

Février 2024

Brest
MÉTROPOLE



TRAVAUX DE RÉNOVATION DES BRISE-CLAPOTS DE PROTECTION DES BASSINS NORD ET SUD DU PORT DU MOULIN BLANC À BREST

**DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE AU TITRE
DE L'ARTICLE L181-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT
DESCRIPTION DU PROJET**



INDICE	OBJET	DATE	RÉDACTION	VÉRIFICATION	APPROBATION
2	Transformation du document en dossier d'autorisation environnementale suite aux évolutions du projet	16/02/2024	RAPHAELLE GUILLAUMA	RAPHAEL GUY	PASCALE ROBERT
1	Reprise du document suite aux remarques du maître d'ouvrage	01/06/2023	RAPHAELLE GUILLAUMA	PASCALE ROBERT	PASCALE ROBERT
0	Rédaction du document	31/03/2023	RAPHAELLE GUILLAUMA	PASCALE ROBERT	PASCALE ROBERT

SOMMAIRE

1 PRÉAMBULE	3
2 PRÉSENTATION DU DEMANDEUR	3
3 LOCALISATION DU PROJET	4
4 DESCRIPTION DU PROJET	5
4.1 CONTEXTE DU PROJET	5
4.2 OUVRAGES EXISTANTS ET DÉSORDRES CONSTATÉS	5
4.2.1 Historique de la configuration du port	5
4.2.2 Configuration actuelle du port du Moulin-Blanc	6
4.2.3 Brise-clapots du bassin nord	7
4.2.4 Brise-clapots du bassin sud	7
4.2.5 Brise-clapots guidés par pieux	7
4.2.6 Brise-clapots guidés par corps-morts	8
4.3 DESCRIPTION DU PROJET	9
4.3.1 Description des aménagements prévus	9
4.3.2 Méthodologie de réalisation des travaux	13
4.3.3 Phasage des travaux	14
4.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	18
4.4.1 Rubrique de la nomenclature loi sur l'eau applicable au projet	18
4.4.2 Autres procédures réglementaires applicables au projet	18
5 JUSTIFICATION DU CHOIX DU PROJET PRÉSENTÉ	19
6 ANNEXES	21
6.1 ANNEXE 1 : SCHÉMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC – PHASE 1 : DIAGNOSTIC TECHNIQUE, ARTELIA, MARS 2022	21
6.2 ANNEXE 2 : SCHÉMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC – PHASE 1B – DIAGNOSTIC SPÉCIFIQUE DES PONTONS BRISE-CLAPOTS, ARTELIA, OCTOBRE 2021	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des travaux de rénovation des brise-clapots	4
Figure 2 : Vue satellite du port en mai 2003 (source : Google Earth)	5
Figure 3 : Brise-clapots réutilisés lors des travaux 2003-2004	5
Figure 4 : Plan masse état existant (source : Ingérop, mars 2023)	6
Figure 5 : Constitution de la panne de protection du bassin nord	7
Figure 6 : Constitution de la panne de protection du bassin sud	7
Figure 7 : Photographie scellement défense inter-ponton	8
Figure 8 : Photographie scellement défense collier et corrosion collier	8
Figure 9 : Photographie corrosion pieux de guidage	8
Figure 10 : Défaut platines pour amarres et amarres dégradées	9
Figure 11 : Plan masse du projet (source : Ingérop, mai 2023)	10
Figure 12 : Vue en plan du projet dans le bassin nord du port du Moulin-Blanc (source : Ingérop, mars 2023)	11
Figure 13 : Vue en plan du projet dans le bassin sud du port du Moulin-Blanc (source : Ingérop, mai 2023)	12
Figure 14 : Principe de levage des pontons (coupe longitudinale)	13
Figure 15 : Principe de levage des pontons (coupe transversale)	13
Figure 16 : Réfection des ancrages	14
Figure 17 : Utilisation du quai (représentation avec 5 brise-clapots)	14
Figure 18 : Zone de travaux dans le port de commerce	14
Figure 19 : Planning des travaux	15
Figure 20 : Phase 1 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	17
Figure 21 : Phase 2 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	17
Figure 22 : Phase 3 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	17
Figure 23 : Phase 4 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	17
Figure 24 : Phase 5 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	18
Figure 25 : Phase 6 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Phasage des travaux	16
Tableau 2 : Rubrique IOTA applicable au projet	18
Tableau 3 : Description des scénarios de travaux envisagés	19
Tableau 4 : Analyse des scénarios des travaux	20
Tableau 5 : Évaluation des différents scénarios	20
Tableau 6 : Description du scénario retenu	21
Tableau 7 : Évaluation du scénario retenu	21



1 PRÉAMBULE

Le présent dossier porte sur la réalisation de travaux de rénovation des brise-clapots de protection des bassins nord et sud du port du Moulin Blanc.

Les travaux projetés sont concernés par la procédure d'autorisation au titre de la rubrique 4.1.2.0 de l'article R214-1 du Code de l'environnement ; en effet, le montant global des travaux est estimé à 2 345 000 € HT.

2 PRÉSENTATION DU DEMANDEUR

Le maître d'ouvrage :



Dénomination : **Brest Métropole**

Adresse : **24 rue Coat ar Gueven, 29 200 BREST**

N° SIRET : **242 900 314 00012**

Direction en charge du pilotage du projet :

Nom : DUBOIS

Prénom : Christophe

Fonction : Chef de projets

Contact : christophe.dubois@brest-metropole.fr

02 98 33 52 29

3 LOCALISATION DU PROJET

Les travaux projetés sont localisés sur la commune de Brest, située dans le département du Finistère (29). Plus précisément, ils prennent place dans le port du Moulin Blanc, port de plaisance situé à l'embouchure de l'Elorn.



Figure 1 : Localisation des travaux de rénovation des brise-clapots

4 DESCRIPTION DU PROJET

4.1 CONTEXTE DU PROJET

Construit durant les années 1970 à 1990, le port du Moulin Blanc situé entre la plage éponyme et le nouveau polder est une pièce maîtresse de l'activité maritime de la zone.

Des analyses et diagnostics menées par ARTELIA en 2021 ont mis en avant des désordres certains sur les brise-clapots, et plus précisément leurs organes de guidage. Ces désordres ont plusieurs origines :

- vieillissement des structures dû à la corrosion liée au contexte maritime ;
- surexploitation des brise-clapots au regard de leur destination initiale ;
- modification des conditions météo-océaniques du site.

Les rapports de diagnostic sont présentés en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Brest Métropole souhaite donc réaliser les travaux prioritaires de rénovation des brise-clapots du port.

4.2 OUVRAGES EXISTANTS ET DÉSORDRES CONSTATÉS

4.2.1 HISTORIQUE DE LA CONFIGURATION DU PORT

Le Port du Moulin Blanc date des années 80. Toutefois, lors de sa création, la disposition des brise-clapots n'était pas identique à celle d'aujourd'hui.

En effet, avant les travaux réalisés en 2003, l'implantation de la protection était telle que présentée sur la Figure 2.

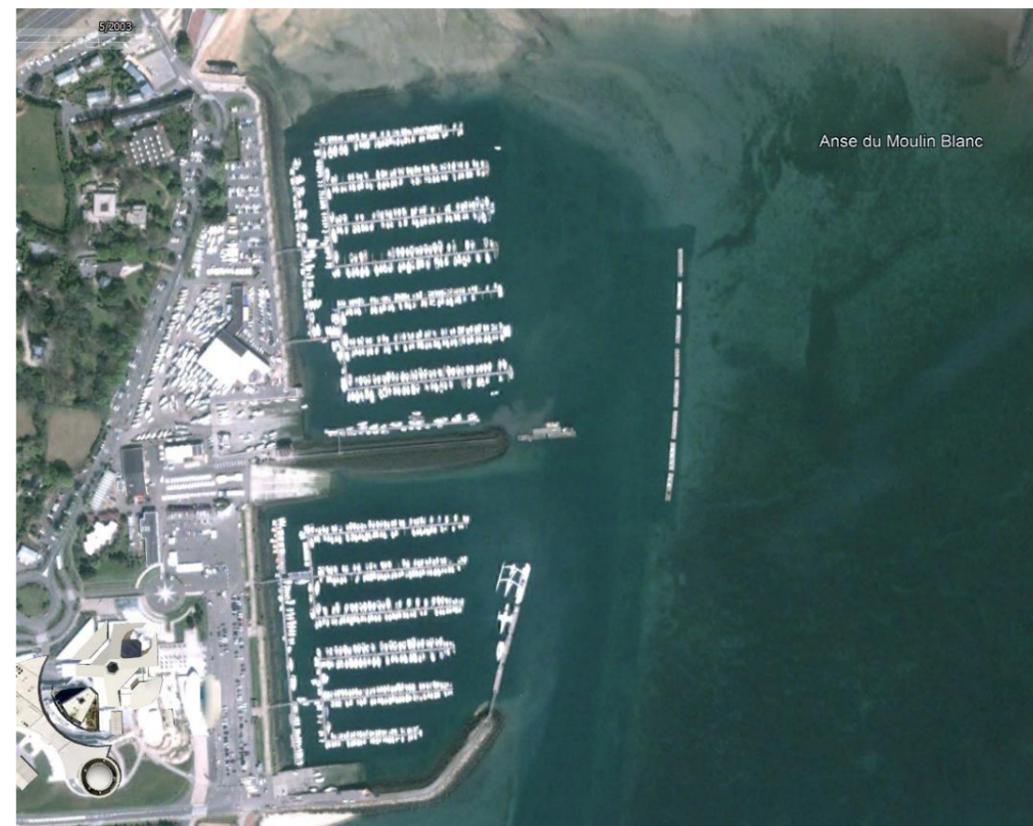


Figure 2 : Vue satellite du port en mai 2003 (source : Google Earth)

Lors des travaux réalisés en 2003, certains brise-clapots existants ont été déplacés et réutilisés au sein des pannes de protection des bassins nord et sud.



Figure 3 : Brise-clapots réutilisés lors des travaux 2003-2004

En complément de ces pontons réutilisés, 4 nouveaux brise-clapots ont été réutilisés en 2003 afin de compléter les pannes de protection des bassins nord et sud. Ces travaux ont permis d'aboutir au plan d'implantation actuel.

4.2.2 CONFIGURATION ACTUELLE DU PORT DU MOULIN-BLANC

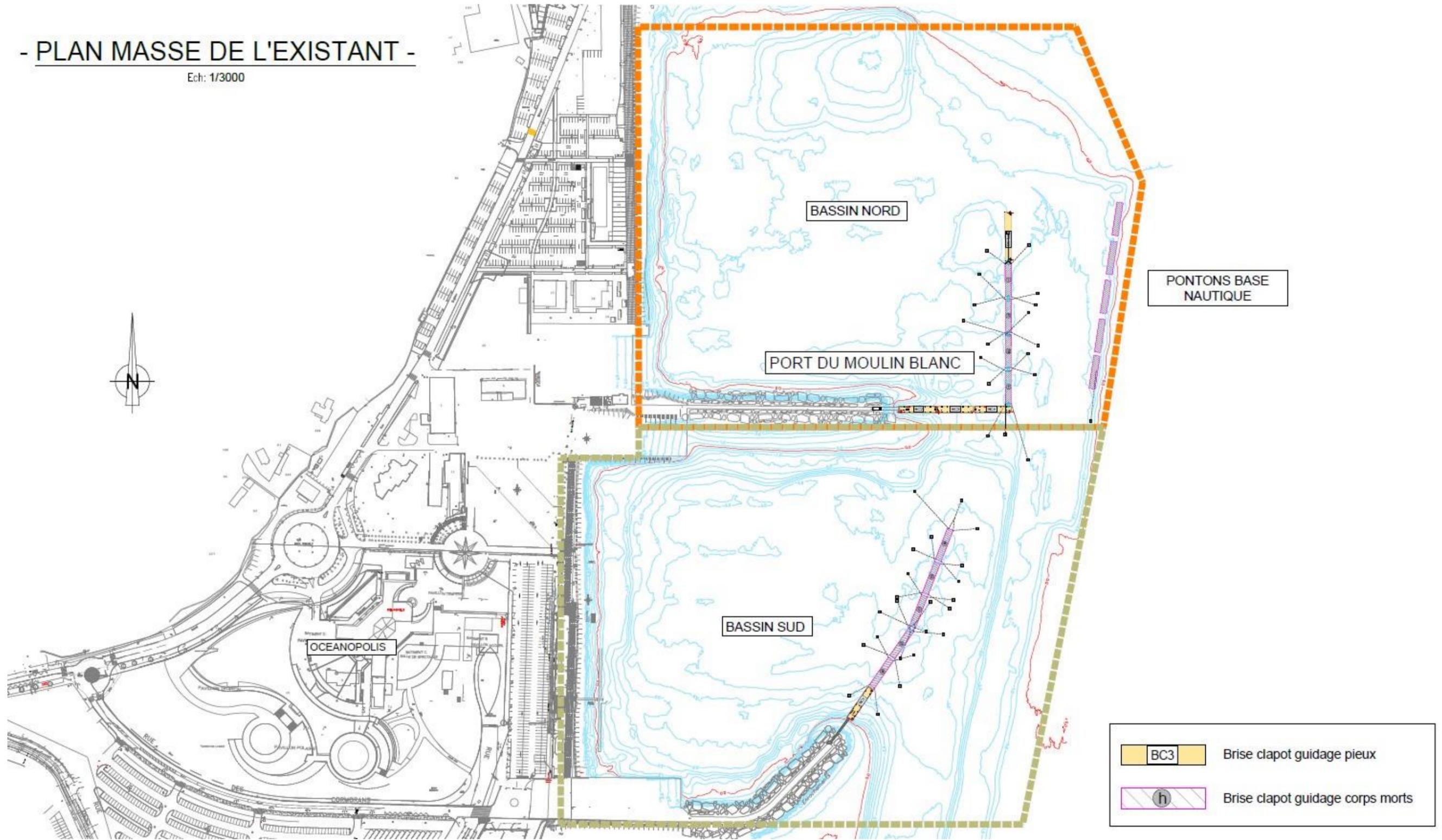
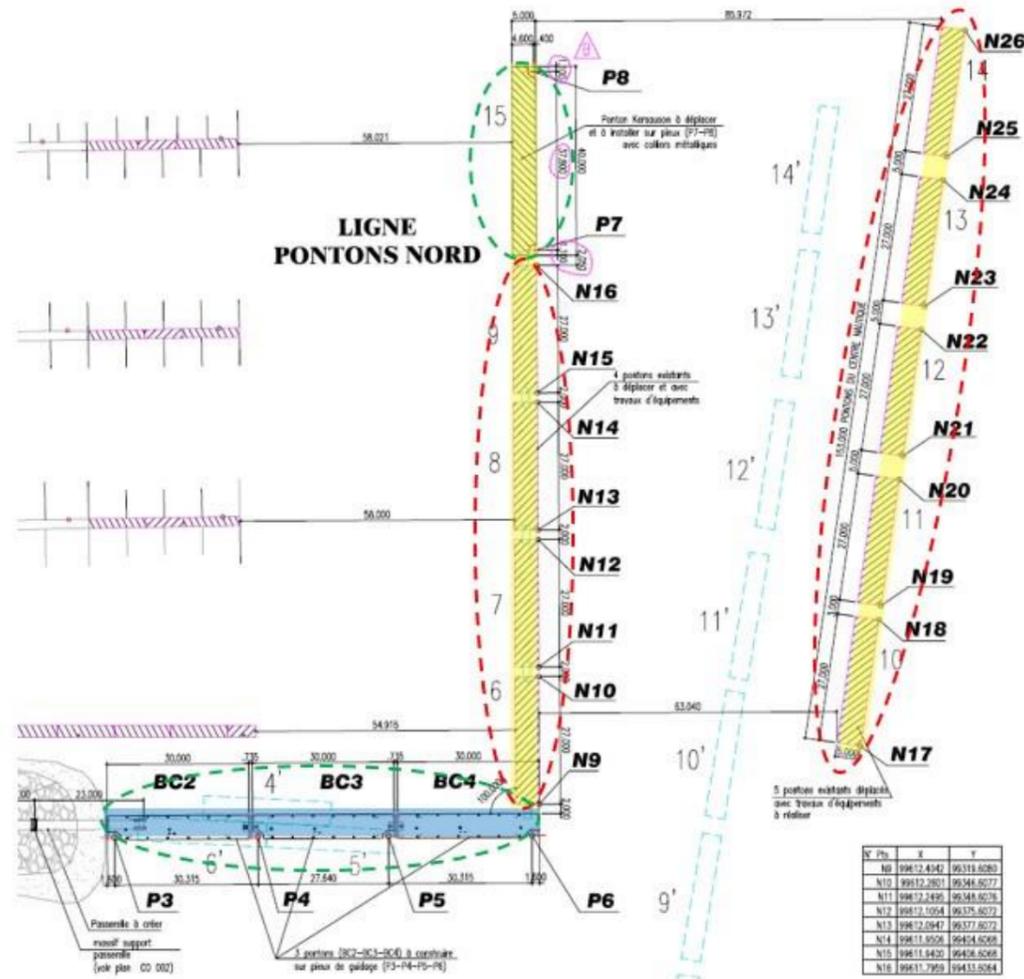


Figure 4 : Plan masse état existant (source : Ingérop, mars 2023)

4.2.3 BRISE-CLAPOTS DU BASSIN NORD

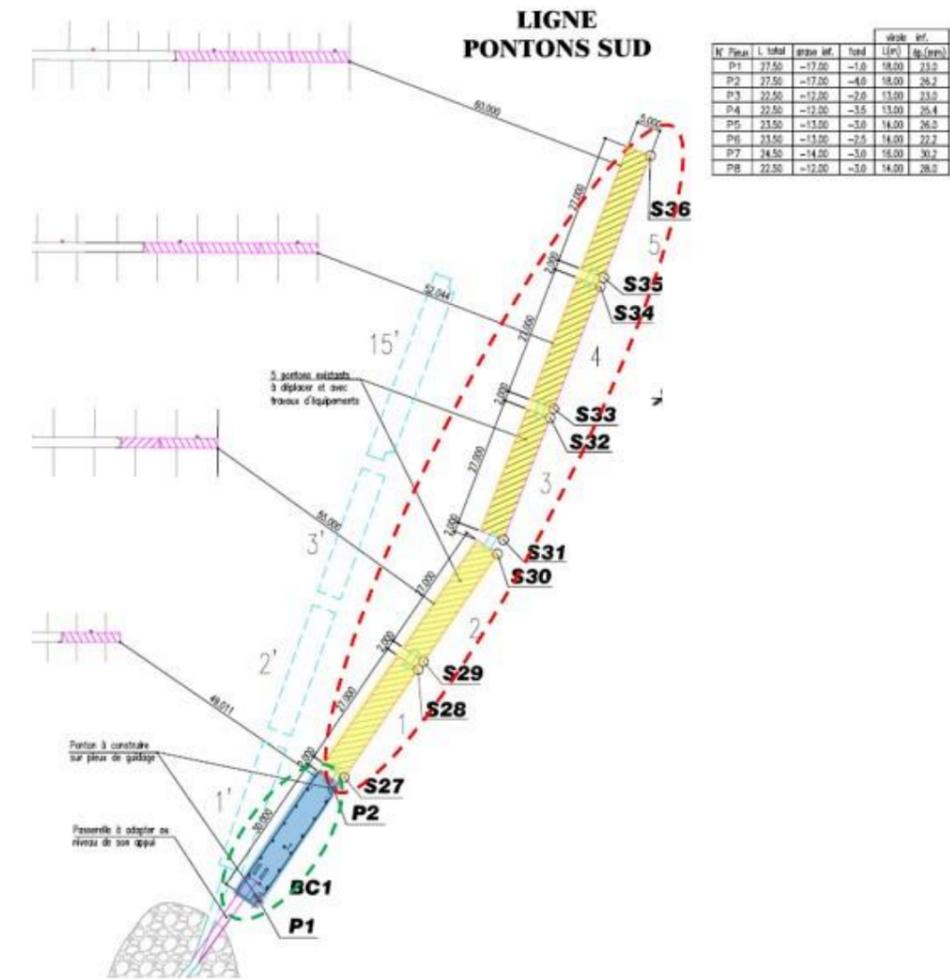


Légende

- Brise-clapots existants et réutilisés en 2003
- Brise-clapots réalisés en 2003
- Guidage par pieux
- Guidage par corps morts

Figure 5 : Constitution de la panne de protection du bassin nord

4.2.4 BRISE-CLAPOTS DU BASSIN SUD



Légende

- Brise-clapots existants et réutilisés en 2003
- Brise-clapots réalisés en 2003
- Guidage par pieux
- Guidage par corps morts

Figure 6 : Constitution de la panne de protection du bassin sud

4.2.5 BRISE-CLAPOTS GUIDÉS PAR PIEUX

Les principales dégradations des brise-clapots guidés par pieux sont les suivantes :

- défaut de scellement des défenses à cisaillement inter-pontons ;
- défaut de scellement des défenses à cisaillement des colliers de guidage ;
- corrosion des colliers de guidage ;
- corrosion des pieux au droit du frottement avec les patins des colliers.

Ces défauts sont observables principalement sur les BC 2-3-4 (bassin nord) exposés aux clapots de secteur sud.

Les photographies ci-dessous illustrent ces défauts.



Figure 7 : Photographie scellement défense inter-ponton



Figure 8 : Photographie scellement défense collier et corrosion collier



Figure 9 : Photographie corrosion pieux de guidage

L'état de dégradation des équipements du ponton ainsi que de leurs ancrages engendre un besoin de maintenance constant par le port.

Les patins PEHD doivent par exemple être changés de façon très régulière car leur usure est très rapide. Cette usure accélérée peut s'expliquer par la corrosion des pieux au droit des patins ce qui augmente la rugosité du pieu et donc l'abrasion des patins de glissement.

L'entreprise MARC SA a par ailleurs régulièrement été appelée sur site afin de remplacer les boulons d'ancrage des défenses à cisaillement des colliers de guidage mais également les défenses entre les pontons.

La reprise de ces ancrages sur site n'est plus possible en raison, d'une part de l'accès restreint en l'absence du démontage des pontons et d'autre part de l'impossibilité de retarauder une nouvelle fois des douilles scellées dans le béton du brise-clapot.

On constate de façon générale un jeu dans la fixation des défenses ce qui engendre une ovalisation des trous de fixation des éléments (défense, platine) et in fine une rupture des ancrages.

4.2.6 BRISE-CLAPOTS GUIDÉS PAR CORPS-MORTS

Les principales dégradations des brise-clapots guidés par pieux sont les suivantes :

- forte corrosion des chaînes des corps-morts ;
- défaut de scellement et corrosion des platines pour amarres inter-brise-clapots ;
- défaut d'étanchéité des bouchons d'alvéoles (vol des bouchons) ;
- amarres inter-pontons dégradées.

La photographie ci-dessous permet d'illustrer les défauts sur les amarres inter-pontons.



Figure 10 : Défaut platines pour amarres et amarres dégradées

4.3 DESCRIPTION DU PROJET

4.3.1 DESCRIPTION DES AMÉNAGEMENTS PRÉVUS

Les travaux projetés dans le port du Moulin-Blanc portent donc majoritairement sur la réfection des pièces et ouvrages présentant des dégradations, à savoir :

- remplacement des colliers et défenses des 5 brise-clapots sur pieux ;
- remplacement des corps-morts des 9 brise-clapots ;
- reprise des organeaux présents sur les angles des brises-clapots sur corps-morts ;
- remplacement des amarres inter-brise-clapots ;
- sablage et remise en peinture et changement des anodes des pieux.

Les brise-clapots du centre nautique seront utilisés pendant le chantier afin de servir de protection provisoire des zones en travaux.

En complément de ces travaux de réparation, la panne de protection du bassin sud sera prolongée avec un nouveau brise-clapot de 35 ml. L'ajout de ce nouvel aménagement a pour objectif de renforcer la protection des BC 2-3-4 du bassin nord qui sont davantage exposés aux courants marins.

Les plans des aménagements prévus sont présentés en Figure 11, Figure 12, Figure 13.

- PLAN MASSE PROJET -

Ech: 1/2500

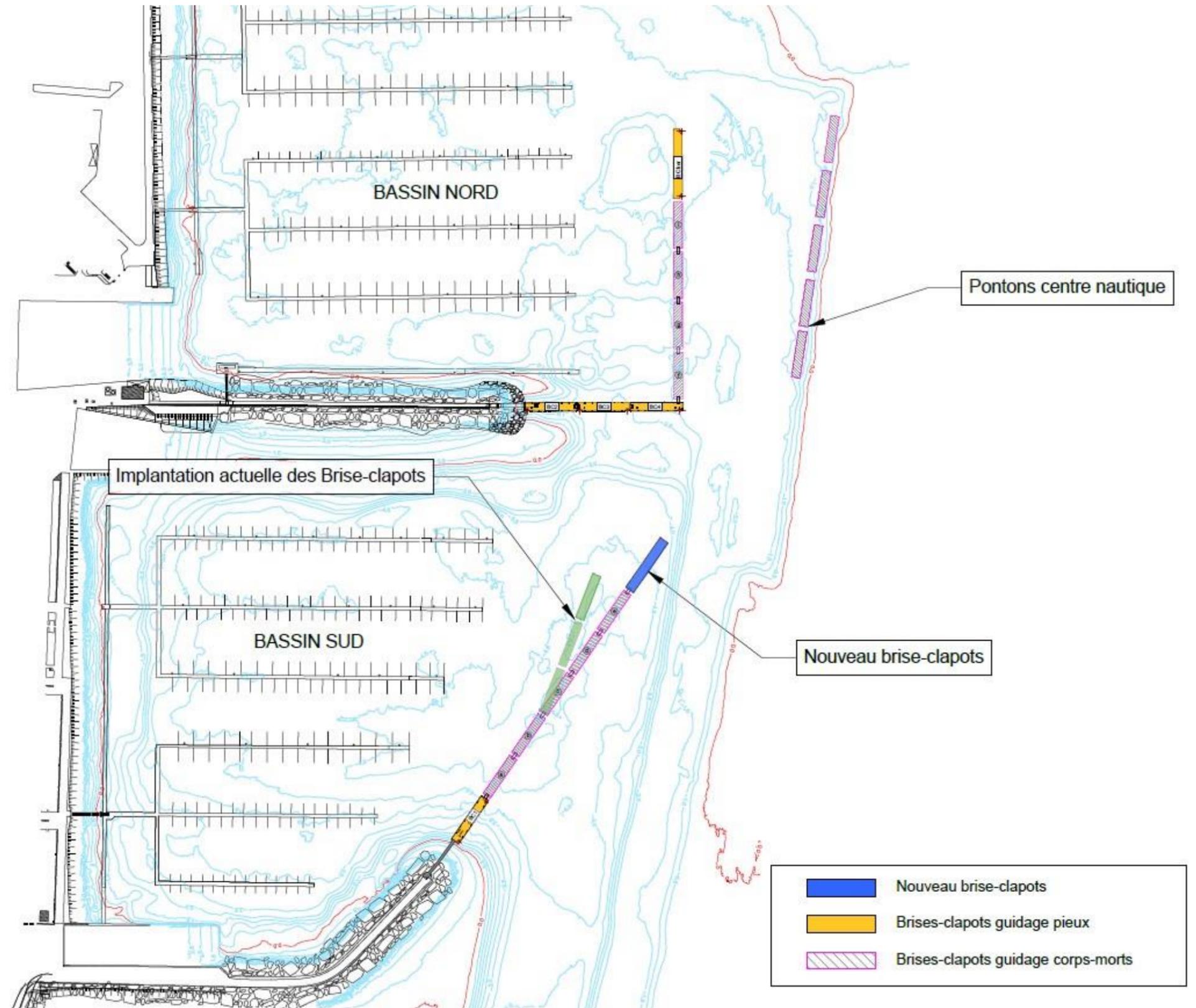
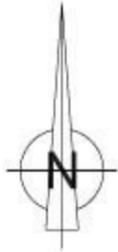


Figure 11 : Plan masse du projet (source : Ingérop, mai 2023)

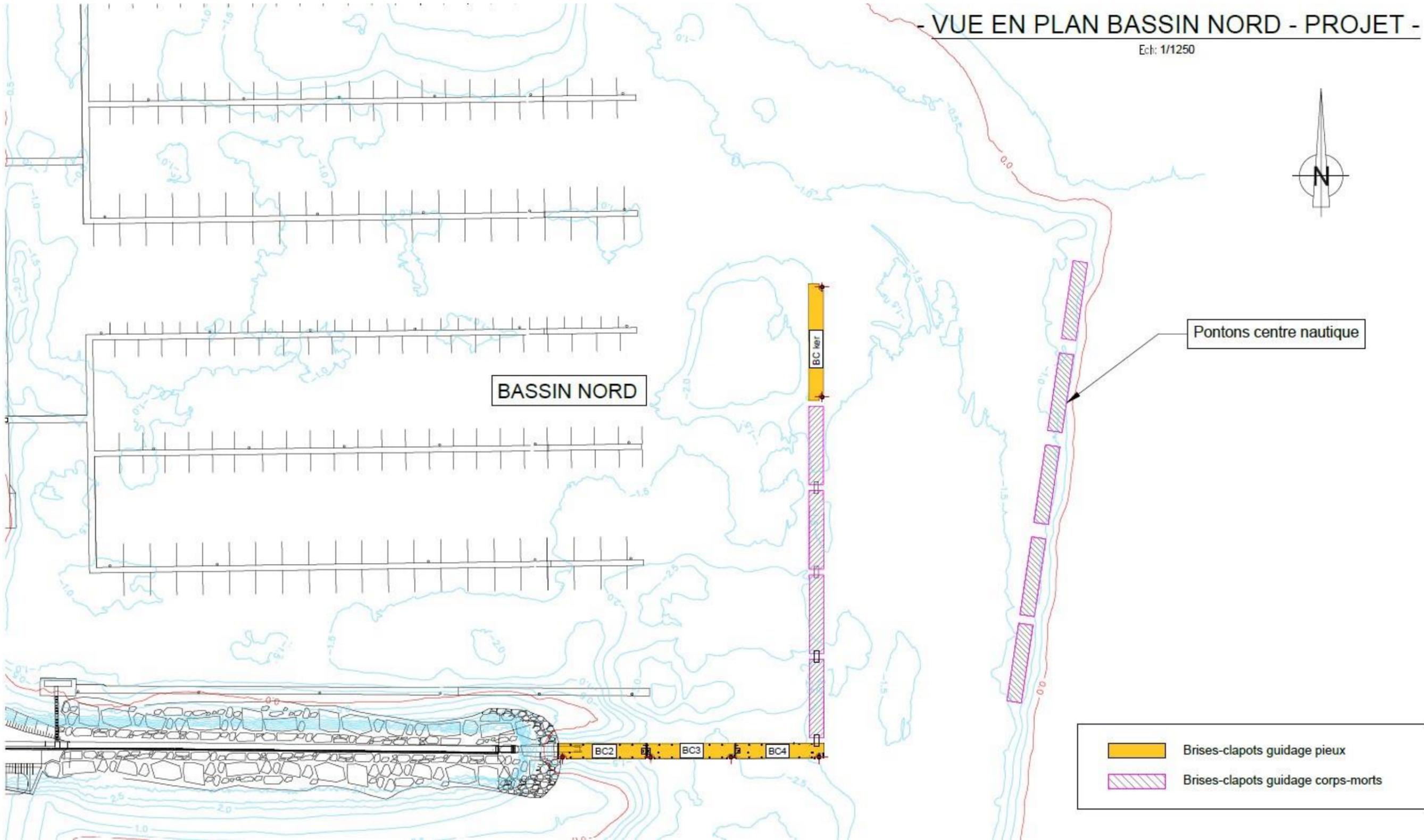


Figure 12 : Vue en plan du projet dans le bassin nord du port du Moulin-Blanc (source : Ingérop, mars 2023)

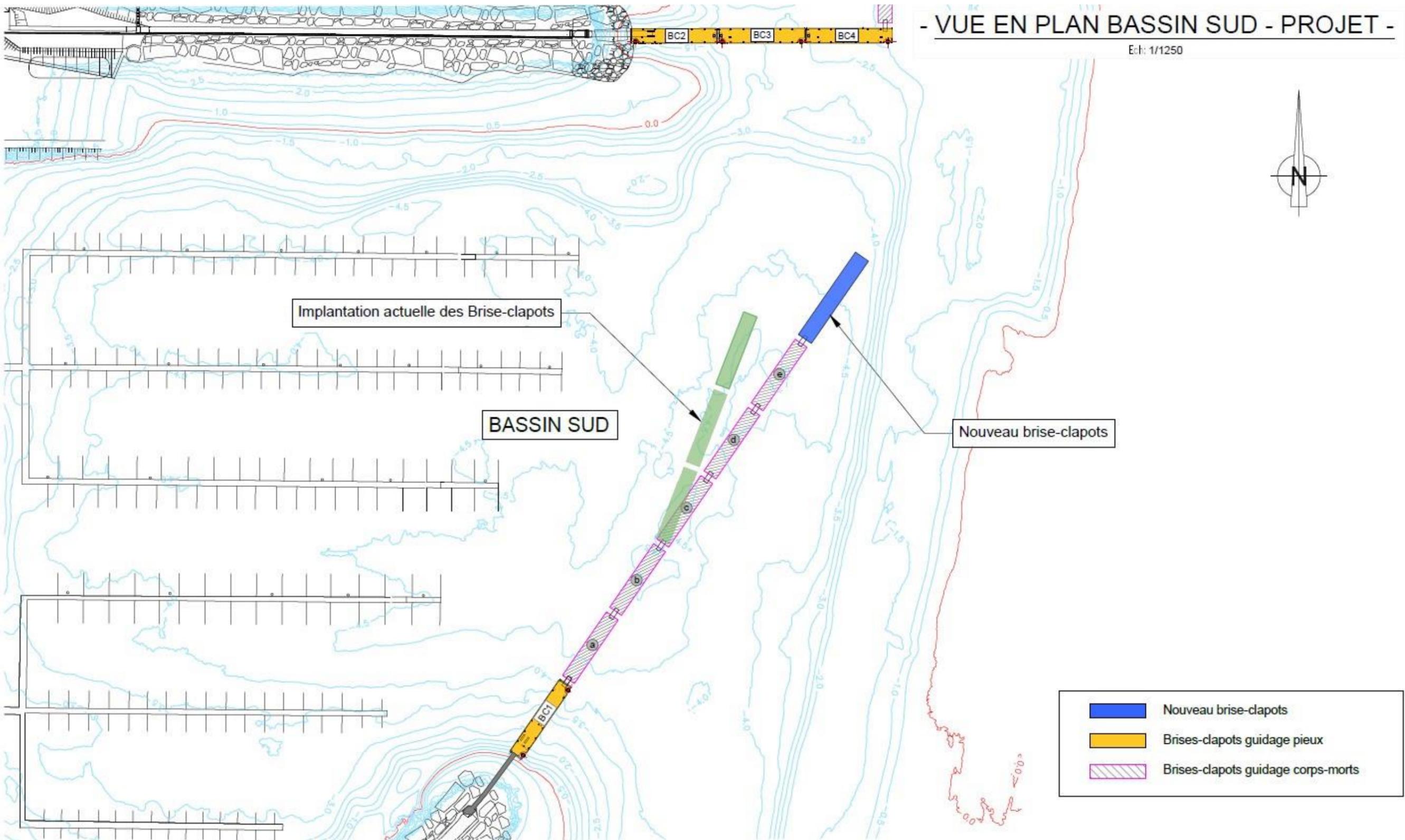


Figure 13 : Vue en plan du projet dans le bassin sud du port du Moulin-Blanc (source : Ingérop, mai 2023)

4.3.2 MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION DES TRAVAUX

Les travaux seront réalisés à la fois à terre et en mer. En effet, les rénovations des brise-clapots guidés par pieux seront réalisées sur un quai du port de commerce de Brest. Les travaux de restauration des pieux de guidage et des brise-clapots guidés par corps-morts seront réalisés directement en mer.

