p> <p>La mesure 74 du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) du SAGE Vilaine énonce :</p> <p><u>« Disposition 74 - Mettre aux normes les ports et les chantiers navals par rapport aux équipements de carénage</u></p> <p><i>Le rejet direct dans les eaux superficielles ou le réseau d'eaux pluviales des effluents non traités des chantiers navals et des ports est interdit par l'article 6 du règlement. Dès lors, afin de poursuivre leur activité, les chantiers navals et ports concernés doivent :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>assurer une collecte des effluents à traiter en un point unique,</i> - <i>diriger les effluents vers un système de traitement adapté.</i> <p><i>Ces opérations relèvent des rubriques 2.2.3.0., 4.1.1.0. et 4.1.2.0. de la nomenclature eau. »</i></p> <p>L'article 6 du règlement du SAGE énonce :</p> <p><u>« Article 6 - Interdire les rejets directs dans les milieux aquatiques des effluents souillés des chantiers navals et des ports</u></p> <p><i>Les rejets directs, dans les milieux aquatiques ou dans le réseau « eaux pluviales », des effluents souillés issus des activités des chantiers navals, sont interdits. Une mise aux normes par les gestionnaires concernés de la collecte et du traitement des effluents avant rejet est imposée. »</i></p> <p>D'après le SAGE Vilaine, l'enjeu primordial du bassin de la Vilaine est la restauration et la protection de la ressource en eau potable (usine de Drezet à Ferel est située en amont à 1,2 km du projet. Le port d'Arzal-Camoël est dans le périmètre de protection rapprochée).</p>

Tableau 3 : Références réglementaires

4.2 Urbanisme local

La commune d'ARZAL dispose d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) approuvé le 17 février 2011.

D'après le zonage du PLU, le terre-plein du port d'Arzal se trouve en zones Uia et Uip. Le règlement applicable aux zones du PLU indique que la zone Uia est destinée aux activités professionnelles, de bureaux, de services, commerciales, artisanales et hébergement hôtelier ne présentant pas de nuisances majeures et dont l'implantation ne présente pas d'inconvénients ou des dangers importants pour l'environnement.

La zone Uip est pour sa part destinée aux activités maritimes et portuaires

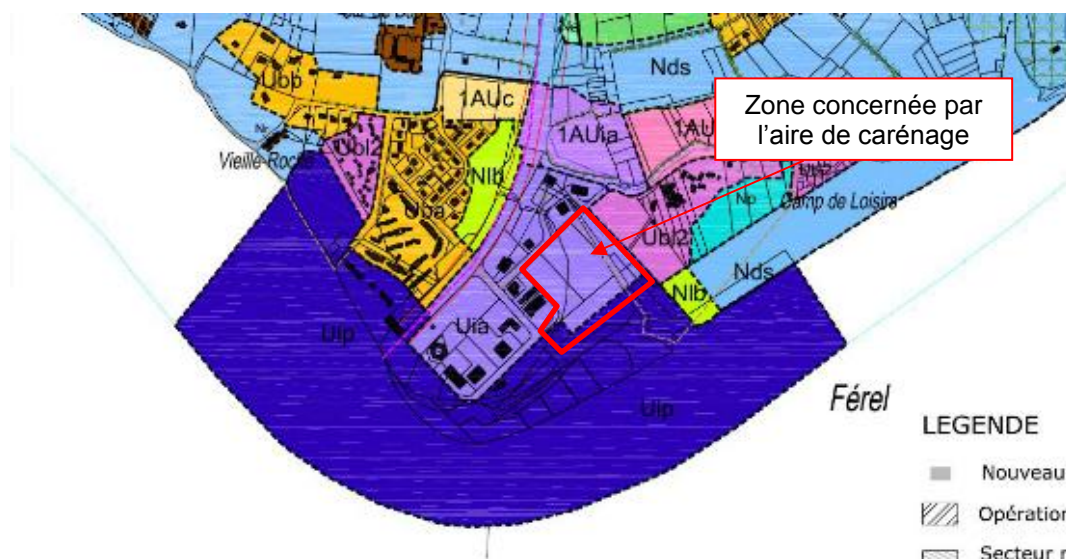


Figure 4 : Plan de zonage du PLU

Article Ui 4 : desserte par les réseaux

➤ Alimentation en eau

Toute construction ou installation nouvelle qui requiert une alimentation en eau doit être desservie par une conduite de distribution d'eau potable de caractéristiques suffisantes et raccordée au réseau public.

➤ Assainissement

• Eaux usées

Sous réserve des dispositions de la législation relative aux installations classées, toute construction ou installation nouvelle doit évacuer ses eaux usées par des canalisations souterraines de caractéristiques suffisantes raccordées au réseau public d'assainissement. Pour certains effluents particulièrement nocifs, un pré-traitement pourra être imposé.

• Eaux pluviales

Les aménagements réalisés sur le terrain doivent garantir l'écoulement des eaux pluviales, qui ne sont ni récupérées, ni infiltrées sur place, dans le réseau collecteur.

En l'absence de réseau ou en cas de réseau insuffisant, les aménagements nécessaires au libre écoulement des eaux pluviales (et éventuellement ceux visant à la limitation des débits évacués de la propriété) sont à la charge exclusive du propriétaire qui doit réaliser les dispositifs adaptés à l'opération et au terrain. Ces dispositifs devront s'inscrire dans une gestion alternative des eaux de pluie (infiltration, cuve de récupération, utilisation de revêtements perméables...) limitant ainsi les rejets. D'une manière générale, l'infiltration à la parcelle doit être la première solution recherchée pour l'évacuation des eaux pluviales recueillies sur un terrain. Dans l'hypothèse d'une impossibilité technique justifiée de procéder par infiltration (noues, fossés), le recours aux ouvrages de rétention est un bon moyen de limiter les débits vers les zones situées à l'aval des projets d'aménagement. A défaut, le rejet des eaux pluviales se fera vers la canalisation publique de collecte.

Aujourd'hui, il n'y a pas d'espace disponible pour créer une zone d'infiltration des eaux pluviales au sein de la zone technique du port. De plus, les eaux pluviales ruisselant sur le terre-plein technique sont potentiellement polluées, un pré-traitement avant rejet est nécessaire. Un bassin d'orage de 400m³, déjà installé, joue le rôle de régulateur de débit en cas d'orage décennal. Les eaux pluviales ruisselant sur l'aire de carénage seront traitées par la même filière de traitement que les effluents de carénage. Elles ne seront donc pas non plus infiltrées.

4.3 Contexte environnemental et milieux naturels

Le bassin hydrographique Loire Bretagne présente sur son littoral une sensibilité particulière du milieu récepteur selon les zones.

Les zones présentant un milieu récepteur qualifié de « sensible » au regard de l'opération de l'AELB « Carénage Propre » sont les territoires du bassin hydrographique qui comportent des zones conchylicoles, des zones salmonicoles ou encore des zones de baignades.

Les zones du littoral soumises à des protections réglementaires particulières sont également qualifiables de « sensibles ». Ces protections réglementaires sont multiples : NATURA 2000 terre et mer (Site d'Intérêt communautaire et Zone de protection spéciale), arrêtés de conservation des biotopes, RAMSAR (Zone Humide d'Importance Internationale découlant de la Convention RAMSAR : marais, tourbières, ...), ZICO (zones importantes pour la conservation des oiseaux sauvages), ZNIEFF (zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) notamment.

La commune d'Arzal fait partie du bassin versant de la Vilaine.

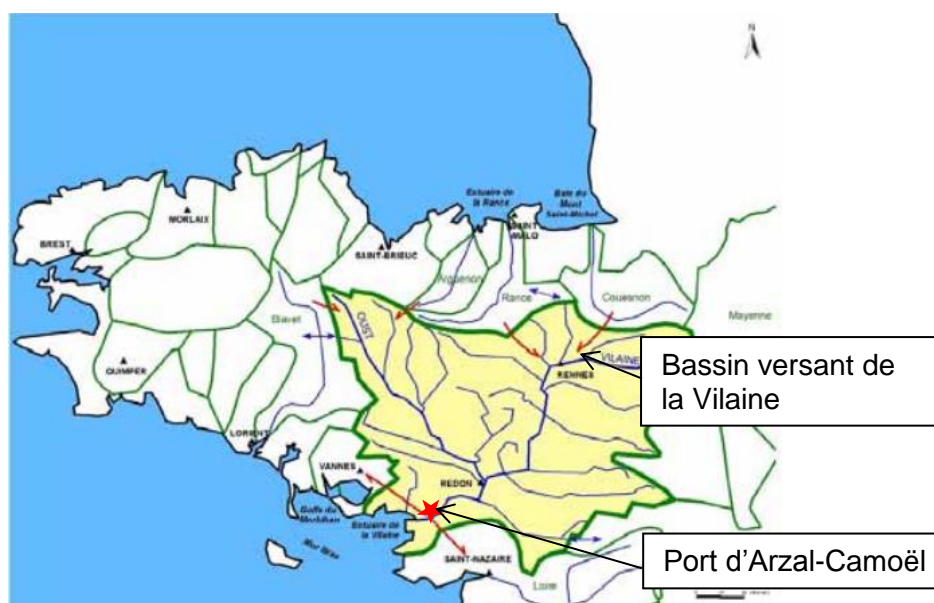


Figure 5 : Bassin versant et réseau hydrographique à proximité du site

La sensibilité du milieu récepteur in fine du port d'Arzal-Camoël, l'Océan Atlantique au niveau de l'estuaire de la Vilaine est présentée ci-dessous.

Eléments	Description
Description du milieu récepteur et sa sensibilité	<p>Zone conchylicole considérée comme zone sensible (Cf. cartographie des zones Figure 6 ci-dessous au niveau de l'estuaire de la Vilaine).</p> <p>Zone de baignade : oui.</p> <p>La commune d'ARZAL est concernée par de nombreux classements pour le patrimoine naturel environnant :</p> <p>ZNIEFF :</p> <p>- ZNIEFF 530014740 - ESTUAIRE DE LA VILAINE</p> <p>NATURA 2000 :</p> <p>- FR5300034 - Estuaire de la Vilaine</p> <p>Zone d'importance pour la conservation des oiseaux :</p> <p>- BT 16 – baie de Vilaine</p> <p>Les cartes associées sont présentées en annexe.</p>

Tableau 4 : Description du milieu récepteur et de sa sensibilité



Figure 6 : Carte des zones conchylicoles

Légende

- ☐ Natura 2000
 - ▨ Directive oiseaux (ZPS)
 - ▨ Directive habitats (ZSC, SIC, pSIC)
- ☐ Parcs et réserves naturelles
 - ▨ Réserve nationale de chasse maritime
 - ▨ Parc naturel marin d'Iroise
 - ▨ Parc naturel régional
 - ▨ Réserve biologique de l'ONF
 - ▨ Réserve nationale de chasse et de faune sauvage
 - ▨ Réserve naturelle nationale
 - ▨ Périmètre de protection
 - ▨ Réserve naturelle
 - ▨ Réserve naturelle régionale
 - ▨ Réserve naturelle régionale polygones
- ☐ Autres protections
 - ▨ Réserve de biosphère (MAB)
 - ▨ Arrêtés de biotope polygones
 - ▨ Arrêtés de biotope
- ☐ Inventaire patrimonial
 - ▨ ZNIEFF 2 marine
 - ▨ ZNIEFF 1 marine
 - ▨ Tourbière
 - ▨ Site géologique
 - ▨ ZNIEFF2
 - ▨ ZNIEFF1
 - ▨ ZICO (Zone d'importance communautaire pour les oiseaux)

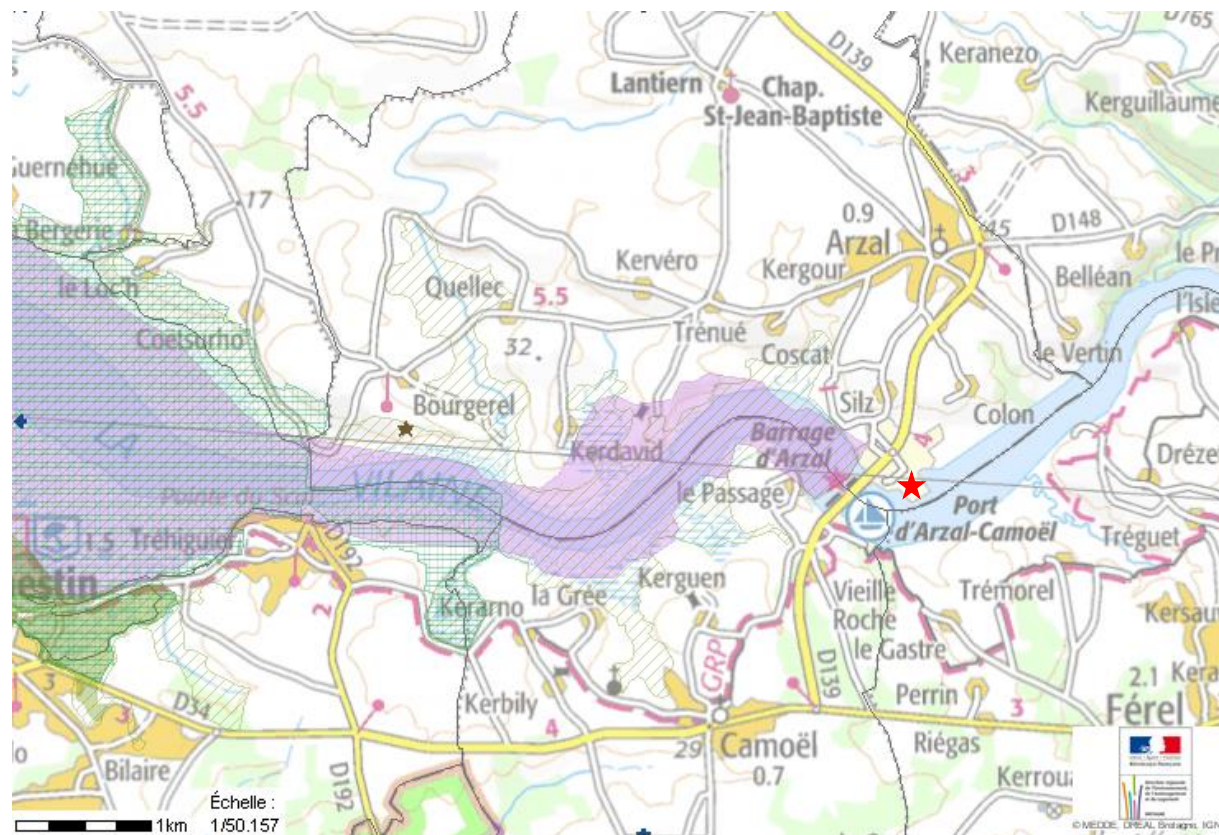


Figure 7 : Carte des zones naturelles

Cependant, comme le montre la carte suivante, à 1,2 km en amont sur la Vilaine se trouve l'usine du Drézet à Férel de production d'eau potable en amont du barrage d'Arzal. D'après le SAGE Vilaine approuvé en 2003, l'enjeu primordial du bassin de la Vilaine est la restauration et la protection de la ressource en eau potable. La qualité des eaux exploitées par l'usine de Férel est l'expression de la qualité globale des eaux du bassin. Il existe un périmètre de protection établi en 1970 lors de la Déclaration d'Utilité Publique. Il est subdivisé en périmètres immédiat (100 m autour de la prise d'eau), rapproché (du barrage à 5 km vers l'amont, 50 m des rives) et éloigné (idem mais 300 m des rives). Il porte sur les risques locaux : carburants, eaux usées, établissements classés.

De par sa localisation, le port d'Arzal-Camoël se situe en périmètre de protection rapproché. Toute construction est interdite sur une bande de 50 mètres mesurés à partir du plan d'eau le plus élevé.



Figure 8 : Carte de localisation de l'usine d'eau potable sur la Vilaine

La sensibilité du milieu récepteur est un critère de choix pour définir les valeurs guides à respecter au rejet dans le milieu naturel et de fait le niveau de performance à atteindre pour la filière de traitement des eaux usées issues du carénage.

En l'occurrence, le rejet pressenti pour les effluents traités de carénage sera le milieu naturel, avec rejet en Vilaine, tel qu'actuellement, au niveau du port d'Arzal-Camoël. Ce rejet est situé à proximité du captage d'eau potable de Férel, interdisant toute pollution de la Vilaine.

Le milieu récepteur in fine, l'estuaire de la Vilaine présente des zones naturelles et peut donc être qualifié de sensible.

Une installation de traitement des effluents performante devra donc être prévue.

5 Aire de carénage

5.1 Situation actuelle

L'aire dédiée au carénage sera positionnée sur une emprise foncière d'environ 1 180 m² sur la zone technique du port d'Arzal-Camoël (56), en lieu et place de l'actuelle zone déchet et d'un parking. Actuellement, le carénage s'effectue sur l'ensemble du terreplein technique, les eaux de ruissellement de ce terreplein (pluviales et effluents de carénage) sont collectées vers un séparateur à hydrocarbures (débit de traitement : 30 l/s), après passage dans un bassin de rétention des eaux pluviales et avant rejet au milieu naturel.



Figure 9 : Vue aérienne de la future zone dédiée au carénage

Le port d'Arzal-Camoël dispose d'un élévateur pour les sorties d'eau et les mises à l'eau. Plusieurs formules sont disponibles : aller/retour 24h, 48h, mensuel ou annuel. Les carénages sont effectués après les sorties d'eau, d'une manière générale.

Le terreplein technique, d'une surface d'environ 19 000 m², dispose aujourd'hui de 330 places de bateaux, pour environ 3000 manutentions annuelles. Le nombre de bateaux carénés annuellement est estimé à 800. Le carénage, réalisé par les propriétaires particuliers ou par des professionnels, s'effectue sur le terreplein technique.

La flotte du port est composée de voiliers (70%) et de bateaux à moteur (30%).



Figure 10 : Exemples de bateaux gérés par le port

Le process de gestion des bateaux est le suivant :

1. Sortie d'eau au niveau de la forme élévateur, et positionnement sur emplacement affecté selon la durée de sortie d'eau.
2. Carénage et parfois déjàunissage du trait d'eau sur la coque
3. Travaux divers pour les sorties longues.
4. Application d'antifouling (à la suite de l'étape 2 pour les sorties de courte durée).
5. Remise à l'eau ou mise à terre

L'activité du port s'étend sur toute l'année avec un pic saisonnier d'avril à octobre, correspondant à environ $\frac{3}{4}$ de l'activité annuelle.

5.2 Situation future

Dans le cadre des travaux de modernisation du port, une aire de carénage « propre » de 1 180 m² sera aménagée au niveau de la zone déchet actuelle et du parking voisin. Cette aire sera mise à disposition des clients du port, qui assureront le carénage de leurs bateaux.

Les caractéristiques de cette aire de carénage seront les suivantes :

- Surface : 1 180 m²
- Nombre de bateaux carénés :
 - Par jour : 9 au maximum
 - **Par an : 1000 au maximum**
 - En simultané : 9 au maximum
- Type de bateaux carénés :
 - Voilier : 70% - Moteur : 30%
 - Dimensions moyennes :
 - Longueur : 9,5 m
 - Largeur : 3,2 m
 - Tirant d'eau : 1,5 m
 - Dimensions maximales :
 - Longueur : 18 m
 - Largeur : 6 m

- Période d'activité : constante toute l'année, avec un pic saisonnier d'avril à octobre
- Dispositif de lavage : laveurs haute pression avec station de pressurisation – 9 lances mises à disposition (15 l/min par lance – 150 bars)
- Durée de carénage : 1 h
- Antifouling utilisé : au choix des clients
- Récupération et traitement des eaux de carénage, dans une filière de traitement hors-sol de préférence, avant rejet dans le milieu naturel, au même endroit qu'actuellement

Les activités réalisées sur le port sont les suivantes :

- Carénage et/ou rinçage des bateaux en sortie d'eau,
- « Déjaunissage » après hivernage (limitation des produits à voir avec l'équipementier de traitement d'eaux),
- Application d'antifouling après carénage,
- Ponçage de l'antifouling (grattage autorisé moyennant récupération des déchets solides avant utilisation de l'eau - bâchage),
- Dessalage des moteurs hors-bords et in-boards,
- Traitement du gel-coat,
- Vidange des eaux grises et des eaux noires.

Les applications de peinture ou d'antifouling seront exclusivement effectuées sur l'aire de carénage, qui sera équipée d'un kit absorbant en cas de déversement d'un pot. **La vidange des eaux grises et des eaux noires est strictement interdite en dehors de la zone dédiée, elle ne sera donc pas effectuée sur l'aire de carénage.**

Le positionnement de l'aire de carénage à créer doit tenir compte des contraintes suivantes propres au chantier :

- Des réseaux éventuellement présents sur site et sur la voirie communale en vue d'un raccordement : électricité, eau potable, eaux usées, eaux pluviales,
- De l'accès au port,
- Des manœuvres qui doivent être limitées pour accéder à l'aire de carénage avec les bateaux,
- Des stockages de bateaux par ailleurs.

Les aménagements prévus pour l'implantation d'une « aire de carénage propre » (avec système de récupération et de traitement des eaux de carénage) sont les suivants :

- Dalle béton étanche de 1180 m² et dont les dimensions projetées sont les suivantes : L = 42 m et l = 28 m. (Les eaux souillées ruisselant sur cette dalle seront collectées en point bas de l'aire).
- Unité de traitement des eaux de carénage reliée par refoulement au système de collecte des eaux de carénage. (Installation de traitement hors-sol).
- Dispositif de collecte des eaux pluviales du terreplein séparatif par rapport au réseau de collecte des effluent de carénage et des eaux de ruissellement sur l'aire.