Les travaux menés sur les brise-clapots guidés par pieux (chantier mené à terre) sont les suivants :

- mise à sec des 5 brise-clapots ;
- reprise des scellements des défenses à cisaillement inter-pontons et des colliers de guidage ;
- changement des colliers et défenses à cisaillement ;
- carénage des brise-clapots.

Les travaux menés sur les brise-clapots guidés par corps-morts et les pieux (chantier mené en mer) sont les suivants :

- sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage ;
- réalisation des travaux sur les 9 brise-clapots sur corps-morts en flottaison :
 - reprises des organeaux des angles ;
 - remplacement des amarres entre les brise-clapots ;
 - enlèvement des 40 corps-morts des 9 brise-clapots et mise en place d'une quarantaine de corps-morts en remplacement ;
- déplacement des brise-clapots de la base nautique pour réaliser une protection provisoire en phase travaux ;
- ajout d'un brise-clapot neuf de 35 ml en prolongement de la panne du bassin sud.

Les corps-morts déposés seront stockés provisoirement au niveau de la digue sud du bassin sud du port du Moulin Blanc. Une sélection des corps-morts pouvant faire l'objet d'une réutilisation seront sélectionnés ; les autres seront évacués en filière agréée.

4.3.2.1 Brise-clapots guidés par pieux

Le remplacement des équipements (colliers, défenses etc.) et la réparation des scellements dans la structure des pontons n'est pas possible avec les pontons en place. En effet, l'espace disponible ne permet pas la reprise de certains scellements. Les brise-clapots doivent donc être déplacés, excepté le BC Kersauson. Les travaux sur ce dernier étant limités (reprise ponctuelle de la peinture des colliers), les réparations seront réalisées sur site en flottaison.

Par ailleurs, après de multiples réfections d'ancrages par re-filetage des douilles scellées dans les pontons, il est aujourd'hui nécessaire de refaire complètement ces ancres. Cela implique donc des reprises de béton au niveau des scellements.

Enfin, compte-tenu de l'ensemble des interventions à réaliser sur les brise-clapots, il est préférable de les sortir de l'eau afin d'être en mesure de travailler de façon plus aisée et de réaliser un travail de meilleure qualité et pérenne. La sortie de l'eau des pontons sera également l'occasion de réaliser un carénage (nettoyage de la partie immergée).

La mise à sec des pontons sera réalisée par grutage et travail sur un quai :

- pontons amenés en flottaison jusqu'au port de commerce de Brest où des quais sont disponibles pour réaliser les travaux ;
- grutage des pontons sur le quai ;
- travaux de réfection réalisés sur un quai du port de commerce.

4.3.2.2 Brise-clapots guidés par corps-morts

Pour les brise-clapots guidés par corps-morts, afin de limiter le coût des travaux et leur durée, les travaux sur ces ouvrages seront réalisés à flots.

4.3.2.3 Grutage des pontons

La solution retenue consiste en :

- la mise en place de poutres en sous-face du ponton au droit des points de levage ;
- la multiplication des points de levage pour diminuer les efforts internes au ponton.

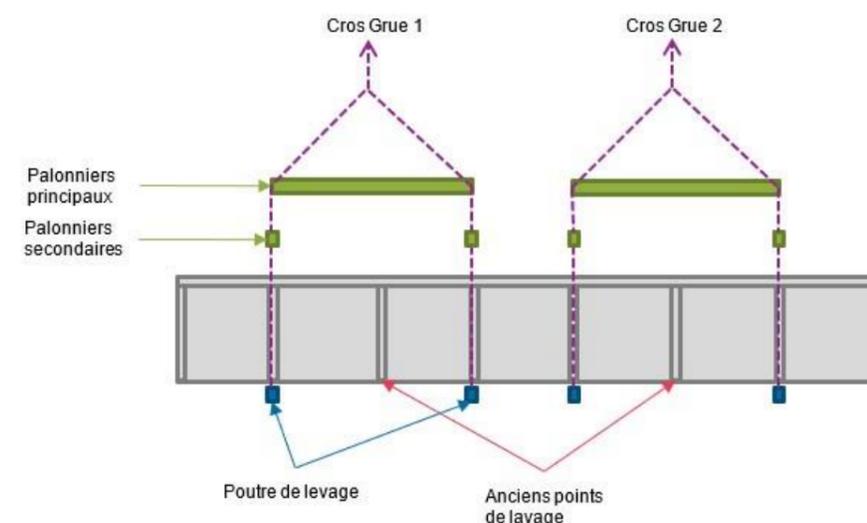


Figure 14 : Principe de levage des pontons (coupe longitudinale)

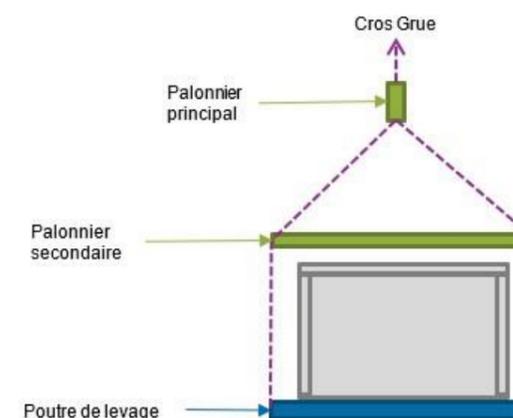


Figure 15 : Principe de levage des pontons (coupe transversale)

4.3.2.4 Réfection des ancres dans le béton

Les nouveaux équipements mis en place sur les brise-clapots guidés par pieux (colliers, défenses) seront fixés à la structure du ponton béton à l'aide de nouveaux ancres.

Afin de permettre la réfection de ces ancres, sans toutefois impacter le ferrailage de la structure, une hydrodémolition partielle du coin en béton du ponton pourra être réalisée sur le quai du port de commerce de Brest.

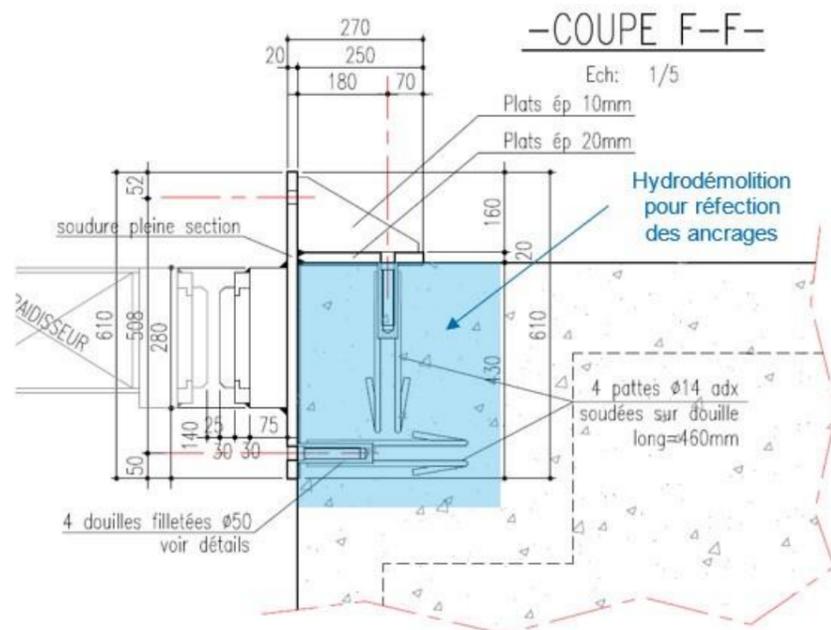


Figure 16 : Réfection des ancrages

4.3.2.5 Emprise sur le quai

Les travaux de réfection des pontons guidés sur pieux seront menés sur un quai mis à disposition par le port de commerce de Brest.

Afin de limiter l'emprise sur le quai, les brise-clapots sont amenés à tour de rôle pour y être rénovés. On estime une emprise travaux nécessaire de 5 500 m² (50m x 110m).

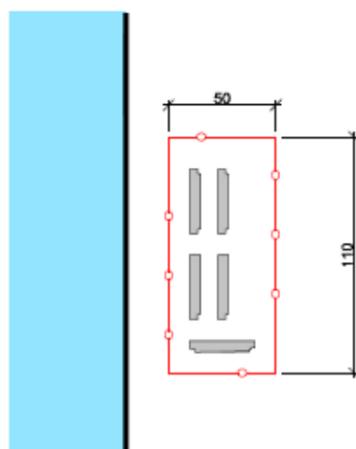


Figure 17 : Utilisation du quai (représentation avec 5 brise-clapots)

La zone de travaux sera installée sur le quai n°4. La localisation de zone de travaux est indiquée sur la figure suivante.

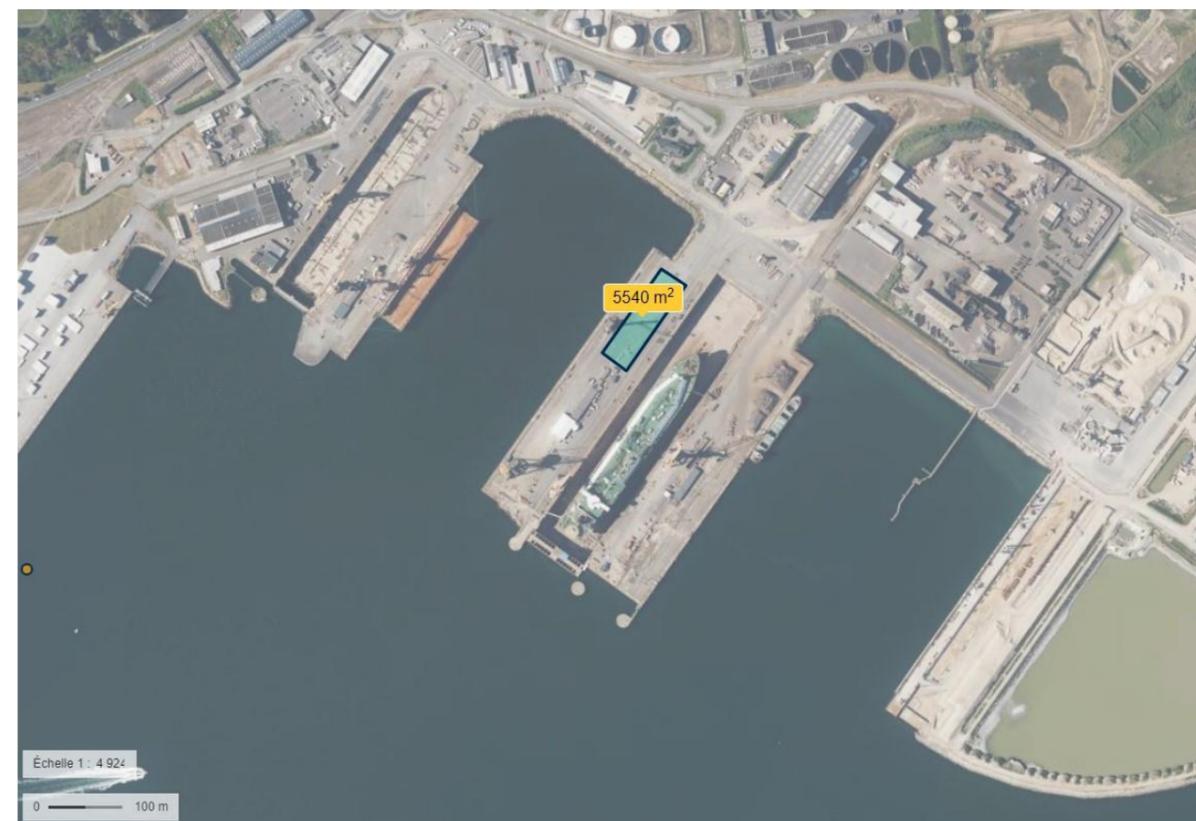


Figure 18 : Zone de travaux dans le port de commerce

4.3.3 PHASAGE DES TRAVAUX

Les travaux ont une durée estimée de 6 mois.

Le phasage des travaux est élaboré en fonction des trois contraintes suivantes :

- maintenir une protection du plan d'eau pour permettre l'exploitation du port pendant le chantier ;
- limiter autant que possible le besoin en ouvrages de protection provisoire ;
- minimiser la gêne pour les usagers du port, notamment éviter d'intervenir pendant les périodes de fréquentation importante de l'installation portuaire.

Les travaux se dérouleront en 6 phases, détaillées dans le Tableau 1.

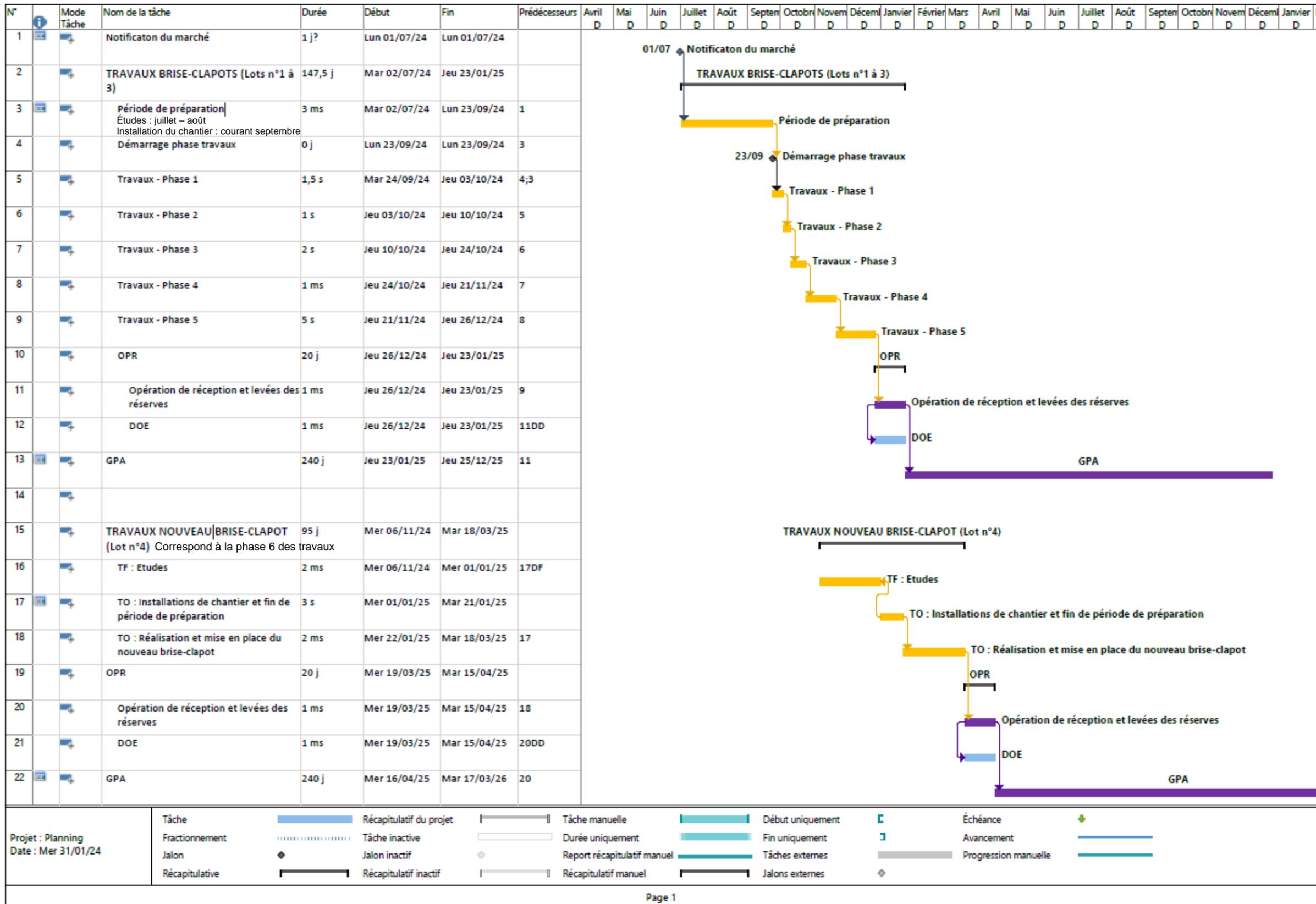


Figure 19 : Planning des travaux

Tableau 1 : Phasage des travaux

PHASES	DURÉE	NATURE DES TRAVAUX
Phase 1	1,5 semaine	<ul style="list-style-type: none"> • Pose des nouveaux corps-morts et chaînes pour permettre le guidage des pontons du centre nautique en protection provisoire (mouillages déplacés et réutilisés pour les brise-clapots du bassin sud) • Mise en place des pontons du centre nautique en protection : connexion aux nouveaux corps-morts (destinés au bassin sud) • Dépose du feu de signalisation MBA et remplacement provisoire pendant les travaux
Phase 2	1 semaine	<ul style="list-style-type: none"> • Démontage des pontons brise-clapots 1-2-3-4 (guidés par pieux) • Transfert pour travaux vers le port de commerce de Brest • Grutage sur le terre-plein du port de commerce de Brest
Phase 3	2 semaines	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux des pontons brise-clapots 1-2-3-4 au port de commerce • Pose corps-morts + chaînes pour les brise-clapots du bassin nord • Connexion des pontons brise-clapots du bassin nord aux nouveaux corps-morts avec de nouvelles chaînes • Dépose des corps-morts et chaînes existants au bassin nord et stockage provisoire avant évacuation • Début des travaux de sablage et de remise en peinture des pieux de guidage des brise-clapots 1-2-3-4 et Kersauson
Phase 4	4 semaines	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux sur les pontons brise-clapots des bassins nord et sud (organeaux + ancrage) • Travaux sur le ponton bris-clapot Kersauson en flottaison • Fin des travaux des brise-clapots 1-2-3-4 au port de commerce • Fin des travaux de sablage et de remise en peinture des pieux de guidage des brise-clapots 1-2-3-4 et Kersauson
Phase 5	5 semaines	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en place des brise-clapots guidés par pieux • Remise en place des pontons du centre nautique • Déplacement des nouveaux corps-morts et chaînes (utilisés pour la protection provisoire) vers le bassin sud et pose des corps-morts complémentaires • Connexion des brise-clapots du bassin sud aux nouveaux corps-morts • Évacuation des anciens corps-morts et chaînes du bassin sud et stockage provisoire avant évacuation • Pose des corps-morts et chaînes pour le nouveau brise-clapot • Remise en place du feu de signalisation MBA • Déplacement du feu de signalisation MB4 en extrémité du nouveau brise-clapot au bassin sud • Travaux sur les réseaux (eau/électricité)
Phase 6	2 mois	<ul style="list-style-type: none"> • Construction du nouveau brise-clapot • Mise à l'eau, mise en place et connexion du nouveau brise-clapot aux chaînes des corps-morts • Raccordement du nouveau brise-clapot aux réseaux eau et électricité

Les figures suivantes détaillent sur des plans les différentes phases de travaux.

PHASE 1

PHASE 1 (durée 1,5 semaine)
Pose nouveaux corps-morts et chaînes pour guidage des pontons Centre Nautique en protection provisoire (ces mouillages seront déplacés et réutilisés pour les BC du Bassin Sud)
Mise en place des pontons du centre nautique en protection connexion aux nouveaux corps-mort (destinés au bassin sud)
Dépose du feu MBA et remplacement provisoire pendant les travaux

EMPRISE DES TRAVAUX SUR QUAI (5500 m²)

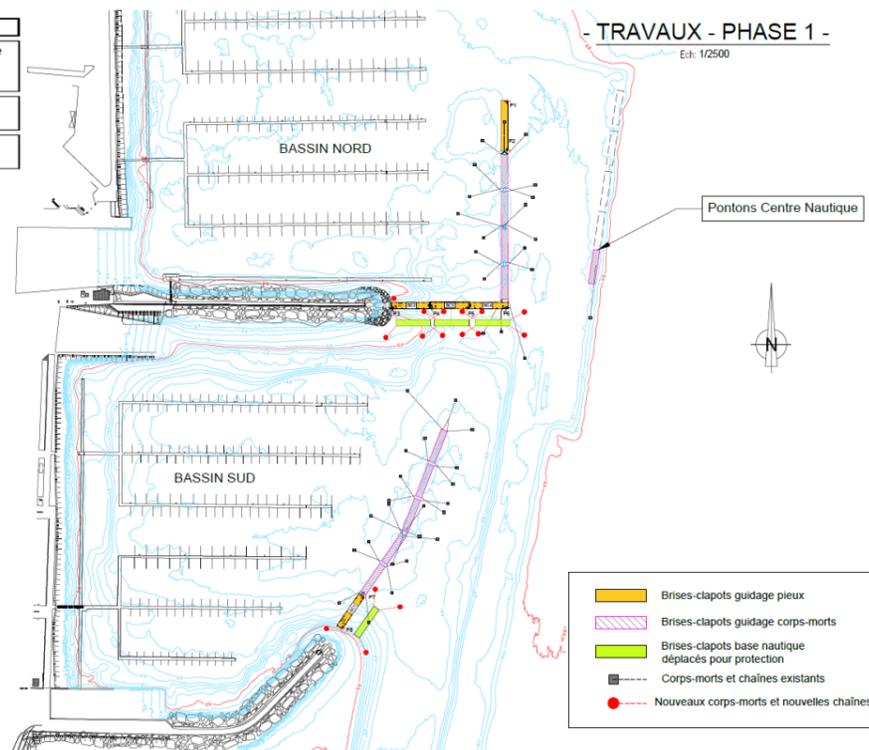
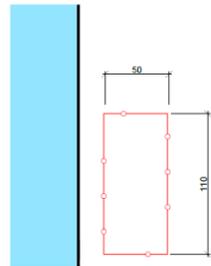


Figure 20 : Phase 1 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

PHASE 2

PHASE 2 (durée 1 semaine)
Démontage des pontons brises-clapots 1-2-3-4 (guidés par pieux)
Transfert pour travaux vers le port de commerce
Grutage sur terre-plein du Port de commerce

EMPRISE DES TRAVAUX SUR QUAI (5500 m²)

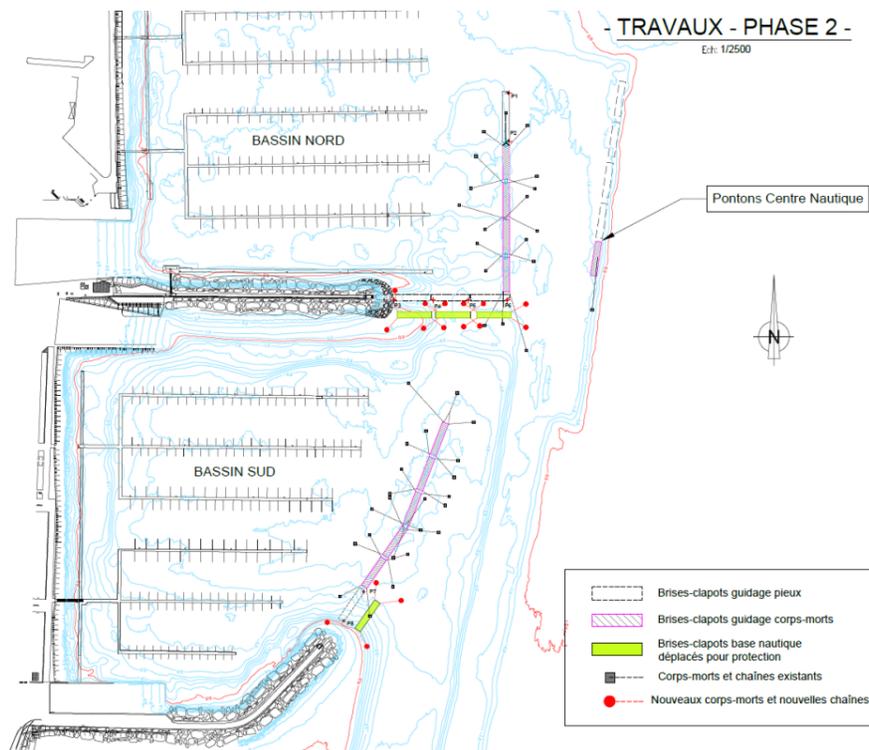
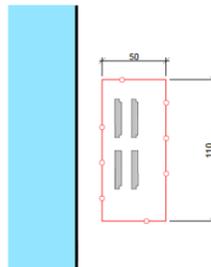


Figure 21 : Phase 2 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

PHASE 3

PHASE 3 (durée 2 semaines)
Travaux des pontons brise-clapots 1-2-3-4 au port de commerce
Pose corps-morts + chaînes pour les brise-clapots du bassin Nord
Connexion des pontons brise-clapots du bassin Nord aux nouveaux corps-morts avec de nouvelles chaînes
Dépose des corps-morts et chaînes existants au bassin Nord et stockage provisoire avant évacuation
Début travaux de sablage et de remise en peinture des pieux de guidage des brise-clapots 1-2-3-4 et Kersauson

EMPRISE DES TRAVAUX SUR QUAI (5500 m²)

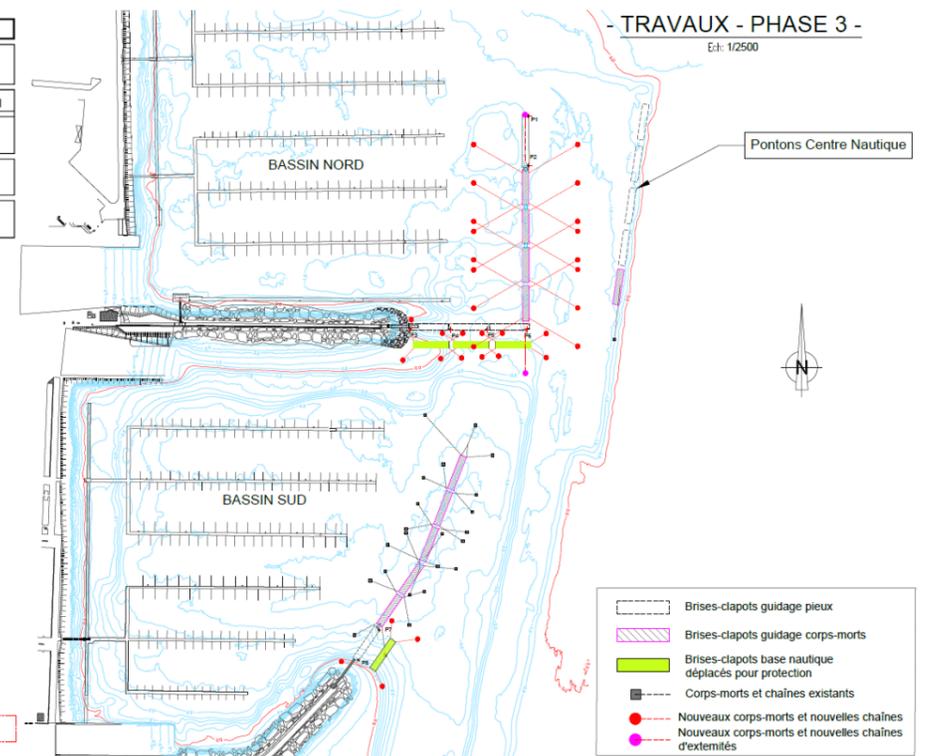
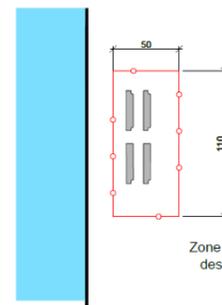


Figure 22 : Phase 3 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

PHASE 4

PHASE 4 (durée 1 mois)
Travaux sur les pontons brise-clapots des bassins Nord et Sud (organeaux + ancrage)
Travaux sur le ponton brise-clapots Kersauson en flottaison
Fin des travaux des brise-clapots 1-2-3-4 au port de commerce
Fin des travaux de sablage et de remise en peinture des pieux de guidage des brise-clapots 1-2-3-4 et Kersauson

EMPRISE DES TRAVAUX SUR QUAI (5500 m²)

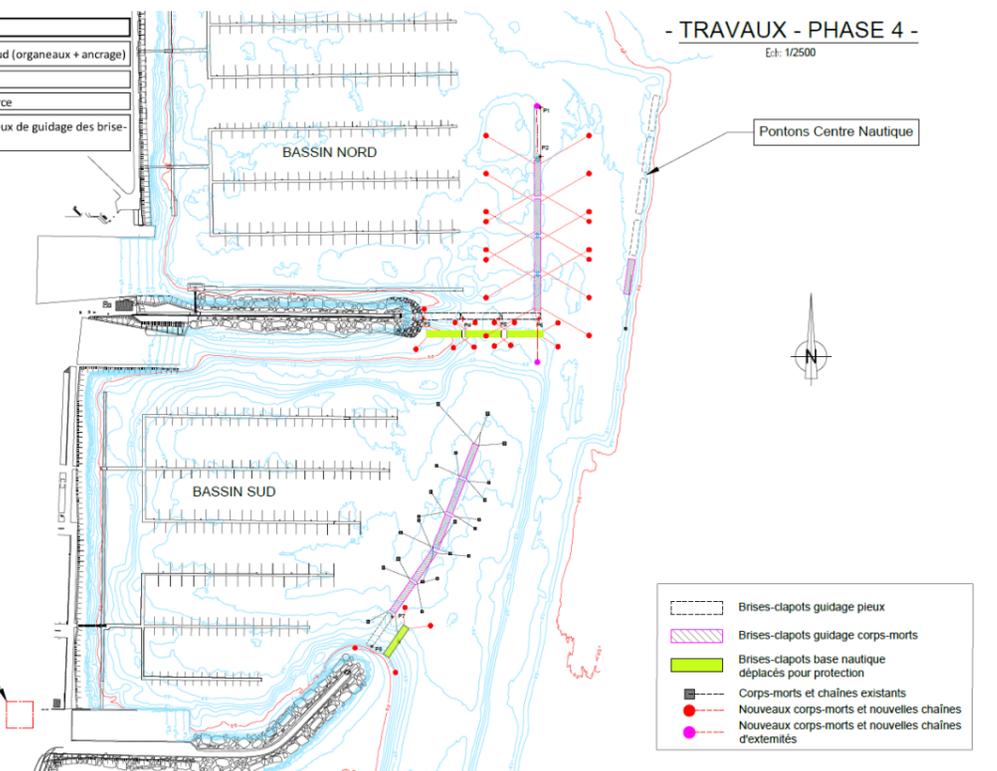
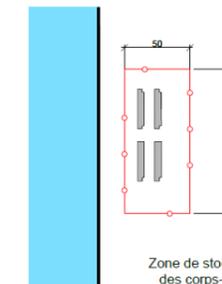


Figure 23 : Phase 4 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

PHASE 5

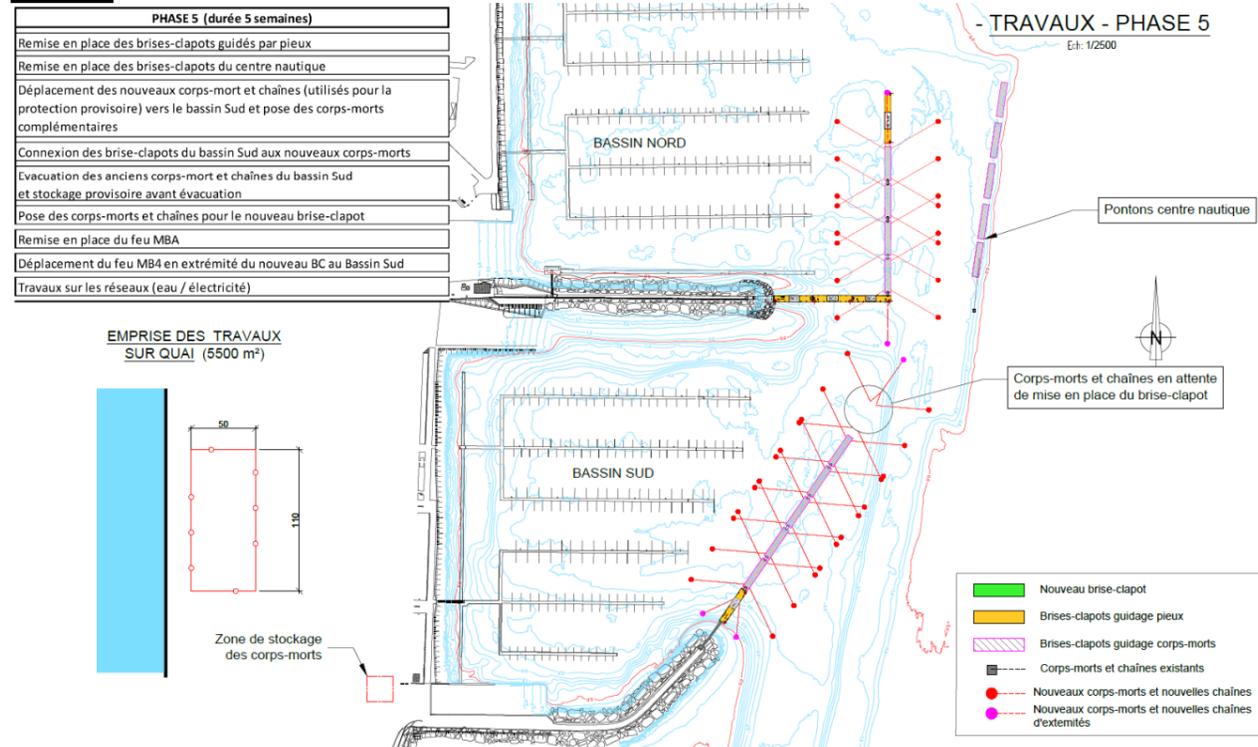


Figure 24 : Phase 5 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

PHASE 6

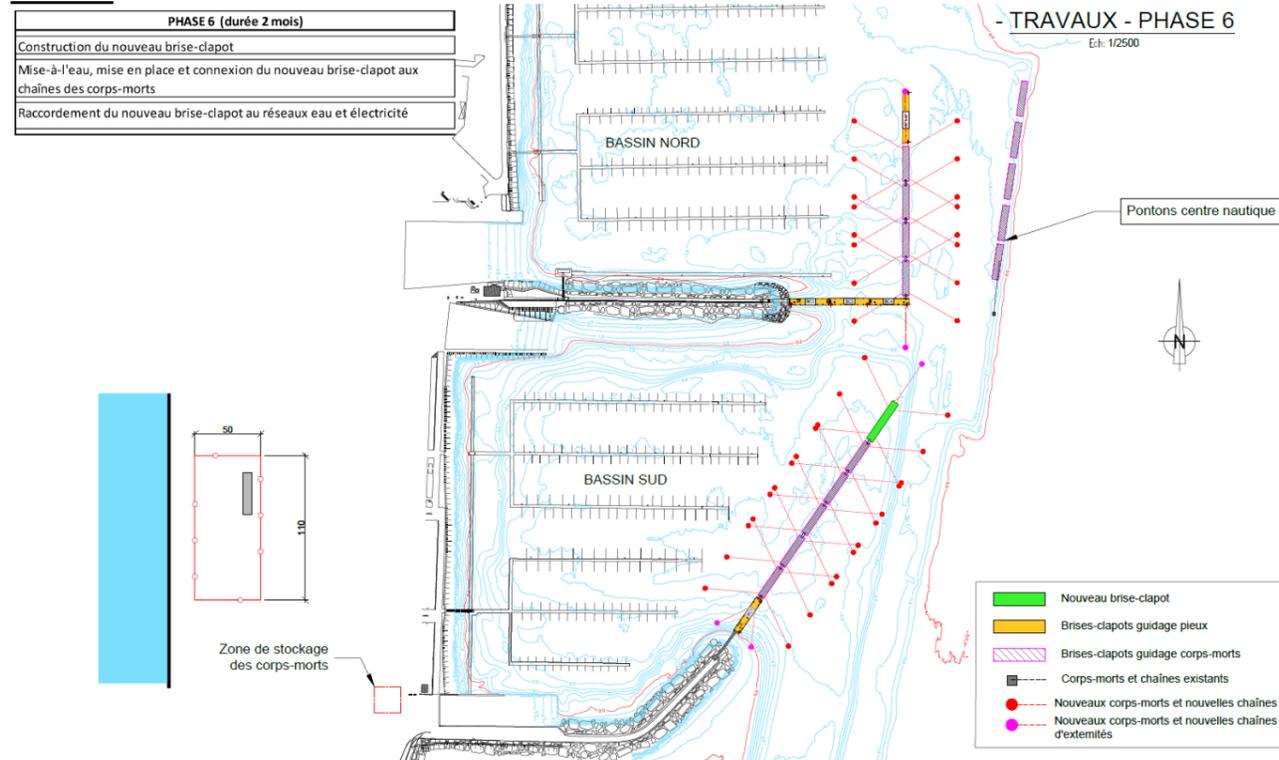


Figure 25 : Phase 6 des travaux (source : DCE, Ingérop, février 2024)

Les travaux des phase 1 à 5 se dérouleront entre septembre et décembre 2024. La phase 6 sera réalisée entre et mars 2025.

4.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

4.4.1 RUBRIQUE DE LA NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU APPLICABLE AU PROJET

Les installations, ouvrages, travaux et activités (dits IOTA) ayant un impact sur le milieu aquatique sont soumis aux dispositions des articles L214-1 à L214-6 du Code de l'environnement.

La nomenclature IOTA, établie par l'article R214-1 du Code de l'environnement, précise les catégories de projet soumises à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau.

D'après la réglementation en vigueur, les travaux de rénovation des brise-clapots de protection du port du Moulin Blanc sont visés par la rubrique 4.1.2.0 de la nomenclature loi sur l'eau.

Tableau 2 : Rubrique IOTA applicable au projet

RUBRIQUE	INTITULÉ	CARACTÉRISTIQUES DU PROJET EN LIEN AVEC LA RUBRIQUE	RÉGIME
4.1.2.0	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu : 1° d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros (A) ; 2° d'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).	Le projet concerne des aménagements portuaires situés dans le port du Moulin Blanc à Brest. Le montant des travaux est estimé à 2 345 000 € HT.	Autorisation

Ainsi, les travaux projetés sont soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau.

4.4.2 AUTRES PROCÉDURES RÉGLEMENTAIRES APPLICABLES AU PROJET

Le projet n'est soumis à aucune autre procédure réglementaire au titre du Code de l'environnement, du Code de l'urbanisme ou du Code du patrimoine.

5 JUSTIFICATION DU CHOIX DU PROJET PRÉSENTÉ

Construit durant les années 1970 à 1990, le port du Moulin Blanc situé entre la plage éponyme et le nouveau polder est une pièce maîtresse de l'activité maritime de la zone.

Des analyses et diagnostics menées par ARTELIA en 2021 ont mis en avant des désordres certains sur les brise-clapots, et plus précisément leurs organes de guidage. Ces désordres ont plusieurs origines :

- vieillissement des structures dû à la corrosion liée au contexte maritime ;
- surexploitation des brise-clapots au regard de leur destination initiale ;
- modification des conditions météo-océaniques du site.

Brest Métropole souhaite donc réaliser des travaux de rénovation au niveau de ces brise-clapots pour assurer la pérennité des ouvrages et des usages qui y sont liés (protection du port du Moulin Blanc).

Le projet présenté fait suite à une étude comparative de plusieurs scénarios.

Tableau 3 : Description des scénarios de travaux envisagés

Identification scénario	Détail travaux
Scénario 1	
- Colliers et défenses des 4 BC de 2003 - Corps-morts des 9 BC	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003, ✓ Sablage et remise en peinture des 6 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Remplacement des corps-morts des 9 BC.
Scénario 2	(# / Scénario 1)
- Colliers et défenses des 5 BC sur pieux - Corps-morts des 9 BC - Reprises béton angles BC sur corps-morts - Amarres inter BC	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003 + BC Kersauson, ✓ Sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Mise au sec des 9 BC sur corps-morts, ✓ Reprises béton des angles des BC avec corps-morts, ✓ Remplacement des corps-morts des 9 BC, ✓ Remplacement des amarres entre BC,
Scénario 3	(# / Scénario 2)
- Colliers et défenses des 5 BC sur pieux - Remplacement des corps-morts par des pieux - Reprises béton angles BC sur corps-morts	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003 + BC Kersauson, ✓ Sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Mise au sec des 9 BC sur corps-morts, ✓ Reprises béton des angles des BC avec corps-morts, ✓ Mise en place de pieux et colliers de guidage en remplacement des corps-morts,
Scénario 4	(# / Scénario 2)
- Colliers et défenses des 5 BC sur pieux - Corps-morts des 9 BC - Reprises béton angles BC sur corps-morts - Amarres inter BC - Protection provisoire avec BC Base Nautique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003 + BC Kersauson, ✓ Sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Mise au sec des 9 BC sur corps-morts, ✓ Reprises béton des angles des BC avec corps-morts, ✓ Remplacement des corps-morts des 9 BC, ✓ Remplacement des amarres entre BC, ✓ Protection provisoire en phase travaux (déplacement BC Base Nautique + Immobilisation barge 50m)

Identification scénario	Détail travaux
Scénario 5	(# / Scénario 4)
- Colliers et défenses des 5 BC sur pieux - Corps-morts des 9 BC - Reprises béton angles BC sur corps-morts - Amarres inter BC - Protection provisoire avec BC Base Nautique - Prolongement panne protection Bassin Sud	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003 + BC Kersauson, ✓ Sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Mise au sec des 9 BC sur corps-morts, ✓ Reprises béton des angles des BC avec corps-morts, ✓ Remplacement des corps-morts des 9 BC, ✓ Remplacement des amarres entre BC, ✓ Protection provisoire en phase travaux (déplacement BC Base Nautique + Immobilisation barge 50m), ✓ Ajout d'un BC neuf en prolongement de la panne du Bassin Sud

Sur la base des éléments techniques et économiques des solutions présentées au sein des paragraphes précédents, une analyse multicritère des différentes solutions a été réalisée.

On retient les critères suivants :

- C01 Coût des travaux ;
- C02 Pérennisation des brise-clapots guidés par pieux ;
- C03 Pérennisation des brise-clapots guidés par corps-morts ;
- C04 Protection du port pendant les travaux ;
- C05 Amélioration de la protection et de la sécurité du port ;
- C06 Durée des travaux.

Pour chaque critère, on attribue :

- un facteur d'importance allant de 1 à 3 ;
- une note de 1 à 5.

Facteur d'importance	Valeur
Secondaire	1
Important	2
Primordial	3

Note	Valeur
Inacceptable	1
Mauvais	2
Acceptable	3
Bon	4
Excellent	5

Le tableau ci-dessous présente une analyse qualitative sommaire des différents scénarios de travaux au regard des critères choisis :

Tableau 4 : Analyse des scénarios des travaux

Critère analysé	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
C01 Coût des travaux	Montant de travaux le plus faible, l'enveloppe de 800 k€ HT est respectée.	Surcoût de travaux associé à la mise au sec des BC guidés par CM. (1,3 M€ HT)	Surcoût de travaux très important lié à la mise en place de pieux en remplacement des CM (+580 k€) pour un montant total de 1,9 M€ HT	Surcoût par rapport au scénario 2 pour protection provisoire du plan d'eau (+300 k€ HT) pour un montant total de 1,7 M€ HT	Surcoût par rapport au scénario 4 pour ajout d'un brise-clapot (+380 k€ HT) pour un montant total de 2,1 M€ HT
C02 Pérennisation des BC guidés par pieux	Travaux uniquement sur les 4 BC de 2003.	Travaux également sur le BC Kersauson	Travaux également sur le BC Kersauson	Travaux également sur le BC Kersauson	Travaux également sur le BC Kersauson
C03 Pérennisation des BC guidés par corps-morts	Pas de travaux sur les ancrages et les amarres inter-BC, pas de carénage	Mise au sec pour travaux de réparation sur les pontons	Mise au sec pour travaux de réparation sur les pontons	Mise au sec pour travaux de réparation sur les pontons	Mise au sec pour travaux de réparation sur les pontons
C04 Protection du port pendant les travaux	Pas de protection	Pas de protection	Pas de protection	Protection provisoire à l'aide de barges et des BC de la Base Nautique	Protection provisoire à l'aide de barges et des BC de la Base Nautique
C05 Amélioration de la protection et de la sécurité du port	Repositionnement de la ligne de BC du Bassin Sud	Repositionnement de la ligne de BC du Bassin Sud	Repositionnement de la ligne de BC du Bassin Sud	Repositionnement de la ligne de BC du Bassin Sud	Repositionnement et prolongement de la ligne de BC du Bassin Sud
C06 Durée des travaux	Surface et durée de l'emprise travaux réduites (environ 1,5 mois)	Surface de l'emprise réduite mais durée plus longue (environ 5 mois)	Surface de l'emprise réduite mais durée plus longue (environ 5 mois)	Surface de l'emprise réduite mais durée plus longue (environ 5 mois)	Surface de l'emprise réduite mais durée plus longue (environ 5 mois)

Le tableau suivant présente les évaluations des différents scénarios de travaux :

Tableau 5 : Évaluation des différents scénarios

Critère analysé	Facteur d'importance	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3		Scénario 4		Scénario 5	
		Note	Note pondérée	Note	Note pondérée	Note	Note pondérée	Note	Note pondérée	Note	Note pondérée
C01 Coût des travaux	3	5	15	4	12	2	6	3	9	2	6
C02 Pérennisation des BC guidés par pieux	3	3	9	4	12	4	12	4	12	4	12
C03 Pérennisation des BC guidés par corps-morts	2	3	6	4	8	4	8	4	8	4	8
C04 Protection du port pendant les travaux	2	1	2	1	2	1	2	4	8	4	8
C05 Amélioration de la protection et de la sécurité du port	2	3	6	3	6	3	6	3	6	4	8
C06 Durée des travaux	1	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Note globale / 10		6,6		6,6		5,7		7,1		6,9	

Le scénario retenu consiste en une combinaison de différentes variantes.

Tableau 6 : Description du scénario retenu

Identification scénario	Détail travaux
Scénario retenu	
<ul style="list-style-type: none"> - Colliers et défenses des 5 BC sur pieux, - Corps-morts des 9 BC, - Reprise organeaux angles BC sur corps-morts, - Amarres inter BC, - Protection provisoire avec BC Base Nautique, - Prolongement panne protection Bassin sud 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise au sec des 4 BC de 2003 + BC Kersauson, ✓ Sablage et remise en peinture des 8 pieux de guidage, ✓ Changement des colliers et défenses à cisaillement, ✓ Travaux sur les 9 BC sur corps-morts en flottaison, ✓ Reprises organeaux des angles des BC avec corps-morts, ✓ Remplacement des corps-morts des 9 BC, ✓ Remplacement des amarres entre BC, ✓ Protection provisoire en phase travaux (déplacement BC Base Nautique), ✓ Ajout d'un BC neuf de 35 ml en prolongement de la panne du Bassin sud

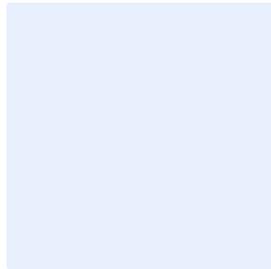
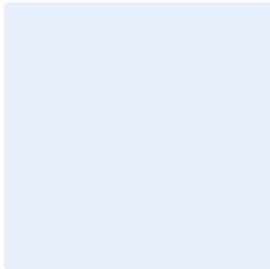
Tableau 7 : Évaluation du scénario retenu

Critère analysé	Facteur d'importance	Scénario AVP	
		Note	Note pondérée
C01 Coût des travaux	3	3	9
C02 Pérennisation des BC guidés par pieux	3	4	12
C03 Pérennisation des BC guidés par corps-morts	2	3	6
C04 Protection du port pendant les travaux	2	4	8
C05 Amélioration de la protection et de la sécurité du port	2	4	8
C06 Durée des travaux	1	4	4
Note globale / 10		7,2	

Au regard de l'analyse multicritère, le scénario retenu présente une meilleure notation que les scénarios 1 à 5 exposés précédemment. En effet, il permet de concilier au mieux la pérennisation des brise-clapots guidés par pieux, la protection du port pendant les travaux, l'amélioration de la protection et de la sécurité du port et une durée des travaux compatible avec l'utilisation du port par les plaisanciers.

6 ANNEXES

6.1 ANNEXE 1 : SCHÉMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC – PHASE 1 : DIAGNOSTIC TECHNIQUE, ARTELIA, MARS 2022



SCHEMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC

PHASE 1 : DIAGNOSTIC DIAGNOSTIC TECHNIQUE

8716358



SCHEMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC

Schéma directeur
Métropole de Brest
Diagnostic technique

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
2	Prise en compte des remarques de Brest Métropole	EBR	SLX	18/08/2022
1	Prise en compte des remarques de Wiinch	EBR	SLX	18/03/2022
0	Version initiale	EBR	SLX	09/03/2022

ARTELIA – Activité Maritime et Portuaire
2 impasse Claude Nougaro · 44800 Saint-Herblain – TEL 02.28.09.18.49

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	8
1.1. OBJET DE L'ETUDE	8
1.2. CONTENU DE LA MISSION	8
2. DONNEES D'ENTREE	10
2.1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE	10
2.2. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS EXISTANTS	10
2.3. CONDITIONS NATURELLES	11
2.3.1. CONDITIONS DE VENT	11
2.3.2. CONDITIONS HYDRAULIQUES	15
2.3.2.1. NIVEAUX	15
2.3.2.2. AGITATION	21
2.3.2.3. COURANTS	23
2.3.3. CONDITIONS HYDROSEDIMENTAIRES	24
2.3.3.1. NATURE DES FONDS	24
2.3.3.2. QUALITE DES SOLS ET POLLUTION	26
2.3.3.3. ENVASEMENT	26
3. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU PORT DU MOULIN BLANC	30
3.1. DESCRIPTIF GENERAL DU PORT ET DE SON FONCTIONNEMENT	30
3.1.1. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS MARITIMES	30
3.1.1.1. LES CALES	32
3.1.1.2. LA DARSE	34
3.1.2. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS TERRESTRES	35
3.2. ANALYSE DE L'ETAT GENERAL DES INFRASTRUCTURES NAUTIQUES ET DE LEURS EQUIPEMENTS ASSOCIES	37
3.2.1. PONTONS FLOTTANTS ET PIEUX	37
3.2.2. PONTONS BRISES-CLAPOTS	44
3.3. ANALYSE DE L'ETAT GENERAL DES CALES ET DES TERRE-PLEINS	44
3.3.1. AIRE DE CARENAGE SUD	44
3.3.2. CALES DE CARENAGE	44
3.3.3. ZONE DE STOCKAGE NORD	48
3.4. ETAT GENERAL DES MOYENS DE MANUTENTION	48

3.5.	ETAT GENERAL CLOS ET COUVERT DES BATIMENTS DU PORT ..	49
3.5.1.	Bâtiments du port de plaisance	49
3.5.2.	Bâtiments du centre nautique	50
4.	DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DU PORT DU MOULIN BLANC.....	54
4.1.	GESTION DES FLUIDES EAU & ELECTRICITE.....	54
4.1.1.	EAU.....	54
4.1.2.	ELECTRICITE.....	55
4.1.3.	GAZ.....	59
4.2.	GESTION DES DECHETS	59
4.2.1.	GESTION DES DECHETS MENAGERS.....	60
4.2.2.	DECHETS INDUSTRIELS.....	61
4.2.3.	EAUX GRISES ET EAUX NOIRES	62
4.2.4.	PLAN DE RECEPTION ET DE TRAITEMENT DES DECHETS DES NAVIRES	63
4.3.	SANITAIRES	64
4.4.	EFFICACITE LIEE AU TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE CARENAGE	65
4.5.	ASSAINISSEMENT ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....	65
4.5.1.	RESEAU D'EAUX USEES	65
4.5.2.	RESEAU D'EAUX PLUVIALES	66
4.5.3.	RESEAU D'EAU POTABLE.....	66
4.6.	EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES	66
5.	HIERARCHISATION DES DYSFONCTIONNEMENTS ET PISTES D'AMELIORATION	68
5.1.	RAPPELS	68
5.2.	DYSFONCTIONNEMENTS IDENTIFIES.....	68
5.3.	ACTIONS A ENTREPRENDRE sur les infrastructures actuelles ...	71
	RÉFÉRENCES	73

TABLEAUX

Tableau 1 : Proportion des vent par direction14

Tableau 2 : Variation des proportions de vent par direction entre 2005 et 202014

Tableau 3 : Niveaux caractéristiques de marée (SHOM 2020).....	15
Tableau 4 : Niveaux de marée exceptionnels.....	16
Tableau 5 Médiane granulométrique des différents échantillons	25
Tableau 6 : Envasement selon les différentes zones du port.....	28
Tableau 7 : Détail des infrastructures flottantes dans le bassin SUD du Moulin Blanc	30
Tableau 8 : Détail des infrastructures flottantes dans le bassin NORD du Moulin Blanc	31
Tableau 9 : Dates d’installation des pieux.....	39
Tableau 10 : Synthèse du diagnostic des engins de manutention réalisé par l’APAVE en janvier 2022	49
Tableau 11 Diagnostic des bâtiments du port de plaisance	50
Tableau 12 : Plan de réception des déchets solides	64
Tableau 13 : Plan de réception des déchets liquides.....	64
Tableau 14 Equipements sanitaires portuaires nécessaires au vue du règlement sanitaire départemental	65
Tableau 15 Inventaires des équipements sanitaires	65
Tableau 16 : Polluants susceptibles d’être véhiculés par les eaux pluviales.	66
Tableau 17 Inventaire des dysfonctionnement identifiés	68
Tableau 18 : Dysfonctionnements identifiés sur le plan technique et risques enjeux/associés	70
Tableau 19 : Dysfonctionnements identifiés sur le plan environnemental et risques enjeux/associés	70

FIGURES

Figure 1 : Localisation du site d’étude du Moulin Blanc	10
Figure 2 : Localisation des infrastructures du port du Moulin blanc (source : Brest’Aim).....	10
Figure 3 : Graphique de la variabilité interannuelle de la vitesse du vent sur le site de Guipavas	11
Figure 4 : Rose des vents à Guipavas sur des périodes de 5 ans entre 1980 et 2020	12
Figure 5 : Extraits des corrélogrammes de la vitesse du vent en fonction de sa direction entre 2005 et 2020	13
Figure 6 : Extrait de l’Atlas des Zones Basses Exposées au Risque de Submersion Marine du Finistère (source DDTM).	16
Figure 7 : Description des RCP (gauche) et SSP (droite) utilisés pour le sixième rapport d’évaluation du GIEC.....	18
Figure 8 : Projection de l’élévation eustatique du niveau marin par rapport à la période 1995-2014 pour le scénario SSP3-7.0 – Brest.....	19
Figure 9 : Projection de l’élévation eustatique du niveau marin par rapport à la période 1995-2014 pour les différents scénarios établis par le GIEC – Brest.....	19
Figure 10 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 1m (5,30 IGN69)	20
Figure 11 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 1,5m (5,80 IGN69)	20
Figure 12 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 2m (6,30 IGN69)	21
Figure 13 : Agitations de projet pour des périodes de retour de 5 à 100 ans (Rapport SOGREAH-2003)	22
Figure 14 : Exemple d’épure d’agitation pour une vent de 27 m/s du 220° (Rapport SOGREAH-2003).....	23
Figure 15 : Vitesses maximales de courants coefficient 95 (Actimar, 2009).....	24
Figure 16 : Localisation des échantillons de sédiments	25
Figure 17 Proportion des classes granulométriques pour les échantillons 1 à 9 (Analyse Laser)	26
Figure 18 : Emprise des dragages en 2011.	26
Figure 19 : Plan bathymétrique 2021 (source : Artelia d’après Idra)	27
Figure 20 : Plan bathymétrique différentiel entre 2011 et 2021 (source : Artelia d’après Idra)	28
Figure 21 : Localisation des infrastructures flottantes	32
Figure 22 Photo de la cale carénage (Artelia 2021)	33
Figure 23 Photo de la cale CN (Artelia 2021)	33
Figure 24 Photo de la cale sud (Artelia 2021)	33
Figure 25 Vue du dessus de la darse (Extrait de plan Metalu)	34
Figure 26 Vue de profil de la darse (Extrait de plan Metalu)	34
Figure 27 Photographie de la darse (ARTELIA, 2021).....	35
Figure 28 : Localisation des équipements terrestres du port du Moulin Blanc	36

Figure 29 : Localisation des infrastructures flottantes	37
Figure 30 : Localisation des pontons du bassin SUD	38
Figure 31 : Localisation des pieux du bassin NORD	38
Figure 32 : Etat général des pontons du bassin SUD	40
Figure 33 Etat général des pontons du bassin NORD	41
Figure 34 : Photos des pieux des bassin SUD prises les 29 et 30/09/2021 par Artelia	42
Figure 35 Etat général des pontons du bassin SUD	42
Figure 36 : Photos des pieux des bassin NORD prises les 29 et 30/09/2021 par Artelia	43
Figure 37 Etat général des pontons du bassin NORD	43
Figure 38 : Localisation de l'aire de carénage.....	44
Figure 39 Localisation de la cale de carénage	45
Figure 40 : Localisation des zones de carénage	46
Figure 41 : Photographie de la cale de carénage prise le 29/09/2021 par Artelia	46
Figure 42 Principe de fonctionnement de la cale de carénage	47
Figure 43 Localisation de la zone de stockage nord	48
Figure 44 Localisation des bâtiments du port de plaisance	50
Figure 45 Graphique de la consommation annuelle d'eau en m ³ entre 2013 et 2021.....	54
Figure 46 :Graphique de la consommation annuelle d'eau en m ³ par poste entre 2013 et 2021	55
Figure 47 : Consommation d'électricité annuelle au niveau du port du Moulin Blanc entre 2013 et 2021	56
Figure 48 : Consommation d'électricité mensuelle sur les pontons entre 2013 et 2021	56
Figure 49 Consommation d'électricité mensuelle sur l'aire de carénage entre 2013 et 2021	57
Figure 50 Consommation d'électricité mensuelle au niveau des bâtiments d'exploitation entre 2013 et 2021	58
Figure 51 Consommation d'électricité mensuelle au niveau du parking terre-plein entre 2013 et 2021	58
Figure 52 : Plan de localisation de réception portuaire des déchets	59
Figure 53 : Conteneurs enterrés situés à proximité du bassin sud au niveau des passerelles 1 et 2	60
Figure 54 : Conteneurs enterrés situés à proximité du bassin nord au niveau des restaurants du Tour du monde et de l'Admirals	60
Figure 55 Localisation de la station bleue (station permettant l'évacuation des eaux noires et grises)	62
Figure 56 : Photographie de la station bleue	63

1. INTRODUCTION

1.1 OBJET DE L'ETUDE

1.2 CONTENU DE LA MISSION



1. INTRODUCTION

1.1. OBJET DE L'ETUDE

Le secteur du Moulin Blanc est une pièce structurante du territoire métropolitain et de la rade de Brest. Le port offre une grande diversité d'activités économiques, récréatives et sportives qui sont un véritable atout pour la ville. Néanmoins le cadre globalement « dégradé » et insuffisamment valorisé du port ne lui permet pas d'être pleinement valorisé.

Dans ce contexte, Brest Métropole a engagé une étude de programmation et de planification sur le secteur élargi du Moulin Blanc. Cette étude a pour but de définir une vision globale pour l'évolution possible de ce secteur et de ses usages et de la traduire dans un plan guide qui va venir orienter et structurer l'évolution du site.

Le diagnostic prévu se veut opérationnel. Il n'est pas fourni ici un état des lieux exhaustif dans tous les domaines mais une mise en exergue des enjeux à considérer pour le schéma de développement. Il se veut également transversal et global.

Ce diagnostic traite de l'état des infrastructures du point de vue fonctionnel, structurel, sécurité et "énergétique". En effet, si l'on considère le domaine technique et environnemental, un état très détaillé des installations (infrastructures et bâtiment) a été réalisé en 2015. Ces éléments ont servi de support aux visites de site ; ces dernières ainsi que la bibliographie disponible fournie par Brest'Aim ayant permis ensuite une mise à jour des informations principales au regard des enjeux de développement. Il ne s'agissait donc pas ici de refaire un diagnostic détaillé de l'état des installations et des désordres mais de voir si les éléments décrits en 2015 sont toujours valables ou bien si des investigations complémentaires sont nécessaires.

Sur le volet Environnemental, il s'agit d'analyser les équipements du port et modes de fonctionnement au regard des enjeux énergétiques et écologiques de demain (qualité de l'eau, qualité des sédiments ...). Il s'agit également de voir dans quelle mesure des améliorations peuvent être apportées et de permettre de définir des orientations spécifiques sur ce point.

Sur le volet Bâtiment, un diagnostic a été fait en 2015 par l'APAVE. Notre intervention consiste à ce stade en une analyse des données disponibles et l'état fonctionnel des bâtiments au regard des objectifs de développement du port.

1.2. CONTENU DE LA MISSION

L'étude, dans sa globalité porte sur le port de plaisance du Moulin Blanc.

L'état des lieux sur le volet technique intègre les éléments suivants :

- Analyse détaillée de la bibliographie disponible et des données fournies par Brest'Aim ;
- Evaluation globale de l'état général des infrastructures et des équipements ;
- Proposition d'études complémentaires en cas de besoin.

L'état des lieux « environnemental » prévoit les éléments suivants :

- Analyse du diagnostic de 2015 et des travaux réalisés depuis 2015 ;
- Examen des niveaux de consommation d'eau et d'énergie (électricité principalement) ;
- Description des solutions et les dispositifs déjà existants en matière de lutte contre la pollution.

L'état des lieux sur le volet « Bâtiment » intègre un examen de leur état fonctionnel.

2. DONNEES D'ENTREE

2.1 LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

2.3 INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS EXISTANTS

2.4 CONDITIONS NATURELLES



2. DONNEES D'ENTREE

2.1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

Le port du Moulin Blanc se situe au fond de la rade de Brest à l'embouchure de l'Elorn dans l'anse du moulin blanc. La position du port du Moulin Blanc en rade de Brest en fait une localisation privilégiée.



Figure 1 : Localisation du site d'étude du Moulin Blanc

Il fait partie des deux ports de plaisance de Brest. Le port du Moulin Blanc permet l'accueil de 1460 plaisanciers. Il offre tous les services d'un grand port d'attache et possède de nombreuses installations adaptées au fonctionnement d'un port de cette capacité.

2.2. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS EXISTANTS

Le port du Moulin Blanc dispose de deux bassins principaux, le bassin sud (Pontons A à F) et le bassin nord (Pontons de G à M), il est équipé d'une aire de carénage, d'une cale de carénage ainsi que d'une station carburant. Ces équipements sont localisés sur la figure ci-après :



Figure 2 : Localisation des infrastructures du port du Moulin blanc (source : Brest'Aim)

2.3. CONDITIONS NATURELLES

2.3.1. CONDITIONS DE VENT

Une étude sur les vents et agitations associées de la zone avait été réalisée en 2003 par SOGREAH durant les études de conception sur les brise clapots du bassin Nord. Le personnel du port du Moulin blanc faisant état d'après ses observations d'une augmentation des vents d'est qui posent des problèmes d'agitation réguliers, une analyse des données de vent plus récentes a été réalisée afin d'attester ou non ces observations à partir de données statistiques chiffrées.

L'analyse réalisée par ARTELIA se base sur les données de vent au niveau de l'aéroport de Guipavas entre 1973 et 2021. Du fait de la situation plus abritée de l'aéroport de Guipavas par rapport au port du Moulin Blanc une certaine nuance doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats fournis ci-après. Des phénomènes particuliers liés au site par l'effet de la rade ou de l'Elorn pourraient ne pas être observés quantitativement à Guipavas.

En premier lieu une analyse de la variabilité interannuelle en vitesse de vent a été réalisée.

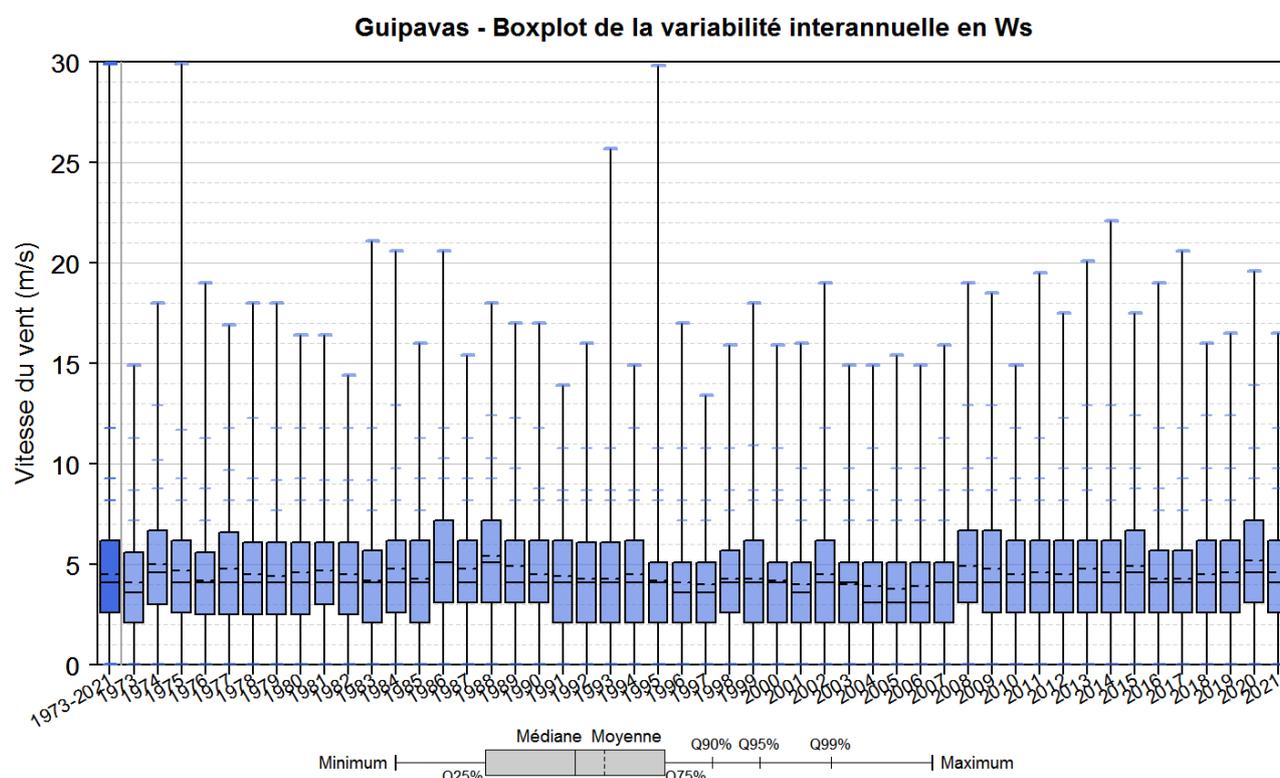


Figure 3 : Graphique de la variabilité interannuelle de la vitesse du vent sur le site de Guipavas

Ce graphique permet d'identifier trois périodes. Sur les périodes 1973-1994 et 2008-2021, la tendance générale en terme de vitesses de vent est globalement stable sur la période. En revanche sur la période 1995-2008, les vitesses de vent semblent globalement moins importantes en terme de vitesses moyennes ; ce qui pourrait expliquer ce « ressenti » d'augmentation des vitesses sur les dernières années (2008-2021) par rapport à une période plus ancienne (1995-2021). A plus long terme, les statistiques ne semblent pas avoir très significativement évolué.

Par ailleurs les vitesses de vent maximales ont été observées en 1975 et 1995 avec près de 30m/s. Depuis les vitesses de vent maximales n'ont pas dépassé 22m/s.

Des roses des vents ont été réalisées pour des périodes de 5 ans entre les années 1980 et 2020 pour analyser les éventuelles modifications en terme de directions.