Le plan ci-dessous présente l'aménagement envisagé pour l'aire de carénage :

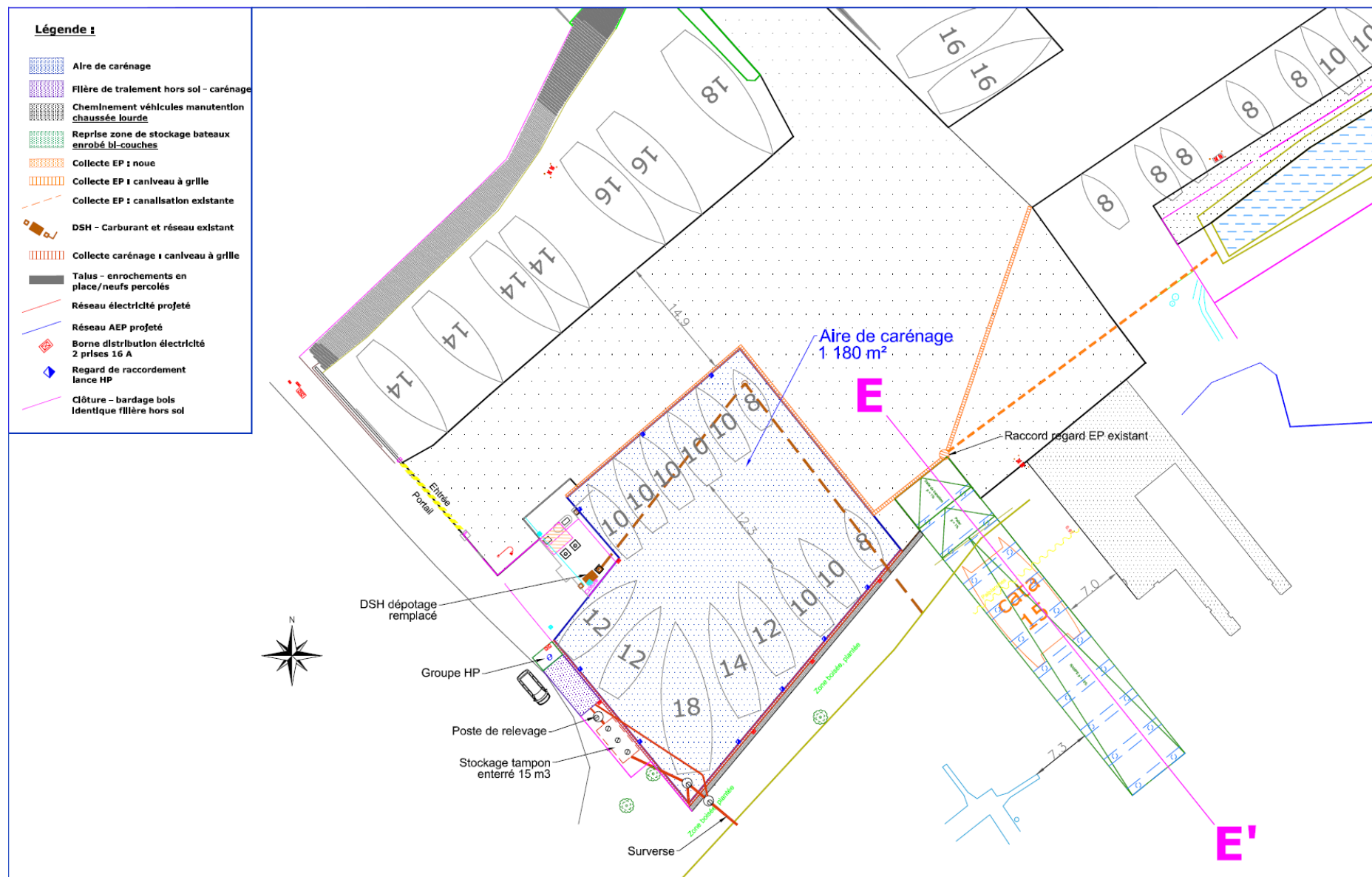


Figure 11 : Plan d'aménagement futur

La filière de traitement des effluents des aires de carénage pourrait mettre en œuvre différentes technologies selon l'équipementier qui aura été retenu. Plusieurs cas de figures peuvent donc se présenter quant à l'insertion des modules de traitement :

- Unité de traitement hors sol :

La filière de traitement peut consister en une cuve hors sol (emprise de sol maxi de l'ordre de 4 m x 4 m).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Cuve accessible • Maintenance plus aisée • Coût réduit par rapport à une unité enterrée (ne nécessitera pas de gros œuvre de génie civil) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact visuel • Perte de place (emprise au sol importante)

- Unité de traitement semi- enterrée :

Un déboureur / décanteur, par exemple de type lamellaire avec une zone de filtration intégrée selon le niveau de traitement exigé peut être enterré à proximité de l'aire de carénage. Dans certains cas, les effluents ont besoin d'être ensuite relevés pour être traités dans une unité complémentaire de filtration hors sol qui pourrait être localisé à proximité du hangar de stockage.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Ouvrage enterré intégrant une décantation et une filtration en dernier étage le cas échéant- pas d'impact visuel • Emprise au sol de l'unité de traitement réduite 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite plus de génie civil avec fond de fouille • Moins d'accessibilité pour la maintenance • Probablement besoin de relevage des eaux pour rejoindre le réseau EP selon le fil d'eau

- Unité de traitement enterrée :

L'ensemble du système est enterré

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Aucune emprise au sol de l'unité de traitement • Aucun impact visuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite plus de génie civil pour enterrer l'ensemble de l'unité de traitement, coût plus important que l'unité hors sol ou semi-enterrée • Moins d'accessibilité pour la maintenance

D'une manière générale, les équipements de pilotage de la station de traitement des effluents devront être installés à l'abri (coffret électrique, ...).

Une unité de traitement hors-sol est souhaitée par la Compagnie des Ports du Morbihan.

6 Gestion des eaux pluviales

6.1 Définition du débit de pointe des effluents de carénage

Afin d'approcher le dimensionnement de la filière in situ, il est nécessaire de prendre en compte le débit de pointe d'eaux usées générées.

Débit de pointe (dix bateaux carénés simultanément) :
 $9 \times 15 \text{ l/min (débit des laveurs)} = 135 \text{ l/min}$

Soit un volume total d'eau à traiter sur 60 min (durée de carénage estimée à 1h) de :
 $135 \times 60 \text{ min} = 8,1 \text{ m}^3$

6.2 Temporisation des eaux pluviales sur l'aire de carénage

Seules les eaux pluviales souillées, c'est-à-dire celles qui s'écoulent sur l'aire de carénage en période d'activité, doivent faire l'objet d'un traitement avant rejet dans le milieu naturel. Les eaux pluviales non souillées peuvent être rejetées dans le milieu naturel sans traitement puisque celles-ci ne contiennent pas de charge polluante.

Autour de l'aire de carénage

L'aire de carénage sera conçue de manière à ce que les eaux pluviales non souillées ne s'écoulent pas sur l'aire de carénage afin de ne pas surcharger la filière de traitement et de la dimensionner au plus juste des besoins. En effet, par le biais de caniveaux en contour de l'aire, toutes les eaux pluviales de ruissellement du terreplein (hors aire de carénage) seront collectées et traitées par le séparateur à hydrocarbures existant avant le rejet à la mer.

Sur l'aire de carénage

L'aire de carénage de 1 180 m² présente une surface imperméabilisée qui va générer des volumes d'eaux pluviales plus ou moins importants qu'il convient de considérer comme des effluents potentiellement contaminés car ruisselant sur les zones sur lesquelles s'opèrent les carénages.

L'ouvrage à proposer devra donc intégrer et traiter à la fois les eaux pluviales et les effluents de carénage.

Les règles de calculs et de dimensionnement des ouvrages liés à la maîtrise des eaux pluviales prennent en compte classiquement le cas d'un orage décennal. Par conséquent, les volumes d'eaux pluviales et les débits instantanés deviennent alors prédominants et déterminant pour le dimensionnement de l'ouvrage de traitement au regard des apports des débits des laveurs à haute pression notamment utilisés pour les carénages.

Pour éviter de surdimensionner la filière de traitement dans le cas d'une pluie d'orage décennal, la solution consiste généralement à temporiser les eaux pluviales en amont du traitement spécifique dans un ouvrage dédié (bassin de rétention) qui peut être enterré ou hors sol selon le contexte (volumes, surfaces, nature du sous-sol, place disponible, ...).

L'évènement pluvieux appréhendé est un évènement pluvieux de retour 10 ans. La méthode utilisée est celle préconisée dans l'Instruction Technique de 1977 relative au réseau d'assainissement des agglomérations.

Les études pluviométriques ont mis en évidence l'existence de 3 régions relativement homogènes sur le territoire national. Pour chacune de ces régions, les valeurs des différents paramètres de calcul de débit sont définies. Pour la zone 1 les coefficients de Montana sont les suivants : $a=5,9$ et $b=-0,59$.

Calcul du débit d'eaux pluviales Q (m³/s)

Le débit de pointe décennal brut est calculé par l'intermédiaire de la formule dite de Caquot :

$$Q_f = 1,43 \cdot I^{0,29} \cdot C_f^{1,20} \cdot A^{0,78}$$

Avec :

I = la pente moyenne du terrain aménagé de la parcelle ou pente du collecteur (m/m)

A = la surface de la parcelle (ha)

Q_f = le Débit de pointe décennal (m³/s)

C_f = le coefficient de ruissellement

N.B : domaine de validité de la méthode Caquot

- 0,2 < C_f < 1

- 0,002 < I < 0,05

Calcul de temps de concentration Tc (min) :

$$T_c = 0,50 \cdot I^{-0,41} \cdot A^{0,507} \cdot Q_f^{-0,287}$$

Calcul de l'intensité des eaux pluviales I (mm/minutes)

Les coefficients de Montana sont valables entre 5 et 120 minutes.

$$I \text{ (mm/min)} = a \cdot t_c^b$$

Calcul de la hauteur d'eau pluviale H (mm)

$$H = I \cdot t_c$$

Calcul du volume brut d'eau pluviales Vb (m³)

$$V_b = H \cdot \text{surface}$$

Calcul du volume corrigé d'eau pluviales Vc (m³)

Prise en compte du début de l'évènement pluvieux (premiers flots)

$$V_c = 1,1 \cdot V_b$$

Le détail des calculs est présenté ci-dessous :

pente (m/m)	0,03
surface (ha)	0,118
coef ruissellement	0,9
débit eaux pluviales (m³/s)	0,0601
temps de concentration	2,552
montana - a	5,9
montana - b	-0,59
intensité eaux pluviales (mm/min)	3,40
hauteur eaux pluviales (mm)	8,66
volume brut eaux pluviales (m³)	9,20
volume corrigé eaux pluviales (m³)	9,16

Ainsi, en tenant compte d'un coefficient de sécurité de 15 %, un ouvrage de temporisation de 10 m³ est donc à créer, soit en ouvrage enterré, soit en ouvrage hors sol.

7 Dimensionnement de la filière de traitement des eaux de carénage

7.1 Données collectées et hypothèses de travail

Eléments	Description
Activités autorisées sur la future aire de carénage	<ul style="list-style-type: none"> • Carénage / rinçage des bateaux en sortie d'eau • « Déjaunissage » avant hivernage (limitation des produits à voir avec équipementier de traitement d'eaux) • Application d'antifoulings après carénage (Les antifoulings utilisés sont à matrice dure principalement. Ces produits sont composés d'oxydes de cuivre, de colophane, de solvants (exemple : xylène) et de biocides = substances actives (tolylfluanide / dichlorofluanide / triazine / ...).) • Ponçage de l'antifouling (grattage autorisé mais récupération des déchets solides avant utilisation du laveur haute pression) • Essais des moteurs hors-bords et in-boards, entretien des moteurs • Vidange de l'anti-gel des moteurs in-board en fin d'hivernage • Entretien et réparation des bateaux (formules A/R)
Activités interdites sur la future aire de carénage	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement du gel-coat • Vidange des eaux grises et des eaux noires
Recensement et description des activités rejetant des eaux polluantes autres que sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> • Carénage. Le carénage sera effectué avec un laveur haute pression, avec ou sans produit spécifique avec de l'eau froide. Un raclage préalable des coques lorsque ces dernières présentent une couche épaisse d'algues et de coquillages est possible, à condition de récupérer ces déchets solides avant utilisation du jet haute-pression. • Ponctuellement, ponçage de l'antifouling, dans ce cas mise en place d'une bâche et récupération des poussières et traitement en tant que déchets dangereux solides. Lors du raclage des algues, parfois décrochage de l'antifouling en paillettes. Elles sont alors récupérées et ramassées avec les déchets dangereux solides. L'aire est ensuite lavée à grande eau. • Nettoyage des œuvres mortes = Lavage après carénage. Les ponts sont lavés après carénage pour éliminer les projections de salissures dues au carénage. Utilisation du laveur haute pression. • Lavage avant la remise à l'eau. Les bateaux ayant hivernés en dehors des mouillages sont dépoussiérés avant remise à l'eau (traces de verdure, feuilles, ...). Utilisation du laveur haute pression. Parfois utilisation de produits « déjàunissant ». • Dessalage des moteurs in-bord. Rinçage du circuit de refroidissement d'eau de mer sur l'aire de carénage. L'eau du réseau coule en continu dans le circuit de refroidissement du moteur et de sortie des gaz d'échappement et est rejetée sur l'aire de carénage (système ouvert).

Eléments	Description			
Saisonnalité	L'activité du port d'Arzal-Camoël est annuelle avec un pic d'activité d'avril à octobre.			
Type de bateaux, dimensions et surface moyenne de carénage	<u>Bateaux fréquentant le port d'Arzal-Camoël (1 000 bateaux) :</u>			
		Type de bateau	Proportion	Calcul des surfaces moyennes des carènes (m²)
	Type 1	Moteur	30 %	44,7
	Type 2	Voilier	70 %	33,5
	La surface moyenne de carènes est de 36,8 m² par bateaux .			
Nombre de bateaux carénés par an et par jour	La capacité de carénage future est estimée à 1 000 bateaux. La base du dimensionnement est donc d'environ 1 000 unités recouvertes d'antifouling qui seront carénées chaque année. La disponibilité des moyens de manutention est le facteur limitant du nombre de carénage par jour. De ce fait, un maximum de 9 bateaux par jour pourrait être caréné . L'installation de laveurs haute pression, équipés de 9 lances, permettrait de caréner les 9 bateaux en simultané .			
Moyens de lavage	Afin d'optimiser le fonctionnement de l'aire de carénage, il sera possible de caréner 9 bateaux en même temps (engagement strict du port). Des laveurs haute pression avec station de pressurisation seront ainsi mis en place. Les particuliers pourront s'y raccorder à l'aide de 9 lances mises à disposition. Le débit disponible sera de 15 l/min, par lance.			
Produits à risques susceptibles d'être utilisés	Les produits utilisés par les plaisanciers ne sont pas connus mais des restrictions d'usage par l'équipementier de traitement d'eaux seront nécessaires pour la pérennité des ouvrages de traitement des eaux.			
Moyens de calage	Les bateaux seront calés sur des bers mis à disposition par le port.			

7.2 Bilan eau estimé

Eléments	Description
Origine de l'eau consommée	L'eau proviendra du réseau communal d'alimentation en eau potable avec un branchement à proximité de l'aire de carénage.
Recensement des activités consommatrices d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Carénage • Nettoyage des œuvres mortes / Lavage après carénage • Lavage avant la remise à l'eau après hivernage • Dessalage des moteurs in-bord • Dessalage / nettoyage des moteurs hors-bord
Consommation annuelle (m ³ /an) et en jour de pointe (m ³ /jour, m ³ /h)	<p>Le débit maximal du laveur haute pression sera de 15 l/min, par lance (9 en simultané), soit 900 l/h au maximum en situation future par bateau (8,1 m³/h au maximum en simultané).</p> <p>1000 bateaux seront carénés pendant environ 60 min moyennée (hors temps de manutention, séchage et pose d'antifoulings) soit 900 l par bateau (8 100 l en simultané).</p> <p>Un maximum de 9 bateaux sera caréné par jour en période de pointe, soit 8,1 m³ d'eau maximum par jour.</p> <p>La consommation d'eau annuelle sera de 900 m³/an.</p>
Estimation des ratios m ³ d'eau / bateau ou par m ² de surface traitée	<p>Les 1 000 carènes représentent environ 15 740 m² de surface carénée par an soit environ 36,8 m² en moyenne par carène.</p> <p><u>Calcul du ratio</u> : 900 l d'eau utilisés pour 36,8 m² soit environ 24,5 l/m² caréné en moyenne.</p> <p>Les bonnes pratiques de la profession estiment que le ratio utilisé pour le carénage doit être compris entre 10 et 30 l/m² carénés. La valeur estimée pour le port d'Arzal-Camoël rentre dans la gamme de valeur des bonnes pratiques.</p>

7.3 Bilan pollution

7.3.1 Bilan pollution en vue du classement sous la rubrique 2.2.3.0

Le tableau suivant présente des bilans de pollution en flux bruts. Ces valeurs proviennent de l'exploitation des essais de réception de filières de traitement d'effluents de carénage sur des chantiers équipés. Les flux bruts amont mesurés ont été moyennés pour 3 chantiers présentant des résultats d'analyses exploitables. Ces calculs permettent de positionner le port d'Arzal-Camoël au regard de la rubrique 2.2.3.0. avec les niveaux de référence R1 et R2.

Hypothèse : consommation moyenne de 0,9 m³ par bateau et moyenne de 24,5 l/m².

Estimation de flux bruts de carénage en tête d'ouvrage épuratoire

paramètres	seuils loi sur l'eau		Valeurs maximales						
	R1	R2	flux spécifique maximal (mg/m²)	concentration maxi (mg/l) pour 24,5 l/m²	flux journalier maxi (g/j) pour activité selon nombre de bateaux maxi caréné par jour et 0,9 m3 d'effluent/bateau				
	g/jour	g/jour			1 bateau	2 bateaux	3 bateaux	9 bateaux	10 bateaux
MES	9000	90000	3629,593	148,147	133,3	266,7	400,00	1 199,99	1 333,32
DBO5ad	6000	60000	631,225	25,764	23,2	46,4	69,56	208,69	231,88
DCOad2	12000	120000	4097,263	167,235	150,5	301,0	451,54	1 354,61	1 505,12
NK	1200	12000	274,755	11,215	10,1	20,2	30,28	90,84	100,93
P	300	3000	14,483	0,591	0,5	1,1	1,60	4,79	5,32
As			0,194	0,008	0,0	0,0	0,02	0,06	0,07
Pb			0,430	0,018	0,0	0,0	0,05	0,14	0,16
Zn			14,859	0,606	0,5	1,1	1,64	4,91	5,46
Ni			0,136	0,006	0,0	0,0	0,01	0,04	0,05
Cu			65,775	2,685	2,4	4,8	7,25	21,75	24,16
Cr			0,187	0,008	0,0	0,0	0,02	0,06	0,07
Cd				0,000	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Fe			103,168	4,211	3,8	7,6	11,37	34,11	37,90
Al				0,000	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Indice phénol			0,383	0,016	0,0	0,0	0,04	0,13	0,14
Indice Hydrocarbures	100	500	28,467	1,162	1,0	2,1	3,14	9,41	10,46
MI (équitox/jour)	25	100		0,000	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Diuron			0,855	0,035	0,0	0,1	0,09	0,28	0,31
chloroforme			0,599	0,024	0,0	0,0	0,07	0,20	0,22
Lindane			0,026	0,001	0,0	0,0	0,00	0,01	0,01
chlorophénols			0,086	0,003	0,0	0,0	0,01	0,03	0,03
Méttox	30	125	350,835		12,888	25,8	38,7	116,0	128,88

Classement loi sur l'eau Non classé Déclaration Autorisation

Ces flux entrants constituent une estimation de flux bruts rejetés par une aire de carénage en fonction du nombre de bateaux carénés par jour. Il s'agit d'estimations théoriques sur la base de chantiers carénant des bateaux recouverts d'antifouling.

Tableau 5 : Estimation des flux bruts journaliers moyennés en vue du classement sous la rubrique 2.2.3.0.

Il ressort de ce tableau que le port au-delà de 9 bateaux carénés par jour relève du régime de l'autorisation au titre de la loi sur l'eau.

Compte tenu de l'engagement du port à ne caréner que 9 bateaux au maximum par jour, et, en toute rigueur administrative, il serait nécessaire de déposer un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau (code de l'environnement – articles L214-1 à L214-4, L214-6). Le port étant déjà en exploitation, ce dossier correspondrait à une régularisation administrative.

« *Rubrique 2.2.3.0. Rejet dans les eaux de surface:*

Le flux total de pollution brute étant :

- a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (Autorisation) ;
- b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (Déclaration). »

PARAMÈTRES	NIVEAU R 1	NIVEAU R 2
MES (kg/j)	9	90
DBO5 (kg/j) (*)	6	60
DCO (kg/j) (*)	12	120
Matières inhibitrices (équitox/j)	25	100
Azote total (kg/j)	1,2	12
Phosphore total (kg/j)	0,3	3
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j)	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j)	30	125
Hydrocarbures (kg/j)	0,1	0,5

Tableau 6 : Niveaux de référence R1 et R2

7.3.2 Bilan pollution en vue du cahier des charges pour la définition de la filière de traitement

Afin de pouvoir fournir un cahier des charges permettant de définir la filière de traitement des effluents de carénage, les flux bruts de pollution minimaux et maximaux ont été définis à partir des éléments suivants :

- Flux minimaux de pollution en mg/m² calculés lors de l'étude préalable à l'opération « Carénage Propre » pour le compte de l'AELB avec exploitation des rapports d'analyses remis (exploitation des concentrations, débits, surfaces carénés)
- Flux maximaux de pollution en mg/m² correspondant au plus grand flux calculé par paramètre sur un échantillonnage de 10 campagnes de réception de chantiers navals depuis 2010 (concentration x volume prélevé = flux proratisés au m² carénés lors de l'essai de réception de la filière de traitement d'eaux).

Il en ressort le tableau suivant. Pour la présente étude, les paramètres visés sont limités par rapport aux études antérieures pour tenir compte du retour d'expériences.

Fourchettes de flux bruts en tête d'ouvrage épuratoire				
Paramètres	Valeurs minimales		Valeurs maximales	
	Flux spécifique minimal (mg/m²)	Flux journalier mini (g/j) pour activité 9 bateaux maxi carénés par jour	Flux spécifique maximal (mg/m²)	Flux journalier maxi (g/j) pour activité 9 bateaux maxi carénés par jour
MES	1340	443,81	8232	2726,44
DBO5ad	864	286,16	7311	2421,40
DCOad2	1391	460,70	20604	6824,04
NK	60,1	19,91	709	234,82
P	10,7	3,54	44	14,60
As	0	0,00	2	0,79
Pb	3,64E-02	0,01	5	1,63
Zn	17,7	5,86	423	140,10
Ni	0,218	0,07	0,877	0,29
Cu	25,5	8,45	969	320,87
Cr	0,147	0,05	1,145	0,38
Cd	2,55E-02	0,01	0,000	0,00
Fe + Al	70,7	23,42	789	261,40
Indice phénol	0,247	0,08	3,083	1,02
Indice Hydrocarbures	26	8,61	173	57,44
MI (équitox/jour)	0	0,00	8732	2892,04
Diuron	0,479	0,16	150	49,68
chloroforme	0	0,00	300	99,36
chlorophénols	0	0,00	0,125	0,04
Métox	0	48,70	800	1770,50

Nota : Calcul avec activité 9 bateaux maxi carénés par jour (36,8 m² carène/bateau pour le carénage)

Tableau 7 : Estimation des concentrations et des flux bruts journaliers minimaux et maximaux de pollution susceptible de provenir du carénage de 9 bateaux lors d'une journée de pleine charge

Lorsque les concentrations ou les flux apparaissent à 0, c'est qu'aucune valeur n'est disponible en entrée. Notons que les paramètres présentés sont en nombre supérieur à ceux pour lesquels il est demandé de respecter l'objectif de résultats. Ces derniers sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ceci est volontaire pour permettre à l'équipementier une connaissance exhaustive de la pollution générée dans la limite des analyses effectuées lors de la campagne préparatoire de l'opération collective.

Le tableau suivant présente la liste des substances dangereuses prioritaires au regard de la réglementation européenne.

Nom de la substance	Identifiée en tant que substance dangereuse prioritaire
Alachlore	NON
Anthracène	OUI*
Atrazine	OUI*
benzène	NON
Diphényléthers bromés	OUI**
Cadmium et ses composés	OUI
C ₁₀₋₁₃ -chloroalcanes	OUI
Chlorfenvinphos	NON
Chlorpyrifos	NON
1,2-dichloroethane	NON
Dichloromethane	NON
Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP)	OUI*
Diuron	OUI*
Endosulfan	OUI*
Fluoranthène	NON
Hexachlorobenzène	OUI
Hexachlorobutadiène	OUI
Hexachlorocyclohexane	OUI
Isoproturon	OUI*
Plomb et ses composés	OUI*
Mercure et ses composés	OUI
Naphtalène	OUI*
Nickel et ses composés	NON
Nonylphénols	OUI
Octylphénols	OUI*
Pentachlorobenzène	OUI
Pentachlorophénol	OUI*
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Oui
Simazine	OUI*
Composés du tributyletain	OUI
Trichlorobenzène	OUI*
Trichloromethane	NON
Trifluraline	OUI*

*: Cette substance prioritaire est soumise à révision pour sa possible identification comme 'substance dangereuse prioritaire'

** : Uniquement pentabromodiphenyléther

Tableau 8 : Liste des substances dangereuses pour l'eau

7.4 Valeurs limites réglementaires retenues

Le tableau suivant présente la grille de solution de traitement en fonction de la sensibilité du milieu récepteur et du nombre de bateaux carénés par an ou de la consommation d'eau annuelle extraite de l'étude préalable de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne liée à cette opération collective « carénage propre ».

Le type de traitement orientera les seuils de réglementation à respecter, ces seuils sont définis dans l'annexe 2 de l'étude préalable de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne présentée à suivre.

La présente étude estime au maximum à 1000 bateaux carénés par an (avec antifouling), avec une consommation d'eau annuelle de 900 m³ pour le carénage.

Concernant le milieu récepteur, les effluents de carénage traités seront rejetés directement dans le port d'Arzal-Camoël, en liaison directe avec la zone de protection rapprochée de la Vilaine pour la prise d'eau potable à Férel.

Par conséquent, le niveau de préconisation du traitement est de type 3 avec une filière exhaustive, le fort volume d'eau et le milieu récepteur ayant été pris en considération.

Grille de solutions de traitement en fonction de la taille du chantier et de la sensibilité du milieu récepteur

Milieu récepteur/Taille des chantiers	< à 100 bateaux (consommation d'eau < à 100 m ³ /an)	100 à 400 bateaux (consommation d'eau entre 100 et 400 m ³ /an)	> à 400 bateaux (consommation d'eau > à 400 m ³ /an)
	avec des consommations d'eau comprises entre 10 et 30 l/m ² caréné de bateaux et < 500l/dessalage de moteurs in-board.		
Baignades	<u>Stockage</u> Pompage et élimination des effluents en tant que déchets dangereux ou Traitement mobile avant rejet* ou <u>Filière exhaustive</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	
Conchylicoles			
Salmonicoles			
Eau de mer hors cas cités précédemment	Prétraitement : Débourbeur/Décanteur/Déshuileur	<u>Filière intermédiaire :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)
Réseau EP communal avec exutoire mer hors cas particuliers cités précédemment			
Réseau EP communal avec exutoire cours d'eau hors cas particuliers cités précédemment			

Port d'Arzal-Camoël

*Ce système de traitement serait à approfondir avec un prestataire spécialisé dans le traitement des déchets dangereux. Ce prestataire pourrait s'équiper d'un système de traitement mobile adapté aux effluents de carénage. Il assurerait la prestation de traitement des effluents stockés sur le chantier à une périodicité à définir et à un coût qui reste à établir avec le prestataire intéressé.

NB : Le réseau d'assainissement (eaux usées) n'a pas vocation à collecter les eaux souillées issues des activités de carénage. Ce point de rejet n'est envisageable que dans la mesure où aucun autre point de rejet n'est disponible (milieu naturel et réseau eaux pluviales) et sous réserve de l'obtention d'une autorisation de rejet et du respect d'une éventuelle convention de déversement.

Tableau 9 : Niveau de traitement en fonction du milieu récepteur et de la taille du port

Annexe 2 : Valeurs guides préconisées pour le rejet des chantiers de carénage et issues de textes existants

paramètres	Valeurs guide	Niveau préconisation		
Température	<30°C Eau salmonicoles : < 21,5°C Eaux cyprinicoles : < 28°C	1		
pH	Entre 5,5 et 8,5 Eaux de baignade et salmonicoles : entre 6 et 9 Eaux conchyliques : entre 7 et 9			
couleur	< 100 mg Pt/l			
MEST	100 mg/l si le flux journalier maximal ne dépasse pas 15 kg/jr ; 35 mg/l au delà			
DBO ₅	Sur effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal n'excède pas 30 kg/jr ; 30 mg/l au-delà.			
DCO	Sur effluent non décanté : 300 mg/l si le flux journalier maximal n'excède pas 100 kg/jr ; 125 mg/l au-delà.			
Azote global	30 mg/l en concentration moyenne mensuelle			
Phosphore total	10 mg/l en concentration moyenne mensuelle			
Hydrocarbures totaux	10 mg/l			
Métaux totaux	15 mg/l			
HAP, PCB	0,05 mg/l	2		
Benzène, Xylènes, Ethylbenzène, chloroanilines, chlorophénols, TBT	1,5 mg/l			
Pesticides totaux et autres solvants organiques autres que ceux cités plus haut	2,5 µg/l			
Indice phénol	0,3 mg/l	3		
Chrome hexavalent et ses composés	0,1 mg/l en Cr			
Plomb et ses composés	0,5 mg/l en Pb			
Cuivre et ses composés	0,5 mg/l en Cu			
Chrome et ses composés	0,5 mg/l en Cr			
Nickel et ses composés	0,5 mg/l en Ni			
Zinc et ses composés	2 mg/l en Zn			
Cyanures et ses composés	0,1 mg/l			
Manganèse et ses composés	1 mg/l en Mn			
Etain et ses composés	2 mg/l en Sn			
Arsenic et ses composés	0,05 mg/l			
Fer et aluminium et leurs composés	5 mg/l en Fe + Al			

Cas du port
d'Arzal-Camoël

Tableau 10 : Valeurs guide rejets préconisées dans l'arrêté du 2 février 1998 et retenues par l'AELB dans le cadre de l'opération Vague Bleue Carénage

Précisions sur l'évolution de la réglementation

Les DDTM de Bretagne sont actuellement en cours de travail sur cette activité, leur travail est en passe de devenir un modèle national. Celles-ci ont élaboré un arrêté type portant prescriptions spécifiques à déclaration en applications de l'article L.214-3 du code de l'environnement relatif à l'exploitation des aires de carénage soumises à déclaration dans le département des Côtes d'Armor (22), en date du 6 juin 2017.

Il précise que les eaux de carénage doivent être récupérées et traitées par un dispositif approprié. Il impose également un cadre de suivi et de contrôle des rejets et, notamment, les normes de rejet suivantes :

- DCO : 125 mg/l
- MES : 35 mg/l
- HCT : 10 mg/l
- Arsenic : 0,02 mg/l
- Cuivre : 0,5 mg/l
- Nickel : 0,1 mg/l
- Zinc : 2 mg/l
- Chrome VI : 0,05 mg/l
- Plomb : 0,2 mg/l
- Mercure : 0,01 mg/l
- Etain : 1 mg/l
- Cadmium : 0,03 mg/l
- Métaux et métalloïdes : 0,5 kg/j

Il demande également à ce que des mesures des paramètres Diuron, TBT et ses composés de dégradation soient réalisées sur le rejet, sans précision de valeur seuil. Ceux-ci ne doivent cependant pas être détectés car leur utilisation dans les antifouling n'est plus autorisée.

Les analyses sont réalisées sur un échantillon moyen sur 2 heures et le flux journalier est extrapolé à partir du débit mesuré.

7.5 Proposition de filière

Au vu des paragraphes précédents, la filière proposée est une filière exhaustive avec :

- Un prétraitement
 - Par exemple un débourbeur/déshuileur/séparateur à hydrocarbures avec une partie lamellaire pour augmenter les surfaces d'échange et améliorer la décantation
- Un traitement poussé
 - Par exemple de la microfiltration sur un support adapté ou bien de l'adsorption sur un support ad hoc
- Un traitement de finition
 - Par exemple de l'adsorption sur du charbon actif pour les métaux dissous résiduels et les micropolluants organiques

La filière de traitement proposé est présentée dans le tableau ci-dessous :

Ouvrage de la filière	Fonctionnement
1. Panier dégrilleur	<i>Fonctionnement gravitaire</i> Récupération des macro-déchets. Panier à remonter grâce à une potence intégrée, autant que nécessaire et au moins à chaque fin de semaine de campagne de carénage. Les macro-déchets sont considérés comme des substances dangereuses. La vidange du panier peut être réalisée dans un big bag tissé positionné sur l'aire de carénage en vue de récupérer les égouttures dans les ouvrages de traitement, les solides souillés étant collectés dans le big-bag. Ou stockage sur la zone déchets
2. Pré-filtration : décantation primaire	Récupération des boues de carénage avec abattement des matières en suspension ainsi que des hydrocarbures Ceci peut être réalisée soit : <i>Par ouvrage enterré = Fonctionnement gravitaire</i> Exemple : débourbeur / décanteur / séparateur à hydrocarbures avec principe lamellaire permettant d'améliorer les performances de la décantation. Prévoir au moins 1 heure de décantation par compartiment (débourbeur / décanteur). Une partie déshuileur / filtre coalesceur permet de récupérer les hydrocarbures et les huiles. La vidange périodique de l'ouvrage est nécessaire : au moins une fois par an par un prestataire déchets. Après chaque campagne de carénage dans un premier temps pour apprécier le volume de boues. (Possibilité de réduire les coûts avec ajout d'une recette récupérant les Hc et évitant le pompage de tout l'ouvrage.) Notons qu'il est possible d'injecter un coagulant (produit chimique) dans l'ouvrage enterré qui favorise la décantation et la séparation des particules. Contrainte : utilisation périodique d'un produit chimique. <i>Par ouvrage hors sol : ouvrage aérien</i> - Pompage des effluents dans un puisard au niveau de l'aire avec relevage et filtration sur un ouvrage hors sol type big bag filtrants en matériaux tissés (30 µm voire moins) (5 à 10 m ³) positionné dans une cuve « toutes eaux » par exemple. Cette fosse peut aussi être enterrée.

Ouvrage de la filière	Fonctionnement
3. Filtration	<p>Une filtration complémentaire est nécessaire en ouvrage hors sol avec pompe de relevage si l'ouvrage amont de filtration est enterré sinon dans la continuité de l'ouvrage retenu de pré-filtration :</p> <p>Plusieurs possibilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - filtration sur zéolithes (affinités à prévoir pour le Zn, Cu, Al et Fe). Fonctionnement gravitaire. - filtration sur cartouches ou poches filtrantes (maille minimale jusqu'à 1 µm mais risque de colmatage – dégressivité progressive à 20 puis 5 µm possible). Il est possible d'intégrer une étape complémentaire type filtre à coalescence avec niveau visuel de présence d'hydrocarbures (5 ppm résiduel à garantir). Fonctionnement en mode pompage. - filtration sur membranes céramiques type ultrafiltration avec un tamis protecteur amont à 50 µm. Fonctionnement en mode pompage. <p>Possibilité d'asservissement du fonctionnement de la filtration avec le laveur haute pression et avec un capteur de niveau haut dans la fosse de relevage.</p> <p>Ces modules permettent de retenir les matières en suspension résiduelles de l'ouvrage de décantation amont, la pollution bactériologique ainsi que les métaux agglomérés.</p>
4. Finition	<p>Il s'agit d'adsorption sur des matériaux adaptés pour retenir les polluants organiques à l'état de traces (biocides, solvants, ...) et quelques métaux dissous selon le choix du matériau adsorbant. Ceci peut être réalisé soit :</p> <p>Par ouvrage enterré = fonctionnement gravitaire</p> <p>Intégration d'un compartiment rempli de charbon actif après la décantation lamellaire. En raison des pentes et en l'absence de connaissance du fil d'eau du réseau communal des EP, il est possible qu'une pompe de relevage soit nécessaire en aval de l'ouvrage enterré.</p> <p>Par ouvrage hors sol : ouvrage aérien</p> <p>Soit pompage des effluents dans un regard en sortie du décanteur lamellaire et traitement dans une unité de C* type cartouche ou filtre localisée dans le local technique avant rejet dans le réseau EP</p> <p>Soit par étage supplémentaire dans l'ouvrage hors sol de décantation primaire avec un matériau adsorbant.</p> <p>Précautions à prendre sur le choix du matériau d'adsorption (granulométrie notamment à prendre en adéquation avec les performances de l'ouvrage amont + nature selon les polluants présents). Un pré-filtre peut permettre une protection.</p>

Tableau 11 : Principe de fonctionnement de la filière de traitement des eaux

Des variantes par rapport à la solution proposée sont envisageables dans la mesure où les valeurs limites de rejet des différents paramètres, tels que définies au paragraphe précédent, sont respectées.

Le schéma suivant présente le cheminement des effluents de carénage et des eaux pluviales collectées sur la zone dédiée au carénage.

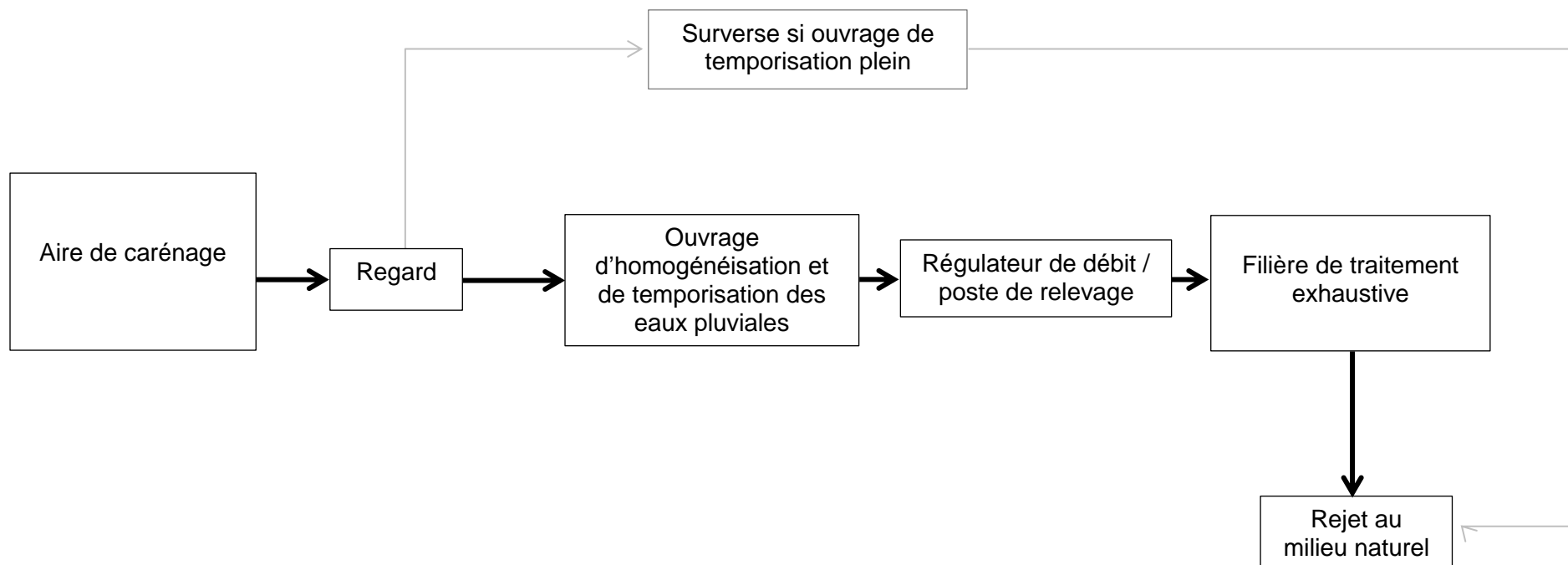


Figure 12 : Schéma de principe du cheminement des eaux de carénage et des eaux de ruissellement à partir de l'aire de carénage

7.6 Critères de choix de la filière de traitement

Plusieurs équipementiers ont été référencés par l'AELB pour le programme Vague Bleue Carénage et peuvent donc proposer des filières de traitement. Le choix de la filière de traitement repose sur plusieurs critères :

- Respect des concentrations limites en sortie de traitement
- Encombrement de la filière de traitement : emprise au sol si non enterrée ; si enterrée, possibilité pour les engins de manutention de rouler dessus ?
- Difficultés/facilités de gestion et d'entretien de la filière
- Ampleur/durée des travaux, tout en maintenant l'activité du port
- Coût global avec :
 - Coût d'investissement de la filière de traitement
 - Coût de mise en place de la filière de traitement
 - Coût du génie civil pour la temporisation en amont de la filière de traitement
 - Coût de fonctionnement de la filière de traitement
- Retours d'expériences positifs de l'équipementier au regard des critères Vague Bleue Carénage sur des ports similaires
- Faisabilité technique, prise en compte des contraintes du sol, sous-sol (passage de réseaux)

8 Enveloppe budgétaire globale

Coût d'investissement génie civil pour l'aire de carénage

Les travaux suivants sont à prévoir :

- L'étude géotechnique de sol (types G11 et G12) pour définir la portance du sol et les conditions de mise en œuvre des installations (ancrage, reconstitution de sol, type de ferrailage, besoins de pieux, ...) (environ 3,5 à 4 k€) ;
- Une dalle béton pour l'aire de carénage (1180 m²) avec regard collecteur central et canalisation enterrée vers puisard
- Un ouvrage de temporisation en fonction du débit de la filière de traitement
- Un puisard à proximité de l'unité de traitement si hors sol
- Un ensemble de canalisations pour transfert des effluents vers les ouvrages de traitement et de ces derniers vers le rejet au réseau naturel
- Un canal de prélèvement pour contrôle (largeur intérieure 30 cm, longueur 80 cm, profondeur 50 cm)

 **Enveloppe budgétaire chiffrée à environ 100 k€**

Coût d'investissement filière de traitement

Concernant la filière de traitement, l'ordre de grandeur du coût des ouvrages pour une filière complète est le suivant.