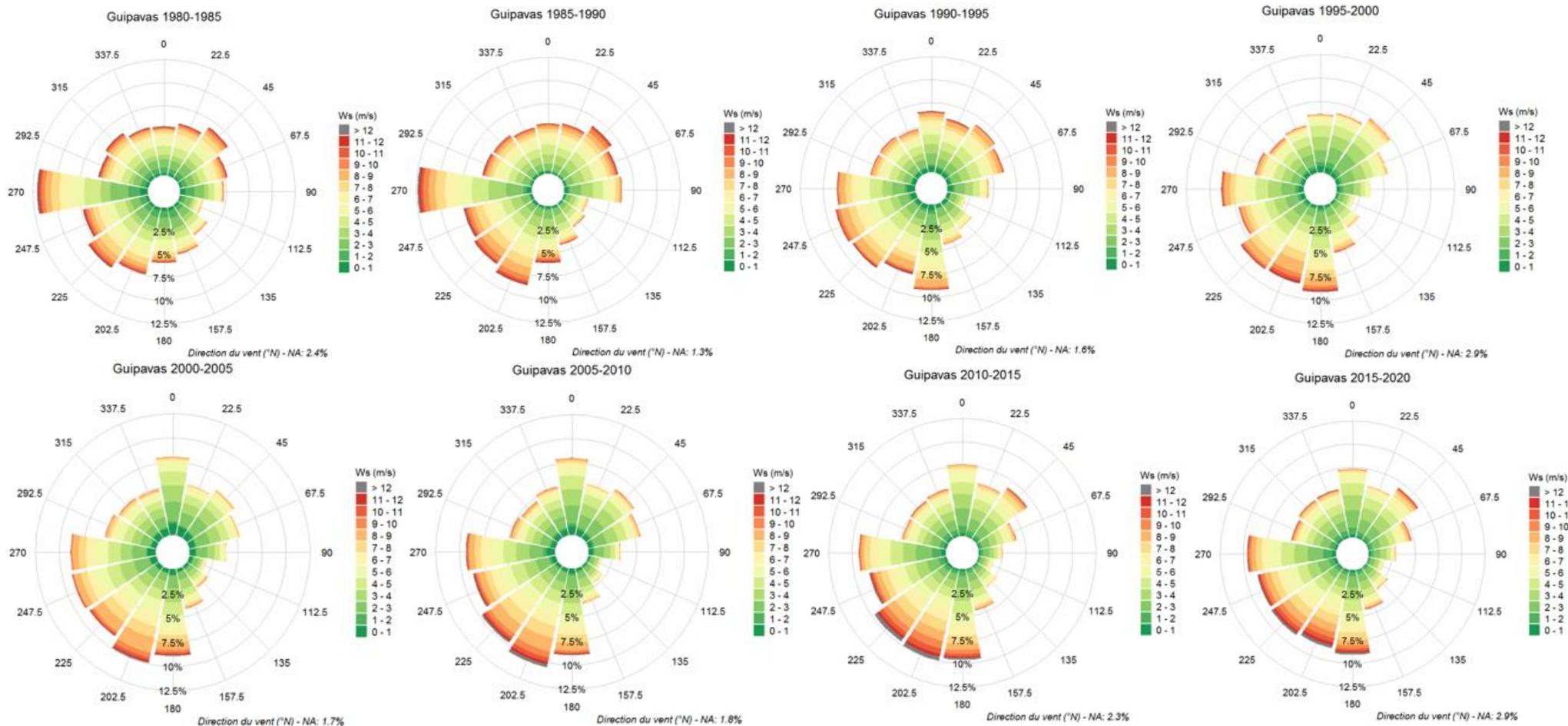


Figure 4 : Rose des vents à Guipavas sur des périodes de 5 ans entre 1980 et 2020

2005-2010

		EST						SUD										Total %
		0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	Total %
Vitesse du vent (m/s)	]10,11]	0.02		0.02	0.01	0.01			0.00	0.12	0.44	0.28	0.16	0.07	0.04	0.04	0.02	1.22
	]11,12]	0.00		0.00	0.01	0.00				0.06	0.27	0.18	0.07	0.03	0.01	0.02	0.01	0.67
	]12,13]	0.00			0.00					0.05	0.19	0.11	0.08	0.02	0.01	0.01	0.00	0.48
	]13,14]	0.00			0.00				0.00	0.03	0.07	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01		0.22
	]14,15]									0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00		0.09
	]15,16]									0.00	0.01	0.01	0.01	0.01		0.00		0.05
	]16,17]									0.00	0.00	0.00	0.00					0.01
	]17,18]										0.00							0.00
	]18,19]										0.01							0.01
	]19,20]																	
	]20,21]																	
	]21,22]																	
	]22,23]																	

2010-2015

		EST						SUD										Total %
		0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	Total %
Vitesse du vent (m/s)	]10,11]	0.01	0.01	0.06	0.03			0.01	0.03	0.3	0.62	0.44	0.19	0.07	0.03	0.04	0.03	1.86
	]11,12]	0.00	0.00	0.03	0.01				0.01	0.15	0.31	0.29	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.95
	]12,13]	0.00		0.01	0.00				0.00	0.09	0.17	0.21	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.58
	]13,14]			0.01					0.00	0.04	0.1	0.1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3
	]14,15]			0.01					0.00	0.03	0.04	0.04	0.02	0.00		0.01		0.14
	]15,16]			0.00						0.01	0.02	0.02	0.01			0.00		0.07
	]16,17]										0.02	0.01	0.00			0.00		0.04
	]17,18]									0.00	0.02	0.01						0.02
	]18,19]										0.01	0.01	0.01					0.02
	]19,20]										0.01	0.00	0.00					0.01
	]20,21]										0.01	0.00						0.01
	]21,22]										0.00	0.00						0.00
	]22,23]										0.00							0.00

2015-2020

		EST						SUD										Total %
		0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	Total %
Vitesse du vent (m/s)	]10,11]	0.02	0.00	0.09	0.05	0.01	0.00	0.00	0.04	0.25	0.49	0.41	0.23	0.11	0.06	0.03	0.05	1.84
	]11,12]	0.00		0.05	0.01	0.01		0.00	0.02	0.17	0.33	0.23	0.13	0.06	0.02	0.02	0.02	1.08
	]12,13]	0.00		0.02	0.01				0.00	0.09	0.2	0.14	0.07	0.02	0.01	0.02	0.02	0.6
	]13,14]			0.01	0.00					0.06	0.07	0.06	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.25
	]14,15]			0.01	0.00					0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.13
	]15,16]									0.02	0.02	0.01	0.00			0.00		0.05
	]16,17]										0.01	0.00	0.00					0.01
	]17,18]									0.00	0.00	0.00	0.00			0.00		0.01
	]18,19]										0.00							0.00
	]19,20]																	
	]20,21]														0.00			0.00
	]21,22]																	
	]22,23]																	

Figure 5 : Extraits des corrélogrammes de la vitesse du vent en fonction de sa direction entre 2005 et 2020

Ws direction	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5
% Ws total 2005-2010	8.1%	5.6%	6.3%	5.7%	3.4%	1.6%	2.2%	3.8%	9.2%	10.7%	9.9%	9.0%	9.5%	5.0%	4.8%	5.3%
% Ws total 2010-2015	7.8%	5.9%	6.8%	4.2%	2.6%	1.7%	2.8%	4.6%	9.8%	10.2%	9.8%	8.6%	9.5%	5.0%	5.1%	5.3%
% Ws total 2015-2020	7.6%	5.9%	7.1%	4.9%	3.0%	1.8%	3.0%	4.5%	9.3%	8.9%	9.1%	9.0%	9.9%	5.1%	5.5%	5.5%

Tableau 1 : Proportion des vent par direction

Années	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5
% variation 2005-2010/2010-2015	-4%	6%	9%	-26%	-24%	9%	25%	22%	7%	-5%	-1%	-4%	0%	0%	7%	0%
% variation 2010-2015/2015-2020	-3%	-1%	4%	15%	16%	6%	6%	-3%	-5%	-13%	-7%	5%	4%	4%	7%	4%
% variation 2005-2010/2015-2021	-7%	5%	12%	-15%	-12%	15%	33%	18%	2%	-17%	-8%	0%	4%	3%	15%	4%

Tableau 2 : Variation des proportions de vent par direction entre 2005 et 2020

Analyse des roses des vents entre 1980 et 2020 :

Une modification « notable » des secteurs prédominants a eu lieu entre la période 1980-1990 et la période 1990-1995, le secteur ouest (N270°) très prédominant sur la période 1980-1990 s'est révélé moins dominant après les années 1990. Une augmentation de la vitesse des vents du secteur sud (N180°) est également observée ainsi qu'une très légère augmentation de la vitesse des vents du secteur nord (N0°) sur la même période.

Depuis 1995, les modifications dans la direction prédominante des vents sont moins notables.

Le secteur Ouest (N270°) Sud-Ouest (N247.5 et N225°) et Sud (N180°) sont globalement majoritairement dominants depuis les années 1990.

Le secteur Nord-Est (N45°) s'est également révélé très légèrement plus important depuis 2005. Il en est de même pour les secteurs Sud-Est à Sud (N110° à N160°) ; ce qui semble donc cohérent avec les observations des personnels de Brest'Aim.

Analyse des corrélogrammes des vents les plus forts entre 2005 et 2020 :

Dans un second temps, une analyse des vents les plus forts a été effectuée afin d'étudier les directions dominantes des vents les plus forts. D'après cette analyse, il apparaît que les vents dont la vitesse est la plus importante proviennent essentiellement des secteurs Sud-Sud Ouest (N180° ; N202.5° ; N225° et N247.5°). Le secteur Ouest est également un secteur privilégié bien que moins prédominant que les secteurs Sud-Sud Ouest.

Analyse des proportions de vents en fonction de leur directions de provenance entre 2005 et 2020:

Enfin une analyse sur les variations de la dominance des vents totaux en fonction de la direction sur les 3 dernières périodes a été également réalisée. Il en ressort les éléments suivants :

- Entre les périodes [2005 ;2010] et [2010 ;2015] :
 - la proportion de vents d'Est (N67,5° et N90°) a diminué d'environ 25%.
 - la proportion de vents de Sud-Est (N157,5° et N135°) a significativement augmenté de 25% environ.
 - La proportion des vents de Nord Est (N45°) et Sud Est (N112.5°) ont légèrement augmenté de 10%. Les vents des autres directions n'ont pas connu de variation significative (variation de moins de 10%).

- Entre les périodes [2010 ;2015] et [2015 ;2020] :
 - la proportion de vents d'Est (N67,5° et N90°) a augmenté d'environ 15%.
 - la proportion de vents de Sud-Ouest (N202.5°) a diminué de 13%.
 - la proportions des vents des autres directions n'ont pas connu de variation très significative (variation de moins de 10%).
- Si l'on effectue une comparaison plus globale entre 2005 et 2020 :
 - la proportion de vents d'Est a relativement diminué d'environ 15 %.
 - les proportions de vents de Sud-Sud-Est (N112,5°, N157,5° N135°) ont augmenté de manière variable entre 15 et 33% ; ce qui conforte les observations des personnels de Brest-Aim,
 - la proportion de vent de Sud-Ouest (N202.5°) a diminué de 17% et les vents de Nord-Ouest (N315°) ont diminué de 15%.

2.3.2. CONDITIONS HYDRAULIQUES

2.3.2.1. NIVEAUX

2.3.2.1.1. NIVEAUX DE REFERENCE

Le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) donne pour Brest la relation suivante qui sera appliquée au site de projet :

$$0\text{m CM} = - 3.726 \text{ m IGN69.}$$

Ainsi, le zéro hydrographique des cartes marines (CM) est situé 3.726 m au-dessous du zéro du nivellement général de la France (IGN69).

Source : Références Altimétriques Maritimes Ports de France métropolitaine et d'outre-mer Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée. SHOM.2020.

2.3.2.1.2. NIVEAUX DE MAREE

Marée Astronomique

Les niveaux de marée sur la zone d'étude sont donnés par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM). Le tableau ci-après fournit les niveaux caractéristiques de la marée (en m CM et IGN 69) au port de Brest.

Condition de marée		Niveaux (m CM)	Niveaux (m IGN 69)
Pleines Mers	120	8.03	4.304
	95	7.15	3.424
	45	5.6	1.874
Niveau Moyen		4.21	0.4
Basses Mers	45	2.75	-0.976
	95	1.2	-2.526
	120	0.29	-3.436

Tableau 3 : Niveaux caractéristiques de marée (SHOM 2020)

Surcotes météorologique

Aux variations des niveaux de marée peuvent s'ajouter des surcotes ou décotes dues à des événements météorologiques plus aléatoires (vent, pression atmosphérique).

Pour le port de Brest, le SHOM –CETMEF (Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France Manche et Atlantique 2012) fourni les niveaux extrêmes de pleine mer suivants :

Période de retour	Niveaux (m CM)	Niveaux (m IGN 69)
5	8.146	4.42
10	8.216	4.49
20	8.276	4.55
50	8.366	4.64
100	8.426	4.7

Tableau 4 : Niveaux de marée exceptionnels

2.3.2.1.3. NIVEAUX D'EAU DE REFERENCE CONSIDERES DANS L'ATLAS DES ZONES BASSES

Il n'existe pas de PPR sur la zone d'étude. La connaissance du risque Submersion marine est apportée par l'Atlas des Zones Basses Exposées au Risque de Submersion Marine.

<https://www.finistere.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques/Prevention-des-risques-littoraux-et-submersions-marines-dans-le-Finistere/Porter-a-connaissance-des-Zones-Basses-Littorales-du-Finistere-ZBL/Communes-concernees-par-les-ZONES-BASSES>

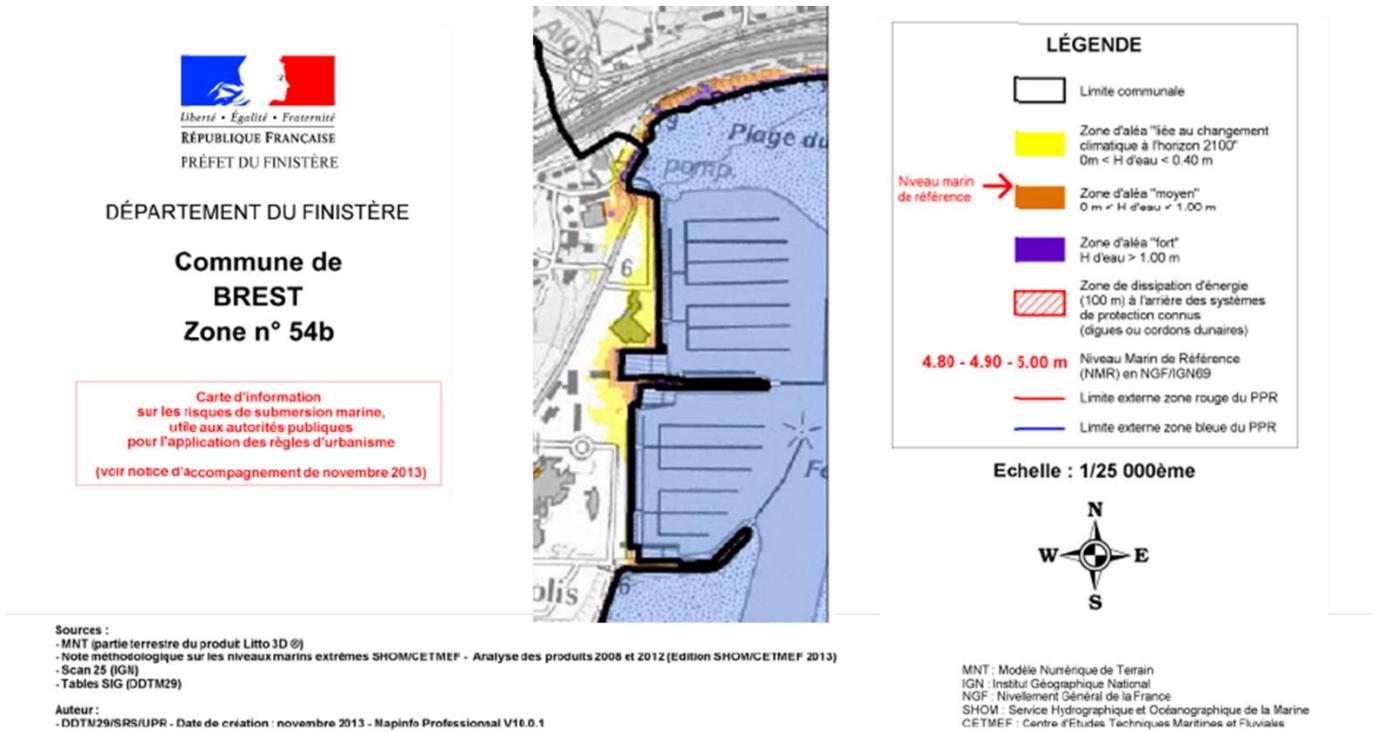


Figure 6 : Extrait de l'Atlas des Zones Basses Exposées au Risque de Submersion Marine du Finistère (source DDTM).

D'après les informations indiquées dans ce document, le niveau de référence centennal est de 5 m IGN69.

Pour intégrer les valeurs liées au changement climatique, le PPR prescrit de prendre en compte les valeurs suivantes :

- +0,20 m à l'état actuel soit une valeur de 5,20 m IGN69
- +0,60 m à 2100 soit une valeur de 5,60 m IGN69.

Selon ce document, la zone est soumise à un aléa submersion marine à l'horizon 2010.

Ces valeurs ne prennent pas en compte les derniers résultats du GIEC comme cela est expliqué dans le paragraphe suivant.

2.3.2.1.4. PRISE EN COMPTE DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique projeté a pour effet d'ajouter une composante de long terme au niveau marin. Le taux futur d'élévation du niveau est inconnu car il dépend notamment du taux futur d'émissions de gaz à effet de serre ; cependant des scénarios peuvent être établis pour estimer cette surélévation tout au long du XXI^{ème} siècle.

Suite au 4^e rapport d'évaluation du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, rapport 2007), l'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique) recommande de retenir trois hypothèses à l'horizon 2100, ceci quelle que soit la zone étudiée (source : Synthèse n°2 – février 2010 – Direction générale de l'énergie et du climat / Service du climat et de l'efficacité énergétique / Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique) :

- Hypothèse optimiste : 0,40 m ;
- Hypothèse pessimiste : 0,60 m ;
- Hypothèse extrême : 1 m.

Dans son sixième rapport d'évaluation de 2021, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) base ses projections sur la combinaison des scénarios suivants :

- Les **RCP** (*Representative Concentration Pathways*) : différents profils d'évolution d'émissions de gaz à effet de serre, dénommés à partir du forçage radiatif qu'ils induisent (le cinquième rapport d'évaluation reposait sur les scénarios RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5 ; les scénarios RCP1.9, RCP3.4 et bientôt RCP7.0 ont depuis été rajoutés) ;
- Les **SSP** (*Shared Socioeconomic Pathways*, ou Trajectoires Socioéconomiques Partagées) : cinq familles de scénarios d'évolution socio-économique accompagnant les émissions définies par les RCP :
 - **SSP1 « Durabilité »** : le monde s'oriente progressivement, mais de manière généralisée, vers une voie plus durable, en mettant l'accent sur un développement plus inclusif qui respecte les limites environnementales perçues,
 - **SSP2 « Milieu de la route »** : le monde suit une trajectoire dans laquelle les tendances sociales, économiques et technologiques ne s'écartent pas sensiblement des modèles historiques,
 - **SSP3 « Rivalité régionale »** : la résurgence du nationalisme, les préoccupations en matière de compétitivité et de sécurité et les conflits régionaux poussent les pays à se concentrer de plus en plus sur les questions nationales ou, tout au plus, régionales,
 - **SSP4 « Inégalité »** : des investissements très inégaux dans le capital humain, combinés à des disparités croissantes en termes d'opportunités économiques et de pouvoir politique, entraînent une augmentation des inégalités et de la stratification, tant entre les pays qu'au sein de ceux-ci,
 - **SSP5 « Développement alimenté par les combustibles fossiles »** : le monde fait de plus en plus confiance aux marchés compétitifs, à l'innovation et aux sociétés participatives pour produire des progrès technologiques rapides et développer le capital humain comme voie vers le développement durable.

Ces scénarios RCP et SSP sont décrits sur la **Figure 7** ci-après.

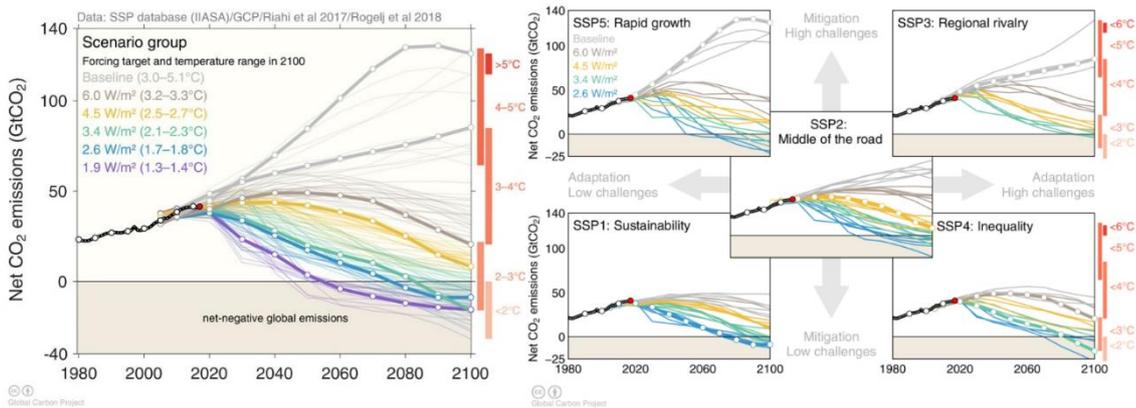


Figure 7 : Description des RCP (gauche) et SSP (droite) utilisés pour le sixième rapport d'évaluation du GIEC

Ainsi, les projections sur l'évolution de la température ou du niveau de la mer, issues des modèles climatiques globaux, correspondent à la combinaison d'un SSP et d'un RCP (toutes les combinaisons n'étant pas possibles : le SSP1 est ainsi associé aux RCP à faibles émissions tandis que le SSP5 est associé aux RCP plus pessimistes).

En ce qui concerne l'élévation eustatique du niveau de la mer, les combinaisons retenues sont les suivantes :

- SSP1-1.9 (scénario le plus optimiste) ;
- SSP1-2.6 ;
- SSP2-4.5 ;
- SSP3-7.0 ;
- SSP5-8.5 (scénario le plus pessimiste) ;
- SSP5-8.5 à faible probabilité mais grandes conséquences (prise en compte de mécanismes physiques liés à la déstabilisation des calottes polaires, à la réalisation incertaine mais susceptibles d'apporter une grande contribution à l'élévation du niveau).

Pour estimer cette composante de long terme, il est donc nécessaire de choisir :

- Le **scénario** à retenir ;
- L'**horizon** à considérer, qui dépend de la **durée de vie du projet**.

A ce stade, il est préférable de retenir le scénario SSP3 associé à un RCP relativement pessimiste (RCP7.0), afin de marquer la correspondance entre l'élévation du niveau d'eau à horizon 2100 du scénario et celle retenue pour l'élaboration des PPR, de +0.60 m.

Les projections d'élévation du niveau marin associées aux combinaisons décrites ci-dessus sont visualisables sur un outil en ligne développé par la NASA en coopération avec le GIEC, disponible sur <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>.

Egalement, cet outil permet de tracer l'évolution temporelle attendue, avec les incertitudes associées, pour les localisations souhaitées.

La **Figure 8** : *Projection de l'élévation eustatique du niveau marin par rapport à la période 1995-2014 pour le scénario SSP3-7.0 – Brest* ci-après illustre l'élévation attendue à la Rochelle (point le plus proche) sur la période 2020-2150 dans le cadre de ce scénario SSP3-7.0.

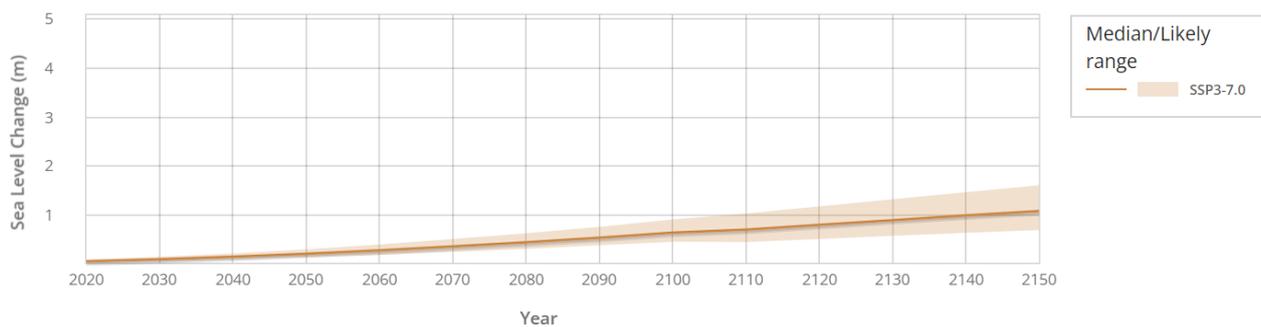


Figure 8 : Projection de l'élévation eustatique du niveau marin par rapport à la période 1995-2014 pour le scénario SSP3-7.0 – Brest

Cette figure est également fournie à titre indicatif pour la totalité des scénarios établis par le GIEC.

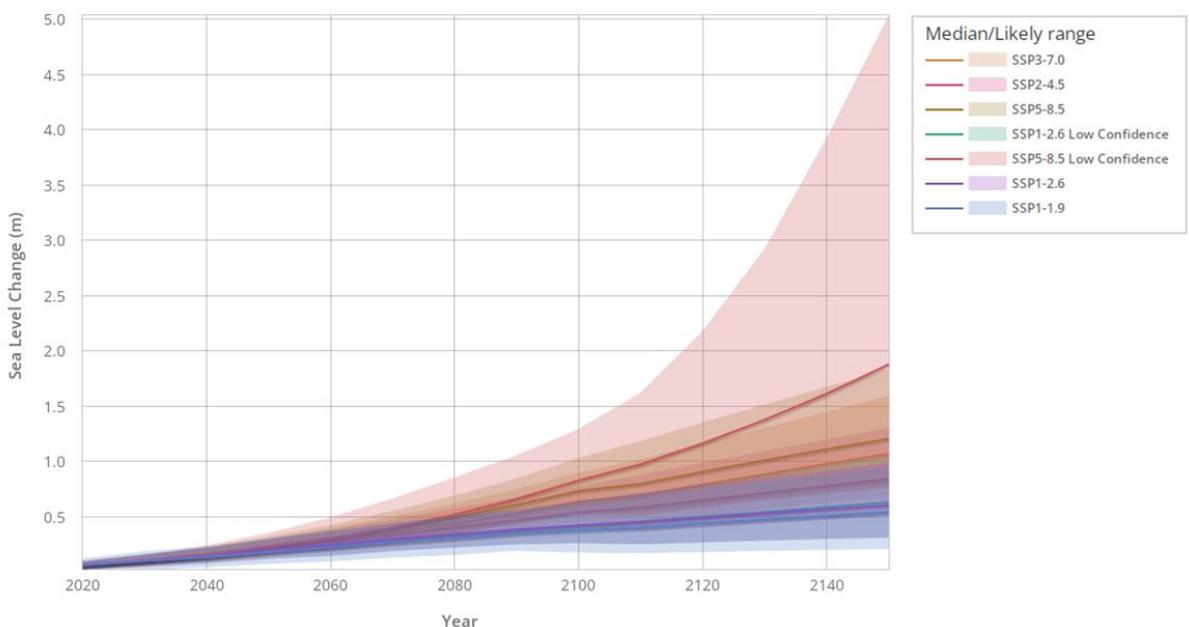


Figure 9 : Projection de l'élévation eustatique du niveau marin par rapport à la période 1995-2014 pour les différents scénarios établis par le GIEC – Brest

Selon les scénarios considérés, les valeurs définies à 2100 varient de manière assez conséquentes.

Si l'on considère le scénario SSP3, les valeurs restent proches de celles identifiées dans le PPR.

Pour visualiser les potentiels effets de la remontée du niveau marin, le BRGM a développé un outil de vulgarisation dénommé « Sealevelrise » qui permet en outre de visualiser la submersion des terres pour des augmentations de niveau marins entre 1 et 4m.

Les calculs ont été réalisés en considérant par défaut la plus haute mer astronomique (PHMA, pleine mer de coefficient de marée 120), elle-même déterminée par une interpolation entre les ports où les caractéristiques de la marée sont connues (Références Altimétriques Maritimes du SHOM, édition 2016). A Brest, le niveau de PHMA est de 4,30 m IGN69.

A ce niveau de marée peut alors être ajouté par l'utilisateur une élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique + surcote (pouvant aller jusqu'à 4 m). Il convient de noter qu'à grande échelle, la valeur de surcote choisie par l'utilisateur peut ne pas avoir de réalité physique (effets locaux pouvant générer une importante hétérogénéité spatiale de la surcote dans la réalité).

L'exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA (4,30 mIGN69) + 1 m soit 5,30 IGN69 est représenté sur la Figure 10 :



Figure 10 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 1m (5,30 IGN69)

L'exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA (4,30 mIGN69) + 1,5 m soit 5,80 IGN69 est détaillé sur la Figure 10 :

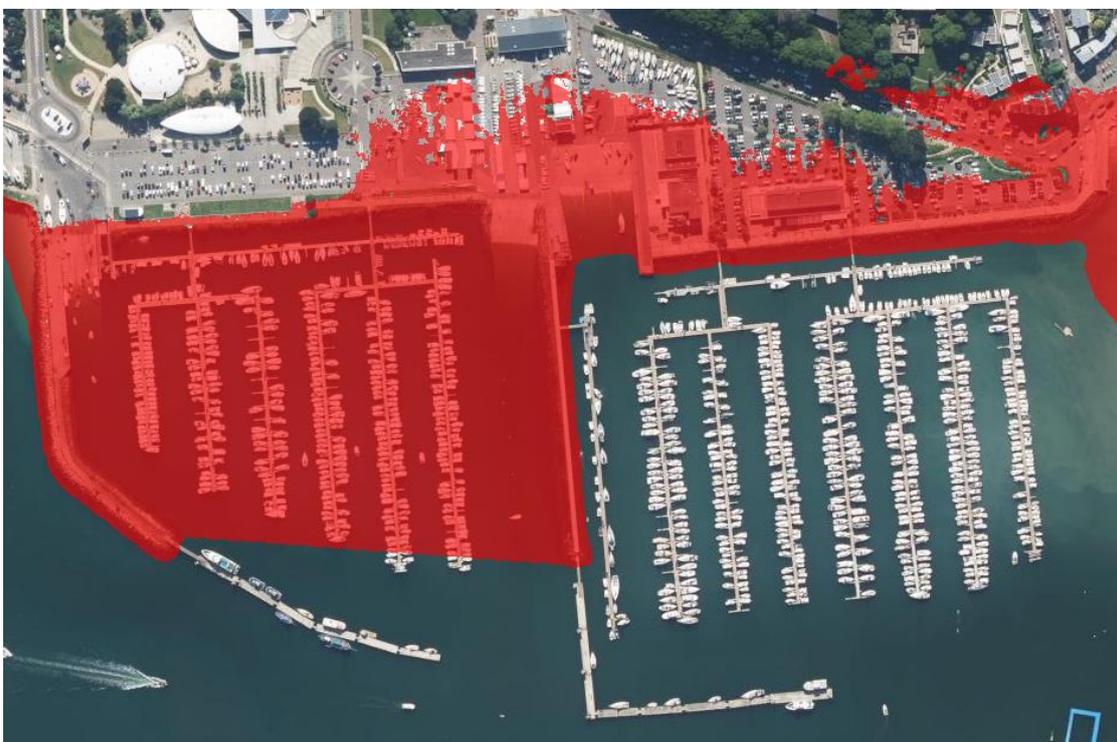


Figure 11 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 1,5m (5,80 IGN69)

L'exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA (4,30 mIGN69) + 2 m soit 6,30 IGN69 est détaillé sur la Figure 10 :



Figure 12 : Exposition du port du Moulin Blanc à la submersion au PHMA + 2m (6,30 IGN69)

Ces données sont indicatives.

Les aménagements projetés devront intégrer cette problématique de résilience au changement climatique. Des prescriptions particulières seront définies pour mettre les infrastructures et bâtiments à une cote suffisante pour se protéger contre ce risque.

2.3.2.2. AGITATION

La détermination des conditions d'agitation du site se base sur les conclusions d'une étude SOGREAH réalisée en 2003. Les conditions d'agitation incidentes sur le site du projet ont été déterminées à partir de mesures de vents de Météo France enregistrées sur la période des 30 années de 1973 à 2002 comme indiqué précédemment.

La zone d'étude a été découpée en 5 secteurs en fonction de la géométrie du site et du régime des vents. Pour chacun de ces secteurs, une analyse statistique des valeurs extrême a été établie. Cela a permis de déterminer les conditions de vent extrêmes pour des périodes de retour de 5,10, 20 et 100 ans.

D'après les résultats de l'étude effectuée, le port du Moulin Blanc est soumis à deux régimes d'agitation incidentes :

- Les clapots générés dans l'anse du Moulin Blanc et le débouché de l'Elorn par les vents de Nord Nord-Est à Sud Sud-Est (N20 à N165) sur un fetch (distance d'application) maximum de 2 kilomètres.
- Les clapots générés dans la rade de Brest par les vents de Sud Sud-Est à Ouest-Sud-Ouest (N165 à N255) sur un fetch d'une douzaine de kilomètres. Ce sont les conditions les plus pénalisantes sur le site de projet car elles présentent le fetch le plus long dans la rade et les plus fortes intensités.

Ce fut le cas par exemple lors de la tempête PETRA le 5/02/2014 avec des rafales de l'ordre de 23 m/s et une direction entre le 200° et le 240°. Pour cette tempête, les services du port disposent de vidéos mettant en évidence la très forte sollicitation des pontons brise-clapots sous l'effet des agitations générées par la tempête.

Les agitations résiduelles pour différentes conditions étudiées par SOGREAH en 2003 sont fournies dans la figure ci-dessous (le point le plus proche du port est le point n°2).