👉 **Enveloppe budgétaire chiffrée entre 48 et 100 k€
selon la technologie qui aura été retenue après
consultation des offres des équipementiers**

Coût d'exploitation

Ouvrage de la filière	Coût d'exploitation (k€ HT)	Remarques
1. Panier dégrilleur	Main d'œuvre a minima une fois par semaine pour remonter la potence et vider les macro-déchets Coût d'un enlèvement de big bag de déchets solides souillés : $\approx 300 \text{ € HT} \times 1 \text{ à } 2 \text{ fois par an}$	
2. Pré-filtration : décantation primaire (ouvrage enterré) ou big bag filtrant hors sol	Coût d'une vidange de $4 - 5 \text{ m}^3$ par un prestataire déchets : $\approx 1,5 \times 2 \text{ k€ HT} (300 \text{ € HT/m}^3)$	L'utilisation de détergents diminue les performances de cet ouvrage en émulsionnant les hydrocarbures notamment. Possibilité de réduire les coûts avec ajout d'une recette récupérant les hydrocarbures et évitant le pompage de tout le volume + négocier dissociation boues / eaux
3. Module de filtration	<u>Membranes céramiques / Ultra-filtration :</u> Arrêt de l'ouvrage pour entretien : $2 \text{ h} \times 2 \text{ à } 3 \text{ par an}$ par la personne dédiée du site ou forfait d'entretien avec l'installateur	Sauf accident mécanique, la durée de vie donnée par les fournisseurs sur les membranes céramiques est de 20 ans. Les risques sont surtout liés aux opérations de maintenance (montage et démontage). Coût d'un jeu de membranes céramiques : environ 12 k€. Nécessité de lavages à co-courant au moins 2 à 3 fois par an. L'installation est alors non opérationnelle. Parfois réactif spécifique pour améliorer la coagulation. Récupération des rétentats avec purge périodique des concentrats gérés en tant que déchets dangereux.
	<u>Filtration sur médias filtrants avec injection de réactifs : coagulant</u> 1 €/m^3 d'eau traitée $\approx 2 \text{ k€}$	Gestion de réactifs = produit chimique avec local de stockage à proximité de l'injection
	<u>Filtration sur zéolithe :</u> Changement de la zéolithe au moins une fois/an ou tous les 2 ans $\approx 3 \text{ k€ HT}$	Risque de désorption des polluants de la zéolithe lors de sa saturation (non visible)

Ouvrage de la filière	Coût d'exploitation (k€ HT)	Remarques
	Filtration sur cartouches : Changement périodique des cartouches à saturation visible à la perte de charge	Retour d'expériences sur les fréquences de changement (2 k€ HT pour 150 carénages). Nécessité d'avoir une bonne décantation amont. Cartouches sous abri dans module ou atelier
4. Etape de finition	500 à 1000 € HT pour le changement de la cartouche de charbon et son élimination en tant que déchets dangereux	Durée de vie de la cartouche de charbon actif : non connu. <u>Conseil</u> : la changer a minima avant / à la fin de la période de carénage. A voir avec les équipementiers (prendre un charbon actif ayant des affinités pour les métaux dissous et les substances prioritaires dangereuses dont le diuron)
Montage et instrumentation, raccordements	En cas de panne sinon néant	Contrôle électrique périodique annuel à prévoir
Main d'œuvre fonctionnement / entretien		Suivi de l'installation : démarrage / arrêt à chaque période de carénage

Tableau 12 : Estimation des coûts d'exploitation de la filière de traitement

9 Conclusion

L'audit « aire de carénage » du port d'Arzal-Camoël a permis de :

- Définir une consommation moyenne d'environ 24,5 l/m² caréné, ce qui correspond à la gamme de valeur des bonnes pratiques de carénage (retour d'expériences : entre 10 et 30 L/m² selon les chantiers). Cette consommation dépend du degré de salissures des bateaux et des conditions de manipulation de l'utilisateur.
- Vérifier le classement à Déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la rubrique 2.2.3.0. pour le paramètre métox pour 9 bateaux carénés par jour (sur la base d'hypothèses l/m² et m² carénés et d'un engagement du port à limiter le nombre de bateaux carénés par à jour à 9),
- Proposer une filière de traitement de type 3 au vu des volumes d'effluents de carénage et de la sensibilité du milieu récepteur.
- Donner une première approche des coûts d'investissement et fonctionnement de la filière de traitement.

Dans le cadre du dispositif de subvention de l'Agence de l'eau, il est prévu une étape de réception afin de vérifier la conformité du traitement des eaux de carénage installée (mesure amont et aval de la filière complète via le canal de mesure). Cette étape précisera également les modalités d'entretien du dispositif.

10 ANNEXES

TABLEAU RECAPITULATIF DES ANNEXES	
Annexe 1	Zones Natura 2000
Annexe 2	Zones ZNIEFF
Annexe 3	Zone d'Importance Communautaire pour les oiseaux
Annexe 4	Parc et réserves naturelles
Annexe 5	Mode de calcul des surfaces de carénage par type de bateau

ANNEXE 1 : Zone Natura 2000



Zone Natura 2000 Directive oiseaux (ZPS)







Zone Natura 2000 Directive Habitats (ZSC, SIC)

ANNEXE 2 : Zones ZNIEFF



Légende :

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ZNIEFF 2 marine |  ZNIEFF2 |
|  ZNIEFF 1 marine |  ZNIEFF1 |

ANNEXE 3 : Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux (ZICO)



■ ZICO (Zone d'importance communautaire pour les oiseaux)

ANNEXE 4 : Parc et Réserves naturelles



Réserve Nationale de chasse maritime



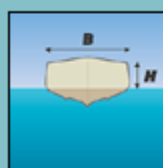
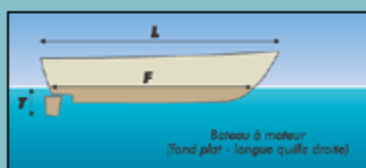
Reserve Nationale de chasse et de faune sauvage

ANNEXE 5 : Mode de calcul des surfaces de carénage par type de bateau

Source : Site internet SOROMAP

Pour évaluer la surface, utiliser les formules suivantes qui vous donneront une estimation précise de la surface en fonction du type de bateau:

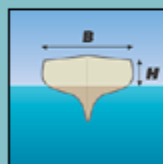
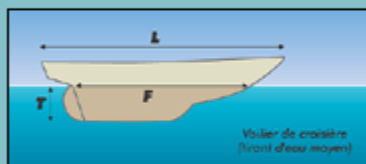
OEUVRES VIVES



Type 1

Bateau à moteur, fond plat, faible tirant d'eau

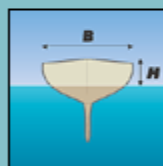
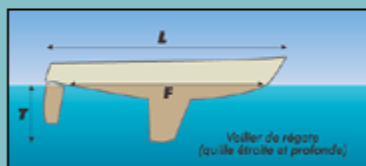
$$\text{Surface (m}^2\text{)} = F \times (B + T)$$



Type 2

Voiliers de croisière, à tirant d'eau moyen

$$\text{Surface (m}^2\text{)} = 0.75 \times F \times (B + T)$$



Type 3

Voiliers modernes ou voiliers de régate

$$\text{Surface (m}^2\text{)} = 0.5 \times F \times B + T$$

OEUVRES MORTES

$$\text{Surface (m}^2\text{)} = (L + B) \times 2 \times H$$

PONT

$$\text{Surface (m}^2\text{)} = 0.75 \times L \times B$$

- L**: Longueur hors tout (en mètres)
- F**: Longueur à la flottaison (en mètres)
- B**: Largeur au maître bau (en mètres)
- T**: Tirant d'eau (en mètres)
- H**: Franc bord moyen (en mètres)

ANNEXE 5 : RAPPORT DE SYNTHESE DE 10 AUDITS DE CHANTIER DE CARENAGE - AELB 2014



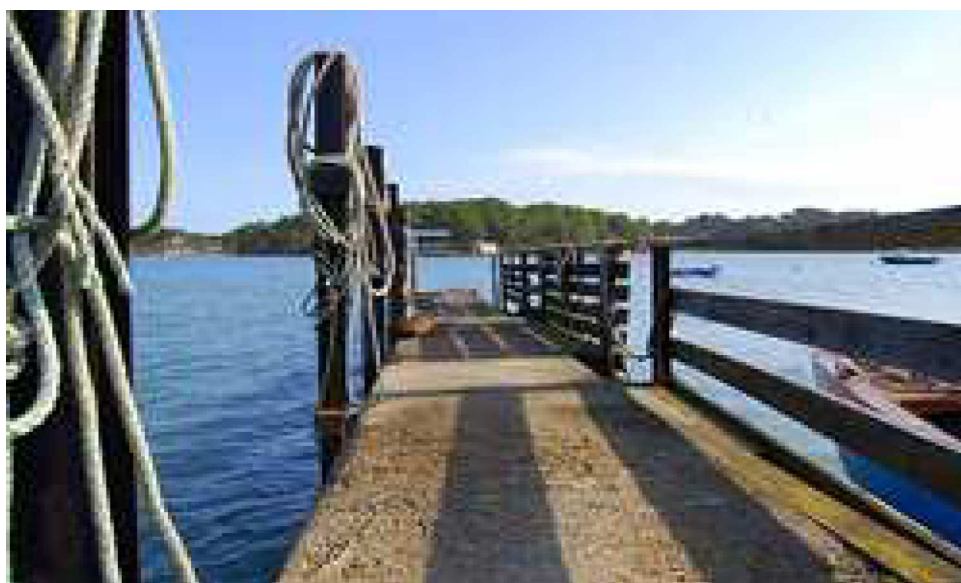
Établissement public du ministère
chargé du développement durable



**Agence de l'Eau Loire Bretagne
Délégation Ouest Atlantique
1, rue Eugène Varlin – BP 40521
44105 NANTES Cedex 4**

DOCUMENT SYNTHÈSE DE 10 AUDITS DE CHANTIERS DE CARENAGE

Etude sous maîtrise d'ouvrage Agence de l'eau Loire Bretagne



PREAMBULE

CETTE ETUDE A ETE REALISEE SOUS LA MAITRISE D'OUVRAGE DE L'AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE EN PARTENARIAT AVEC LES CHAMBRES REGIONALES DES METIERS ET DE L'ARTISANAT DE BRETAGNE ET DES PAYS DE LA LOIRE ET LA FEDERATION DES INDUSTRIES NAUTIQUES

ONT PARTICIPE EGALEMENT A CE PROJET LA CMA 22, CMA 44 ET CMA 85 ; LES CONSEILS GENERAUX DU FINISTERE ET MORBIHAN AINSI QUE LA DDE DE LOIRE ATLANTIQUE.

LA MAITRISE D'OEUVRE A ETE ASSUREE PAR :

VALERIE SAPIN, CELINE SEIGLE, CHRISTOPHE ALLAIN
CONSULTANTS ENVIRONNEMENT RISQUES INDUSTRIELS

ET EN COLLABORATION AVEC HENRI MILLET
ET LAURO CIMOLINO, EXPERTS « EAU » GROUPE SOCOTEC

SOCOTEC INDUSTRIES
Valérie SAPIN
Agence de NANTES
BD MARCEL PAUL
PARC DE L'ANGEVINIERE
44 800 SAINT HERBLAIN

☎ : 02.28.01.77.40

📠 : 02.28.01.94.50

Agence de BREST
Christophe ALLAIN
ZAC de KERGAREDEC III
180 rue de Kerervern
29806 BREST Cedex 9

☎ : 02 29 61 20 40

📠 : 02 29 61 20 44

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'ETUDE	5
2	CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTAL	6
2.1	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	6
2.2	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	8
2.3	PROPOSITION DE VALEURS GUIDES	9
3	ANALYSE DES SITES AUDITES	10
3.1	PRESENTATION DES CHANTIERS DE L'ETUDE TEST	10
3.2	DESCRIPTION DES ACTIVITES DES CHANTIERS ET DE LA POLLUTION ENGENDREE	10
3.3	BILANS AQUEUX	14
3.4	DETERMINATION DES FLUX SPECIFIQUES DE POLLUTION	14
4	PROPOSITION D' ACTIONS : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE	17
4.1	CREATION D'UNE AIRE DE CARENAGE	17
4.2	SOLUTIONS DE TRAITEMENT DES EAUX ISSUES DES ACTIVITES DU CHANTIER	18
4.2.1	<i>Enlèvement en tant que déchet dangereux</i>	19
4.2.2	<i>Traitement mobile</i>	20
4.2.3	<i>Traitement In-Situ : filière exhaustive</i>	21
4.2.4	<i>Bilan</i>	24
5	METHODOLOGIE D'AUDIT	25
6	CONCLUSION	26

Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : LOCALISATION ET CAPACITE DES CHANTIERS TEST	10
TABLEAU 2 : DESCRIPTIF DES ACTIVITES GENERATRICES DE POLLUTION RECENSEES SUR LES CHANTIERS DE CARENAGE AUDITES.....	11
TABLEAU 3 : APPLICATION DE LA FOURCHETTE DE FLUX DETERMINEE A CHAQUE CHANTIER.....	15
TABLEAU 4 : PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX	23

Liste des figures :

FIGURE 1 : COMPOSITION CHIMIQUE DES PEINTURES ANTIFOULING	12
FIGURE 2 : MECANISME DE LIBERATION DES SUBSTANCES ACTIVES SELON LE TYPE DE MATRICE CONSIDEREE	13
FIGURE 3 : METHODOLOGIE POUR DETERMINER LA FOURCHETTE DE FLUX SPECIFIQUES DE POLLUTIONS DES EFFLUENTS DE CARENAGE.....	15
FIGURE 4 : PRESENTATION DES DEUX CONFIGURATIONS D'AIRES DE CARENAGE PROPOSEES.....	18
FIGURE 5 : PRESENTATION DE LA FILIERE DE TRAITEMENT MOBILE ENVISAGEE	20
FIGURE 6 : PRESENTATION DE LA FILIERE DE TRAITEMENT IN SITU EXHAUSTIVE PROPOSEE	22

1 Contexte de l'étude

Actuellement, la politique environnementale de l'Union Européenne concernant les milieux aquatiques est axée sur une amélioration quantifiable des masses d'eau. Il est notamment demandé aux états membres de réduire de 30 % à 50 % les rejets dans le milieu naturel aquatique des substances prioritaires et d'éliminer les substances prioritaires dangereuses de ces rejets (Directive Cadre sur l'Eau). La liste de ces substances a été établie par la décision du parlement européen du 20 novembre 2001.

L'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB), en raison de la position géographique du bassin hydrographique Loire Bretagne et de son exposition littorale, a orienté son 9^{ème} programme d'aides en cours pour lutter contre la pollution maritime. Un volet de ce programme concerne notamment les ports de plaisance et plus précisément les chantiers de carénage de bateaux. En effet, lors de l'opération de carénage, la peinture antifouling présente sur la coque des bateaux est « décollée » en même temps que les algues et les coquillages grâce à l'utilisation d'un laveur haute pression.

Actuellement, très peu de chantiers de carénage sont équipés d'un système de collecte et de traitement de ces effluents. De ce fait, les composants chimiques constitutifs des peintures antifouling se retrouvent dans le milieu naturel. Pris au cas par cas, les petits chantiers de carénage représentent une faible source de pollution du milieu marin ; les rejets de ces chantiers sont d'ailleurs trop faibles pour être soumis à une redevance sur l'eau ou parfois, pour certains d'entre eux, être concernés par une réglementation telle que celle relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ou la Loi sur l'Eau. Toutefois, la pollution générée cumulée par plusieurs chantiers devient non négligeable.

Aussi, en préalable au lancement d'une opération collective intitulée « aires de carénage propres » par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, le bureau d'étude SOCOTEC INDUSTRIES a été chargé de réaliser 10 audits tests sur des chantiers de carénage dans le but d'améliorer la méthodologie d'audit proposée par l'Agence de l'Eau et indispensable avant le financement et la réalisation de travaux.

Par ailleurs, suite à la réalisation de ces audits, une étude technico-économique a été réalisée sur les faisabilités de traitement des effluents issus de ces activités.

2 Contexte réglementaire et environnemental

2.1 Contexte réglementaire

Afin de motiver et d'appuyer l'action de l'AELB, la première étape de cette étude a été de déterminer à quels textes réglementaires les rejets des chantiers de carénage pouvaient être soumis. Un référentiel réglementaire est en effet souhaitable afin de déterminer les valeurs de rejets limites à atteindre en sortie de l'installation de traitement en vue de la protection du milieu naturel. Un examen des différents référentiels réglementaires a été réalisé.

La législation relative à la bonne gestion des boues et des déchets toxiques issus de ces activités n'est pas appréhendée dans le cadre de cette étude. Cette thématique est néanmoins abordée par le cahier des charges Type des études préalables.

Les textes réglementaires suivants ont été consultés dans le cadre de cette étude afin d'évaluer leur applicabilité par rapport au contexte étudié :

- ✍ **Les Règlements Sanitaires Départementaux** des Côtes d'Armor, du Finistère, de l'Ille et Vilaine et du Morbihan. L'article 90 de ces RSD stipule « qu'il est interdit de déverser directement ou indirectement dans la mer, les cours d'eau, lacs, étangs, canaux, sur leurs rives et dans les nappes alluviales, toutes matières usées, tous résidus fermentescibles d'origine végétale ou animale, toutes substances solides ou liquides toxiques ou inflammables, susceptibles de causer un danger ou une cause d'insalubrité, de communiquer à l'eau un mauvais goût ou une mauvaise odeur, de provoquer un incendie ou une explosion ». Toutefois, ces RSD ne fournissent aucune indication concernant des valeurs limites de rejets.
- ✍ **Arrêté du 2 février 1998** relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE⁽¹⁾ soumises à autorisation. Cet arrêté fournit des valeurs limites de rejet pour les ICPE dont ne relèvent pas les chantiers de carénage.
- ✍ **La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 codifiée au Code de l'Environnement.** Cette loi a conduit à la rédaction de divers arrêtés concernant les rejets en mer et les impacts sur le milieu marin :
 - **Arrêté du 02/08/09** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application des articles 'L.214-1 à L.214-3' du code de l'environnement et relevant de la rubrique référence '2.2.2.0' de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié codifié dans le Code de l'Environnement.
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.4.0 (2°a, II-2° b, II, et 3°b) de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié codifié dans le Code de l'Environnement.
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.3.1(2°) de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié codifié dans le Code de l'Environnement.
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage et rejet y afférent soumis à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique '4.1.3.0 (2)[a,II], 2[b,II] et 3[b])' de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié codifié dans le Code de l'Environnement.
 - **Arrêté du 09/08/06** relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou sédiments marins, estuaires ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de

⁽¹⁾ : ICPE : Installations classées pour la protection de l'environnement

la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 codifié dans le Code de l'Environnement.

Toutefois, ces arrêtés fournissent uniquement des préconisations et en aucun cas des valeurs limites de rejet dans le milieu marin.

- ↗ **La directive n° 79/923/CEE du 30 octobre 1979** relative à la qualité requise des eaux conchylicoles et le **décret n° 81-324 du 07/04/81** fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux eaux de baignades aménagées. Ces textes fournissent des valeurs limites pour des paramètres physico-chimiques classiques (DCO, MES, température, couleur...) et biologiques dans le milieu récepteur. Les valeurs de ces paramètres sont semblables à ceux présents dans l'arrêté du 2 février 1998. Il est à noter que certains chantiers de carénage rejettent à proximité de zones conchylicoles ou de baignade.
- ↗ **Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux)**. Approuvé par le Préfet Coordonnateur de Bassin le 18 novembre 2009 pour la période 2010-2015, il est un des outils de mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau adopté en 2000 (2000/60/CE en date du 23 octobre 2000). Parmi, les 15 orientations fondamentales, la n°10 concerne spécifiquement la préservation du littoral notamment au regard de la disposition 10-B qui demande une limitation, voire suppression de certains rejets en mer.
- ↗ **Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et notamment celui de la Vilaine**. Ce document fournit des préconisations concernant la gestion des eaux sur le secteur du bassin Loire Bretagne considéré. Des valeurs limites concernant la qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau pour la consommation humaine sont indiquées dans spécifiquement dans le règlement de ce SAGE. Il est à noter que les autres SAGE ayant fait l'objet de notre étude sont en cours d'élaboration ou ne fournissent à ce jour aucune valeur limite.
- ↗ **Décision du parlement européen et du conseil du 20 novembre 2001** établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE. Parmi ces substances se trouvent le benzène, le diuron, le di(2-ethylhexyl)phtalate, les pentachlorophénols et divers composés du phénol, composés du Tributylétain (TBT).
- ↗ **Arrêté préfectoral n°2008-1099 du 20 juin 2008** autorisant les travaux d'aménagement de l'aire de carénage du port de LOCTUDY et l'**arrêté préfectoral n°2005-0939 du 23 août 2005** autorisant les travaux d'aménagement portuaire sur l'estuaire de l'Aber-Wrac'h sur la commune de LANDEDA. Ces arrêtés préfectoraux fournissent des valeurs limites de rejet des effluents de carénage. Ces valeurs limites ont été établies suite à des études d'acceptabilité du milieu récepteur et sont assez proches des valeurs présentes dans l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE.
- ↗ **Arrêté ministériel du 25 janvier 2010** établissant le programme de surveillance de l'état des eaux et apportant des précisions relatives aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et chimique des eaux de surface ainsi que sur les NQE (Normes de Qualité Environnementales).

La majorité des chantiers de carénage entrant dans le cadre de l'étude sont de Très Petites Entreprises qui ne relèvent pas directement de l'arrêté ministériel du 2 février 1998 relatif aux ICPE.

A l'heure actuelle, le seul référentiel réglementaire concernant des valeurs limites de rejets applicables aux petites structures de carénage est l'arrêté du 9 août 2006 qui précise le niveau de procédure (déclaration, autorisation) et les flux massiques de polluants autorisés au rejet au regard des flux de polluants bruts (en amont d'un traitement). Cet arrêté figure en annexe 2.

Pour les chantiers ou aires de carénage existant avant le 29/03/1993, il est important de mentionner que l'article R214-53 du code de l'environnement permet d'appliquer la règle dite « d'antériorité ».

Elle demande à l'exploitant de déposer une déclaration d'existence complétée de l'étude technique du dispositif de traitement des effluents de carénage existant.

Cette déclaration peut ainsi faire l'objet d'une régularisation par le service de la police de l'eau de la DDTM et d'un arrêté de prescriptions encadrant la surveillance du rejet.

Un modèle est joint en Annexe 6.

2.2 Contexte environnemental

Le bassin hydrographique Loire Bretagne présente au niveau de certaines zones une sensibilité particulière du milieu récepteur, notamment sur son littoral. Les partenaires de cette opération (l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, la Chambre des Métiers et de l'Artisanat de Bretagne et la Fédération des Industries Nautiques) étaient favorables à ce que cet aspect soit pris en compte dans l'étude « aires de carénage propres ». Ainsi le système de traitement des eaux souillées issues d'un chantier situé en zone sensible devrait être très performant, voire plus performant qu'un système de traitement installé sur un chantier en zone non sensible.

Les zones présentant un milieu récepteur qualifié de « sensible » sont les territoires du bassin hydrographique qui comportent des zones conchylicoles, des zones salmonicoles ou encore des zones de baignades.

Les zones soumises à des protections réglementaires sont également considérées comme des zones du littoral présentant un milieu récepteur sensible. Ces protections réglementaires sont multiples. La liste suivante n'est pas exhaustive :

- ↳ **Les sites NATURA 2000.** La directive NATURA 2000 concerne les habitats naturels d'intérêt communautaire. Les objectifs sont la protection de la biodiversité dans l'Union Européenne, le maintien, le rétablissement ou la conservation des habitats naturels.
- ↳ **Les sites soumis aux arrêtés biotopes.** L'arrêté fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes. La réglementation édictée vise le milieu lui-même et non les espèces qui y vivent (maintien du couvert végétal, du niveau d'eau, interdiction de dépôts d'ordures, de constructions, d'extractions de matériaux,...).
- ↳ **Les zones RAMSAR.** Zone Humide d'Importance Internationale découlant de la Convention RAMSAR. La convention Ramsar s'applique aux zones humides, c'est-à-dire les étendues de marais, de fagnes, de tourbières, d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres.
- ↳ **Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO).** La Directive du Conseil des Communautés européennes concernant la conservation des oiseaux sauvages a pour objectifs la protection d'habitats permettant d'assurer la survie et la reproduction des oiseaux sauvages rares ou menacés ; ainsi que la protection des aires de reproduction, de mue, d'hivernage et des zones de relais de migration pour l'ensemble des espèces migratrices.

Au final, la surface des zones littorales considérées comme des zones présentant un milieu récepteur sensible est assez importante. Ainsi, pour information, sur les 10 chantiers ayant fait l'objet de l'opération d'étude test, 9 rejettent leurs effluents dans des zones présentant un milieu récepteur sensible au titre de ces zonages.

2.3 Proposition de valeurs guides

Face à la difficulté de disposer de valeurs précises de limite de rejet pour l'ensemble des petits chantiers de carénage, il était nécessaire de définir et de proposer des valeurs guides de rejet.

Il était par ailleurs nécessaire de faire coïncider deux aspects distincts et contradictoires du problème, à savoir :

Un aspect politique pour l'AELB :

Avec pour objectif de :


1. Répondre aux attentes de l'Union Européenne en ce qui concerne l'éradication des substances prioritaires dangereuses (présentes dans les eaux de carénage (cf. 3.4) mais en faible quantité),
2. Justifier l'aide financière apportée par l'agence de l'eau,


Un aspect économique :

Soumettre les petites structures de carénage à des valeurs de rejet plus contraignantes que les grosses structures (type ports de plaisance), soumises aux dispositions de l'arrêté du 2 février 1998 par exemple, semble inconcevable.

Les valeurs guides choisies pour cette étude sont donc issue d'un compromis entre ces deux approches. **Il convient néanmoins de bien faire valider par les services en charge de la police de l'eau (Service au sein des DDTM) les valeurs de rejets attendus après travaux.**

 **Concernant les valeurs guides relatives aux paramètres physico-chimiques classiques et aux métaux, l'arrêté du 2 février 1998 servira de référence.**

 **Concernant les micropolluants organiques (type solvants organiques et pesticides), la valeur de référence sera celle indiquée pour les pesticides totaux dans les SAGE pour des eaux destinées à la potabilisation ; soit une valeur guide de rejet de 2,5 µg/l.**

 **Localement, des valeurs normatives plus exigeantes peuvent être exigées sur certains paramètres par les services de police de l'eau.**

Ces valeurs guides représentent le point de départ fondamental de toute cette étude. Un tableau présentant l'intégralité des valeurs guides est présenté en annexe 3 de ce document.

3 Analyse des sites audités

3.1 Présentation des chantiers de l'étude test

Les dix chantiers volontaires pour la réalisation de l'opération test sont dispersés sur les côtes bretonnes. La taille des chantiers, en termes de bateaux carénés annuellement, varie entre 50 et 400 bateaux selon le chantier. (cf. tableau 1). Les chantiers ont la volonté d'accroître leur activité dans la mesure du possible, ce qui est représenté par la dernière colonne du tableau.

Désignation du chantier	Nombre de bateaux carénés/an (situation actuelle)	Nombre de bateaux carénés/an (situation future)
A	42	100
B	50	80
C	80	200
D	140	300
E	150	250
F	200	300
G	250	300 à 350
H	100	150
I	400	500
J	350	400














Tableau 1 : Localisation et capacité des chantiers test

3.2 Description des activités des chantiers et de la pollution engendrée

En plus du carénage, les chantiers pratiquent en général d'autres activités qui sont génératrices d'eaux souillées. Si les chantiers de carénage réalisent sur le fond les mêmes activités, la mise en œuvre de ces techniques varie d'un chantier à un autre.

Un point clé de l'analyse du site consiste donc à répertorier les activités génératrices de pollution réalisées sur chaque chantier et à déterminer les flux de pollution engendrés selon les activités.

Ces activités génératrices de pollution qui ont été recensées au cours des audits sur les chantiers de carénage sont présentées dans le tableau 2.

Activité génératrice de pollution	Descriptif technique	Pollution générée
Grattage des coques	Lorsque la couche de fouling (coquillages et algues accrochés sous la coque) est assez importante, certains chantiers de carénage réalisent une opération physique de grattage sans eau en amont afin de réduire la durée du carénage par la suite.	 Macrodéchets à éliminer en tant que déchets dangereux.
Carénage	Utilisation d'un laveur haute-pression, équipé d'une rotobuse ou non, à l'eau froide ou à l'eau chaude (caractéristiques techniques variables selon les chantiers audités). Le fouling et la peinture antifouling sont décollés à l'aide de cette technique.	 MES⁽¹⁾  Métaux  Micropolluants organiques  Macrodéchets
Dessalage des ponts	Selon le chantier, les ponts de bateaux sont lavés avant ou après le carénage afin d'enlever les traces de sel et de salissures. Un lavage à haute pression à l'eau froide est mis en œuvre pour cette opération. Des détergents sont parfois employés.	 Détergents  MES
Dessalage des moteurs hors bord	Utilisation d'une cuve d'eau dédiée à cette opération. Les moteurs sont plongés dans cette cuve et mis en marche pendant plusieurs heures. Certains chantiers ajoutent des détergents à l'eau de la cuve afin de solubiliser les hydrocarbures et d'augmenter le temps d'utilisation du bain avant vidange.	 Hydrocarbures  Détergents
Dessalage des moteurs in-board	Rinçage du circuit de refroidissement d'eau de mer en circuit ouvert (contrairement au dessalage des moteurs hors bord, l'eau n'est pas recyclée). Une fois le circuit de refroidissement rincé, un produit antigel est introduit dans ce circuit avant l'hivernage du bateau. Selon les chantiers, ce produit sera soit rejeté directement à la mer soit déversé sur le sol du chantier après l'hivernage.	 Hydrocarbures  Antigel
Lavage des bateaux après hivernage.	Utilisation d'un laveur haute pression pour dépoussiérer les bateaux après la période d'hivernage. Certains chantiers utilisent des détergents lors de cette opération.	 Détergents  MES

Source :
Antifouling

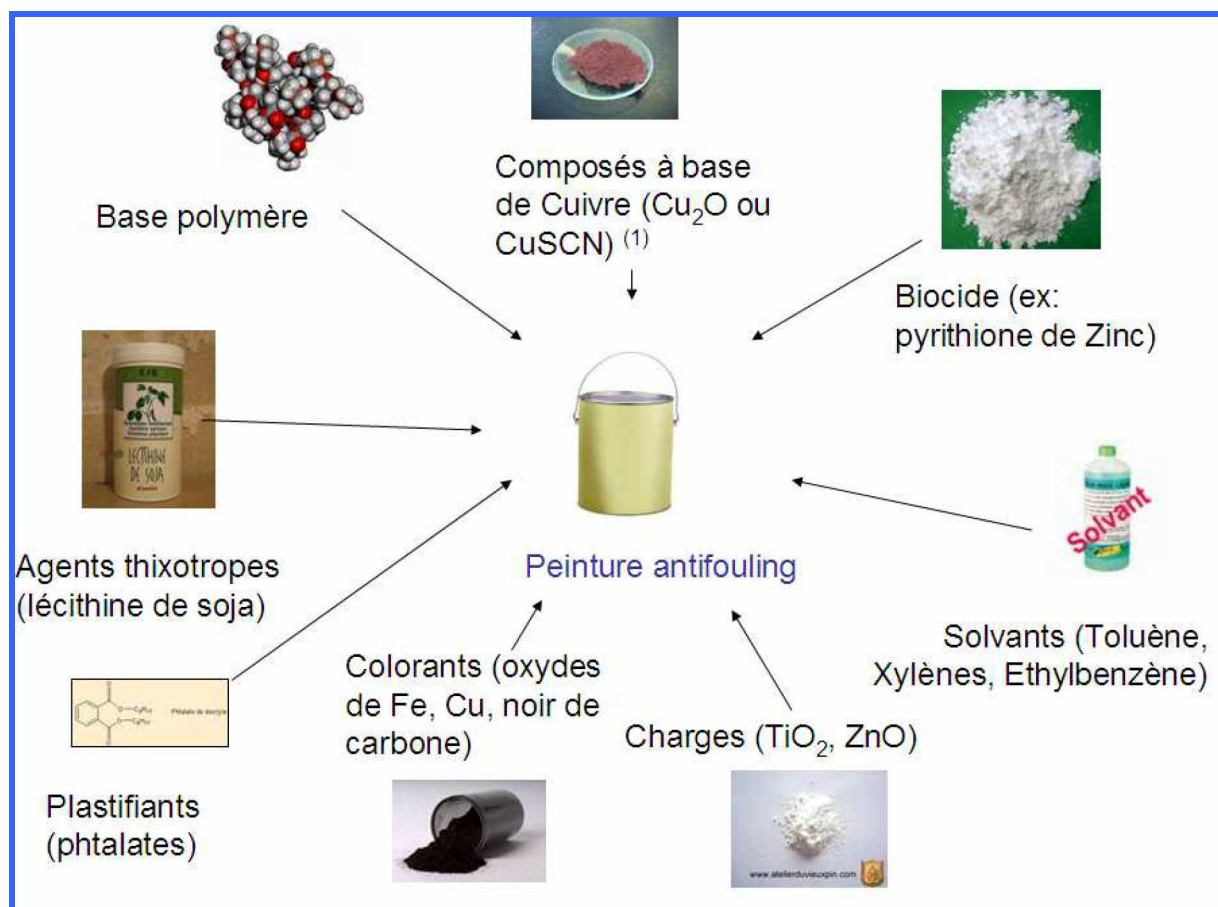
Tableau 2 : Descriptif des activités génératrices de pollution recensées sur les chantiers de carénage audités.

⇒ [Remarque sur la composition chimique des peintures antifouling :](#)

A l'heure actuelle, trois grandes familles de peintures antifouling dominent le marché de la plaisance : les peintures à matrice dure, les peintures à matrice mixte et les peintures érodables.

⁽¹⁾ MES : Matières en suspension

La composition chimique des ces peintures antifouling est représentée ci-après :



⁽¹⁾ : Le cuivre présente des propriétés antifongiques importantes

Figure 1 : composition chimique des peintures antifouling

Les peintures érodables et mixte contiennent par ailleurs de la colophane ce qui leur confère leur propriété d'érodabilité.

⇒ Analyse des campagnes de mesures réalisées sur des chantiers de carénage

Une campagne de mesure des rejets des effluents aqueux de chantiers de carénage a été réalisée ces trois dernières années pour le compte de l'agence de l'eau. La présente étude n'a pas fait l'objet de prélèvement ni d'analyses. **Les effluents de carénage** (hors dessalage et lavage avant la remise à l'eau) de quatre chantiers situés en Bretagne ont ainsi été analysés. Ces analyses ont portées sur les paramètres physico-chimiques classiques, les métaux ainsi que les substances prioritaires définies par la commission européenne. Les résultats ont permis de mettre en évidence les pollutions suivantes :

- ✦ MES
- ✦ Métaux (principalement Cu, Zn, Fe et Al)
- ✦ Substances prioritaires (essentiellement BTEX et phtalates) à l'état de traces

Ces analyses permettent donc d'établir un lien direct entre la pollution des eaux de carénage et les peintures antifouling. Il est à noter que certaines substances prioritaires détectées dans les effluents de carénage ne sont pas directement présentes dans la formulation de l'antifouling : elles sont générées suites à des recombinaisons ou des cassages de molécules chimiques probablement lors du cassage du film de peinture durant le carénage.

⇒ Mécanismes d'érodabilité des peintures antifouling

La peinture antifouling et les substances actives qui la composent sont donc encore présentes sur la carène lors de l'opération de carénage du bateau d'après les analyses d'eau réalisées sur les chantiers de carénage. La diffusion des substances actives des peintures antifouling ne se fait effectivement pas totalement lorsque le bateau est à l'eau. Le fouling de la carène apparaît plus ou moins tardivement malgré la présence de substances actives dans le film de peintures.

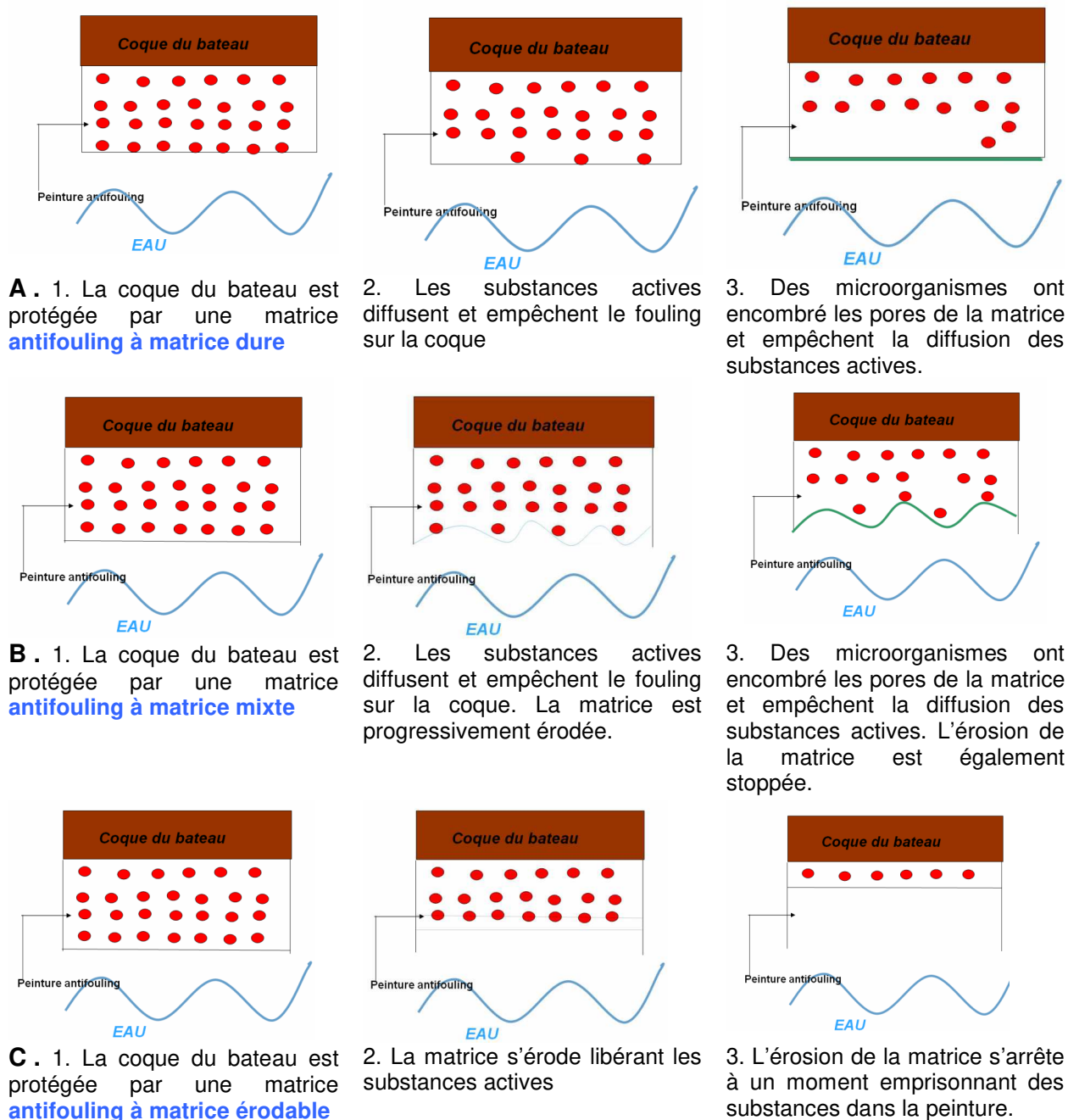


Figure 2 : Mécanisme de libération des substances actives selon le type de matrice considérée

3.3 Bilans aqueux

Afin de quantifier la pollution susceptible d'être dispersée dans le milieu naturel lors du carénage et d'évaluer la dimension de l'ouvrage de traitement à mettre en place, la réalisation de bilans aqueux sur les chantiers s'avère nécessaire.

La réalisation de ces bilans-eau constitue le deuxième point clé de l'analyse du site. Par choix, il n'a pas été réalisé de bilan sur les matières solides. Le programme « Vague Bleue » propose depuis plusieurs années un financement à la collecte et au traitement des déchets solides dangereux pour l'eau via des opérateurs conventionnés.

Cette étape permet de déterminer les deux paramètres essentiels pour caractériser le chantier :

- ✚ **La consommation d'eau pour chaque m² caréné (l/m²)**: cette valeur permet d'évaluer les bonnes pratiques de consommation d'eau du chantier en ce qui concerne l'opération de carénage. Une étude de différentes campagnes de mesures menées dans l'ouest et dans le sud de la France a permis de mettre en évidence qu'une consommation correcte d'eau se situe entre 10 et 30 l/m² caréné.
- ✚ **Le rejet maximal à prévoir dans l'ouvrage (m³/j)** : cette valeur est fondamentale pour le dimensionnement de l'ouvrage et la quantification de la pollution à traiter.

L'annexe 4 présente la répartition des rejets en eau des chantiers de carénage audités et permet de regrouper les chantiers en 3 catégories distinctes :

- Groupe 1 : faible rejet en zone non sensible (1 chantier)
- Groupe 2 : faible rejet en zone sensible (3 chantiers)
- Groupe 3 : rejet important en zone sensible (6 chantiers)

3.4 Détermination des flux spécifiques de pollution

La détermination des flux bruts spécifiques de pollution est indispensable pour quantifier les polluants présents dans les effluents considérés et pour déterminer l'impact du traitement sur le milieu naturel. L'étude en elle-même ne comprenait pas de campagne de mesure spécifique à chaque chantier.

Afin d'approcher au mieux les flux bruts de pollution spécifiques de chaque chantier, les rapports des campagnes de mesures réalisées ces trois dernières années pour le compte de l'agence de l'eau ont été extrapolés. Il est à noter que seulement deux des quatre rapports étaient exploitables. Deux rapports n'étaient pas utilisables pour déterminer une fourchette de flux spécifiques de pollution car les analyses ont été menées sur des chantiers équipés de systèmes de traitement qui recyclaient l'eau traitée. De ce fait, une accumulation des polluants en entrée et en sortie des systèmes de traitement, notamment des substances prioritaires, était observée sur les résultats d'analyses.

Les données des deux rapports restants ont été utilisées afin de déterminer une fourchette de flux bruts de pollution caractéristique des effluents de carénage selon la méthodologie suivante :

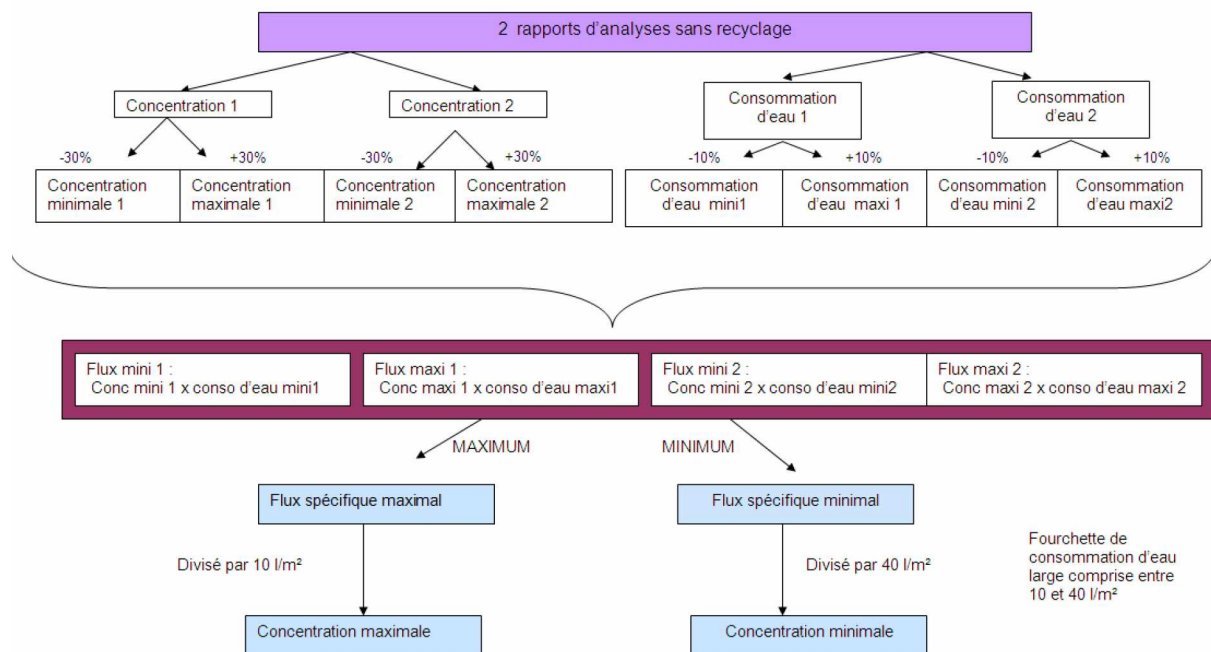


Figure 3 : Méthodologie pour déterminer la fourchette de flux spécifiques de pollutions des effluents de carénage.