		Période de retour												Hauteur d'eau (m)	
		5 ans			10 ans			20 ans			100 ans				
		Hs (m)	Dir (°N)	Tp (s)	Hs (m)	Dir (°N)	Tp (s)	Hs (m)	Dir (°N)	Tp (s)	Hs (m)	Dir (°N)	Tp (s)		
Nord 37	Vents m/s	14			16			17			19				
	Points	1	0.2	40	1.3	0.2	40	1.4	0.3	40	1.5	0.3	40	1.5	6.9
	2	0.3	43	1.7	0.3	43	1.8	0.4	43	1.9	0.4	43	2.1	7.8	
	3	0.3	41	1.6	0.3	41	1.7	0.3	41	1.8	0.4	41	1.8	7.9	
	4	0.2	41	1.4	0.3	40	1.5	0.3	40	1.5	0.3	40	1.6	7.9	
5	0.3	42	1.8	0.4	42	1.9	0.4	42	2.0	0.5	41	2.1	7.8		
Nord 75	Vents m/s	14			15			16			19				
	Points	1	0.3	95	2.0	0.3	94	2.0	0.3	94	2.1	0.4	93	2.4	6.9
	2	0.3	87	1.9	0.4	86	2.0	0.4	86	2.0	0.5	86	2.3	7.8	
	3	0.3	88	2.0	0.4	88	2.1	0.4	88	2.2	0.5	87	2.4	7.9	
	4	0.3	91	2.0	0.3	91	2.1	0.3	91	2.2	0.4	90	2.4	7.9	
5	0.4	82	2.0	0.4	82	2.1	0.4	82	2.2	0.5	82	2.4	7.8		
Nord 120	Vents m/s	15			19			20			24				
	Points	1	0.4	130	2.3	0.6	131	2.5	0.6	131	2.6	0.8	131	2.9	6.9
	2	0.5	123	2.3	0.6	123	2.6	0.7	123	2.7	0.9	124	3.0	7.8	
	3	0.4	124	2.2	0.6	124	2.5	0.6	124	2.6	0.8	124	2.8	7.9	
	4	0.4	124	2.0	0.5	125	2.4	0.6	125	2.4	0.7	125	2.7	7.9	
5	0.4	119	2.2	0.6	119	2.4	0.6	120	2.5	0.8	120	2.7	7.8		
Nord 185	Vents m/s	18			21			22			24				
	Points	1	0.8	197	4.2	1.0	196	4.4	1.1	196	4.6	1.2	195	4.8	6.9
	2	0.8	195	3.8	1.0	194	4.0	1.0	194	4.0	1.1	193	4.0	7.8	
	3	0.9	202	4.2	1.1	201	4.4	1.1	201	4.6	1.3	201	4.8	7.9	
	4	0.9	205	4.2	1.1	205	4.4	1.1	205	4.4	1.3	204	4.6	7.9	
5	0.9	205	4.2	1.1	205	4.4	1.2	205	4.6	1.3	205	4.8	7.8		
Nord 220	Vents m/s	22			23			25			27				
	Points	1	1.1	208	4.6	1.1	208	4.8	1.3	208	4.9	1.4	208	5.1	6.9
	2	1.0	207	4.6	1.0	206	4.6	1.1	207	4.6	1.2	207	4.8	7.8	
	3	1.2	213	4.6	1.3	213	4.8	1.4	213	4.9	1.5	213	5.1	7.9	
	4	1.3	218	4.6	1.4	217	4.8	1.5	217	4.9	1.7	217	5.1	7.9	
5	1.3	219	4.6	1.4	219	4.8	1.6	219	4.9	1.7	218	5.1	7.8		

Figure 13 : Agitations de projet pour des périodes de retour de 5 à 100 ans (Rapport SOGREAH-2003)

La figure ci-dessous fournit également un exemple d'épure pour un vent de 27 m/s du 220° (période de retour 100 ans définie en 2003).

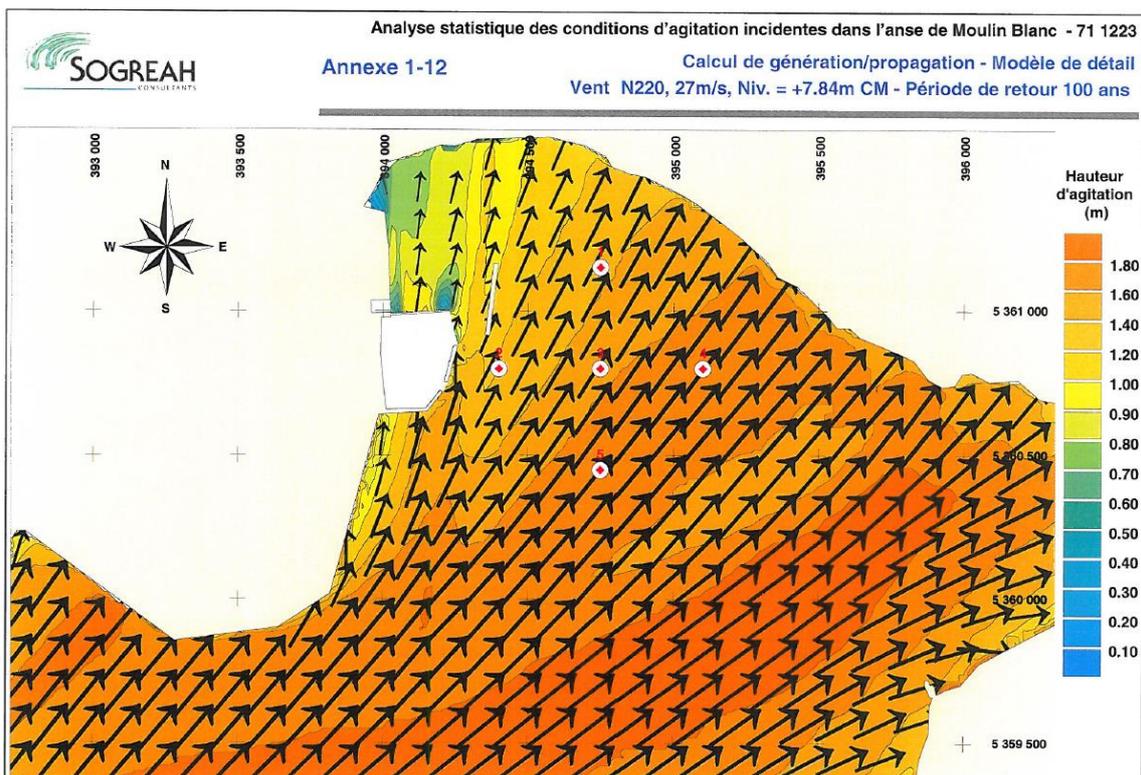


Figure 14 : Exemple d'épure d'agitation pour une vent de 27 m/s du 220° (Rapport SOGREAH-2003)

Il conviendra dans le cadre des études techniques ultérieures d'actualiser la connaissance des conditions d'agitation (clapots notamment) en intégrant les statistiques de vents les plus récentes. Cela permettra de fournir des données actualisées et fiables pour le remplacement ou la refonte des ouvrages de protections.

2.3.2.3. COURANTS

Les données de courants sur la zone sont issues des modélisations réalisées dans le cadre du projet de développement du port de Brest.

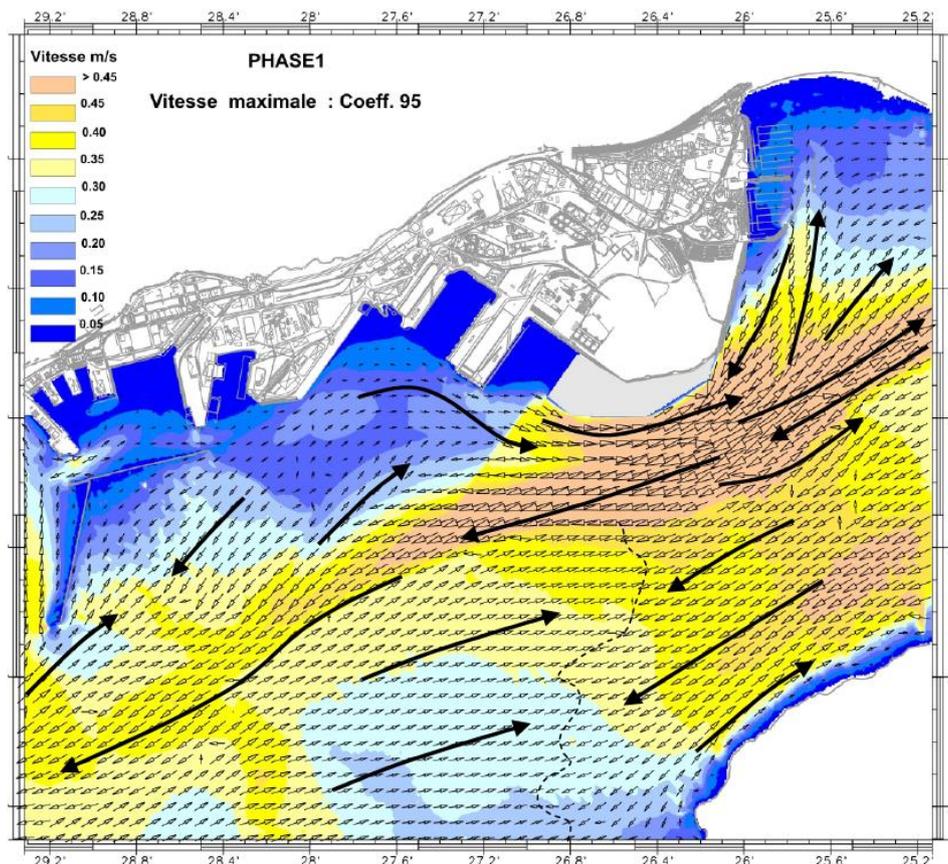


Figure 15 : Vitesses maximales de courants coefficient 95 (Actimar, 2009)

Les courants dans le secteur du Moulin Blanc sont relativement faibles. Ils sont plus importants dans le chenal d'accès.

Ils sont considérés comme faibles dans le cadre de la présente étude. Cependant, en cas de modification du plan masse portuaire et/ou création d'une digue, des études spécifiques seront à réaliser pour évaluer l'impact des aménagements modifiés.

2.3.3. CONDITIONS HYDROSEDIMENTAIRES

2.3.3.1. NATURE DES FONDS

Une étude de la qualité des sédiments a été réalisée en 2015 par IDRA dans le but de réaliser des opérations de dragage dans le bassin Sud. Dans le cadre de ce diagnostic, 9 échantillons de sol ont été prélevés. La localisation de ces échantillons est fournie ci-dessous :



Figure 16 : Localisation des échantillons de sédiments

2.3.3.1.1. GRANULOMETRIE

La médiane granulométrique par station est présentée ci-dessous :

Echantillon	Médiane (μm)
EP1	20.86
EP2	22.17
EP3	20.41
EP4	21.31
EP5	17.74
EP6	17.74
EP7	23.12
EP8	17.3
EP9	34.25

Tableau 5 Médiane granulométrique des différents échantillons

Sur tous les points, les matériaux sont des vases (médianes inférieures à 63 μm).

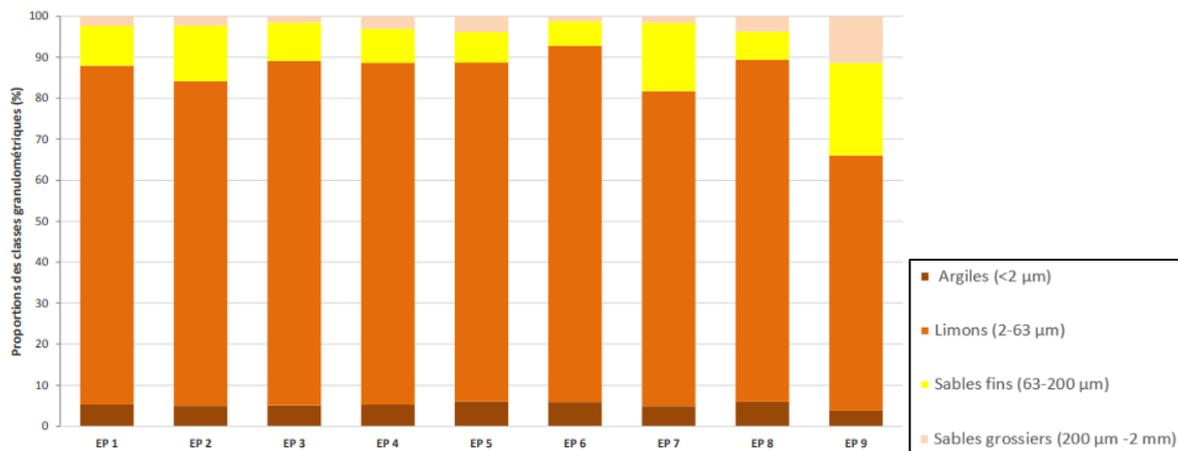


Figure 17 Proportion des classes granulométriques pour les échantillons 1 à 9 (Analyse Laser)

La fraction fine est donc prédominante. La fraction sableuse est un peu plus importante dans l'échantillon EP9 (côté bassin Nord) du fait de l'agitation résiduelle.

2.3.3.2. QUALITE DES SOLS ET POLLUTION

La conclusion du rapport IDRA indiquait la présence de contaminations des sédiments sur certains échantillons. Ces résultats ne sont pas détaillés dans le présent rapport du fait de l'ancienneté des échantillons dont la validité est de 3 ans.

Si des opérations de dragage étaient de nouveau envisagées, il conviendrait alors de réaliser une nouvelle étude de qualité des sédiments portuaires. La présence de contamination dans les sédiments est possible et si le cas, des prescriptions particulières seront à considérer en cas de travaux de dragage.

2.3.3.3. ENVASEMENT

Le port du Moulin Blanc a été pour la dernière fois dragué en 2011. L'emprise des dragages est fournie sur la figure ci-dessous. D'après cette figure, les dragages ont été réalisés dans le bassin Nord et au droit de la cale du centre nautique.



Figure 18 : Emprise des dragages en 2011.

Un nouveau relevé bathymétrique a été réalisé en mars 2021.

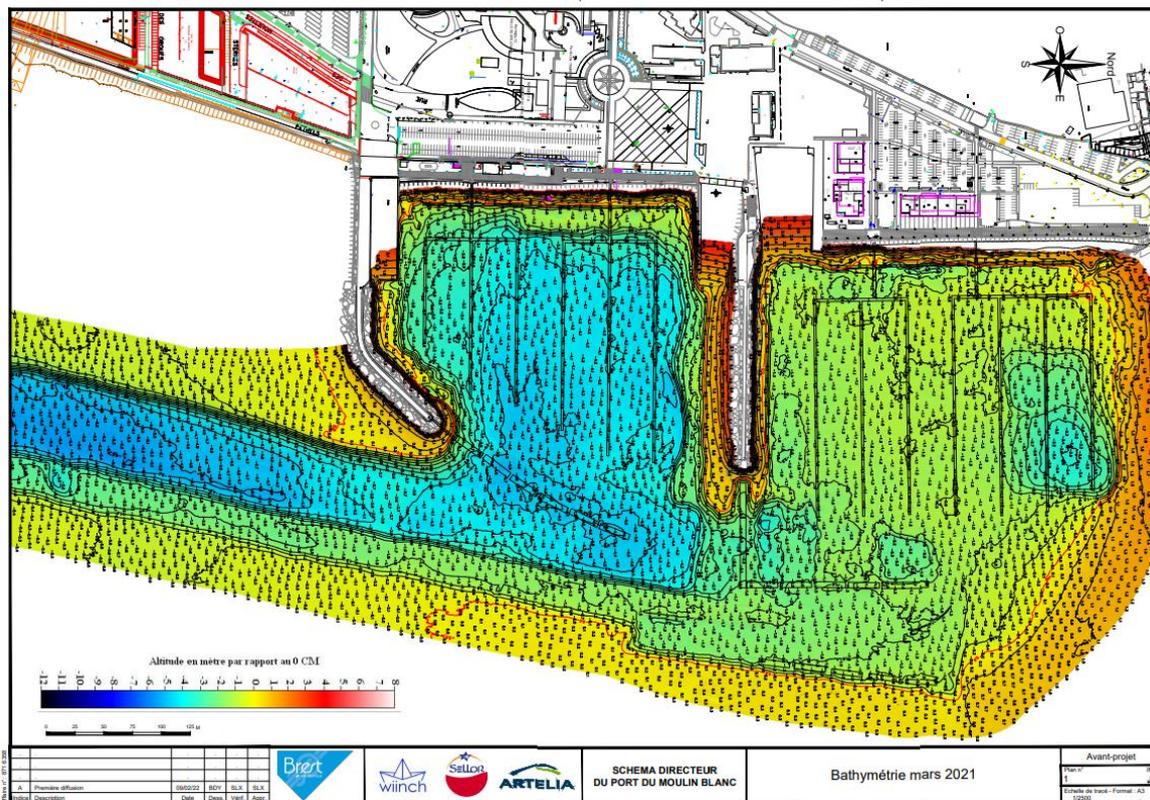


Figure 19 : Plan bathymétrique 2021 (source : Artelia d'après Idra)

Un plan différentiel des bathymétries réalisées en 2011 et 2021 a également été réalisé. Il permet de mettre en évidence les zones de dépôt préférentielles.

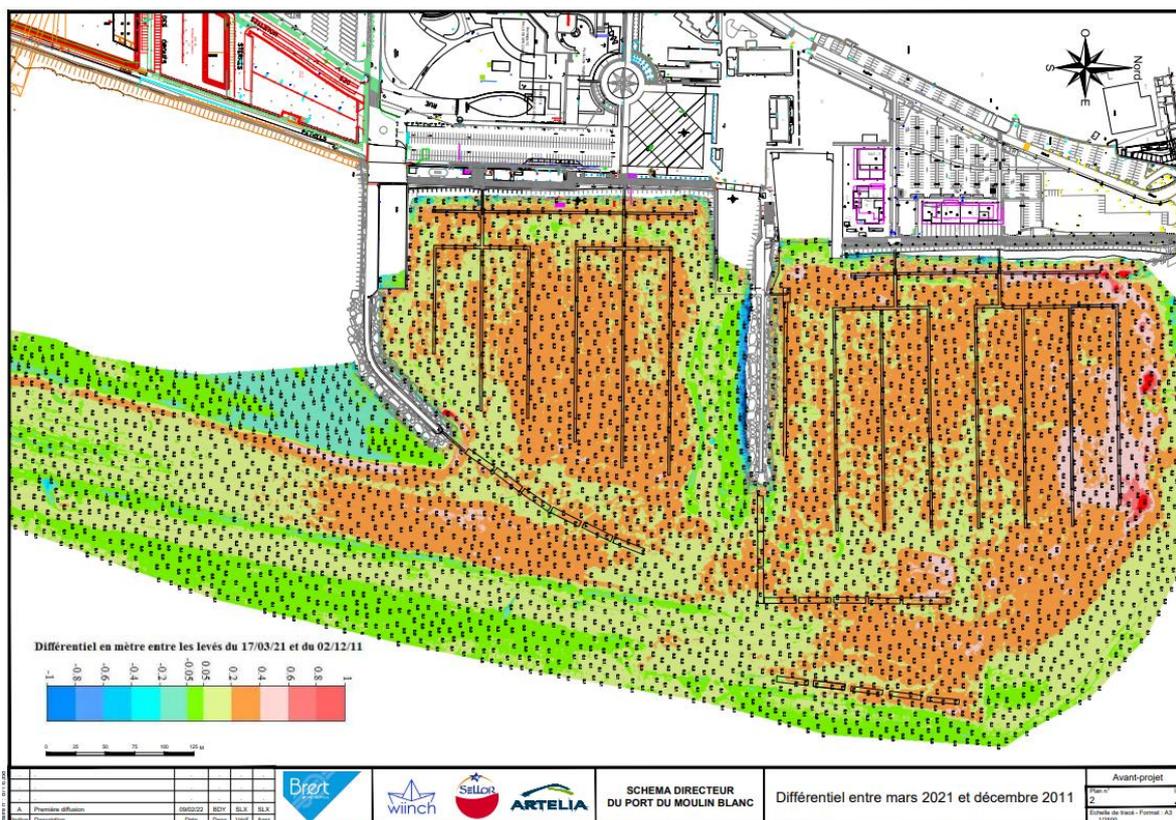


Figure 20 : Plan bathymétrique différentiel entre 2011 et 2021 (source : Artelia d'après Idra)

Les valeurs caractéristiques de l'envasement sont détaillées dans le tableau ci-après :

Zone	Profondeur d'eau / 0 CM (en m)	Profondeur d'eau moyenne zone / 0 CM (en m)	Envasement sur la période (m)	Envasement moyen zone (m)	Commentaires
CHENAL	Min : -3.6; Max : -6.8	-5.5	[0.1;0.4]	0.2	L'envasement dans le chenal varie entre 10 et 20cm en 10 ans. Au niveau de la digue sud l'envasement est plus prononcé avec un épaisseur moyenne de 40cm en 10 ans.
Bassin SUD	Min : -1.7 (pontons A) Max : -4.8	-4.3	[0.1;0.4]	0.4	L'envasement moyen se situe entre 30 et 40 cm au niveau des pontons B, C, D, E et F. L'envasement est de l'ordre de 20 à 30 cm au droit du ponton A.
Bassin NORD	Min : -0.5 Max : -3.5 (pontons M)	-1	[0.2;1.9]	0.4	L'envasement moyen des pontons G, H, I, J, K, L, est de l'ordre de 30 à 40cm. L'envasement au droit du ponton M est plus prononcé avec en moyenne 50 cm et une poche d'envasement dont l'épaisseur peut atteindre 1.9m.

Tableau 6 : Envasement selon les différentes zones du port

L'envasement du port du Moulin Blanc est relativement faible et cela particulièrement au niveau du chenal. De même au niveau des bassins l'envasement est faible. Ce faible envasement s'explique par la houle dans les bassins et le chenal qui permet de mettre en mouvement les sédiments au fond des bassins et du chenal.

3. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU PORT DU MOULIN BLANC

**3.1 DESCRIPTIF GENERAL DU PORT ET DE SON
FONCTIONNEMENT**

**3.2 DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES FLOTTANTES ET DE
LEURS EQUIPEMENTS ASSOCIES**

3.3 DIAGNOSTIC DES CALES ET DES TERRE-PLEINS

3.4 DIAGNOSTIC DES MOYENS DE MANUTENTION

3.5 DIAGNOSTIC CLOS ET COUVERT DES BATIMENTS DU PORT

https://www.letelegramme.fr/images/2017/07/25/a-la-marina-du-moulin-blanc-76-de-la-clientele-est_3537197.jpg



3. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU PORT DU MOULIN BLANC

3.1. DESCRIPTIF GENERAL DU PORT ET DE SON FONCTIONNEMENT

Un port est constitué des infrastructures nautiques en tant que tel permettant l'amarrage des bateaux et leur mise à l'eau mais également de l'ensemble des équipements et services permettant de répondre aux besoins des usagers : aire de stockage des bateaux, aire de carénage, capitainerie, point propre, sanitaires.... Ces composantes sont décrites ci-après.

3.1.1. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS MARITIMES

Le port du Moulin Blanc offre 1460 places dont 120 sont réservées à l'accueil des visiteurs.

Le port comprend deux bassins :

- Le bassin SUD dont les infrastructures sont détaillées dans le tableau ci-dessous:

Bassin	Panne / Brise Clapot	Largeur (m)	Longueur (m)	
SUD	6 Pannes			
	Panne A	2.5	95	
	Panne B	2.5	128	
	Panne C	2.5	144	
	Panne D	2	164	
	Panne E	2	188	
	Panne F	2	192	
	Sous-Total Pannes			911
	3 Pannes collectrices			
	Panne collectrice ABC	3	82	
	Panne collectrice DEF	3	82	
	Panne collectrice principale (Pannes CN, PA, DEF)	2	224.5	
	Sous-Total Pannes collectrices			388.5
	2 Pontons de réception passerelles			
	Pontons réception passerelle n°1	3.5	32	
	Pontons réception passerelle n°2	3.5	32	
	Sous-Total Pontons de réception passerelle			64
	Protection pontons brise clapot			
	Brise clapots sur chaines L=27m	5	135	
	Brise clapots sur pieux L=30m	1	30	
Sous-Total Brise clapots			165	

Tableau 7 : Détail des infrastructures flottantes dans le bassin SUD du Moulin Blanc

- Le bassin NORD dont les infrastructures sont détaillées dans le tableau ci-dessous:

Bassin	Panne / Brise Clapot	Largeur (m)	Longueur (m)	
NORD	6 Pannes			
	Panne G	2.5	188	
	Panne H	2	188	
	Panne I	2	188	
	Panne J	2	188	
	Panne K	2	188	
	Panne L	2	188	
	Panne M	2	170	
	Sous-Total Pannes			1128
	3 Pannes collectrices			
	Panne collectrice GHI	2.5	82	
	Panne collectrice JKL	2.5	82	
	Panne collectrice LM	2	40	
	Panne collectrice principale (Pannes N, P5, PRO)	2m sur 187m 4m sur 12m	199	
	Sous-Total Pannes collectrices			403
	2 Pontons de réception passerelles			
	Pontons réception passerelle n°3	3.5	32	
	Pontons réception passerelle n°4	2.5	32	
	Sous-Total Pontons de réception passerelle			64
	Protection brise clapot Bassin Nord			
	Brise clapots sur chaines L=27m	4	108	
	Brise clapots sur pieux L=40m	1	40	
	Brise clapots sur pieux L=30m	3	90	
	Sous-Total Brise clapots			238
	Protection brise clapot Chenal			
	Brise clapots sur chaines L=27m	5	135	
	Sous-Total Brise clapots			135

Tableau 8 : Détail des infrastructures flottantes dans le bassin NORD du Moulin Blanc

L'emplacement des différents pontons mentionnés précédemment est indiqué sur le plan ci-dessous.



Figure 21 : Localisation des infrastructures flottantes

Les pontons sont équipés de :

- Bornes d'alimentation en électricité ;
- Potelets d'eau ;
- Bouées ;
- Echelles
- Extincteurs.

Le nombre de ces équipements varie selon les pontons considérés. Ils sont détaillés dans les Figure 32 et Figure 33.

Les pontons brises-clapot sont également ancrés sur chaînes et corps-morts ou sur pieux.

3.1.1.1. LES CALES

Le port dispose de :

- Deux cales de mises à l'eau situées au niveau du bassin sud.
 - La cale sud est destinée à la mise à l'eau des bateaux par chariots hydrauliques par les professionnels et mise à l'eau des bateaux transportables par remorque.
 - La cale CN est utilisée pour le nautisme léger (base nautique principalement).
- Une cale de carénage située dans le bassin nord, à proximité immédiate de la capitainerie. Elle est aussi utilisée pour la mise à l'eau des bateaux de sécurité du CN et la mise à l'eau des clients du parc à bateaux.



Figure 22 Photo de la cale carénage (Artelia 2021)

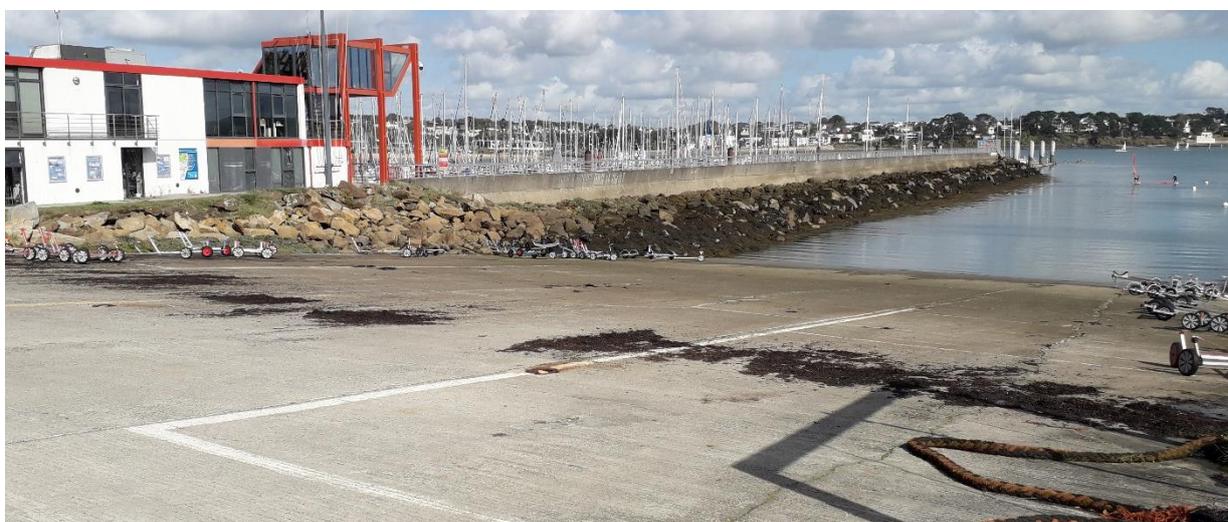


Figure 23 Photo de la cale CN (Artelia 2021)

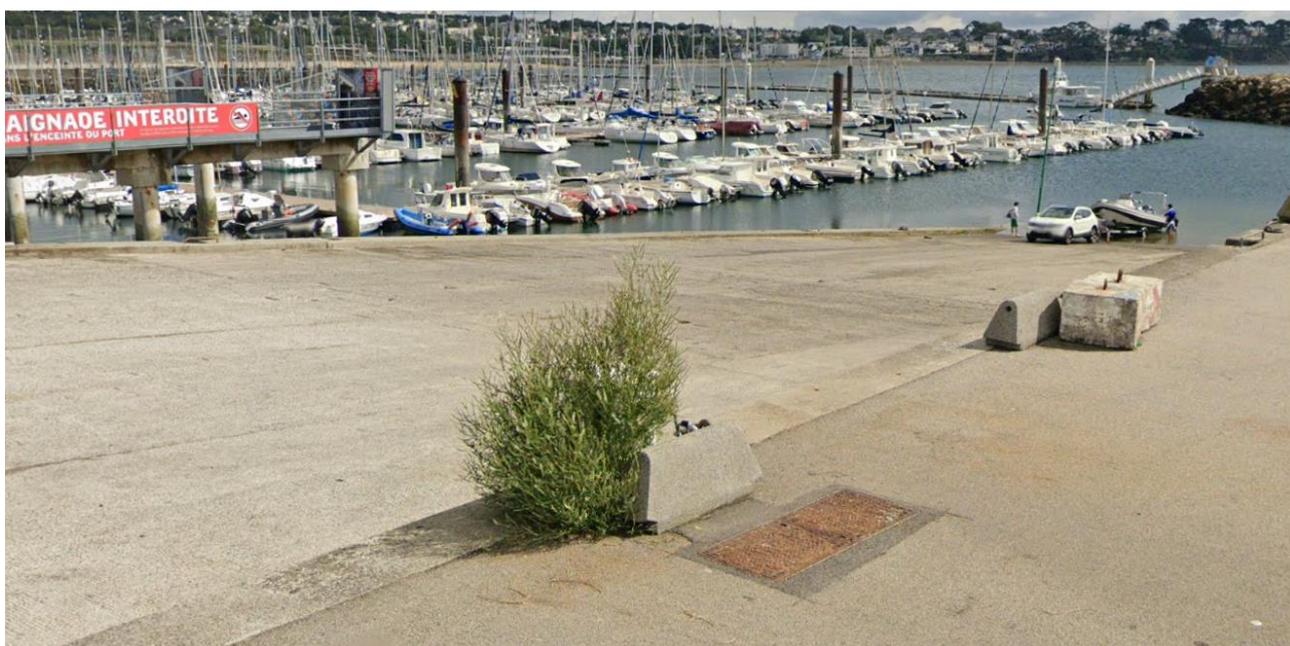


Figure 24 Photo de la cale sud (Artelia 2021)



Figure 27 Photographie de la darse (ARTELIA, 2021)

3.1.2. INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS TERRESTRES

Le port du Moulin Blanc dispose également des infrastructures terrestres suivantes :

- Une capitainerie équipée de sanitaires ;
- D'un bloc sanitaire situé à proximité du Tour du Monde avec douches, lavabos et buanderie ;
- D'un bloc de sanitaire situé au sein de la capitainerie ;
- Une buanderie ;
- Local Amicale des plaisanciers ;
- Locaux techniques ;
- Un atelier ;
- Une aire et une cale de carénage ;
- Deux cales de mise à l'eau ;
- Une zone de manutention ;
- Une zone de stockage atelier ;
- Des parkings ;
- De points propres et des points de collecte répartis sur le port.

A noter qu'une zone de stockage temporaire des bateaux est installée, tous les ans, de mi-octobre au 31 mars sur le parking sud. Celle-ci avoisine les 4 000 m².

Les éléments décrits précédemment sont positionnés sur la figure ci-dessous :

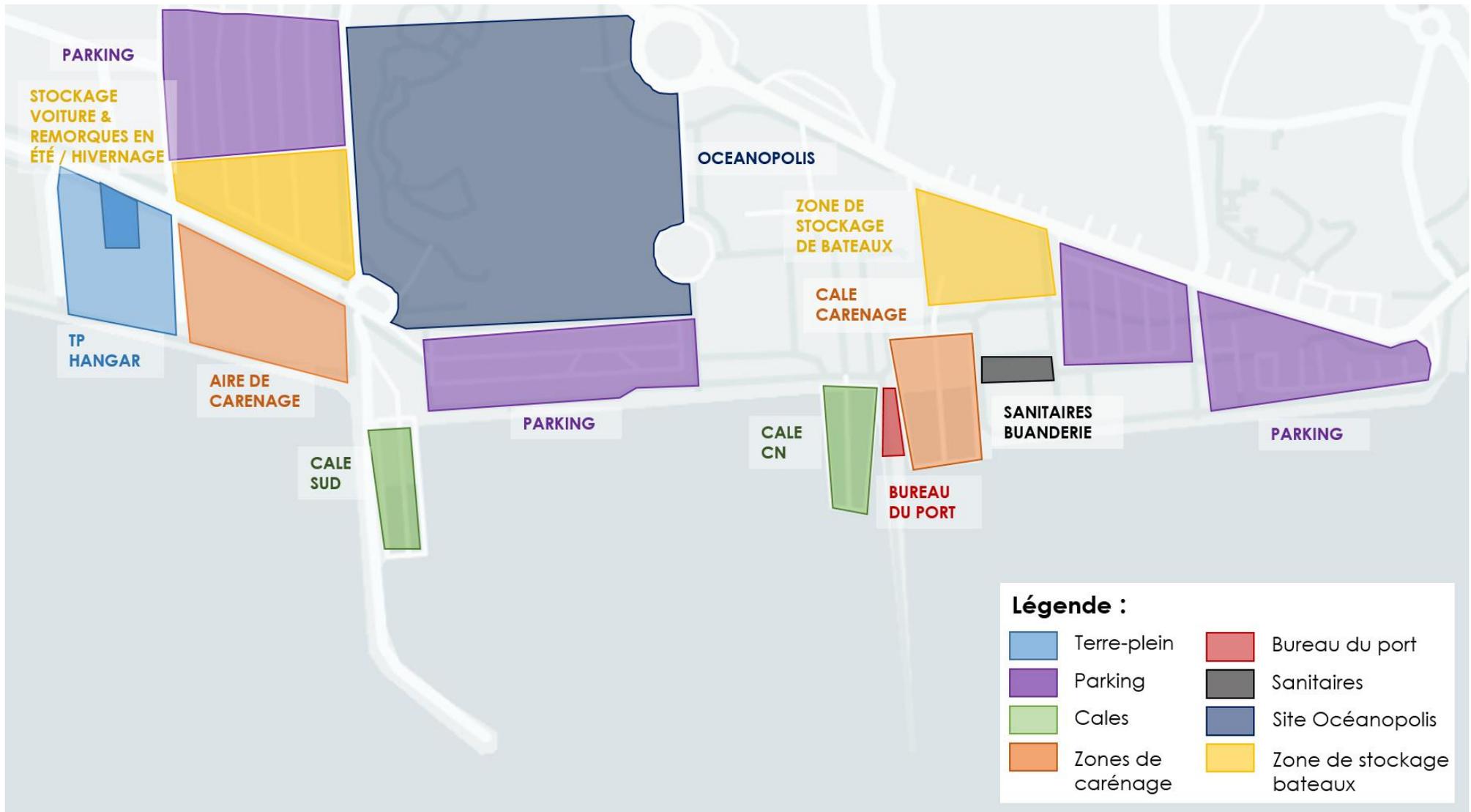


Figure 28 : Localisation des équipements terrestres du port du Moulin Blanc

3.2. ANALYSE DE L'ETAT GENERAL DES INFRASTRUCTURES NAUTIQUES ET DE LEURS EQUIPEMENTS ASSOCIES

3.2.1. PONTONS FLOTTANTS ET PIEUX

Dans le cadre de la présente mission, il a été réalisé une analyse de l'état général des pontons et des pieux. Cette analyse se base sur :

- L'inventaire des équipements et le diagnostic de 2015 ;
- L'examen des rapports d'activité entre 2017 et 2020 permettant de voir quels travaux ont été réalisés ;
- Les documents techniques fournis par Brest'Aim.
- Un examen visuel réalisé les 29 et 30/09/2021 par Artelia.

L'emplacement des différents pontons mentionnés précédemment est rappelé ci-dessous.



Figure 29 : Localisation des infrastructures flottantes

Les pontons sont ancrés sur pieux (124 au total). Les colliers de pieux sont intégrés au ponton. La localisation des pieux est détaillée ci-après :



Figure 30 : Localisation des pontons du bassin SUD



Figure 31 : Localisation des pieux du bassin NORD

Les années d'installation des pieux sont données dans le tableau ci-dessous :

BASSIN SUD						BASSIN NORD					
Référence pieu	Année de battage	Référence pieu	Année de battage	Référence pieu	Année de battage	Référence pieu	Année de battage	Référence pieu	Année de battage	Référence pieu	Année de battage
DS1	2008	B4	1981	E3	1980	V1	1990	G2	1985	J2	1986
DS2	2008	C1	1981	E4	1980	V2	1990	G3	1985	J3	1986
DS3	2008	C2	1981	E5	1980	V3	1990	G4	1985	J4	1986
DS4	2008	C3	1981	E6	2003	V4	1990	G5	1985	J5	1986
DS5	2008	C4	1981	E7	2003	V5	1990	G6	2003	J6	2003
DS6	2008	C5	2003	F1	1980	V6	1990	H1	1985	K1	1986
DN1	2008	DF1	1995	F2	1980	BN1	2003	H2	1985	K2	1986
DN2	2008	DF2	1995	F3	1980	BN2	2003	H3	1985	K3	1986
DN3	2008	DF3	1995	F4	1980	BN3	2003	H4	1985	K4	1986
DN4	2008	CN1	1995	F5	1980	BN4	2003	H5	1985	K5	1986
DN5	2008	CN2	1995	F6	2003	BN5	2003	H6	2003	K6	2003
DN6	2008	PF1	1980	F7	2003	BN6	2003	I1	1985	L1	1986
PA1	1981	PF2	1980	BS1	2003	N1	2003	I2	1985	L2	1986
PA2	1995	PF3	1980	BS2	2003	PP1	1996	I3	1985	L3	1986
PA3	1981	D1	1980			PP2	1996	I4	1985	L4	1986
PA4	1981	D2	1980			P5 1	1996	I5	1985	L5	1986
A1	1981	D3	1980			P5 2	1996	I6	2003	L6	2003
A2	1981	D4	1980			P5 3	1996	PK1	1986	M1	1990
A3	1981	D5	1980			PG1	1985	PK2	1986	M2	1990
B1	1981	D6	2003			PG2	1985	PK3	1986	M3	1990
B2	1981	E1	1980			PG3	1985	PK4	1990	M4	1990
B3	1981	E2	1980			G1	1985	J1	1986	M5	2003

Tableau 9 : Dates d'installation des pieux

L'état général des pontons est décrit dans les tableaux pages suivante

Figure 32 : Etat général des pontons du bassin SUD

Designation Infrastructures	Date de renouvellement	Rappel état général Diagnostic 2015	Etat général 2021	Longueur panne (m)	Type de materiel	Equipements présents						
						catways (m)	Bornes électriques	Potelets Eau	Extincteurs	Echelles	Bouées	
BASSIN SUD												
Panne A	Structure 2011 Platelage 2011	Bon Etat	Quelques plaques gondolées Pieux en etat moyen	95	Metalu largeur=2,5m	31 x 5,25	5	5	2	3	1	
Panne B	Structure 2011 Platelage 2011	Bon etat	Quelques plaques gondolées Pieux en etat moyen	128	Metalu largeur=2,5m	30 x 1,25	8	8	2	4	2	
Panne C	Structure 2011 Platelage 2011	Bon Etat Extrémité du ponton moussé	Bon Etat	144	Metalu largeur=2,5m	6 x 5,25 2 x 6,25 27 x 8,25	11	11	2	5	1	
Panne collectrice ABC	Structure 2011 Platelage 2011	Bon Etat	Bon Etat	82	Metalu largeur=3m	6 x 5,25	2	2	1	2	1	
Ponton de reception de passerelle n°1	Structure 2011 Platelage 2011	Bon Etat	Platelage endommagé	32	largeur=3,5m		2	2	-	1	-	
Panne D	Structure 1981 Platelage 2012	Bon Etat des infrastructures flottantes Entretoises élastomères pour fixation semi-rigides des catways absentes/dégradées Gîte du pontons au niveau du 4ème pieu.	Problème de flottaison. Panne à changer	164	Structure Laperrier Platelage Metalu largeur=2,0m	28 x 6 15 x 8	9	9	2	6	2	
Panne E	Structure 1981 Platelage 2013 Reno 2017	Etat moyen à mauvais. Phénomène de gîte	Etat moyen à mauvais. Catways non amovibles Remplacement extrémité en 2017	188	Structure Laperrier Platelage Metalu largeur=2,0m	2 x 4 47 x 6	11	10	2	7	1	
Panne F	Structure 1981 Platelage 2012	Etat moyen à mauvais	Etat moyen et défaut de flottaison au 2/3. Catways non amovibles	192	Structure Laperrier Platelage Metalu largeur=2,0m	2 x 4 7 x 5 45 x 6	11	11	2	7	2	
Panne collectrice DEF	Structure 1981 Platelage 2012	Bon Etat	Etat moyen à mauvais.	82	Structure alu Laperriere largeur=3,0m	3 x 6	2	1	1	2	1	
Ponton de réception passerelle n°2	Structure 1981 Platelage 2004	Panne avec platelage en KLP	Etat moyen à mauvais.	32	Structure alu Laperriere Platelage KLP largeur=3,5m		2	2	-	1	-	
Panne collectrice principale bassin sud	CN	Structure 1996 Platelage 2018	Platelage bois agrafé sur structure bois. structure vieillissante	La structure a été changée. Bon Etat	57	Structure Atlantic Marine largeur=2,0m		2	2	-	-	-
	PA	Structure et platelage 2011			49.5	Metalu largeur=2,0m		2	2	1	2	1
	DEF	Structure 1996 Platelage 2020			118	Metalu largeur=2,0m	11 x 6	6	6	-	3	-

Figure 33 Etat général des pontons du bassin NORD

Designation Infrastructures	Date de renouvellement	Rappel état général Diagnostic 2015	Etat général 2021	Longueur panne (m)	Type	Equipements présents					
						catways	Bornes électriques	Potelets Eau	Extincteurs	Echelles	Bouées
BASSIN NORD											
Ponton carburant	Structure 2006 Platelage 2006	Bon Etat	Bon Etat	24	largeur=6m	1 x 6m	-	1	1	1	1
Ponton visiteur	Structure 1996 Platelage 2019 Catways 2019	Etat moyen platelage usé	Bon Etat Platelage et catways changés	188	Structure ATLANTIC MARINE largeur=2m	2 x 8m	10	10	2	2	1
Panne G	Structure 2011 Platelage 2011	Bon Etat	Catways récents - quelques planches gondolées	188	Structure et platelage Metalu Industrie largeur=2,5m	41 x 8,25m	15	15	2	6	1
Panne H	Structure 1985 Platelage 2012 Catways 2012	Bon Etat	Bon Etat	188 (dont 32m extension)	Structure et platelage Metalu Industrie largeur=2,0m	46 x 8,25m	9	9	2	6	2
Panne I	Structure 1985 Platelage 2012 Catways 2013	Bon Etat	Quelques planches gondolées	188 (dont 32m extension)	Structure et platelage Metalu Industrie largeur=2,0m	6 x 7,25m 20 x 6,25m 5 x 5,25m 26 x 4,25m	9	9	2	6	2
Panne collectrice GHI	Structure 1985 Platelage 2010	Bon Etat	Problème de flottaison Etat moyen	82	Platelage Metalu Industrie largeur=2,5m		3	3	-	-	-
Ponton réception passerelle n°3	Structure 1985 Platelage 2011		Bon Etat	32	Platelage Metalu Industrie largeur=3,5m	6 x 6m	1	1	1	-	1
Panne J	Structure 1996 Platelage 2013 Catways 2013	Patchwork de pontons avec platelage en bois exotique/bois composite et flotteurs aluminium ou PE suivant le linéaire. Gîte coté pieux. Extrémité du ponton moussé.	Problème de flottaison Problème de planéité (penche un peu) Etat flotteurs ? Extrémité du ponton en bois abimé	188 (dont 32m extension)	Structure et platelage, catways Metalu Industrie largeur=2,0m	41 x 8,25m	15	15	2	6	1
Panne K	Structure 1996 Platelage 2013 Catways 2013	Bon Etat	Bon Etat	188 (dont 32m extension)	Structure et platelage, catways Metalu Industrie largeur=2,0m	40 x 6m 6 x 8m	9	9	2	6	1
Panne L	Structure 1996 Platelage 2013 Catways 2013	Bon Etat	Bon Etat	188 (dont 32m extension)	Structure et platelage, catways Metalu Industrie largeur=2,0m	46 x 6m	9	9	2	6	1
Panne M	Structure 1997 Platelage 2019 Catways 2019	Panne ancienne mais de bon etat général	Bon Etat. Remplacement platelage du ponton et des catways	170 (dont 34m extension)	Structure Metalu Industrie largeur=2,0m	3 x 9,0m 18 x 6,0m 30 x 4,0m	10	10	1	5	2
Panne collectrice JKL	Structure 1986 Platelage 2013		Bon Etat	82	largeur=2,5m	12 x 4,0m	3	3	-	2	
Panne collectrice LM	Structure 2003 Platelage 2003		Bon Etat	40	Structure et platelage Metalu Industrie largeur=2,0m	6 x 4,0m	2	2		1	
Ponton réception passerelle n°4	Structure 1996 Platelage 1996		Bon Etat	32	Structure alu ATLANTIC MARINE largeur=2,5m		1	-	-	1	1
Panne collectrice principale bassin nord,	P5	Structure 2003 Platelage 2018	Platelage bois agrafé sur structure bois - structure vieillissante	Platelage changé - Bon Etat	57	Structure ATLANTIC MARINE largeur=2,0m	13 x 4m 10 x 4m	3	3	1	
	N	Structure 2003 Platelage 2018		Platelage changé - Bon Etat	24	Structure et platelage Metalu Industrie largeur=2,0m sur 24m largeur=4,0m sur 12m	1 x 6m	2	2	1	-
	Pro	Structure 1996 Platelage 2018		Platelage changé - Bon Etat	118	Structure ATLANTIC MARINE largeur=2,0m	3 x 4,25m 3 x 6,25m	3	3	1	-

Bassin SUD :

L'état des pontons flottants du bassin sud est variable. Les pannes collectrices ; principale et ABC ainsi que la panne C sont en bon état général. En revanche, le reste des pontons est dans un état moyen.

Les pannes A, B présentent des défauts mineurs au niveau du platelage notamment.

En revanche les pannes D, E, F ainsi que la panne collectrice DEF et la passerelle n°2 sont constituées de structures vieillissantes (années 80) en mauvais état, elles nécessiteront donc un remplacement à court ou moyen terme.

Les pieux du bassin sud ont pour une grande partie été battus dans les années 80. Le diagnostic effectué en 2015 indique qu'ils sont pour la plupart détériorés malgré des poses régulières de patches. Ce mauvais état a été confirmé lors de la visite de site ARTELIA et dans les échanges avec Brest'Aim. Un remplacement de ces pieux est donc à envisager.

La nécessité de remplacement d'un certain nombre de pontons et de pieux peut représenter une opportunité de revoir le plan masse du bassin SUD.



Figure 34 : Photos des pieux des bassin SUD prises les 29 et 30/09/2021 par Artelia

L'état général des pontons du bassin SUD est illustré dans la Figure 35:

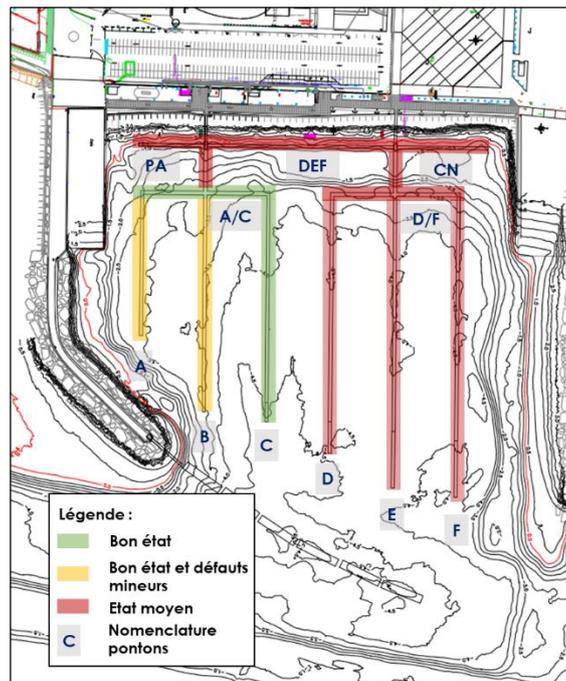


Figure 35 Etat général des pontons du bassin SUD

Bassin NORD :

Les pontons du bassin nord sont globalement en bon état. Quelques défauts de platinge sont notables sur les pannes G et I notamment. En revanche, les pannes G/H et I sont en mauvais état et présentent des problèmes de flottaison.

De la même manière que pour le bassin sud, les pieux du bassin nord sont anciens (années 80) et dans un état variable. Les pieux les plus anciens présentent des marques de forte corrosion notamment. Certains nécessiteront un remplacement à court ou moyen terme.



Figure 36 : Photos des pieux des bassin NORD prises les 29 et 30/09/2021 par Artelia

L'état général des pontons du bassin NORD est illustré dans la:

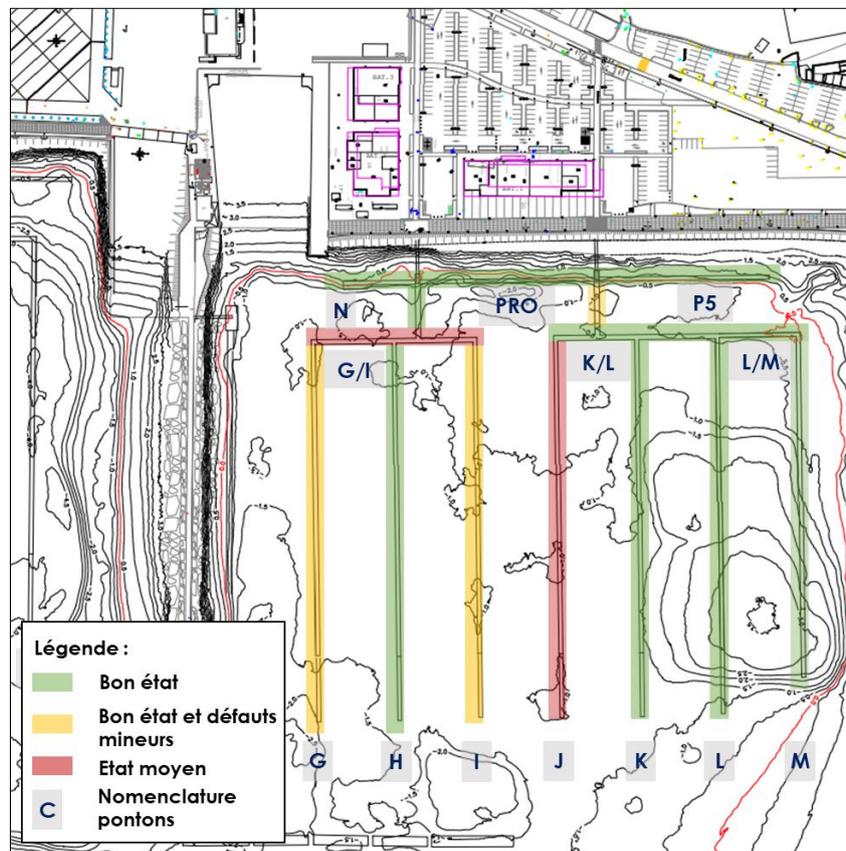


Figure 37 Etat général des pontons du bassin NORD

3.2.2. PONTONS BRISES-CLAPOTS

Le diagnostic spécifique des pontons brise-clapots a été réalisé par ARTELIA les 29 et 30/09/2021. Compte tenu de leur état général et de la nécessité d'intervention rapide, un rapport spécifique a été produit en octobre 2021. Il est fourni en annexe - Phase 1b - Diagnostic spécifique des pontons brise-clapots.

3.3. ANALYSE DE L'ETAT GENERAL DES CALES ET DES TERRE-PLEINS

3.3.1. AIRE DE CARENAGE SUD

L'aire de carénage est située à l'extrémité du bassin sud.



Figure 38 : Localisation de l'aire de carénage

L'aire de carénage, située à l'extrémité du bassin sud, présente une surface de 4 500 m² incluant :

- Un revêtement en enrobé percolé ;
- Un caniveau central permettant de récupérer les égouttures et de les acheminer vers un ouvrage de traitement adapté ;
- 16 bornes réparties en 8 points de l'aire permettant la distribution de l'eau et de l'électricité (prises mono et tri-phasées) protégées par un arceau en acier ;
- Un point propre en entrée d'aire avec conteneurs à déchets.

Depuis 2017 les travaux suivants ont été effectués sur l'aire de carénage.

- 2019 : Installation de conteneurs spécifiques destinés à recevoir les déchets des produits utilisés dans l'entretien des bateaux sur les espaces de carénage.

3.3.2. CALES DE CARENAGE

La cale de carénage se situe à l'extrémité sud du bassin nord à proximité de la capitainerie.



Figure 39 Localisation de la cale de carénage

En plus des opérations de carénage, elle est aussi utilisée pour la mise à l'eau des bateaux de sécurité du CN et mise à l'eau des clients du parc à bateaux.

La cale de carénage se décompose en deux zones :

- La zone sud de 360m² ;
- La zone nord de 570 m².



Figure 40 : Localisation des zones de carénage



Figure 41 : Photographie de la cale de carénage prise le 29/09/2021 par Artelia

Ces zones sont délimitées par des seuils bombés en béton permettant de diriger les effluents jusqu'à un caniveau de collecte. Le principe de fonctionnement de la cale est décrit sur la figure ci-dessous :

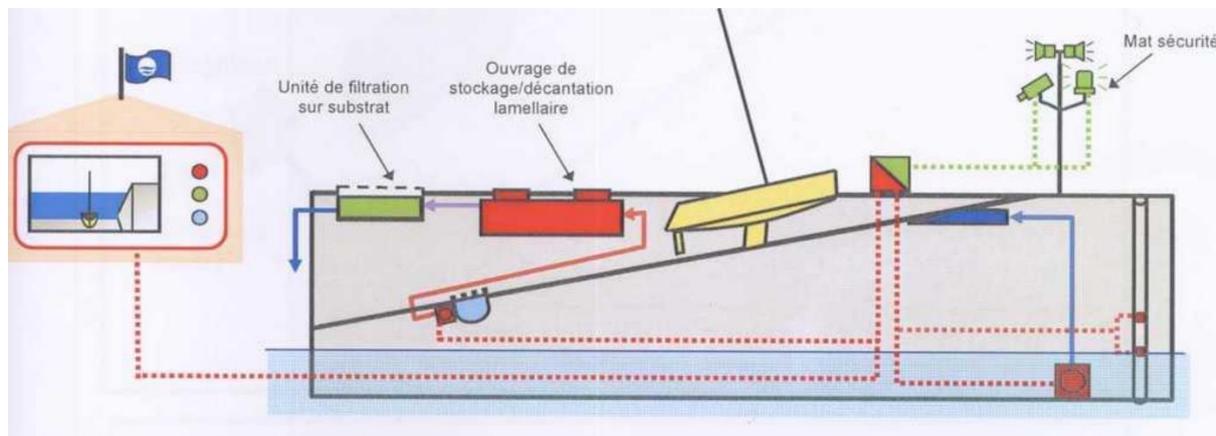


Figure 42 Principe de fonctionnement de la cale de carénage

Le dispositif intègre :

- Un dispositif de rinçage de la cale par marée descendante (pré-rinçage) et marée montante à partir d'un pompage d'eau de mer ;
- Un système de récupération et de relevage des eaux de lavage et de rinçage ;
- Un ouvrage de traitement des effluents de 50m³ composé d'un ouvrage de décantation lamellaire muni d'un filtre coalesceur et d'un filtre à base de zéolithe ;
- Un caniveau de récupération des eaux de lavage pour un acheminement vers l'unité de traitement de la cale nord ;
- Un dispositif de stockage et de déshydratation des déchets de carénage ;
- Un système de by-pass automatique pour traiter les apports pluviaux, rejet à la mer via le by-pass de la cale ;
- Un système de vidéosurveillance avec alarme sonore et visuelle permettant d'alerter les plaisanciers d'un futur rinçage automatique. Par le biais de cette installation, le capitaine de port peut suivre les opérations de carénage et la bonne utilisation de la cale ;
- 3 armoires de carénage et 3 bornes eau/électricité.

Depuis 2017, des travaux importants ont été effectués au niveau des cales de carénage :

- 2017 : Remise en état de la dalle béton sur la cale de carénage au niveau du conduit des buses de nettoyage à l'eau de mer ;
- 2017 : Remplacement des 4 enrouleurs des jets hautes pressions de la cale de carénage ;
- 2018 : Travaux de remise à niveau et d'extension des espaces de carénage. Ces travaux ont permis de répondre aux exigences de la police de l'eau quant aux rejets en mer des eaux de carénages ;
- 2020 : Remplacement de la vanne guillotine en haut de la cale de carénage ;
- 2020 : Remplacement des trappes de visite des pompes de relevage de cale de carénage ;
- 2020 : Fin des travaux de réceptacles des eaux de carénage sur la cale Nord ;
- 2020 : Entretien complet des pompes de relevage des systèmes de traitement des eaux de carénage.

3.3.3. ZONE DE STOCKAGE NORD

La zone de stockage Nord est située au nord de la cale de carénage.

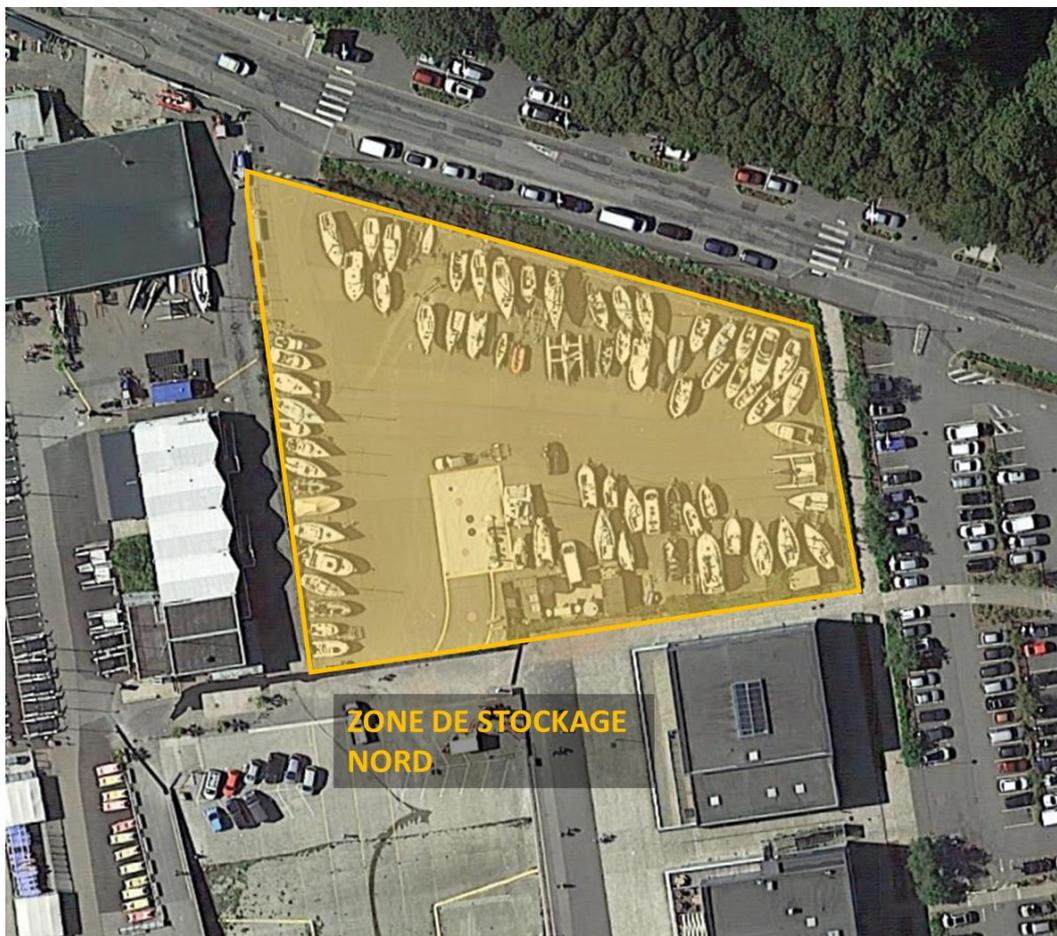


Figure 43 Localisation de la zone de stockage nord

Cette zone d'environ 4 400m² se caractérise par la présence de :

- 6 bornes mixtes réparties sur le pourtour de la zone;
- Une déchetterie ;
- Une cuve carburant ;
- Une aire de dépotage et ilot.

3.4. ETAT GENERAL DES MOYENS DE MANUTENTION

D'après le rapport d'activité de 2020, le port du Moulin Blanc dispose des moyens de manutention suivants :

- 1 Elévateur Ascom CU 40 tonnes ;
- 1 Elévateur Boatlift CU 50 tonnes ;
- 1 parklev 17 tonnes ;
- 1 chariot 20 tonnes ;
- 1 chariot 12 tonnes ;
- 2 chariots 8 tonnes ;
- 1 chariot 7 tonnes ;
- 1 chariot 2.5 tonnes ;

- 3 chariots élévateurs 3 tonnes ;
- 1 tracteur ;
- 1 nacelle.

Leur état général est caractérisé d'après les derniers rapport de contrôle APAVE de janvier 2022.

Equipements	Observations APAVE – janvier 2022
Elévateur à bateaux : ASCOM BHT 40 N°07135 Année : 2008	Défauts auxquels il faut absolument remédier : Les galets de translation sont à changer
Elévateur à bateaux : BOATLIFT N°265 Année : 2019	Tout est conforme
Elévateur à bateaux : ASCOM BHT 25 N°10051 Année : 2011	Défauts auxquels il faut absolument remédier : Flexibles endommagés à changer Les 2 spots sont à installer 1 arrêt d'urgence ne fonctionne pas
Chariot élévateur : 1 MANITOU MSI 30 4ST3A N°972140 Année : 2016	Tout est conforme
Chariot élévateur : 1 MANITOU MSI 30 4ST3A N°9243599 Année : 2007	Tout est conforme
Chariot élévateur : 1 MANITOU MSI 30 4ST3A N°107950 Année : 1994	Défauts Revoir tout le faisceau électrique Circuit électrique HS
Nacelle élévatrice : 1 NACALLE MATILSA N°VWCPARMA 181000055 Année : 2008	Tout est conforme
1 Chariot télescopique JCB 533-105 N° JCB5AHTGP91517384 Année : 2009	Tout est conforme

Tableau 10 : Synthèse du diagnostic des engins de manutention réalisé par l'APAVE en janvier 2022

3.5. ETAT GENERAL CLOS ET COUVERT DES BATIMENTS DU PORT

3.5.1. Bâtiments du port de plaisance

L'état général des clos et couvert repose sur :

- Le diagnostic technique de 2015 ;
- Les rapports d'activité de Brest'Aim de 2017 à 2020 ;

- La visite du 29 et 30/09 2021 par Artelia ;
- L'inventaire Marina de Brest'Aim de 2016.

L'état général des bâtiments du port de plaisance est décrit dans le tableau ci-après :

Bâtiment	Capitainerie	Hangar Atelier	Sanitaires
Année de construction	Années 80	Années 90	
Surface	312m ² (sans les sanitaires)	640m ²	160.75m ² au total (2 blocs sanitaires compris)
Performance énergétique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiment peu fonctionnel ▪ Espaces d'accueil réduits ▪ Manque d'espaces communs ▪ Début de corrosion au niveau des profilés aciers des menuiseries extérieures ▪ Mauvaise isolation générale du bâtiment ▪ Entrée d'eau par le bas des fenêtres au RDC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctionnel ▪ Phénomènes de tassements : Tassements au niveau du plancher du RDC. Les tassements engendrent un penchement des racks de l'atelier. BA a solutionné le problème en fixant les racks à la charpente mais celle-ci n'est pas à priori dimensionnée pour reprendre les charges induites par les racks. Une vérification est donc nécessaire. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entretien régulier des sanitaires et bon état général ▪ Remplacement des chaudières ▪ Installation des colonnes mitigeurs ▪ Remplacement tuyaux d'évacuation ▪ Peinture+ ▪ Installation réseau d'eau froide

Tableau 11 Diagnostic des bâtiments du port de plaisance

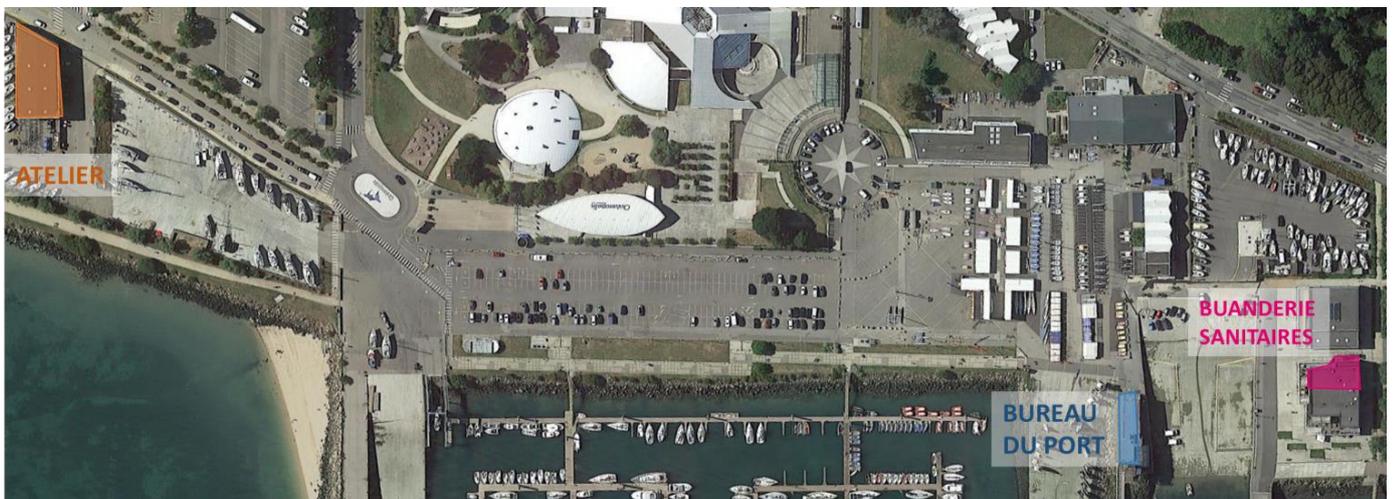


Figure 44 Localisation des bâtiments du port de plaisance

3.5.2. Bâtiments du centre nautique

L'état général des clos et couvert repose sur :

- Le qualification immobilière SOCOTEC de 2019 ;
- Le rapport d'audit énergétique de faisabilité solaire thermique réalisé ANHEOL EN 2019

Les informations principales relatives aux bâtiments du centre nautique sont données dans le tableau ci-après :

Bâtiment	A	B	C	D
	Hébergement	Atelier- Restaurant	Vestiaires- Administration	Maison du Nautisme
Activité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hébergement ▪ Conciergerie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stockage ▪ Atelier ▪ Réparation ▪ Bureaux ▪ Restauration froide 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vestiaires ▪ Bureaux ▪ Salles de Formation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vestiaires ▪ Bureaux ▪ Salle polyvalentes
Année construction	1981	1981 Extension fin 90	1981	1992
Année rénovation globale	-			
Nb niveaux	2			
Surface hors oeuvre nette	872m ²	1322m ²	750m ²	965m ²
Type énergie pour le chauffage	Gaz naturel			
Type d'énergie pour l'ECS	Gaz Naturel	Gaz Naturel Electricité	Gaz Naturel	Gaz Naturel Appoint Elec

L'état général des bâtiments du port du centre nautique est décrit dans le tableau ci-après :

Bâtiment	A	B	C	D
	Hébergement	Atelier- Restaurant	Vestiaires- Administration	Maison du Nautisme
Performance énergétique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consommations énergétiques importantes ▪ Enveloppes thermiques de faible performance ▪ Absence de régulation de chauffage ▪ Production d'eau chaude sanitaire centralisée et bouclage important induisant des surconsommations d'énergie ▪ Impossibilité de dissocier la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire 			
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chauffage de locaux ouverts sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chauffage de locaux ouverts sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ponts thermiques structurels nombreux et importants
Vétusté	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Équipements de chauffage et eau chaude sanitaire (production, distribution) vétustes. Les réseaux de distribution ont été sujets à des fuites sur les 15 dernières années. Réseau d'une 40aine d'années pour A,B,C et 30 ans pour D. ▪ Site sujet à des affaissements de sols,(fragilisation des fondations des bâtiments, fissures) 			
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Absence de données 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atelier très fonctionnel ▪ Partie restaurant de taille réduite 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réhabilitation de la partie étage pour faire des bureaux ▪ Revêtements des façades dégradés ▪ Bâtiment peu fonctionnel ▪ Non respect des normes AFNOR 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvais état général ▪ Diagnostic SOCOTEC 2019 : ▪ Équipements métalliques des façades corrodés et peintures façade mer fortement endommagée ▪ Enveloppe vétuste ; ▪ -Façade double peau :peau extérieure abîmée (percements, chocs,corrosion), faible épaisseur isolant ▪ -Façade légère en mur rideau, panneaux de remplissage en polyuréthane (non autorisés aujourd'hui de par leur réaction au feu), déformation façade (déformation d' huisseries, rupture de vitrages), -Menuiseries : déformation des éléments ▪ Protection ardoisée de l'étanchéité autoprotégée en fin de vie ▪ VMC : Débits très faibles, mauvais état et absence de nettoyage des bouches ▪ TGBT : pas d'arrêt d'urgence, pas de BAPI, TGBT accessible et non protégé du feu ▪ Plomberie : Odeurs caractéristique d'une mauvaise évacuation ▪ Sécurité Incendie : Certains éléments de charpente ne sont pas traités pour une stabilité au feu ▪ Protection chutes : Absence de protection en terrasse ▪ Diagnostic des fondations programmé > réponse en Juin
Confort	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hiver : Sensation de paroi froides et courants d'air frais importants 			
	-		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problématique importante d'humidité dans les vestiaires et locaux de séchage ▪ Inconfort en été 	

4. DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DU PORT DU MOULIN BLANC

4.1 GESTION DES FLUIDES

4.2 GESTION DES DECHETS

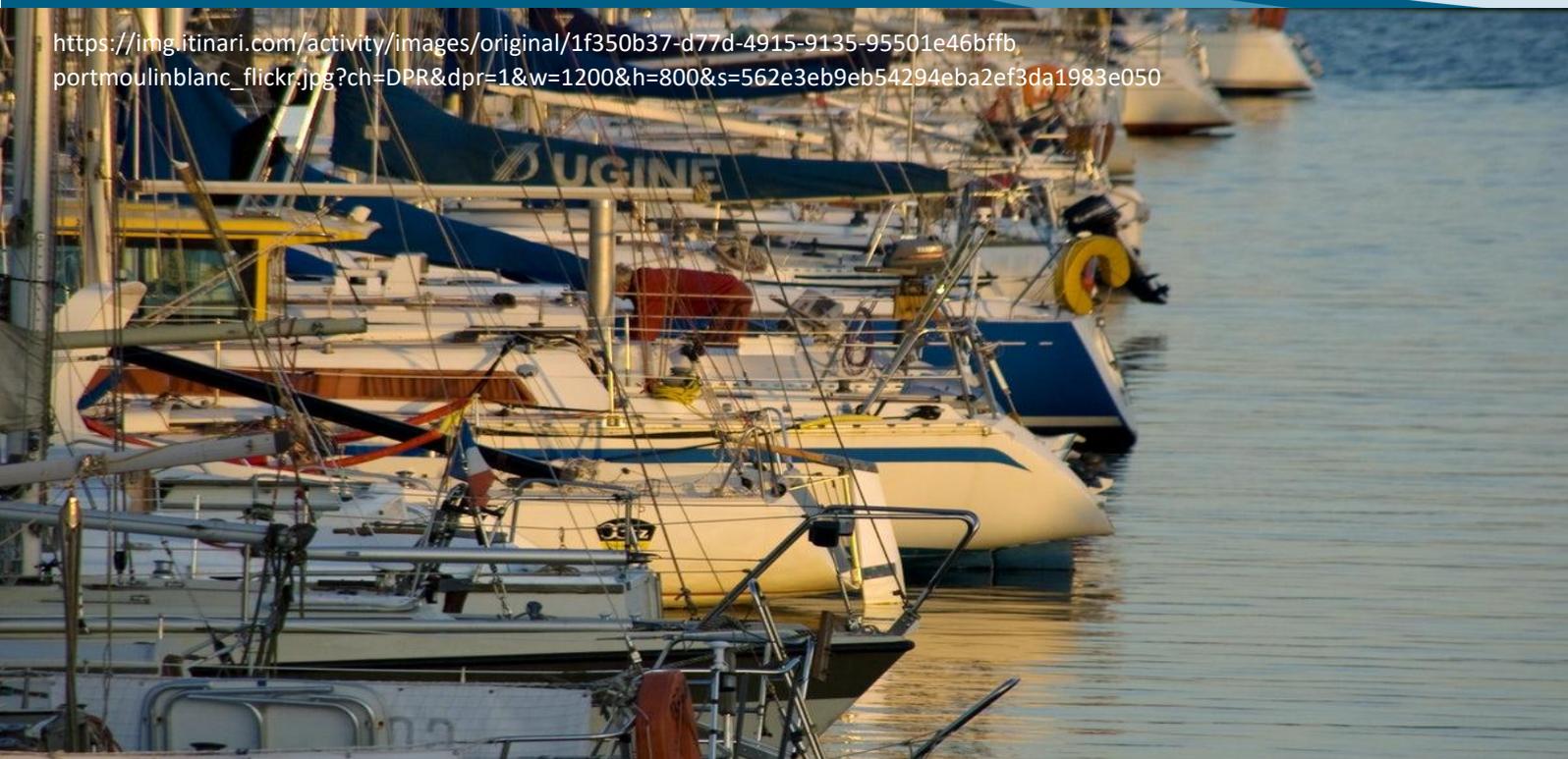
4.3 SANITAIRES

4.4 EFFICACITE LIEE AUX TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE CARENAGE

4.5 ASSAINISSEMENT ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE

4.6 EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES

https://img.itinari.com/activity/images/original/1f350b37-d77d-4915-9135-95501e46bffb_portmoulinblanc_flickr.jpg?ch=DPR&dpr=1&w=1200&h=800&s=562e3eb9eb54294eba2ef3da1983e050



4. DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DU PORT DU MOULIN BLANC

4.1. GESTION DES FLUIDES EAU & ELECTRICITE

Une analyse des consommations en eau et électricité a été réalisée sur la base des informations transmises par le port.