L'annexe 5 présente le résultat de cette extrapolation.

⇒ [Application à chaque chantier](#)

Cette fourchette est utilisée pour déterminer les flux journaliers de pollution minimal et maximal de chaque chantier. Le Tableau 3 ci-après présente la méthode de calcul de ces flux.

Flux spécifique mini m (mg/m²)	Flux spécifique maxi M (mg/m²)	Concentration mini c (mg/l)	Concentration maxi C (mg/l)	Flux journalier mini f (g/j)	Flux journalier maxi F (g/j)
m	M	$c = m / \text{conso d'eau/m}^2 \text{ caréné du chantier}$	$C = M / \text{conso d'eau /m}^2 \text{ caréné du chantier}$	$f = c \times \text{rejet mini journalier du chantier}$	$F = C \times \text{rejet maxi journalier du chantier}$

Tableau 3 : Application de la fourchette de flux déterminée à chaque chantier.

⇒ Limites d'extrapolation à la problématique

Les flux journaliers calculés pour chaque chantier mettent en avant uniquement la pollution engendrée par les effluents de carénage. Or, comme cela a été établi au paragraphe 3.2, d'autres activités pratiquées par les chantiers de carénage sont génératrices de pollution. Aucune donnée de quantification (notamment en ce qui concerne les hydrocarbures et les produits lessiviels) n'est fournie par les campagnes de mesures. La filière de traitement à établir devra toutefois prendre en compte ces informations.

Par ailleurs, il est à noter que les analyses des effluents de carénage faites lors des campagnes de mesures ont été réalisées en minéralisant les effluents de carénage. De ce fait, il est impossible de déterminer la part du dissous et la part du particulaire dans les effluents, notamment en ce qui concerne les polluants métalliques et les substances prioritaires. Toutefois, le retour d'expériences et des essais de décantation 2 heures menés sur des effluents de carénage ont montré qu'une grande partie de la pollution métallique est sous forme particulaire.

4 Proposition d'actions : Etude technico-économique

4.1 Création d'une aire de carénage

⇒ Enjeux :

Actuellement, la plupart des opérations de carénage sont réalisées à même le sol. Les eaux de carénage contaminent donc directement le milieu naturel (sol, milieu aquatique superficiel et souterrain...) Dans le cas de notre étude test, seulement 2 chantiers sur les 10 audités étaient équipés d'une aire de carénage avec un dispositif de collecte des eaux et un seul disposait d'un système de traitement rudimentaire (fosse de décantation).

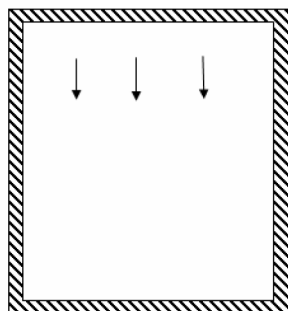
La mise en place d'une aire de carénage étanche et solide est un enjeu essentiel dans la problématique de traitement des eaux afin :

- ✚ **De collecter les effluents à traiter en un point unique et les diriger vers le système de traitement adapté**
- ✚ **D'éviter une pollution directe des sols et des milieux naturels environnants par les eaux souillées du chantier**

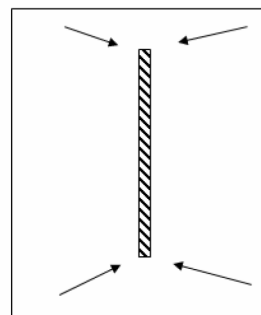
⇒ Aspect technique :

- ✚ **Le positionnement** de l'aire de carénage doit être envisagé au cours de l'audit. L'emplacement de la structure doit être choisi de façon à ce que l'aire de carénage soit sécurisée, pérenne et en adéquation avec l'organisation de travail du chantier.
- ✚ **La taille** de la dalle de carénage est calculée selon les besoins du chantier. La majorité des chantiers carènent les bateaux un par un ; le dimensionnement de la dalle de carénage est alors établi en prenant pour référence le plus grand bateau caréné sur le chantier. Toutefois, certains chantiers souhaitent une aire de dimension plus importante afin de caréner plusieurs bateaux simultanément. L'organisation propre de travail du chantier est donc un facteur à ne pas négliger.
- ✚ **L'épaisseur** de la dalle de béton à couler est à définir au cas par cas. Une étude géotechnique est à réaliser sur chaque chantier par le maître d'œuvre en génie civil afin de déterminer selon la nature du sol, l'épaisseur de béton nécessaire pour concevoir une aire résistante aux contraintes physiques liées à l'activité du chantier.
- ✚ **La configuration** de la dalle de carénage est à définir selon la topographie du chantier. Des configurations en pointe de diamant sont possibles tout comme des configurations avec des caniveaux en périphérie. Les pointes de diamant sont généralement préférées pour des raisons de coûts (moins de caniveaux) et pour des raisons de facilités d'entretien. Les caniveaux en périphéries sont sujets au passage d'engins de manutention avec des risques de détérioration. Des configurations mixtes peuvent aussi être envisagées selon les cas.

Ces deux principes sont illustrés sur des schémas à la page suivante.



Aire avec caniveaux en périphérie



Aire en « pointe de diamant »

Figure 4 : Présentation des deux configurations d'aires de carénage proposées

⇒ Aspect économique :

Différents bureaux d'études spécialisés en aménagement et en génie civil ont été contactés afin d'approcher le coût de mise en œuvre d'une aire de carénage. Les coûts suivants ont ainsi été approchés :

- ✎ ~ **350 €HT/m²** pour une dalle de carénage de 30 cm d'épaisseur environ (intégralité des travaux comprise)
- ✎ ~ **30 €HT/ ml** de caniveaux

4.2 Solutions de traitement des eaux issues des activités du chantier

Après la collecte des effluents souillés réalisée via le réseau de caniveaux de l'aire de carénage, il est nécessaire de traiter l'eau avant de la rejeter au milieu naturel ou dans le réseau EP⁽¹⁾ si le chantier est dans une zone d'activités équipée.

Les modes de traitement envisagés au cours de cette étude vont dépendre de la taille des chantiers et de la sensibilité du milieu récepteur des effluents. Il est également nécessaire de prendre en compte l'impact de l'eau pluviale tombant sur l'aire de carénage lors du dimensionnement des systèmes de traitement. Pour cette étude, l'intégralité des ouvrages a été dimensionnée en **situation décennale** à partir des données météorologiques fournies par Météo France.

Lors de la mise en place des installations de traitement, il est important d'installer les dispositifs de mesures idoines en entrée et sortie : mesures de débit, préleveurs,...

Ces dispositifs doivent être adaptés aux installations.

⁽¹⁾ : EP = Eaux pluviales

4.2.1 Enlèvement en tant que déchet dangereux

Le principe consiste à stocker les eaux usées et à les faire enlever en tant que déchets dangereux.

⇒ Aspect technique :

En aucun cas la solution de traitement mise en place doit être un frein à l'activité du chantier. Aussi, une autonomie d'au moins une semaine en période de pointe est un préalable à l'acceptabilité de cette solution. De plus, les chantiers de carénage étudiés sont des Très Petites Entreprises qui disposent d'un foncier limité. Il n'était donc pas envisageable d'installer une cuve de stockage d'un volume supérieur à 10 m³. Par conséquent, cette solution de traitement n'est envisageable que pour les chantiers générant une quantité limitée d'effluents souillés.

Par ailleurs, les effluents souillés, stockés et destinés à être enlevés comme déchets dangereux, ne doivent pas être mélangés avec les eaux pluviales qui ruisselleraient sur l'aire de carénage afin de ne pas accroître la quantité d'effluents à traiter et de ne pas réduire le temps d'autonomie du chantier. De ce fait, un système by-pass, à défaut d'une aire de carénage couverte, serait à mettre en place sur le réseau de collecte. Une formation du personnel à l'utilisation de cet équipement ainsi qu'une sensibilisation à l'impact environnemental des eaux usées de carénage sur le milieu naturel est alors conseillé. L'objectif de cette démarche est de limiter les risques de déversements accidentels dans le milieu récepteur suite à une erreur de manipulation du système by-pass.

⇒ Aspect environnemental :

Des précautions sont à prendre quant au devenir de ces eaux souillées dans les centres de traitement. Dans la mesure où la pollution est diluée, il ne s'agit pas de la diluer de nouveau avec d'autres effluents pour obtenir des concentrations suffisamment faibles compatibles avec un rejet direct dans le milieu naturel. Par ailleurs, l'impact environnemental global doit être approché car le transport est générateur de polluants atmosphériques.

⇒ Aspect économique:

Les coûts d'investissement sont relativement limités pour cette solution :

Cuve de stockage de 10 m ³ :	6 000 € HT
+ coût du by-pass	

En revanche les coûts d'exploitation sont de l'ordre de 300 € HT/m³ pompé.

L'annexe 9 présente les coûts d'exploitation calculés pour les 10 chantiers tests.

4.2.2 Traitement mobile

Le principe consiste à stocker les eaux usées, à les faire traiter par une filière mobile et à les rejeter directement dans le milieu naturel.

⇒ Aspect technique :

Pour les mêmes raisons que pour la solution évoquée précédemment, une cuve de 10 m³ au maximum serait à installer sur le chantier. La collecte des eaux pluviales n'est donc pas souhaitable pour cette solution et un système de by-pass serait à nouveau à installer.

Par ailleurs, un système de prétraitement type débourbeur/décanteur lamellaire/déshuileur serait à installer en amont de la cuve de stockage. Ce système permettrait d'éviter la collecte de boues au fond de la cuve de stockage, ce qui réduirait la capacité de stockage de la cuve et perturberait le cas échéant le traitement mobile.

⇒ Aspect économique:

Les coûts estimés d'investissement pour cette filière sont les suivants :

Cuve de stockage de 10 m³	~ 6 000 € HT
Débourbeur/Décanteur/Déshuileur	~ 30 000 € HT (sur les chantiers audités pour lesquels cette filière est jugée techniquement acceptable)
+ coût du système by-pass	

Etant donné que cette technique de traitement est actuellement inexistante sur le marché, il est difficile d'approcher les coûts d'exploitation pour les chantiers liés à la mise en service de la filière mobile envisagée.

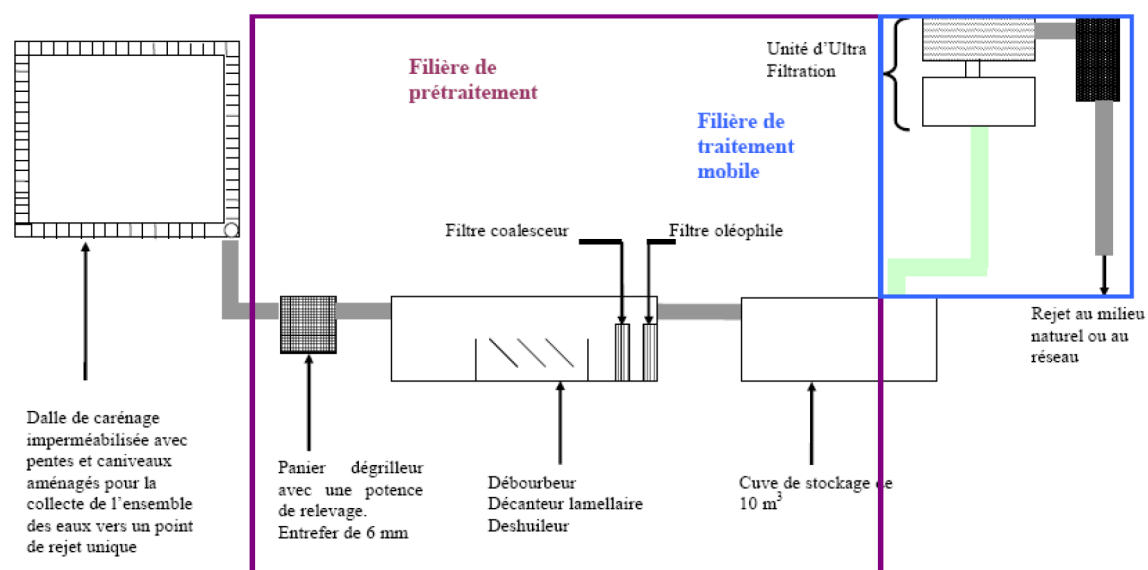


Figure 5 : Présentation de la filière de traitement mobile envisagée

Une présentation plus précise des équipements de traitement constitutifs de l'unité mobile est détaillée au paragraphe 4.2.3

4.2.3 Traitement In-Situ : filière exhaustive

Le principe consiste à traiter sur site les effluents dans une filière de traitement installée de façon permanente sur le chantier.

⇒ **Examen des filières en place avec analyses par tierce partie :**

Les campagnes de mesures réalisées préalablement à cette étude par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne sur des chantiers de carénage équipés de systèmes de traitement ont permis d'évaluer l'efficacité des traitements en place. Trois filières différentes ont ainsi pu être comparées :

- 1)** Un décanteur lamellaire avec une pompe de relevage équipée d'un tamis en amont
- 2)** Un puits de décantation, un déshuileur puis un traitement sur zéolithe
- 3)** Des puits de décantation, un déshuileur, un système d'électrocoagulation et une ultrafiltration sur membrane céramique.

Les rendements épuratoires de chacune de ces filières sont présentés à l'**annexe 8** et ont été déterminés pour les paramètres classiques de pollution ainsi que pour la pollution métallique. Pour la pollution par les micropolluants organiques, seule leur présence en aval de la filière a été analysée.

Ces analyses ont permis de mettre en évidence que la filière utilisant le procédé d'ultrafiltration permettait de retenir la pollution métallique de manière satisfaisante. Les autres systèmes de traitement précédemment cités ne sont pas suffisamment efficaces au regard des analyses réalisées (dépassement des valeurs guides en sortie du système lorsque l'on applique la fourchette haute des flux spécifiques de pollution déterminés au paragraphe 3.4 au rendement épuratoire des ouvrages).

Toutes ces filières ne sont pas performantes au regard de la pollution par les micropolluants organiques.

⇒ Proposition d'une filière exhaustive:

Notons que la présente étude ne concernait pas de test sur pilote de filières de traitement.

En plus d'un système « classique » de débourbeur/décanteur/déshuileur, une unité d'ultrafiltration est installée. Par retour d'expériences, cette filière est efficace sur la pollution métallique des chantiers de carénage dont une bonne partie est particulaire (adsorbée sur les MES). Un filtre à charbon actif est ajouté pour éliminer les micropolluants organiques en fin de traitement.

Filière de traitement de base retenue :

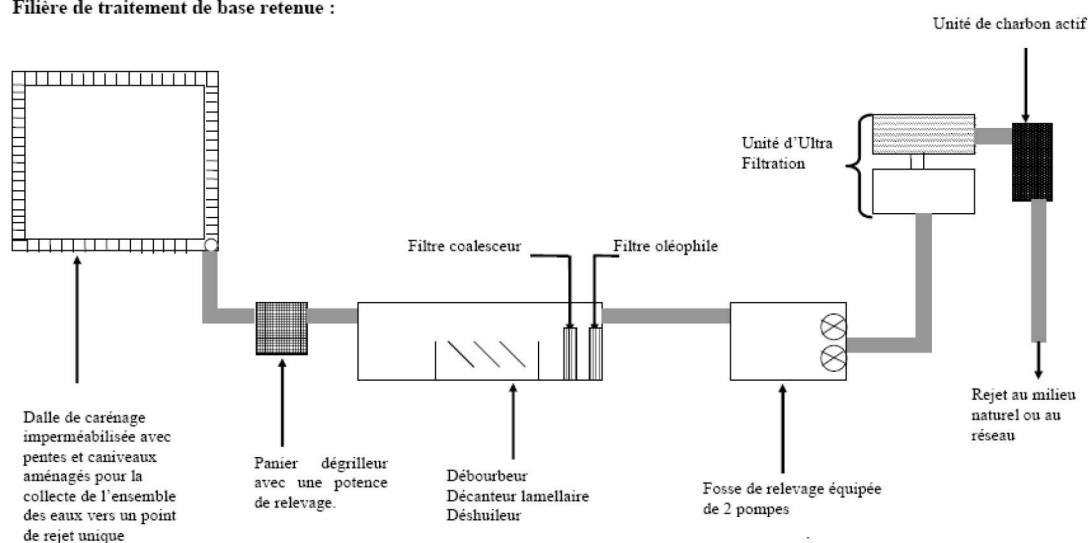


Figure 6 : Présentation de la filière de traitement in situ exhaustive proposée

Ouvrage de la filière	Fonctionnement
1 – Panier dégrilleur	<i>Fonctionnement gravitaire</i> Récupération des macrodéchets.
2 – Débourbeur – décanteur – déshuileur/filtre coalesceur	<i>Fonctionnement gravitaire</i> Récupération des boues de carénage avec abattement des matières en suspension ainsi que des hydrocarbures (provenant des opérations de dessalage des moteurs pour la majorité). La partie décanteur lamellaire permet d'installer un ouvrage longitudinalement et le principe lamellaire permet d'améliorer les performances de la décantation. La partie déshuileur / filtre coalesceur permet de récupérer les hydrocarbures et les huiles.
3 – Module d'ultrafiltration	<i>Fonctionnement non gravitaire avec pompe de relevage (1 en service et 1 de secours).</i> Ce module est constitué d'un ensemble de membranes céramiques permettant de retenir les matières en suspension résiduelles de l'ouvrage de décantation amont, la pollution bactériologique ainsi que les métaux.
4 – Unité de charbon actif	Module en aval du module d'ultrafiltration permettant le traitement des polluants organiques prioritaires et dangereux à l'état de traces.

Tableau 4 : Principes de fonctionnement de la filière de traitement des eaux

⇒ [Aspect économique](#)

Les coûts d'investissement pour la filière exhaustive sont les suivants :

Ouvrage de la filière	Coût investissement (k€ HT)
Panier dégrilleur avec potence et regard	3
Débourbeur / décanteur / déshuileur (DSH)	Entre 25 k€ et 45 k€ pour les chantiers audités Cette valeur dépend essentiellement de la taille de l'aire de carénage puisque ce sont les eaux de ruissellement qui influencent majoritairement le dimensionnement de l'ouvrage.
Module d'ultrafiltration	30
Filtre charbon actif (CA)	3
Montage et instrumentation, raccords	15

Les coûts d'exploitation (entretien du DSH, entretien des membranes, changement du CA) sont estimés entre 4 et 15 k€ HT hors coûts d'électricité.

⇒ [Aspect recyclage](#)

La tendance actuelle est d'orienter les entreprises vers un rejet zéro avec un recyclage des eaux traitées. L'exploitation des 2 rapports de mesures fournis par l'AELB concernant les chantiers de carénage possédant un système de recyclage ont montré le développement de bactéries et la concentration en micropolluants organiques. L'utilisation de l'eau recyclée se fait dans un laveur haute-pression avec génération d'aérosols « contaminés » par des substances prioritaires et biologiques dont certaines sont CMR ⁽¹⁾. Les opérateurs peuvent alors les inhaler avec un risque chimique et biologique pour leur santé. Les filières alors en place ne comprenaient pas de charbon actif.

La filière proposée en contient. Ne connaissant pas les temps de percée du charbon actif, un entretien préventif avec changement du filtre de charbon actif une fois par mois en période de forte activité est préconisé. Dans ces conditions, le recyclage n'est pas à exclure.

4.2.4 Bilan

Un bilan de l'étude technico-économique réalisée pour chaque chantier audité est présenté en **annexe 9**.

⁽¹⁾ : CMR : Cancérigène, Mutagène, Toxique pour la reproduction

5 Méthodologie d'audit

Le tableau suivant reprend l'ensemble des éléments à rassembler pour réaliser l'audit préalable à la demande de subvention pour l'achat de l'équipement de traitement des effluents de carénage.

Localisation du chantier naval sur carte IGN / photo aérienne / plan du site situation actuelle et future avec repérage de l'aire de carénage, et des points de rejet, des réseaux d'EU, EP, photos

Renseignements généraux (nom, chantier, adresse, responsable, coordonnées, personnes rencontrées, effectifs, date création, surface chantiers)

Descriptif technique du chantier : activités, productions, organisation du chantier, organisation du carénage, dimensions des bateaux (L, l, m² carénés, type de bateaux, nb bateaux traités par an / par jour), projets sur le chantier, augmentations prévues repérage points de rejets, ouverture aux particuliers

Situation réglementaire (ICPE, loi sur l'eau) / Référentiel réglementaire / Objectifs de qualité à atteindre pour les eaux épurées. **Il est important dans le cadre de l'étude de solliciter l'avis du service police de l'eau de la DDTM avant tout travaux et de procéder à une déclaration d'existence si cela est nécessaire (cf. Annexe 6)**

Milieu naturel : Description et sensibilité du milieu récepteur

Bilan des consommations et des rejets en eau : origine de l'eau consommée, consommation annuelle et de pointe m³/an, m³/jour, m³/h, recensement des activités consommatrices d'eau, recensement des activités rejetant des eaux souillées, caractéristique des équipements de carénage, bilan eau, ration m³ d'eau / m² caréné, estimation flux bruts maximaux de pollution engendrés, mode de collecte des effluents EU, EP (réseaux séparatifs de collecte), description des ouvrages épuratoires actuels, destination finale des effluents (EU, EP, station d'épuration), estimation des flux nets de pollution des ouvrages en place, existence points de mesure pour bilan des performances.