4.1.1. EAU

Les consommations sont décomposées par poste :

- Le bureau du port ;
- Les pontons du bassin sud ;
- Les pontons du bassin nord ;
- L'aire de carénage et l'atelier ;
- Le parc à bateau les Cormorans ;
- La zone événementielle.

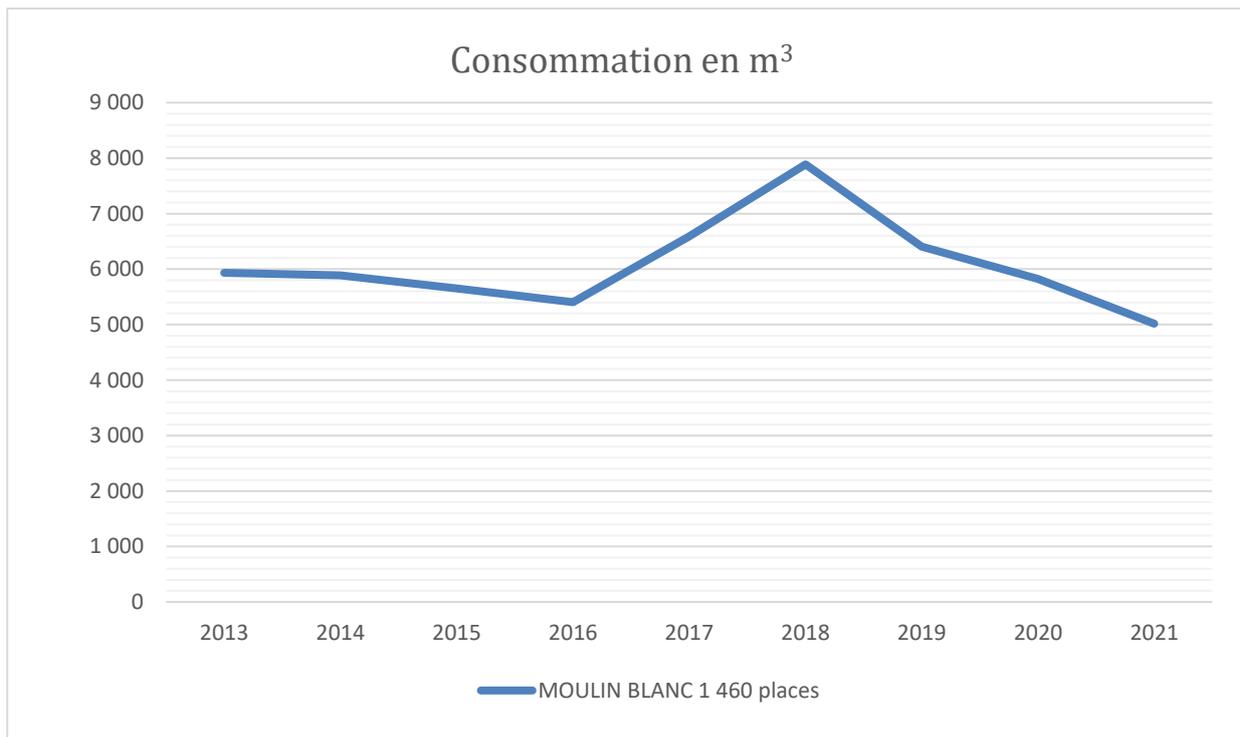


Figure 45 Graphique de la consommation annuelle d'eau en m³ entre 2013 et 2021

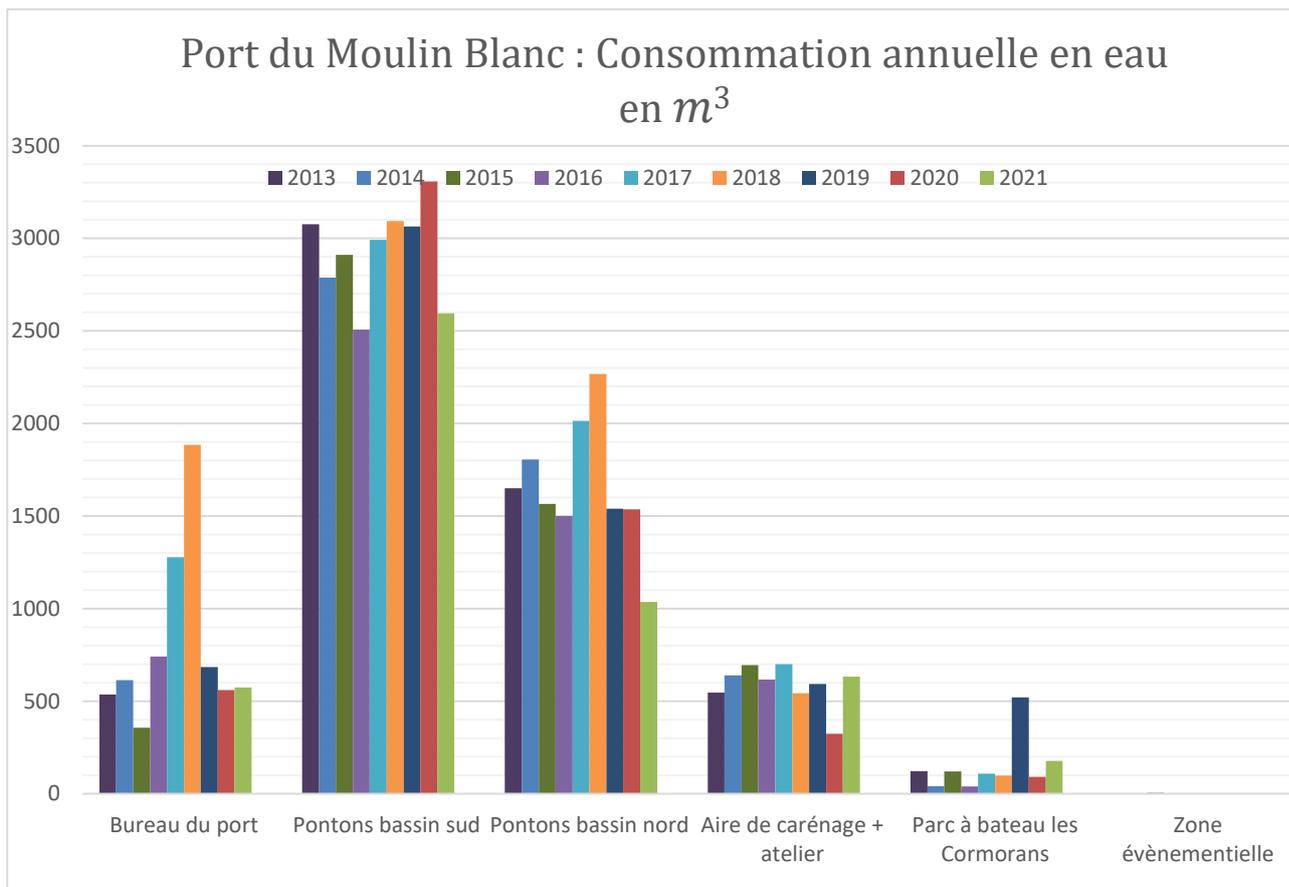


Figure 46 : Graphique de la consommation annuelle d'eau en m³ par poste entre 2013 et 2021

De manière générale la consommation en eau au niveau du port du Moulin Blanc est relativement stable avec une augmentation relativement importante entre 2016 et 2018.

La majeure partie des consommations en eau provient des pontons des bassins nord et sud, cela représente entre 71% et 83% de la consommation totale du port du Moulin Blanc.

La consommation en eau a connu quelques variations notables depuis 2013 avec notamment des consommations en eau plus importantes en 2017 et 2018 au niveau du bureau du port et des pontons des bassins nord et sud.

En 2019 la consommation en eau au niveau du bureau du port et des pontons du bassin nord a diminué pour atteindre les niveaux de 2016 et a de nouveau diminué en 2021. En revanche l'augmentation constatée depuis 2017 au niveau du bassin sud s'est confirmée et a poursuivi son augmentation en 2020. En 2021 la consommation au niveau des pontons du bassin sud a baissé.

En ce qui concerne l'aire de carénage les consommations en eau sont relativement constantes depuis 2014.

Enfin le parc à bateaux des cormorans enregistre une nette augmentation de sa consommation en eau sur 2019 puis une nette diminution en 2020 qui se confirme en 2021.

4.1.2. ELECTRICITE

4 compteurs sont identifiés sur le port du Moulin Blanc. On les trouve au niveau :

- Des pontons ;
- De l'aire de carénage ;
- Des bâtiments d'exploitation ;

- Du parking terre-plein.

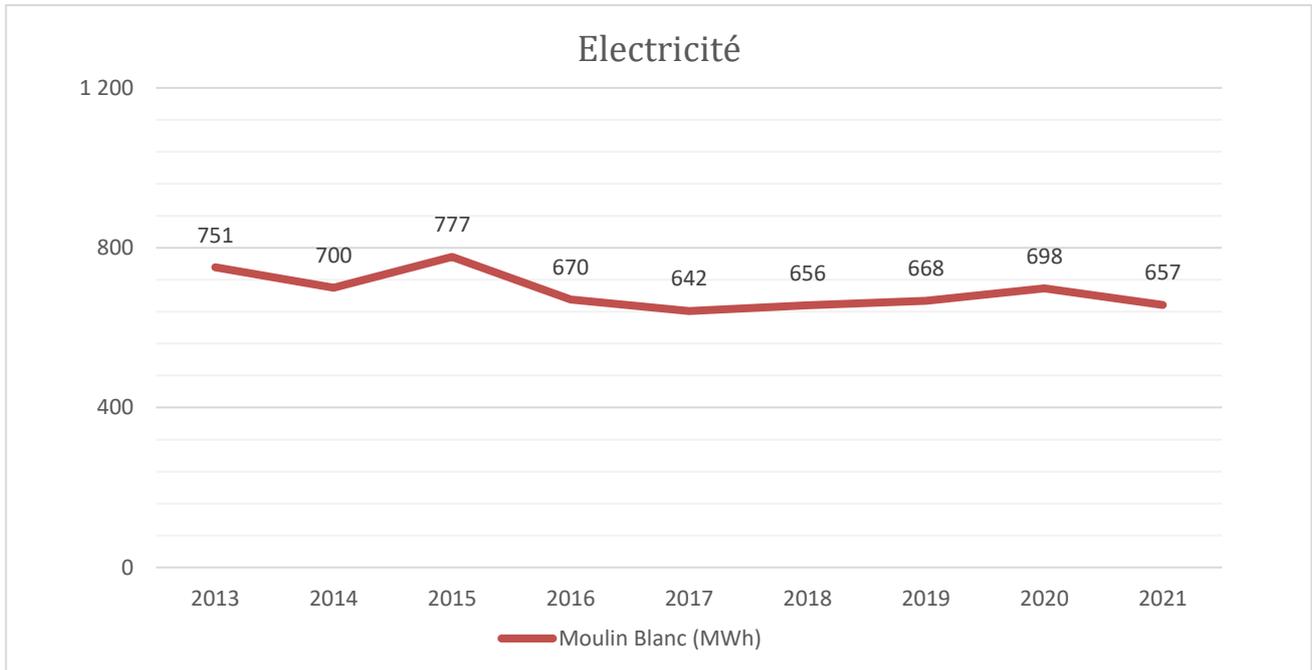


Figure 47 : Consommation d'électricité annuelle au niveau du port du Moulin Blanc entre 2013 et 2021

De manière générale, les consommations en électricité sont relativement constantes depuis 2016.

Dans un second temps, nous avons analysé les données de consommation pour chacun des 4 compteurs.

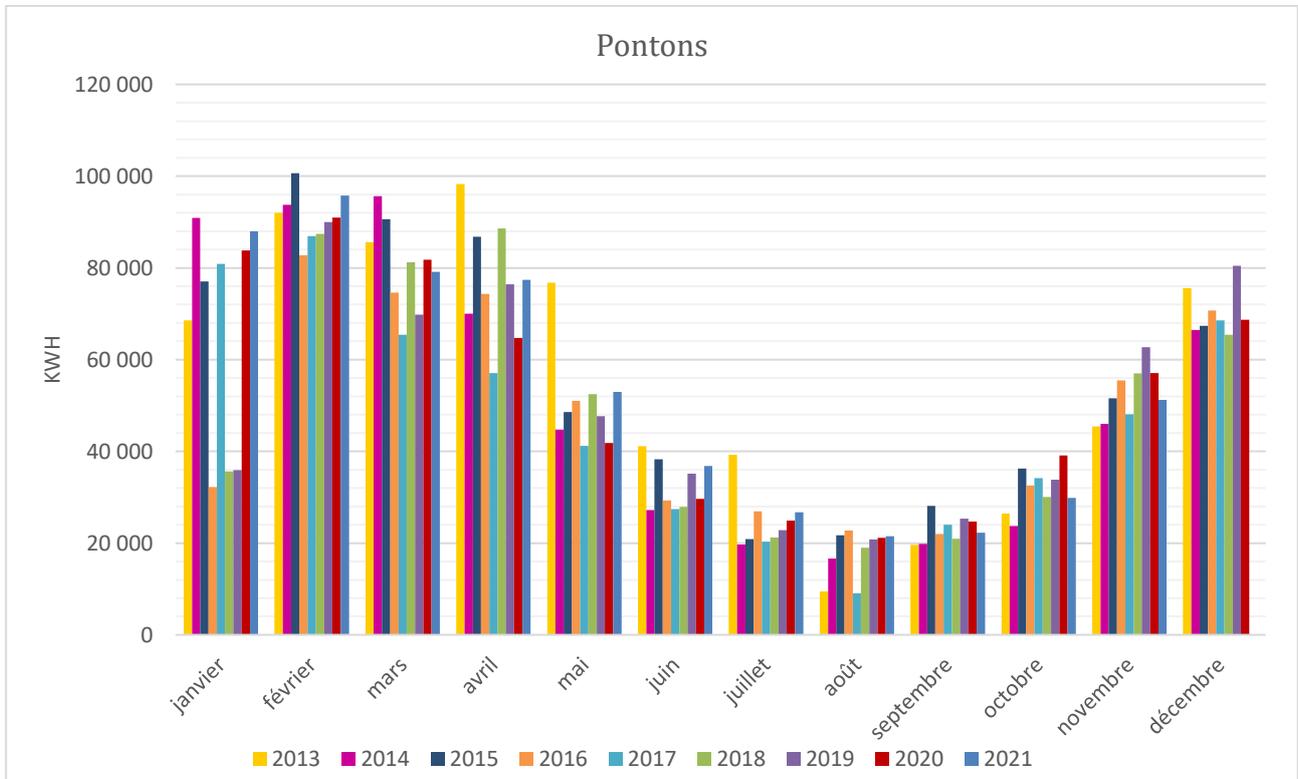


Figure 48 : Consommation d'électricité mensuelle sur les pontons entre 2013 et 2021

La forte consommation en électricité sur les pontons en période hivernale (novembre - avril) nous interroge. Celle-ci peut s'expliquer par une forte consommation des usagers résidant dans leurs bateaux (chauffage domestique) ou potentiellement des radiateurs laissés en fonctionnement dans les bateaux non habités.

Il conviendra de comparer ces consommations au regard du nombre de bateaux dans les bassins.

Des pistes de réduction de la consommation électrique semblent être à rechercher sur ces périodes hivernales.

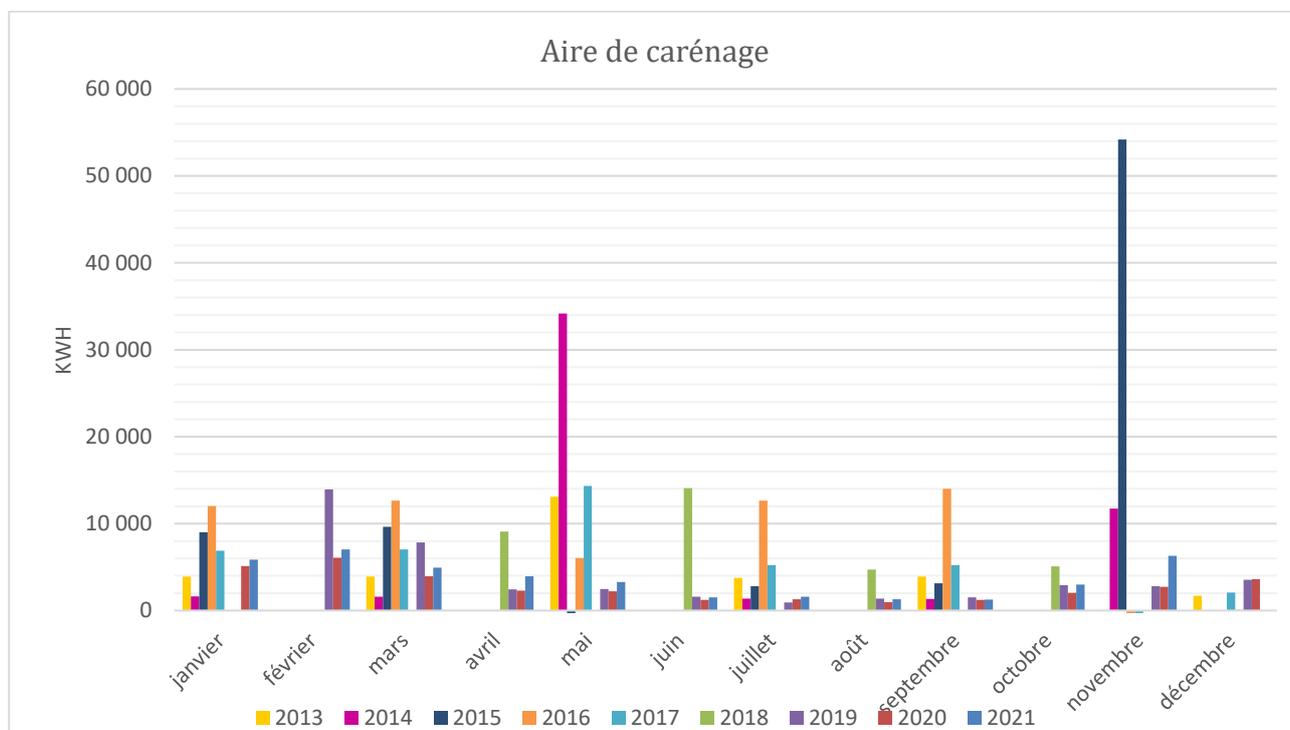


Figure 49 Consommation d'électricité mensuelle sur l'aire de carénage entre 2013 et 2021

Les consommations sont relativement homogènes. On note cependant de forts pics en mai 2014 et en novembre 2020 qui sont à priori à rattacher à des travaux sur la zone. Cette hypothèse est à confirmer auprès de Brest Aim.

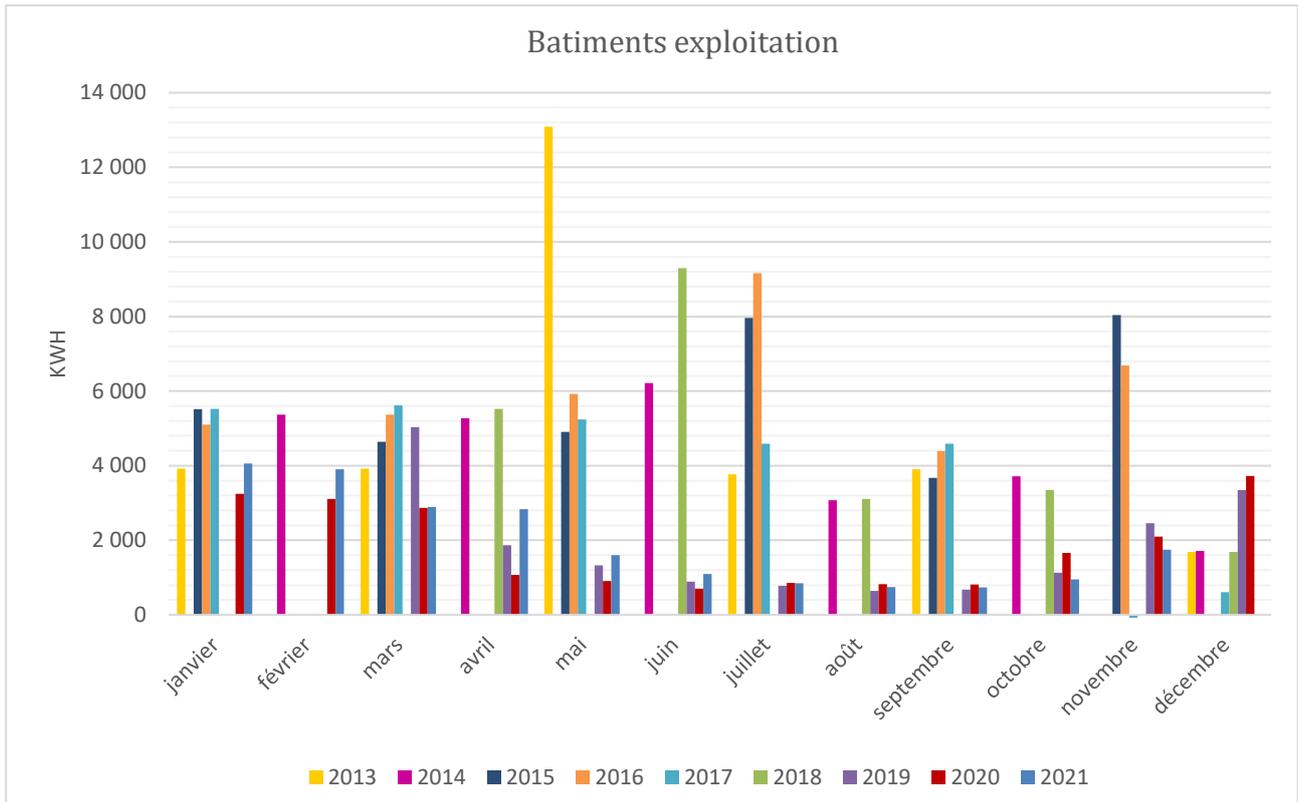


Figure 50 Consommation d'électricité mensuelle au niveau des bâtiments d'exploitation entre 2013 et 2021



Figure 51 Consommation d'électricité mensuelle au niveau du parking terre-plein entre 2013 et 2021

Les consommations sont assez hétérogènes. Il conviendrait de faire un suivi plus précis pour essayer de comprendre ces variations.

4.1.3. GAZ

Nous ne disposons pas de données concernant les consommations en gaz.

4.2. GESTION DES DECHETS

La gestion des déchets est une problématique importante dans les ports. Il faut noter l'existence de la directive 2000/59/CE du Parlement et du Conseil européen du 27 novembre 2000 relative aux installations de réception portuaire pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison. Ce texte prévoit que tous les ports maritimes, y compris les ports de plaisance, doivent disposer d'installations adaptées pour recevoir tous les déchets en provenance de tous les navires fréquentant le port. Cette directive a été transcrite en droit français par le décret 2003-920 du 22 septembre 2003.

L'article R.121-2 (portant transposition de la directive) au code des Ports maritimes stipule notamment : « Le directeur du port établit, pour des périodes successives de trois années, le cas échéant en concertation avec d'autres ports de la même façade maritime, un plan de réception et de traitement des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison permettant de répondre aux besoins des navires utilisant le port. »

Il est à noter que la Marina du Moulin Blanc dispose d'un plan de réception et de traitement des déchets d'exploitation des navires.

Les informations principales ont été reportées sur la figure ci-dessous.

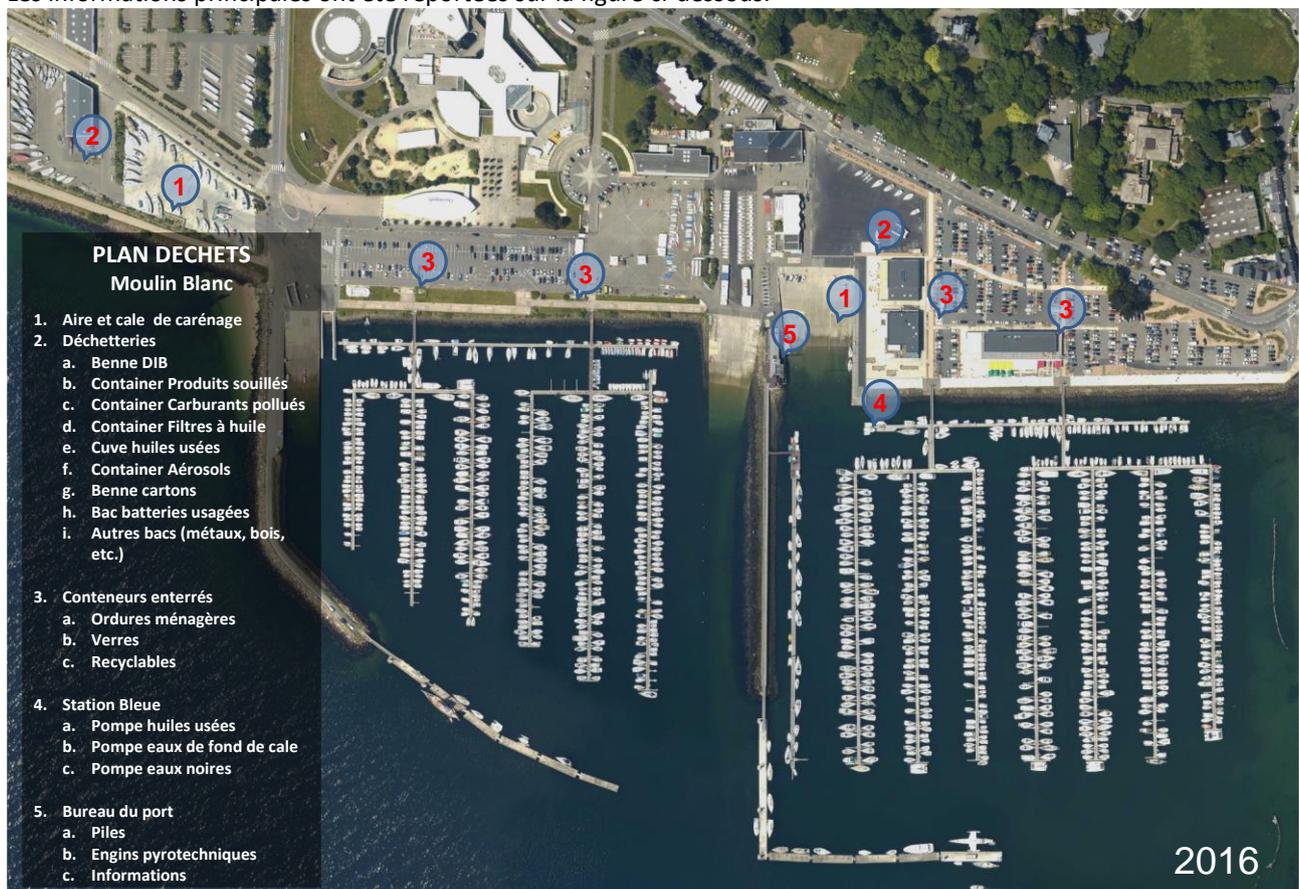


Figure 52 : Plan de localisation de réception portuaire des déchets

4.2.1. GESTION DES DECHETS MENAGERS

Le port du Moulin Blanc dispose d'un certain nombre de containers pour la collecte des déchets ménagers et assimilés. Les déchets ménagers et assimilés sont ceux produits par les ménages y compris les déchets dits "occasionnels" tels que les encombrants, les déchets verts et les déchets de bricolage.

Ils correspondent également aux déchets industriels banals (DIB) produits par les artisans, les commerçants et les activités diverses de service, collectés en mélange avec les déchets des ménages.

Concernant le tri sélectif, des points d'apports volontaires sont répartis en 4 endroits du port :

- 8 containers enterrés pour les déchets ménagers répartis en tête des passerelles desservant les pontons, à proximité des commerces pour le bassin nord.
- 3 containers enterrés pour tri sélectif (papier, cartonnage, plastiques, etc.), même répartition.
- 4 containers enterrés pour le verre, idem.

On trouve également des poubelles réparties tout le long de la promenade en front de mer. La collecte des déchets est assurée par les services techniques de Brest Métropole plusieurs fois par semaine avec une fréquence accrue lors de la haute saison touristique.



Figure 53 : Conteneurs enterrés situés à proximité du bassin sud au niveau des passerelles 1 et 2



Figure 54 : Conteneurs enterrés situés à proximité du bassin nord au niveau des restaurants du Tour du monde et de l'Admirals

Depuis 2017 les améliorations suivantes ont été effectuées en terme de gestion de déchets :

- Des campagnes de sensibilisation au respect du tri sélectif sont effectuées chaque année au travers notamment d'opérations telles que « Je navigue, Je trie » ;
- 2019 : Des conteneurs spécifiques destinés à recevoir les déchets des produits utilisés dans l'entretien des bateaux sur les espaces de carénage ont été installés. Cette action est réalisée en partenariat avec EcoDDS, société à but non lucratif dont la mission est d'encourager le tri, la collecte et le traitement de certains déchets chimiques.

4.2.2. DECHETS INDUSTRIELS

Les déchets industriels sont ceux résultant d'une activité professionnelle. Trois types principaux de déchets peuvent être cités :

- Les déchets industriels spéciaux (DIS);
- Les déchets industriels banals (DIB);
- Les déchets inertes (sont souvent associés aux déchets du bâtiment).

Les DIS sont des déchets de l'industrie et de l'artisanat qui présentent un caractère de dangerosité : substances toxiques, irritantes, corrosives, explosives, etc... Par conséquent, leur transport et élimination s'avère réglementée et requiert des filières spécifiques. Ils peuvent être soit valorisés, soit traités ou stockés (centre d'enfouissement technique de classe 1 ou centre d'enfouissement profond).

Les principaux types de DIS concernent :

- Les déchets de traitement de dépollution ;
- Les déchets liquides huileux ;
- Les déchets minéraux et matériels souillés.