Bilan des déchets dangereux : propriétaire Vague Bleue, inventaire qualitatif et quantitatif des déchets, mode de stockage, collecteurs, filières d'élimination

Etat de la prévention des pollutions accidentelles et des stockages : recensement des produits à risque, type de matrice, substances prioritaires, conditions de stockage, rétentions, modes de récupération en cas d'accident

Inventaire des principaux problèmes actuels et décalages par rapport aux contraintes réglementaires ou aux meilleures techniques disponibles

Préconisations mesures correctives organisationnelles (stockage produits à risques, déchets, eau)

Préconisations mesures correctives techniques stockage produits à risques, déchets, réduction à la source, traitement des eaux : dimensionnement et position aire de carénage, solutions techniques de traitement envisagées – schéma de principe, coûts d'investissement, coûts d'exploitation, gains en terme de sécurité de flux polluants nets et épurés.

Bilan de pollution final après aménagement :

Niveau d'activité de référence après l'opération, Flux brut et flux net (si possibilité d'estimation) après épuration pour la ou les solutions, volume et nature des déchets engendrés, nouvel impact sur le milieu récepteur. **Il est important également d'intégrer en amont des travaux l'implantation des dispositifs de mesures appropriés en entrée et sortie (Débitmètre, préleveur,...).**

Conclusion

Fiche de synthèse

6 Conclusion

L'étude menée par SOCOTEC INDUSTRIES en préalable au lancement de l'opération collective « aires de carénage propres » par l'agence de l'eau a permis, au-delà de la caractérisation des flux de pollution et de la définition d'une filière de traitement, de mettre au point un protocole d'audit.

Ce protocole d'audit sera à respecter par le bureau d'études indépendant de tout fournisseur de matériels d'équipements.

Cet audit sera un préalable pour que le propriétaire du chantier de carénage puisse faire une demande d'aide à l'investissement auprès des partenaires financiers dont l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. La présentation des devis d'équipements auprès des partenaires financiers et le déblocage des fonds pour les travaux interviendront dans un second temps.

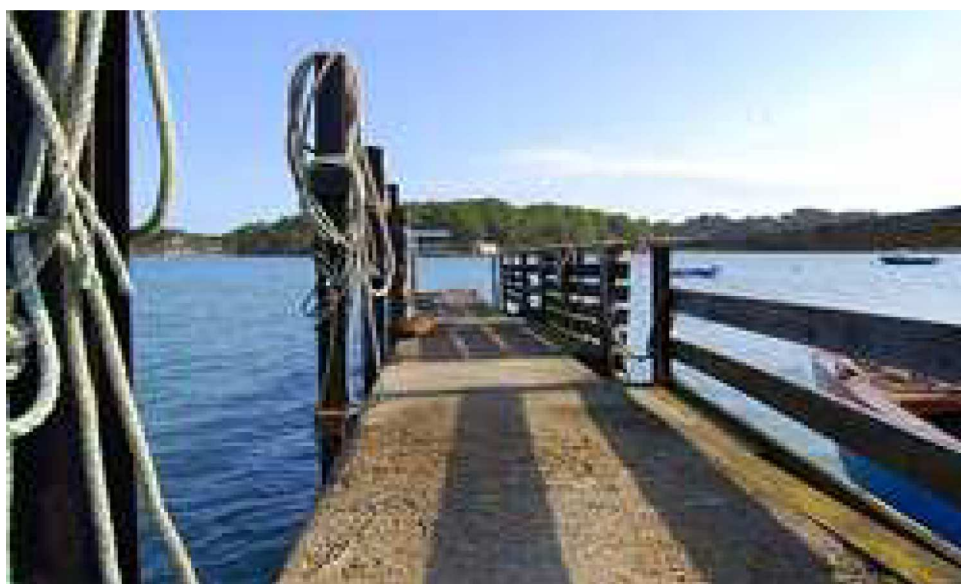
Cette étude a également permis d'établir une grille de choix de traitement de l'eau souillée en fonction de la sensibilité du milieu récepteur et de la taille du chantier. Cette grille est présentée en **annexe 10**. Elle permettra aux bureaux d'études qui réaliseront les audits d'orienter plus aisément leur choix sur les solutions de traitement appropriées.

Il est à noter que des variantes à ces solutions de traitement sont bien entendu acceptables dans la mesure où elles garantissent un respect des valeurs guides de rejets en sortie de filière.



Délégation Ouest Atlantique à Nantes
Agence de l'Eau Loire Bretagne
1 r Eugène Varlin
44100 NANTES

ANNEXES



Synthèse réalisée
par SOCOTEC INDUSTRIES
Valérie SAPIN – Céline SEIGLE

ANNEXES

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE ET REGLEMENTATION	29
ANNEXE 2 : ARRETE DU 09/08/2006.....	31
ANNEXE 3 : VALEURS GUIDES PRECONISEES POUR REJET DES CHANTIERS DE CARENAGE..	34
ANNEXE 4 : COMPARAISON DES REJETS EN EAUX ISSUES DES ACTIVITES DES CHANTIERS DE CARENAGE (SITUATION ACTUELLE)	35
ANNEXE 5 : FOURCHETTE DE FLUX SPECIFIQUE DE POLLUTION	36
ANNEXE 6 : DECLARATION D'EXISTENCE.....	37
ANNEXE 7 : ESTIMATION DES COUTS D'ENLEVEMENT (COLLECTE ET TRAITEMENT) DES EFFLUENTS DE CARENAGE EN TANT QUE DECHET DANGEREUX	39
ANNEXE 8 : EVALUATION DE L'EFFICACITE DES SYSTEMES DE TRAITEMENT	40
ANNEXE 9 : SYNTHESE DES COUTS POUR LES 10 CHANTIERS	43
ANNEXE 10 : GRILLE DE SOLUTIONS DE TRAITEMENT EN FONCTION DE LA TAILLE DU CHANTIER ET DE LA SENSIBILITE DU MILIEU RECEPTEUR	44
ANNEXE 11 : PLACEMENT DES CHANTIERS AUDITES SUR LA GRILLE DE CHOIX	45

Annexe 1 : Bibliographie et réglementation

Textes réglementaires :

- ✚ **Règlements Sanitaires Départementaux** des Côtes d'Armor, du Finistère, de l'Ille et Vilaine et du Morbihan
- ✚ **Arrêté ministériel du 2 février 1998** relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation
- ✚ **Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006**
 - **Arrêté du 02/08/01** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application des articles 'L.214-1 à L.214-3' du code de l'environnement et relevant de la rubrique référence '2.2.2.0' de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié.
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.4.0 (2°a, II-2° b, II, et 3°b) de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.3.1(2°) de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié
 - **Arrêté du 23/02/01** fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage et rejet y affèrent soumis à déclaration en application 'des articles L.214-1 à L.214-3 du code de l'environnement ' et relevant de la rubrique '4.1.3.0 (2)[a,II], 2[b,II] et 3[b])' de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié.
- ✚ **Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).** Approuvé par le Préfet Coordonnateur de Bassin le 18 novembre 2009 pour la période 2010-2015, il est un des outils de mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau adopté en 2000 (2000/60/CE en date du 23 octobre 2000). Parmi, les 15 orientations fondamentales, la n°10 concerne spécifiquement la préservation du littoral notamment au regard de la disposition 10-B qui demande une limitation, voire suppression de certains rejets en mer.
- ✚ **Directive n° 79/923/CEE du 30 octobre 1979** relative à la qualité requise des eaux conchyliques
- ✚ **Décret n° 81-324 du 07/04/81** fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux eaux de baignades aménagées
- ✚ **Décision du parlement européen et du conseil du 20 novembre 2001** établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE
- ✚ **Décret du 23 décembre 2003** relatif à la prévention du risque chimique et modifiant le code du travail
- ✚ **Arrêté préfectoral n°2008-1099 du 20 juin 2008** autorisant les travaux d'aménagement de l'aire de carénage du port de pêche de Loctudy
- ✚ **Arrêté préfectoral du n°2005-0939 du 23 août 2005** autorisant les travaux d'aménagement portuaire sur l'estuaire de l'Aber-Wrac'h sur la commune de LANDEDA
- ✚ **Arrêté du 09/08/06** relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993

Ouvrages :

- ↗ **DTU 60.11** : Règles de calcul des installations d'évacuation des eaux pluviales. Octobre 1988

Site internet :

- ↗ Meilleures techniques disponibles sur les systèmes commun de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique: <http://aida.ineris.fr/bref/index.htm>

Annexe 2

Arrêté du 09/08/06 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993

Texte modifié par : Arrêté du 23 décembre 2009 (JO n°12 du 15 janvier 2010)

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer et la ministre de l'écologie et du développement durable,

Vu les articles L. 210-1 et suivants du code de l'environnement ;

Vu le décret n° 93-742 modifié relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues aux articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement ;

Vu le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration prévue aux articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 12 novembre 1998 portant modalités d'agrément des laboratoires pour certains types d'analyses des eaux ou des sédiments ;

Vu l'avis de la mission interministérielle de l'eau en date du 24 mai 2006 ;

Vu l'avis du Comité national de l'eau en date du 13 juillet 2006,

Arrêtent :

Article 1^{er}

Lorsque, pour apprécier l'incidence de l'opération sur le milieu aquatique (ou pour apprécier l'incidence sur le milieu aquatique d'une action déterminée), une analyse est requise en application du décret nomenclature :

- la qualité des rejets dans les eaux de surface est appréciée au regard des seuils de la rubrique 2.2.3.0 de la nomenclature dont les niveaux de référence R 1 et R 2 sont précisés dans le tableau I ;
- la qualité des sédiments marins ou estuariens est appréciée au regard des seuils de la rubrique 4.1.3.0 de la nomenclature dont les niveaux de référence N 1 et N 2 sont précisés dans les tableaux II et III ;
- la qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux est appréciée au regard des seuils de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature dont le niveau de référence S 1 est précisé dans le tableau IV.

Tableau I :

PARAMÈTRES	NIVEAU R 1	NIVEAU R 2
MES (kg/j)	9	90
DBO5 (kg/j) (*)	6	60
DCO (kg/j) (*)	12	120
Matières inhibitrices (équitox/j)	25	100
Azote total (kg/j)	1,2	12
Phosphore total (kg/j)	0,3	3
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j)	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j)	30	125
Hydrocarbures (kg/j)	0,1	0,5
(*) Dans le cas de rejets salés présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/l, les paramètres DBO5 et DCO et leurs seuils sont remplacés par le paramètre COT avec les seuils suivants : Concernant a : COT : 80 kg/j (A) ; Concernant b : COT : 8 à 80 kg/j (D).		
Agence de l'Eau Loire de Bretagne	Aires de carénage propres (version 4)	P 31/45

Tableau II : Niveaux relatifs aux éléments traces (en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)

ÉLÉMENTS TRACES	NIVEAU N 1	NIVEAU N 2
Arsenic	25	50
Cadmium	1,2	2,4
Chrome	90	180
Cuivre	45	90
Mercure	0,4	0,8
Nickel	37	74
Plomb	100	200
Zinc	276	552

Tableau III : Niveaux relatifs aux composés traces (en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)

PCB	NIVEAU N 1	NIVEAU N 2
PCB totaux	0,5	1
PCB congénère 28	0,025	0,05
PCB congénère 52	0,025	0,05
PCB congénère 101	0,05	0,1
PCB congénère 118	0,025	0,05
PCB congénère 138	0,050	0,10
PCB congénère 153	0,050	0,10
PCB congénère 180	0,025	0,05
TBT	0,1	0,4

Tableau IV : Niveaux relatifs aux éléments et composés traces (en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)

PARAMÈTRES	NIVEAU S1
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
PCB totaux	0,680
HAP totaux	22,800

Article 2

Lors des analyses, afin d'évaluer la qualité des rejets et sédiments en fonction des niveaux de référence précisés dans les tableaux ci-dessus, la teneur à prendre en compte est la teneur maximale mesurée. Toutefois, il peut être toléré :

1 dépassement pour 6 échantillons analysés ;

2 dépassements pour 15 échantillons analysés ;

3 dépassements pour 30 échantillons analysés ;

1 dépassement par tranche de 10 échantillons supplémentaires analysés,

sous réserve que les teneurs mesurées sur les échantillons en dépassement n'atteignent pas 1,5 fois les niveaux de référence considérés.

Article 3

Les tableaux figurant à l'article 1er peuvent être actualisés et complétés par arrêté complémentaire en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques et techniques.

Article 4

Les analyses sont réalisées par des laboratoires agréés en application de l'arrêté du 12 novembre 1998 susvisé et selon les modalités précisées dans l'arrêté précité.

Article 5

Les dispositions du présent arrêté entreront en vigueur le 1^{er} octobre 2006.

Article 6

Le directeur de l'eau et le directeur des transports maritimes, routiers et fluviaux sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 9 août 2006.

La ministre de l'écologie et du développement durable,

Pour la ministre et par délégation :

Le directeur de l'eau,

P. Berteaud

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer,

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur des transports maritimes, routiers et fluviaux,

P.-A. Roche

Annexe 3 : Valeurs guides préconisées pour le rejet des chantiers de carénage

Paramètres	Base : Arrêté du 2 février 1998
Température	<30°C Eau salmonicoles : < 21,5°C Eaux cyprinicoles : < 28°C
pH	Entre 5,5 et 8,5 Eaux de baignade et salmonicoles : entre 6 et 9 Eaux conchylicoles : entre 7 et 9
couleur	< 100 mg Pt/l
MEST	100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé par l'arrêté ne dépasse pas 15 kg/jr ; 35 mg/l au delà
DBO5	Sur effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier autorisé n'excède pas 30 kg/jr ; 30 mg/l au-delà.
DCO	Sur effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal n'excède pas 100 kg/jr ; 125 mg/l au-delà.
Azote global	30 mg/l en concentration moyenne mensuelle
Phosphore total	10 mg/l en concentration moyenne mensuelle
Indice phénol	0,3 mg/l
Chrome hexavalent et ses composés	0,1 mg/l
Plomb et ses composés	0,5 mg/l
Cuivre et ses composés	0,5 mg/l
Chrome et ses composés	0,5 mg/l
Nickel et ses composés	0,5 mg/l
Zinc et ses composés	2 mg/l
Cyanures et ses composés	0,1 mg/l
Manganèse et ses composés	1 mg/l
Etain et ses composés	2 mg/l
Arsenic et ses composés	0,05 mg/l
Fer et aluminium et leurs composés	5 mg/l
Hydrocarbures totaux	10 mg/l
HAP	0,05 mg/l
PCB	0,05 mg/l
Benzène, Xylènes, Ethylbenzène	1,5 mg/l
Chloroanilines et chlorophénols	1,5 mg/l
TBT	1,5 mg/l

+

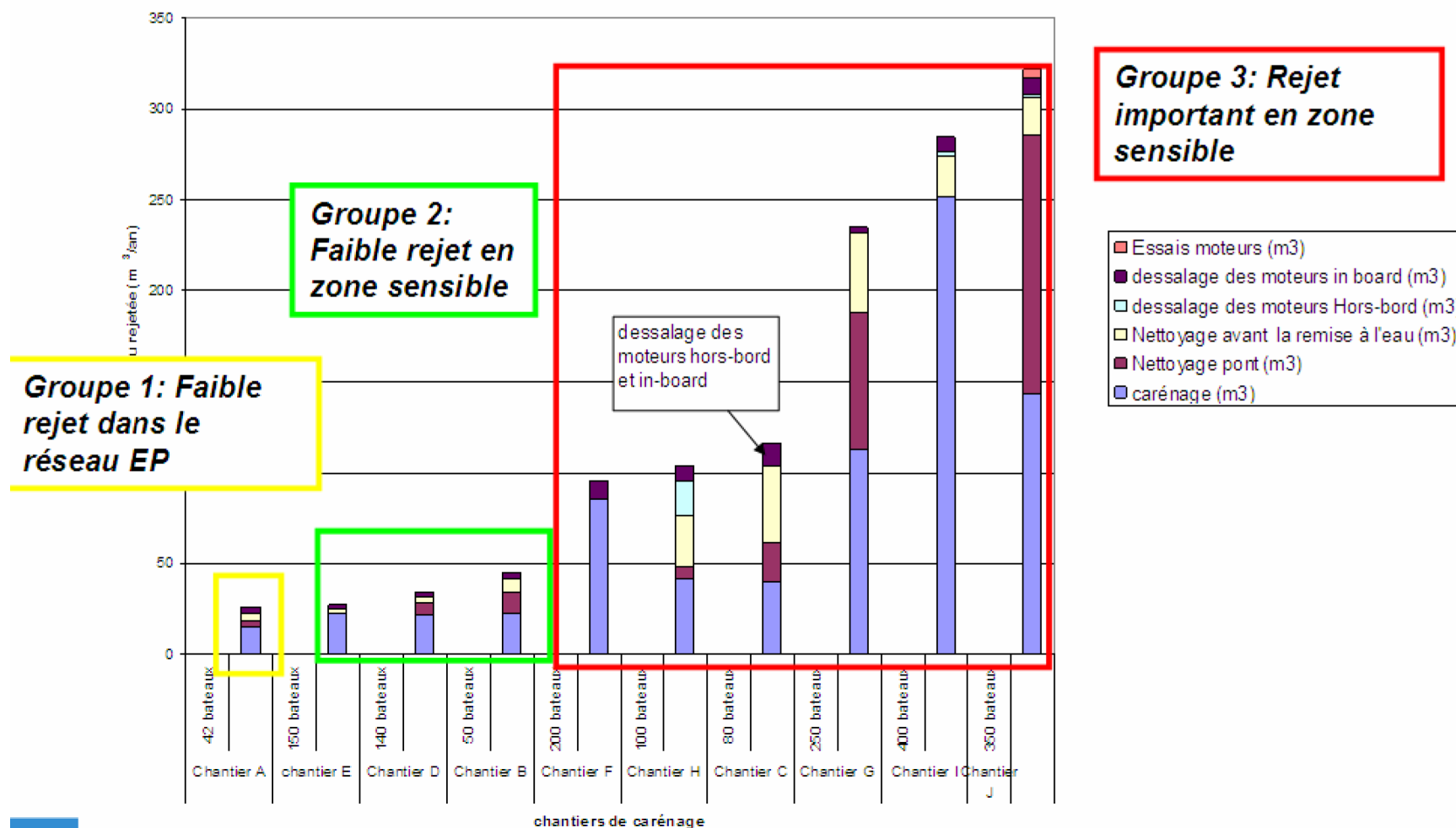
Paramètres	SAGE	Remarques
Pesticides totaux	2,5 µg/l	Paramètres étendus à tous les polluants organiques type solvants organiques



Nota : Localement, des valeurs normatives plus exigeantes peuvent être exigées sur certains paramètres par les services de police de l'eau.

Exemple : TBT < 0,02 µg/l ou certains métaux lourds comme le Ni < 0,02 mg/l

Annexe 4 : Comparaison des rejets en eaux issues des activités des chantiers de carénage (situation actuelle)



Annexe 5 : Fourchette de flux spécifique de pollution

paramètres	flux spécifique minimal (mg/m²)	flux spécifique maximal (mg/m²)
MES	1340,0	3971,4
DBO5ad ₂	256,7	864,0
DCOad ₂	1391,0	4335,2
MOad ₂	633,6	2031,2
DBO ₅ eb	267,6	909,5
DCOeb	1569,4	5184,0
NK	60,1	309,2
NO ₂	0,546	3,18
NO ₃	43,4	107,5
NH ₄	0	27,3
Chlorures	1469,3	12438,7
P	10,7	40,9
As	0	0,197
Pb	3,64E-02	1,99
Zn	17,7	329,0
Ni	0,218	1,08
Cu	25,5	271,3
Cr	0,147	0,537
Cd	2,55E-02	0,455
Fe	45,5	162,4
Al	25,2	82,7
Détergents	2,60	6,20
Indice phénol	0,247	7,52
Indice Hydrocarbures	26,0	90,9
MI	0	924,6
MVS	473,4	1593,1
Toluène	1,48E-03	2,80
Xylènes	1,51E-02	2,50
Benzène	0	0,574
Ethylbenzène	1,15E-03	0,364
Diuron	0,479	8,39
Di(2-ethylhexy)phtalate	8,73E-02	2,12
chloroforme	0	0,182
Lindane	0	0,107
chlorophénols	0	0,188

**Annexe 6 : Déclaration d'existence
INSTALLATIONS CLASSEES POUR
LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**
Articles L511-1 à L511-2
**Nomenclature des pièces à produire
pour la constitution d'un dossier
de déclaration d'existence**

La déclaration d'implantation de l'installation doit être adressée au préfet du département avant sa mise en service.

Elle est établie sous la responsabilité du déclarant.

Un soin particulier doit être porté à l'établissement de la déclaration car une déclaration incomplète est irrecevable et conduit à une demande de renseignements complémentaires qui retardera la délivrance du récépissé de déclaration.

(1) Les dossiers de déclaration des ICPE doivent être adressés en fonction de la compétence territoriale:

- soit au Préfet de département,
- soit au Sous-Préfet d'arrondissement.

La déclaration et les documents joints sont produits **en trois exemplaires** et comprennent :

- Lettre de demande
- Dossier de déclaration
- Pièces annexes

UNE LETTRE DE DEMANDE SIGNEE DU DECLARANT

UN DOSSIER DE DECLARATION PRECISANT LES RENSEIGNEMENTS SUIVANTS :

La lettre de demande, signée, fournit les renseignements suivants :

☐ **L'exploitant**

L'identification complète de l'exploitant :

- S'il s'agit d'une personne physique, ses nom, prénom et domicile,
- S'il s'agit d'une personne morale, sa dénomination ou sa raison sociale (son numéro SIRET), sa forme juridique, l'adresse de son siège social, la qualité du signataire de la déclaration.

Dans tous les cas seront précisés le nom, le n° de téléphone de la personne chargée de suivre le dossier.

☐ **L'installation**

L'emplacement précis de l'installation doit être indiqué : département, commune, lieu-dit, rue et n°, n° de parcelle cadastrale

Il est conseillé de joindre un plan de situation.

☐ **Situation administrative de l'établissement**

On indiquera les autres installations classées du même établissement qui ont déjà fait l'objet d'un classement en précisant la date de l'arrêté d'autorisation ou du (des) récépissé(s) de déclaration.

☐ **Nature et volume des activités**

Ce paragraphe précise les rubriques de la nomenclature des installations classées dans lesquelles l'installation doit être rangée

a) Nature des activités

- Doivent être mentionnés :
 - l'énumération des diverses activités exercées
 - le volume, ou tonnage, de produits stockés
 - les différents équipements présents dans l'installation
- Ces activités peuvent concerner :
 - des stockages de produits (liquides inflammables, substances dangereuses...)
 - des opérations de fabrication (travail des métaux, du bois, des matières plastiques, distribution de liquides inflammables...)

- des activités annexes à l'activité principale de l'établissement (installation de compression d'air, installation de réfrigération...).

b) Volume des activités

- Il est exprimé conformément aux règles de classement de la nomenclature (par exemple : volume ou tonnage pour les stockages, puissance électrique alimentant les machines, capacité de production des matériels...)
- Indication des rubriques de la nomenclature
- Pour chaque activité exercée par l'installation, mentionnée dans la nomenclature, seront précisés le numéro, le libellé, le seuil concerné et la nature du classement (A-Autorisation, DC Déclaration soumis au contrôle périodique, D-Déclaration). Si pour une rubrique le seuil de l'autorisation est atteint, il faut alors constituer un dossier complet d'autorisation.
- Les activités pour lesquelles le seuil du classement n'est pas atteint seront également précisées, avec la mention non classable.

PIECES A JOINDRE A LA DECLARATION

□ Plan de situation du cadastre

Il doit couvrir un rayon de 100 mètres autour de l'établissement.

□ Plan d'ensemble de l'établissement

établi à l'échelle de 1/200e. Lorsque l'établissement est particulièrement grand, l'échelle du plan peut, avec l'accord du Préfet, être réduite à 1/1000e. Ce plan doit être accompagné des légendes et des descriptions de l'installation permettant, notamment, de localiser les divers ateliers, les zones de stockage, les équipements particuliers... Il doit comporter également dans un rayon de 35 mètres au moins autour de l'installation (il est conseillé de repérer ce périmètre sur le plan) :

- L'affectation des constructions et terrains avoisinants,
- Les points d'eau,
- Les canaux, cours d'eau et égouts.

Des plans de détail de certaines installations pourront venir compléter le plan d'ensemble.

□ Description de l'impact de l'établissement

- La description du mode et des conditions d'utilisation, d'épuration et d'évacuation des eaux résiduaires. Seront en particulier précisés les usages de l'eau, les quantités consommées, les polluants contenus après usage, le mode de traitement, les caractéristiques après traitement, le lieu de rejet (réseau public, cours d'eau), l'existence d'un forage, la nappe concernée,
- Les émanations de toute nature (rejets dans l'air, poussières, odeurs, bruits, vibration...)
- La nature et les conditions d'élimination des déchets et résidus d'exploitation (nature, volume, conditions de stockage dans l'entreprise, mode d'élimination direct ou par l'intermédiaire d'un prestataire, tel que recyclage, valorisation énergétique, mise en décharge...)

□ Les dispositions prévues en cas de sinistre :

- Consignes de sécurité
- Equipements en matériel de lutte contre l'incendie prévus dans l'établissement et disponibles autour de celui-ci
- Plan de secours

AVIS IMPORTANT

Lorsque l'implantation de l'installation nécessite l'obtention d'un permis de construire, le demandeur est tenu d'adresser, en même temps sa déclaration à la Préfecture (ou à la Sous-préfecture) et sa demande de permis de construire à la Mairie (ou à la Direction Départementale de l'Equipeement).

Annexe 7 : Estimation des coûts d'enlèvement (collecte et traitement) des effluents de carénage en tant que déchet dangereux

Estimation pour des citernes de 10 m³

Chantier	Nombre de bateaux carénés chaque année	Nombre de moteurs in-board entretenus chaque année	consommation d'eau en période de pointe / jr (période de pointe allant de septembre à décembre en général)	Nbr de jours d'autonomie avec une cuve de 10 m ³ avant l'enlèvement en tant que déchet dangereux (estimation réalisée sur la base de la période de pointe)	volume d'eau rejeté chaque année pour le carénage, ledessalage des ponts et des moteurs	Nombre d'enlèvements par an	prix pour prestataire 1 /an	prix pour prestataire 2 /an
Chantier A	42 actuel/100 futur	12 actuel / 30 futur	1,4 m ³ en pointe actuel	7	22 m ³ actuel / 44 m ³ futur	3 actuel/ 6 futur	8226€HT actuel/16452€HT futur	7710 €HT actuel//15420€HT futur
Chantier B	50 actuel/ 80 futur	30 actuel / 50 futur	2,4 m ³ en pointe actuel	4	60 m ³ actuel / 118,5 m ³ futur	6 actuel/ 12 futur	14216€HT actuel/ 28433€HT futur	15420€HT actuel/ 30840€HT futur
Chantier C	80 actuel/ 200 futur	40 actuel / 100 futur	4,5m ³ en pointe actuel	2	73 m ³ actuel / 168 m ³ futur	8 actuel/ 17 Futur	19851€HT actuel / 42296 €HT futur	20560€HT actuel / 43690 € HT futur
Chantier D	140 actuel/ 300 futur	70 actuel / 150 futur	1 m ³ en pointe actuel	10	31 m ³ actuel / 67,5 m ³ futur	4 actuel/ 7 futur	9624€HT actuel / 16842 €HT futur	10290€HT actuel / 17990 € HT futur
Chantier E	150 actuel/250 futur	50 actuel / 80 futur	1m ³ en pointe actuel	10	20 m ³ actuel /42 m ³ futur	2 actuel/5 futur	4838€HT actuel /12095€HT futur	5140€HT actuel/ 12850€HT futur
Chantier F	200 actuel/300 futur	100 actuel / 150 futur	3,1 m ³ en pointe actuel	3	92,5 m ³ actuel /143 m ³ futur	10 en actuel/15 futur	27678€HT actuel/ 41517€HT futur	25700€HT actuel /38550€HT futur
Chantier G	250 actuel/ 300 futur	100 actuel / 120 futur	5,5 m ³ en pointe actuel	1	190 m ³ actuel / 228 m ³ futur	19 actuel/ 23 futur	52588€HT actuel /63659€HT futur	48830€HT actuel /59110€HT futur
Chantier H	100 actuel/ 150 futur	20 actuel / 30 futur	2,9 m ³ en pointe actuel	3	72 m ³ actuel / 95 m ³ futur	8 actuel/ 10 futur	22142€HT actuel/ 27678€HT futur	20560€HT actuel/ 25700€HT futur
Chantier I	400 actuel / 500 futur	40 actuel / 45 futur	5,5 m ³ en pointe actuelle / 10,5 m ³ en pointe futur	1 actuellement / < 1 en situation future	285 m3 actuel / 353 m ³ futur	29 actuel / 36 futur	78460 € HT actuel / 97399 € HT futur	74530€HT actuel/ 92520€HT futur
Chantier J	350 actuel/ 400 futur	90 actuel / 103 futur	6,4 m ³ en pointe actuel	1	296 m ³ actuel / 355 m ³ futur	30 actuel/ 36 futur	80793€HT actuel /96951€HT futur	77100€HT actuel/ 92520€HT futur

Annexe 8 : Evaluation de l'efficacité des systèmes de traitement

paramètres	concentration minimale avant traitement (mg/L)	concentration maximale avant traitement (mg/L)	efficacité du décanteur lamellaire (%)	concentration minimale après traitement (mg/l)	concentration maximale après traitement (mg/l)	valeur de l'arrêté du 2 fev 98 (mg/l)
MES	34	397	98,6	0,469	5,560	100
DBO5ad2	6,42	86	76,9	1,483	19,959	100
DCOad2	35	434	80,9	6,642	82,802	300
MOad2	16	203	79,7	3,216	41,233	
DBO5eb	6,69	91	87,6	0,830	11,278	100
DCOeb	39	518	90,9	3,570	47,175	300
NK	1,50	31	82,5	0,263	5,411	30
NO2	0,0137	0,3183				
NO3	1,09	11				
NH4	0,0000	2,73				
Chlorures	37	1244				
P	0,2671	4	89,1	0,029	0,446	10
As	0,0000	0,0197	100	0,000	0,000	0,05
Pb	0,0009	0,1986	100	0,000	0,000	0,5
Zn	0,4415	33	81,6	0,081	6,054	2
Ni	0,0055	0,1076				0,5
Cu	0,6372	27	97	0,019	0,814	0,5
Cr	0,0037	0,0537				0,5
Cd	0,0006	0,0455				
Fe	1,14	16				5
Al	0,6296	8,27				
Détergents	0,0651	0,6199				
Indice phénol	0,0062	0,7522				0,3
Indice Hydrocarbures	0,6511	9,09	100	0,000	0	0,2
MI	0,0000	92				
MVS	12	159				
Toluène	0,0000	0,2802				
Xylène	0,0004	0,2500				
Benzène	0,0000	0,0574				
Ethylbenzène	0,0000	0,0364				
Diuron	0,0120	0,8385				
Di(2-ethylhexy)phtalate	0,0022	0,2116				
chloroforme	0,0000	0,0182				
Lindane	0,0000	0,0107				
chlorophénols	0,0000	0,0188				

NB: les valeurs de rendement épuratoire proviennent d'une étude réalisée pour le compte de l'agence de l'eau Seine-Normandie. L'installation est constituée d'un décanteur lamellaire avec une pompe de relevage équipée d'un tamis en amont

EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA FILIERE DECANTEUR

paramètres	concentration minimale avant traitement (mg/L)	concentration maximale avant traitement (mg/L)	efficacité de la filière zéolithe (%)	concentration minimale après traitement (mg/l)	concentration maximale après traitement (mg/l)	valeur de l'arrêté du 2 fev 98 (mg/l)
MES	34	397	87,1	4,32	51	100
DBO5ad2	6,42	86	73,8	1,68	23	100
DCOad2	35	434	61	14	169	300
MOad2	16	203	64,7	5,59	72	
DBO5eb	6,69	91	73,3	1,79	24	100
DCOeb	39	518	63,5	14	189	300
NK	1,50	31	53,3	0,701	14	30
NO2	0,0137	0,3183	84,6	0,002	0,049	
NO3	1,09	11	95,9	0,044	0,441	
NH4	0,0000	2,73	0	0,000	2,73	
Chlorures	37	1244	54,5	17	566	
P	0,2671	4,09	17,3	0,221	3,38	10
As	0,0000	0,0197	100	0,000	0,000	0,05
Pb	0,0009	0,1986	100	0,000	0,000	0,5
Zn	0,4415	33	86,5	0,060	4,44	2
Ni	0,0055	0,1076	54,7	0,002	0,049	0,5
Cu	0,6372	27	82	0,115	4,88	0,5
Cr	0,0037	0,0537	78,8	0,001	0,011	0,5
Cd	0,0006	0,0455	82,4	0,000	0,008	
Fe	1,14	16	84,6	0,175	2,50	5
Al	0,6296	8,27	90,8	0,058	0,760	
Détergents	0,0651	0,6199	0	0,065	0,620	
Indice phénol	0,0062	0,7522	100	0,000	0,000	0,3
Indice Hydrocarbures	0,6511	9,09	78,5	0,140	1,95	0,2
MI	0,0000	92	100	0	0,000	
MVS	12	159	77,8	2,63	35	
Toluène	0,0000	0,2802				
Xylène	0,0004	0,2500				
Benzène	0,0000	0,0574				
Ethylbenzène	0,0000	0,0364				
Diuron	0,0120	0,8385				
Di(2-ethylhexy)phtalate	0,0022	0,2116				
chloroforme	0,0000	0,0182				
Lindane	0,0000	0,0107				
chlorophénols	0,0000	0,0188				

NB: les valeurs de rendements épuratoire proviennent d'une étude réalisée pour le compte de l'agence de l'eau Loire Bretagne sur l'installation du chantier constitué de puits de décantation et d'un traitements sur zéolithe.

. L'installation est

EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA FILIERE AVEC TRAITEMENT SUR ZEOLITHE

paramètres	concentration minimale avant traitement (mg/L)	concentration maximale avant traitement (mg/L)	efficacité de l'électrocoagulation (%)	concentration minimale après traitement (mg/l)	concentration maximale après traitement (mg/l)	valeur de l'arrêté du 2 fev 98 (mg/l)
MES	34	397	99	0	4	100
DBO5ad2	6,42	86				100
DCOad2	35	434				300
MOad2	16	203				
DBO5eb	6,69	91	66	2	31	100
DCOeb	39	518	82	7	93	300
NK	1,50	31	97	0,045	0,928	30
NO2	0,0137	0,3183	100	0,000	0,000	
NO3	1,09	11	100	0,000	0,000	
NH4	0,0000	2,73	100	0,000	0,000	
Chlorures	37	1244	85	6	187	
P	0,2671	4,09	97	0,008	0,123	10
As	0,0000	0,0197	100	0,000	0,000	0,05
Pb	0,0009	0,1986	100	0,000	0,000	0,5
Zn	0,4415	33	100	0,000	0,000	2
Ni	0,0055	0,1076	100	0,000	0,000	0,5
Cu	0,6372	27	100	0,000	0,000	0,5
Cr	0,0037	0,0537	100	0,000	0,000	0,5
Cd	0,0006	0,0455	100	0,000	0,000	
Fe	1,14	16				5
Al	0,6296	8				
Détergents	0,0651	0,6199	96	0,003	0,025	
Indice phénol	0,0062	0,7522	81	0,001	0,143	0,3
Indice Hydrocarbures	0,6511	9,09	100	0,000	0,000	0,2
MI	0,0000	92	100	0,000	0,000	
MVS	12	159				
Toluène	0,0000	0,2802				
Xylène	0,0004	0,2500				
Benzène	0,0000	0,0574				
Ethylbenzène	0,0000	0,0364				
Diuron	0,0120	0,8385				
Di(2-ethylhexy)phtalate	0,0022	0,2116				
chloroforme	0,0000	0,0182				
Lindane	0,0000	0,0107				
chlorophénols	0,0000	0,0188				

NB: les valeurs de rendements épuratoire proviennent d'une étude réalisée pour le compte de l'agence de l'eau Loire Bretagne sur l'installation du chantier
L'installation est constitué de puits, d'un deshuileur, d'un système d'électrocoagulation et de membranes en céramique (unité de filtration).

EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA FILIERE AVEC TRAITEMENT PAR ELECTROCOAGULATION ET MEMBRANES CERAMIQUES

Annexe 9 : Synthèse des coûts pour les 10 chantiers

Chantier	superficie de l'aire (m²)	Enlèvement en tant que déchets dangereux			Stockage et traitement mobile				Traitement in situ				
		Coût du Génie Civil (k€ HT)	Coût d'investissement (k€ HT) - cuve de 10 m³	Coût d'exploitation (k€ HT)	Coût du Génie Civil (k€ HT)	dimension du DSH (m³)	Coût d'investissement (k€ HT)	Coût d'exploitation (k€ HT)	Coût du Génie Civil (k€ HT)	Filière adoptée	dimension du DSH (m³)	Coût d'investissement (k€ HT)	Coût d'exploitation (k€ HT)
Chantier A	72	27 à 30 (sans la couverture)	6	10 à 17	ECONOMIQUEMENT INENVISAGEABLE				aire non couverte : 27 à 30	Filière simple: débourbeur/décanteur/déshuileur	10	40	4 à 5
									aire couverture: 27 à 30 (hors prix de la couverture)		4	30	2 à 3
Chantier B	120	43 à 45 (sans le by pass)	6	15 à 30	43 à 45 (sans le by-pass)	4	30	3 + coût de la filière répercuté par le prestataire	43 à 45	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	15	80	7 à 10
Chantier C	120	43 à 45 (sans le by pass)	6	10 à 25	43 à 45 (sans le by pass)	4	30	3 + coût de la filière mobile répercuté par le prestataire	43 à 45	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	15	80	7 à 10
Chantier D	91	33 à 35 (sans le by pass)	6	5 à 13	33 à 35 (sans le by pass)	4	30	3 + coût de la filière mobile répercuté par le prestataire	33 à 35	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	12	76	5 à 9
Chantier E	132	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							72 à 75	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	22	85 à 89	11 à 14
Chantier F	96	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							34 à 36	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	13	76	6 à 9
Chantier G	102	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							5 à 6	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	14	78	6 à 9
Chantier H	63	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							aire couverte de 63 m²: 3 à 5 (hors prix de la couverture)	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	4	60	4 à 10
	150								aire non couverte de 63 m²: 3		9	70	
									aire couverte de 150 m²: 33 (hors prix de la couverture)		4	60	
									aire non couverte de 150m²: 33		17	80	
Chantier I	200	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							72 à 75	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	22	85 à 89	11 à 14
Chantier J	84	TECHNIQUEMENT INENVISAGEABLES							33	Filière exhaustive: débourbeur/décanteur/déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	11	73	5 à 10

NB: Il s'agit de coûts majorés pour établir un budget. Ces prix seront à négocier avec les prestataires.

BILAN DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS ET D'EXPLOITATION PREVUS POUR CHAQUE CHANTIER:

Annexe 10 : Grille de solutions de traitement en fonction de la taille du chantier et de la sensibilité du milieu récepteur

Milieu récepteur/Taille des chantiers	< à 100 bateaux (consommation d'eau < à 100 m ³ /an)	100 à 400 bateaux (consommation d'eau entre 100 et 400 m ³ /an)	> à 400 bateaux (consommation d'eau > à 400 m ³ /an)
	avec des consommations d'eau comprises entre 10 et 30 l/m ² caréné de bateaux et < 500l/dessalage de moteurs in-board.		
Baignades	<u>Stockage</u> Pompage et élimination des effluents en tant que déchets dangereux ou Traitement mobile avant rejet* ou <u>Filière exhaustive</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	
Conchylicoles			
Salmonicoles			
Eau de mer hors cas cités précédemment	Prétraitement : Débourbeur/Décanteur/Déshuileur	<u>Filière intermédiaire :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement de finition (ex : adsorption,...)	<u>Filière exhaustive :</u> 1) Prétraitement (ex : débourbeur/Décanteur/Déshuileur) 2) Traitement poussé (ex : microfiltration, UF,...) 3) Traitement de finition (ex : adsorption,...)
Réseau EP communal avec exutoire mer hors cas particuliers cités précédemment			
Réseau EP communal avec exutoire cours d'eau hors cas particuliers cités précédemment			

*Ce système de traitement serait à approfondir avec un prestataire spécialisé dans le traitement des déchets dangereux. Ce prestataire pourrait s'équiper d'un système de traitement mobile adapté aux effluents de carénage. Il assurerait la prestation de traitement des effluents stockés sur le chantier à une périodicité à définir et à un coût qui reste à établir avec le prestataire intéressé.

NB : Le réseau d'assainissement (eaux usées) n'a pas vocation à collecter les eaux souillées issues des activités de carénage. Ce point de rejet n'est envisageable que dans la mesure où aucun autre point de rejet n'est disponible (milieu naturel et réseau eaux pluviales) et sous réserve de l'obtention d'une autorisation de rejet et du respect d'une éventuelle convention de déversement.

Annexe 11 : Placement des chantiers audités sur la grille de choix

Milieu récepteur/Taille des chantiers	< à 100 bateaux (consommation d'eau < à 100 m³/an)	100 à 400 bateaux (consommation d'eau entre 100 et 400 m³/an)	> à 400 bateaux (consommation d'eau > à 400 m³/an)
	avec des consommations d'eau comprises entre 10 et 30 l/m² caréné de bateaux et < 500l/dessalage de moteurs in-board.		
Baignades	1) Stockage puis a) pompage et traitement des eaux en tant que déchets dangereux ou b) traitement mobile avant rejet ou 2) Filière exhaustive Débourseur/Décanteur/Déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	Filière exhaustive : Débourseur/Décanteur/Déshuileur + Ultrafiltration + Charbon actif	
Conchylicoles			
Salmonicoles			
Eau de mer hors cas cités précédemment	Débourseur/Décanteur/Déshuileur	Débourseur/Décanteur/Déshuileur + Charbon actif	Filière ex Débourseur/Déc + Ultra + Char
Réseau EP communal avec exutoire mer hors cas particuliers cités précédemment			
Réseau EP communal avec exutoire cours d'eau hors cas particuliers cités précédemment			

Chantier D
Chantier E
Chantier B

Chantier C
Chantier F
Chantier I
Chantier J
Chantier H
Chantier G

Chantier A