L'entretien des bateaux, en général réalisé par les chantiers navals, nécessite l'utilisation de peintures, solvants rentrant dans cette catégorie des déchets spéciaux.

A noter que les plaisanciers génèrent également de tels déchets. Les « déchets spéciaux » liés à l'activité nautique peuvent être :

- Les piles ;
- Les batteries de moteur ;
- Les huiles usagées (dont huiles de fritures Cf : restaurants à proximité)
- Les produits toxiques (peintures, antifouling, solvants etc.) ;
- Les matériaux ou emballages souillés (pinceaux, torchons, cartons etc.).

Ces déchets sont collectés à 3 endroits du port :

- Le premier correspond au point propre situé sur la zone de stockage nord ;
- Le second correspond au point propre situé sur l'aire de carénage sud ;
- Le dernier se situe près de l'atelier (zone sud également).

Ainsi, sont collectés :

- Les bennes à cartons et plastiques ;
- Batteries- piles ;
- Aérosols ;
- Huiles usées ;
- Carburants pollués ;
- Déchets souillés ;
- Filtre à huile ou carburant ;
- Cuves pour huiles usées ;
- Les DIB.

Pour cela le port dispose des installations suivantes :

- 4 conteneurs ECO 5000, disposés en fonction des besoins sur les cales et aires de carénage.
- 4 bacs 660 litres, mobiles.
- 2 déchetteries – tri sélectif (1 sur la zone de stockage, cale nord, la seconde auprès de l'aire de carénage, cale sud) :
 - ✓ Benne à cartons et plastiques,
 - ✓ Batteries – piles,
 - ✓ Aérosols,
 - ✓ Huiles usées,

- ✓ Carburants pollués,
 - ✓ Déchets souillés,
 - ✓ Filtres à huile ou à carburant,
 - ✓ Benne 15m3 DIB,
- Cuve pour huiles usées.
 - Bac à piles usées au bureau du port.
 - 2 bacs de récupération des égouttures lors du remplissage des bidons à la station de distribution de carburant (1 par distributeur).
 - Des corbeilles à papier le long des promenades bordant les bassins.
 - 1 cale de carénage (2 zones) avec récupération et traitement des déchets de carénage, dans le bassin nord

4.2.3. EAUX GRISES ET EAUX NOIRES

Il convient de distinguer :

- Les eaux noires et eaux grises : elles correspondent aux eaux usées des bateaux (sanitaires et cuisine) ;
- Les eaux de fond de cale : ce sont les eaux contenant des résidus de carburant et d'huile de moteur.

Le port du Moulin Blanc est équipé d'une « station bleue », dispositif permettant la collecte des eaux grises et des eaux noires ainsi que des eaux de fond de cale. Les eaux usées sont pompées puis envoyées vers les stations d'épurations de la communauté urbaine.

Celle-ci se situe au niveau de la panne collectrice du bassin nord, non loin de la capitainerie. Une signalétique spécifique permet d'expliquer le fonctionnement de l'équipement aux usagers :



Figure 55 Localisation de la station bleue (station permettant l'évacuation des eaux noires et grises)



Figure 56 : Photographie de la station bleue

4.2.4. PLAN DE RECEPTION ET DE TRAITEMENT DES DECHETS DES NAVIRES

Le port a mis en place un plan de réception et de traitement des déchets des navires dont les modalités sont présentées ci-après.

Déchets solides

Déchets à traiter	Entreprises en charge de la collecte	Modalités de dépôt et de collecte
Déchets ménagers	Service Répurgation de la collectivité	Les conteneurs sont à disposition des usagers par la collectivité. Ils sont vidés plusieurs fois par semaine, avec une densification des passages en saison.
Papiers, cartons, plastiques	Service Répurgation de la collectivité	Idem. Les déchets sont déposés au centre de tri et réorientés vers les filières appropriées.
Cartonnage lourd	BRESTAIM	Idem. Les déchets sont déposés au centre de tri et réorientés vers les filières appropriées.
Verres	Service Répurgation de la collectivité	Idem. Les déchets sont déposés au centre de tri et réorientés vers les filières appropriées.
Bois	BRESTAIM	Bacs dédiés à la déchetterie.
Métaux		
Filtres		
Aérosols		
Produits pollués		
Batteries	BRESTAIM	Les batteries sont stockées en caisse palette et envoyées vers une entreprise spécialisée.
Piles	BRESTAIM	Les piles sont stockées en conteneurs et envoyées vers une entreprise spécialisée.
DIB	BRESTAIM	Benne 15m ³ - Les déchets sont déposés au centre de tri et réorientés vers les filières appropriées
Engins pyrotechniques	Revendeurs	Recyclés via l'APER PYRO.

Déchets de carénage	BRESTAIM	Les boues sont collectées et déshydratées avant évacuation vers un centre spécialisé.
----------------------------	----------	---

Tableau 12 : Plan de réception des déchets solides

Déchets liquides :

Déchets à traiter	Entreprises en charge de la collecte	Modalités de dépôt de collecte
Huiles usées	BRESTAIM	Les huiles sont stockées en cuve et récupérées par une entreprise spécialisée.
Eaux de cale	BRESTAIM	Après débouillage et déshuilage, les eaux sont rendues dépolluées au milieu. Les polluants sont stockés (voir huiles usées)
Eaux grises	BRESTAIM	Après pompage, les déchets liquides sont ramenés via le réseau d'assainissement urbain à la station d'épuration.

Tableau 13 : Plan de réception des déchets liquides

4.3. SANITAIRES

Note sur le règlement sanitaire départemental : Ce règlement constitue le texte de référence pour imposer des prescriptions en matière d'hygiène et de salubrité aux activités qui ne relèvent pas du champ d'application de la loi du 19 juillet 1976, c'est-à-dire des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Le point qu'il s'avère important de rappeler pour la suite de l'étude sont les suivants :

Article 95 Mesures particulières visant les ports de plaisance

« Tout projet de création ou toute exploitation d'installations portuaires, appontements, bassins de mouillage et, en général, tout aménagement intéressant les eaux intérieures ou littorales capables de recevoir les navires de plaisance de plus de deux tonneaux, doit comporter des équipements sanitaires en rapport avec le nombre des postes d'amarrage.

Les équipements sanitaires sont répartis en un ou plusieurs groupes sanitaires.

Chacun de ces groupes comprend : « - Par tranche de 25 postes d'amarrage : 1WC, 1 urinoir, 1 lavabo et 1 douche ;

- En outre, par tranche de 50 postes d'amarrage : 1 bac à laver.
- Au-delà de 400 postes d'amarrage, un coefficient d'abattement de 5% par tranche supplémentaire de 100 postes peut être appliqué au nombre total d'appareils résultant du calcul précédent.

...La répartition des groupes sanitaires doit être telle que le trajet entre un poste d'amarrage et le groupe le plus proche ne soit pas supérieur à 200m.

Les quais et appontements doivent être équipés de récipients réservés aux déchets munis d'un dispositif de fermeture et d'une capacité minimale de 75l. Leur espacement ne doit pas excéder 35m. »

Par ailleurs, en fonction des contraintes du site, le Préfet est en mesure d'accorder des dérogations « dans des cas exceptionnels et sur proposition du Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales ».

Impact:

Il convient de souligner que l'article 95 du règlement sanitaire départemental s'applique aux bateaux de plus de 2 Tonneaux. On prendra l'hypothèse que les bateaux de plus de 7m sont potentiellement supérieurs à 2 Tonneaux et que 20% de la flotte est de taille inférieure au port.

Au vue de ce règlement, il est nécessaire de disposer des équipements suivants :

	WC	Urinoir	Lavabo	Douche	Bac à laver
Pour 25 postes	1	1	1	1	-
Pour 50 postes	1	1	1	1	1

Pour 1168 postes	23	23	23	23	23
-------------------------	----	----	----	----	----

Tableau 14 Equipements sanitaires portuaires nécessaires au vue du règlement sanitaire départemental

Les équipements sanitaires du port du Moulin Blanc (D'après diagnostic 2016) :

Sanitaires	Femme/Homme	WC	Urinoirs	Lavabo	Douches
Bureau du port	Homme	4	2	4	4
	Femme	4		5	4
Capitainerie	Homme	6	3	4	6
	Femme	6		5	6
Total		20	5	18	20

Tableau 15 Inventaires des équipements sanitaires

Le nombres de sanitaires du port n'est à priori pas suffisant au regard du règlement sanitaire départemental (ce qui est le cas pour la plupart des ports de plaisance en France).

Cependant aucune observation n'a été relevée sur le manque d'équipements sanitaires sur le port, il peut être considéré en toute logique que les équipements sanitaires existants sont suffisants.

4.4. EFFICACITE LIEE AU TRAITEMENT DES EFFLUENTS DE CARENAGE

2 sites sont utilisés sur le port pour le carénage :

- L'aire de carénage sud ;
- La cale de carénage.

Ces installations sont décrites en section 3.3.

Dans le diagnostic technique et environnemental remis en 2015 il était mentionné que l'agence de l'Eau Loire Bretagne avait pointé un certain nombre de dysfonctionnements sur la cale de carénage et estimait que les systèmes actuels étaient perfectibles.

Depuis 2015 d'importants travaux ont été effectués afin de mettre aux normes les installations de carénage. Les travaux effectués sont détaillés en section 3.3.2.

Un suivi bisannuel de l'efficacité du traitement et de la qualité des eaux au droit de la cale a été mis en place.

4.5. ASSAINISSEMENT ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE

4.5.1. RESEAU D'EAUX USEES

Le port du Moulin Blanc est desservi par le réseau d'assainissement de Brest Métropole qui détient cette compétence. Ainsi, le service est assuré par la société Publique Locale Eau du Ponant depuis le 1er avril 2012.

4.5.2. RESEAU D'EAUX PLUVIALES

Le port du Moulin Blanc se caractérise par la présence d'un réseau d'eaux pluviales qui collecte les eaux pluviales ruisselant sur la voirie et les aires de stationnements/parkings. Cependant, aucun élément, ni plan ne nous a été fourni à ce sujet.

A noter que les eaux pluviales drainent un certains nombres de polluants, en particulier des Matières En Suspension (MES) et des hydrocarbures comme le rappelle le tableau ci-dessous :

Causes de pollution	Type de polluants contaminants
Lessivage des surfaces	Matières en suspension
	Hydrocarbures et micropolluants
	Pollutions bactériennes
	Macro-déchets
Pollutions accidentelles (liquides toxiques ou polluants)	Produits chimiques divers Les risques sont augmentés par la présence d'installations de stockage de produits liquides polluants (stations de carburants, industries).
Rejet de déchets liquides dans les avaloirs du réseau pluvial	Produits chimiques divers Les risques sont augmentés si des camions transportant des liquides dangereux ou polluants fréquentent régulièrement le bassin versant.
Mauvais raccordement d'un réseau privé d'eaux usées (raccordement direct sur le pluvial)	Ces pratiques concernent généralement les huiles de fritures (restauration) bien que la législation ait imposé une mise aux normes depuis le 31 décembre 2005.
Dysfonctionnement du réseau d'eaux usées se déversant dans le pluvial	Pollutions bactériennes et organiques. Les risques liés aux réseaux privés sont généralement faibles car les quantités déversées sont minimales (quelques équivalents habitants). Les risques de dysfonctionnement des réseaux d'eaux usées communaux peuvent être beaucoup plus importants

Tableau 16 : Polluants susceptibles d'être véhiculés par les eaux pluviales.

Du fait des exutoires présents dans le port, il serait intéressant de savoir si ces eaux pluviales sont traitées avant rejet dans le port afin d'éviter toute dégradation de la colonne d'eau et des sédiments.

4.5.3. RESEAU D'EAU POTABLE

Le port est desservi par le réseau d'eau potable, la compétence associée étant détenue par Brest Métropole Océane.

4.6. EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES

Selon les informations fournies par le port, ce dernier stocke dans son atelier des équipements de lutte contre les pollutions accidentelles. Ces moyens de lutte correspondent le plus souvent à des pollutions de type hydrocarbure et sont souvent associés à des problématiques d'avitaillement. A ce jour, le port dispose d'un barrage d'environ 15m et de feuilles absorbantes.

La gestion des problématiques de pollutions s'effectue en lien avec les pompiers, et leurs équipements, ainsi que ceux du CEDRE se trouvant à proximité.

5. HIERACHISATION DES DYFONCTIONNEMENTS ET DEFINITION DES OBJECTIFS

5.1 RAPPEL

5.2 DYSFONCTIONNEMENTS IDENTIFIES

5.3 ACTIONS A ENTREPRENDRE



5. HIERARCHISATION DES DYSFONCTIONNEMENTS ET PISTES D'AMÉLIORATION

5.1. RAPPELS

L'objet de la présente étude a pour objet de se concentrer sur les différents thèmes identifiés ci-dessous et correspondant à la demande du maître d'ouvrage :

Theme de l'étude	Sous-thème retenu par le maître d'ouvrage
Aspects techniques	Pontons, passerelles et catways
	Equipements connexes des infrastructures flottantes
	Moyens de manutention
	Clos et couvert des bâtiments
Aspects environnementaux	Gestion des consommations
	Unités d'équipements sanitaires
	Système de pompage des eaux grises/eaux noires
	Equipements connexes du port pour la propreté du plan d'eau et la lutte contre les pollutions par hydrocarbures
	Effluents de carénage
	Plan de réception et de traitement des déchets (directive européenne 2000/59/CE)
Déchetterie portuaire, collectes sélectives	

Tableau 17 Inventaire des dysfonctionnement identifiés

5.2. DYSFONCTIONNEMENTS IDENTIFIES

Le tableau suivant reprend les principaux désordres/ dysfonctionnements identifiés et les risques/ enjeux associés.

Thème de l'étude	Sous-thème retenu	Dysfonctionnements/Observations	Risque/Impacts	Hiérarchisation	
Aspects techniques	Pieux	-Etat détérioré au niveau du bassin SUD -Etat variable au niveau du bassin NORD			
	Infrastructures flottantes	Pontons Bassin Sud	-Gites sur certains pontons -Platelages gondolés -Problèmes de flottaison	Risque modéré	
		Pontons Bassin Nord	-Gites prononcés sur certains pontons -Platelages gondolés -Problèmes de flottaison -Problèmes de planéité	Risque modéré	
		Catways Bassin Sud	-Défaut de flottabilité constaté sur certains catways -Platelage gondolé -Catways non adaptés (non amovibles) et peu fonctionnels	Risque modéré	
		Catways Bassin Nord	-Défaut de flottabilité constaté sur certains catways -Platelages gondolés		
		Brise-clapots	-Les brises-clapots présentent un état général dégradé : corrosions au niveau des colliers de guidage, patins détériorés, absence de passerelles, passage des réseaux aléatoires, fers visibles sur brise- clapot nord, gîte prononcée, etc.; -Problèmes importants d'agitation résiduelle (Cf diagnostic spécifique brise-clapot ARTELIA 2021)	Risque fort Protection du plan d'eau insuffisante	
	Equipements connexes des infrastructures flottantes	-Défauts de fixation de certains potelets et/ou bornes -Echelles de sécurité détériorées -Capots de prises des bornes électriques endommagés ou absents -Laquage des potelets eau à reprendre sur l'ensemble des pannes La présence des défauts énoncés précédemment varie selon l'ancienneté des pontons	Equipements seront à changer avec le renouvellement des pontons		
	Moyens de manutention	Les moyens de manutention sont globalement en bon état. (Cf Diagnostic APAVE 2022)	Suivi annuel		
Clos et couvert des bâtiments du port de plaisance	-Capitainerie : espaces destinés à l'accueil du public sont assez réduits. -Hangar/ atelier : phénomène de tassement qui engendrent un penchement d'un système de racks de l'atelier. Brest' Aim a solutionné le problème en fixant le système de rack à la charpente. Cette solution n'est pas pérenne dans la mesure où la charpente n'a pas été à priori dimensionnée pour reprendre les charges induites par les racks. Ce point est à vérifier pour éviter une déstabilisation de la structure du bâtiment du fait des charges complémentaires apportées par le rack. -Les sanitaires sont en bon état général.	Réflexion à mener sur l'amélioration de l'accueil à la capitainerie. Vérifications structurelles à réaliser à court terme sur le hangar atelier pour vérification de la non-incidence de la fixation des racks à la charpente.			

	Clos et couvert des bâtiments du centre nautique	-Atelier Restaurant : Atelier très fonctionnel et Restaurant de taille réduite -Vestiaires/ Administration : Ne respecte pas les normes AFNOR, bâtiment peu fonctionnel, revêtements de façades dégradés -Maison du nautisme : Mauvais état général (équipements métalliques de façade corrodés, enveloppe vétuste, débits de VMC très faibles, mauvaise évacuation, éléments de charpente pas tous traités au feu cf 3.5.2)	Risque modéré	
--	--	--	---------------	--

Tableau 18 : Dysfonctionnements identifiés sur le plan technique et risques enjeux/associés

Thème de l'étude	Sous-thème retenu	Dysfonctionnements/Observations	Risque/Impacts	Hiérarchisation
Aspects environnementaux	Efficacité des ouvrages de traitement relatif au carénage	-Des améliorations ont été apportées à la cale de carénage, le système de traitement et le système électrique ont été retenus en 2018.	Faible	
	Unité d'équipements sanitaires (toilette, douche, lavabo) et de bacs à vaisselle	Au vu du règlement sanitaire, il manque des équipements sanitaires sur le port. Cependant, il a été considéré que les équipements sanitaires existants étaient suffisants. Cet aspect peut toutefois être soumis à controverse en fonction de la perception des textes réglementaires.	Pas de risques identifiés à ce stade : il serait intéressant d'établir un questionnaire auprès des plaisanciers.	
	Ouvrage de traitement des eaux pluviales/rejets dans le port	Pas de données	Risque de pollutions chroniques affiliées aux eaux pluviales pouvant entraîner une pollution chimique du plan d'eau du port si aucun ouvrage de traitement : suivi préconisé	
	Analyses des eaux et sédiments	Pas de données récentes (Dernier diagnostic en 2015)	Investigations à réaliser en cas de dragage	
	Politique de réduction des dépenses en énergie et en eau	-Electricité : La majorité des bornes ne sont pas équipées de système de temporisation. Très forte consommation en hiver sur les pontons. -Eau : Pas de système de temporisation car potelets. Absence de compteur. Absence de détecteur de fuite.	Consommation en électricité forte en période hivernale : suivi des ressources en eau et électricité à poursuivre. Système de temporisation et solutions de réduction de la consommation à explorer	

Tableau 19 : Dysfonctionnements identifiés sur le plan environnemental et risques enjeux/associés

5.3. ACTIONS A ENTREPRENDRE SUR LES INFRASTRUCTURES ACTUELLES

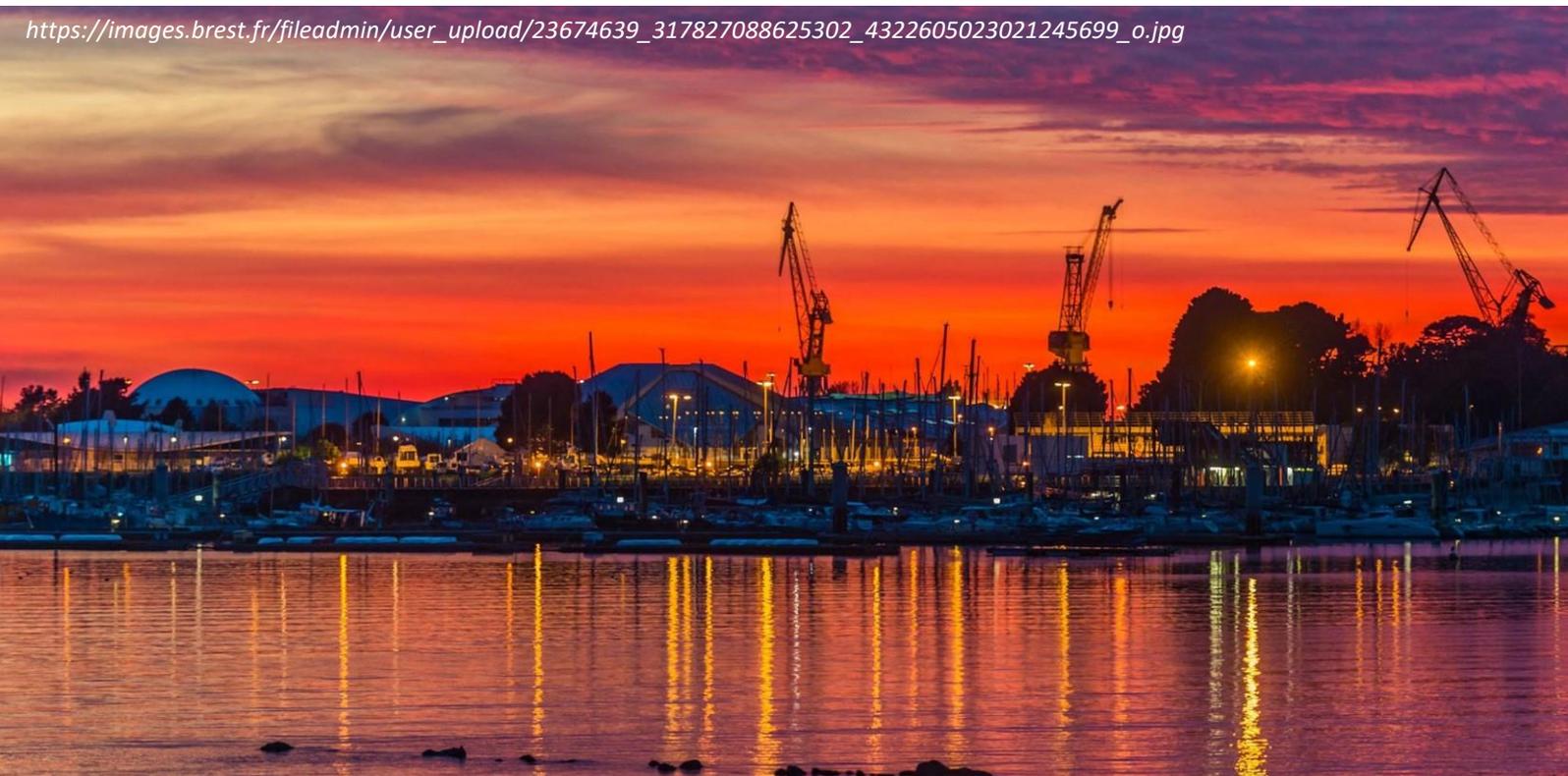
Sur la base de l'état des lieux décrits précédemment, les actions suivantes peuvent être proposées à ce stade :

N° actions	Thème sujet	Priorité	Commentaires
1	Remplacement des 3 premières générations de pieux au port du Moulin Blanc	Forte	Le remplacement des pieux et des pannes est à effectuer dans le cadre d'une réflexion globale du fonctionnement de la marina
2	Entretien/ réparations Brises clapot	Forte	Des travaux de réfection d'urgence sont à envisager (changement des pièces métalliques corrodés...). Le remplacement des brises- clapot est à effectuer dans le cadre d'une réflexion globale sur la protection des infrastructures Estimation préliminaire (800k € à 1 M€)
3	Vérification structurelles à réaliser à court terme sur le hangar-atelier	Forte	vérification de la non-incidence de la fixation des racks à la charpente
4	Renouvellement des pannes en mauvais état et des catways	Moyenne	Pannes D, E, F, J ainsi que les pannes collectrices, DEF et G/I et la passerelle n°1 Estimation préliminaire (4M€ à 5M€)
5	Actions d'amélioration du suivi et réduction des consommations d'électricité et d'eau	Moyenne	Ces actions sont à mener dans le cadre du schéma directeur mais aussi dans le cadre du renouvellement des pannes (mise en place d'équipements récents « eco-friendly »).
6	Réflexions sur l'amélioration de la fonctionnalité/ Accueil au niveau de la capitainerie.	Faible	Ces actions sont à mener dans le cadre du schéma directeur.

REFERENCES

- [1] *Référence altimétriques maritimes – Ports de France métropolitaine et d’outre-mer – Cote du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée – SHOM – 2020.*
- [2] *Diagnostic technique et environnemental des installations portuaires de plaisance à Brest – FR Environnement, Tech Sub Industrie Environnement, APAVE – 2015*
- [3] *Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique) – SHOM CETMEF– 2012*
- [4] *Moulin Blanc Analyse des données de vents Données de vents à Guipavas – Artelia –2021*
- [5] *Analyse statistique des conditions d’agitation incidentes dans l’anse du Moulin Blanc – SOGREA – 2003*
- [6] *Diagnostics équipements de manutention – APAVE –2022*
- [7] *Rapports d’Activité – Brest’Aim – 2017 2018 2019 2020*
- [8] *MR_Plan de réception des déchets PMB_v – Brest’Aim – 2019 mis à jour en 2022*
- [9] *2013-2021_Suivi consos – Brest’Aim – 2021*
- [10] *Diagnostic sédimentaire port de plaisance du moulin blanc – brest – IDRA – 2015*
- [11] *2016_Inventaire Marina – Brest’Aim – 2016*
- [12] *Bathy bassins 2011 – –2011*
- [13] *Port du Moulin Blanc Plan détaillé – Mesuris Bathymétrie – 2021*
- [14] *Etude pour le schéma directeur du Port du Moulin Blanc à Brest Phase 1b - Diagnostic spécifique des pontons brise-clapots Rapport de diagnostic – Artelia – 2021*
- [15] *Datation des pieux – Brest’Aim – 2015*
- [16] *Nomenclature pieux PMB détail – Brest’Aim – ?*

https://images.brest.fr/fileadmin/user_upload/23674639_317827088625302_4322605023021245699_o.jpg





**6.2 ANNEXE 2 : SCHÉMA DIRECTEUR DU PORT DU MOULIN BLANC – PHASE 1B –
DIAGNOSTIC SPÉCIFIQUE DES PONTONS BRISE-CLAPOTS, ARTELIA,
OCTOBRE 2021**



ARTELIA | 22/10/21 | 871 6358 R1

Etude pour le schéma directeur du Port du Moulin Blanc à Brest

Phase 1b - Diagnostic spécifique des pontons brise-clapots

Rapport de diagnostic





TABLEAU DES INDICES

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLIÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
01		YRL	SLX	22/10/21

Artelia Branche Maritime & Ports
8 avenue des Thébaudières 44800 Saint-Herblain

Siège Social : Artelia - 16 rue Simone Veil - 93400 Saint-Ouen-sur-Seine

Phase 1b - Diagnostic spécifique des pontons brise-clapots
Rapport de diagnostic



SOMMAIRE

- 1 Objet du rapport**
- 2 Visite des pontons brise-clapots**
- 3 Synthèse des désordres**
- 4 Recommandations pour des travaux de mise en sécurité d'urgence**
- 5 Liaison BC3 – BC4 : analyse de la problématique et proposition d'une solution de confortement**
- 6 Avertissements et recommandations**



1 – Objet du rapport

Brest Métropole a confié au groupement Wiinch/Artelia/Sellor une mission d'étude pour le schéma directeur du Port du Moulin Blanc.

Cette mission prévoit une première phase de diagnostic incluant un diagnostic spécifique des pontons brise-clapots.

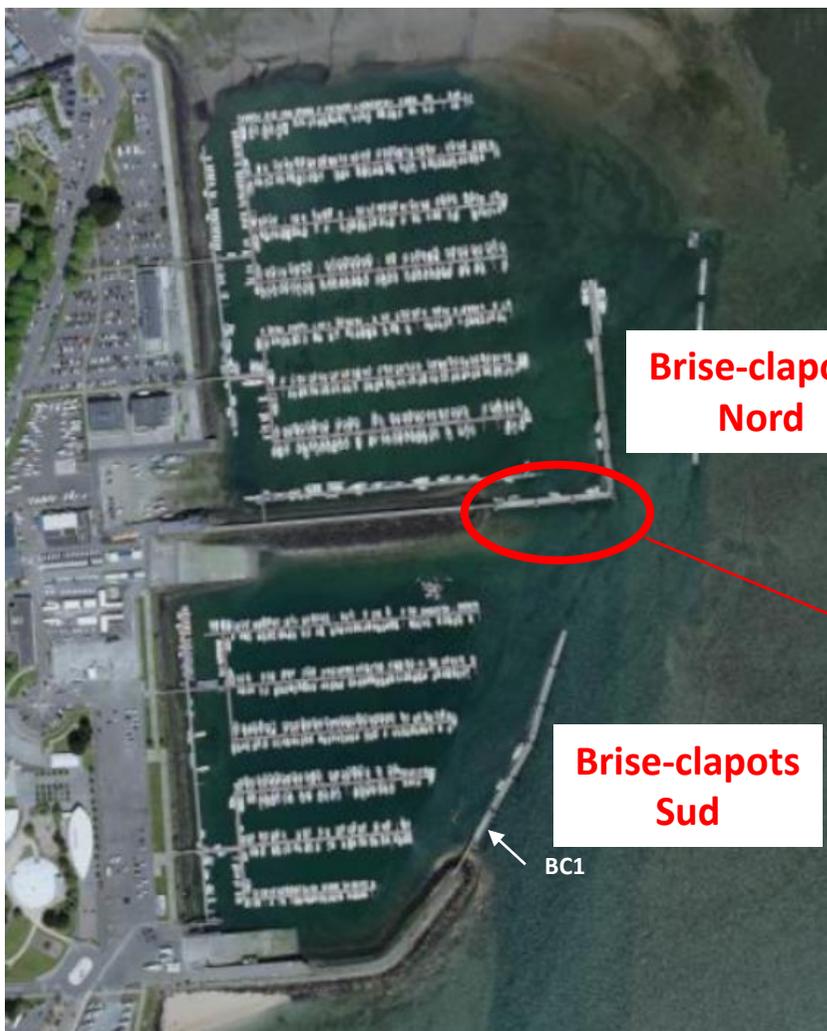
La visite de site effectuée à l'occasion de la réunion de démarrage les 29 et 30 septembre 2021 a mis en évidence un état très dégradé des équipements métalliques constituant les liaisons des pontons brise-clapots sur pieux des pannes Nord et Sud, qui nécessitent des travaux de réparation et de maintenance d'urgence pour pouvoir supporter les tempêtes de l'automne/hiver 2020-2021.

L'objet de ce rapport est de présenter le diagnostic des liaisons et une proposition d'intervention d'urgence, notamment sur les liaisons des pontons brise-clapots de la panne Nord (BC2-BC3-BC4).



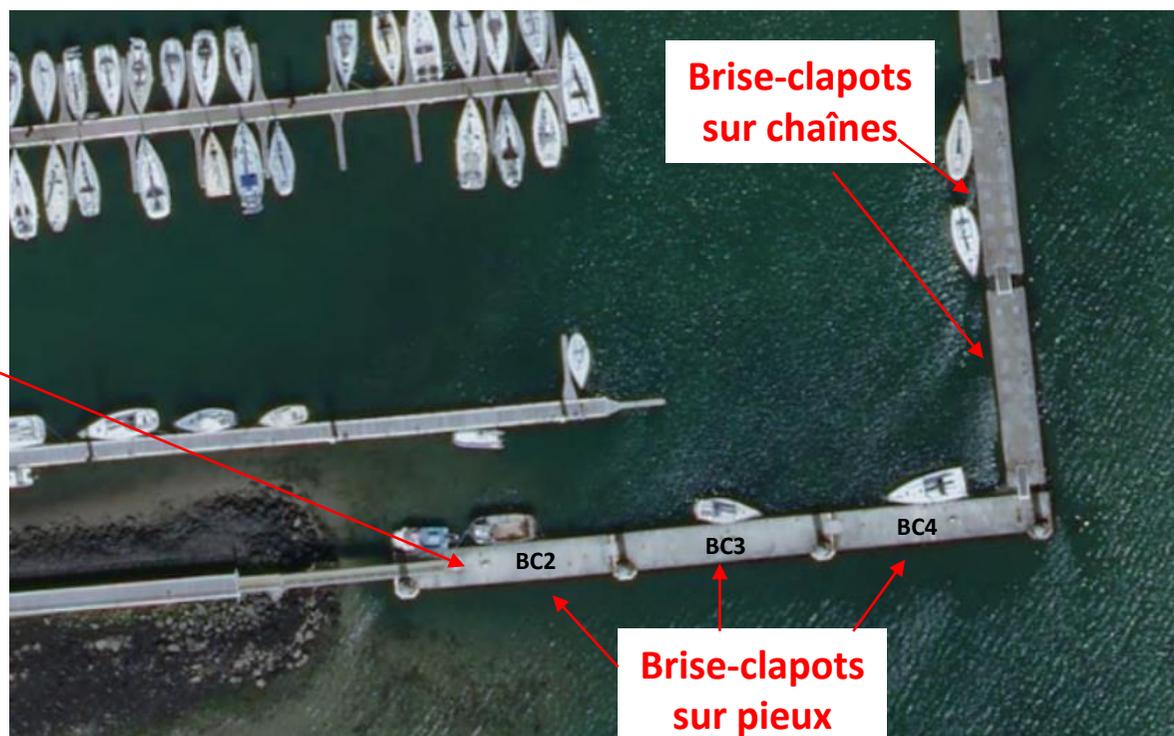
2 – Visite des pontons brise-clapots

Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021

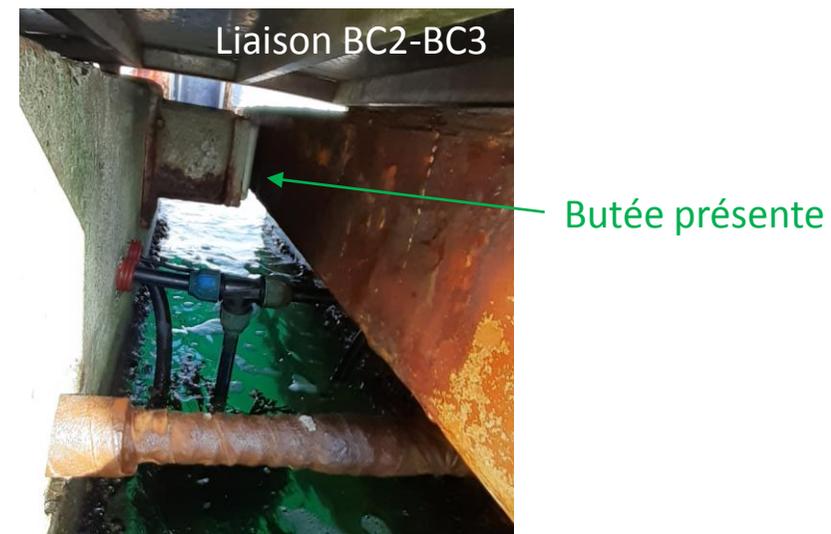


Présents :

- Brest'aim : F. Corre, J. Goguer, A. Carnot
- Artelia : S. Ledoux, Y. Renoul



Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Nord – Ponton BC2



Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Nord – Ponton BC3



Collier pieu P4



Collier pieu P4



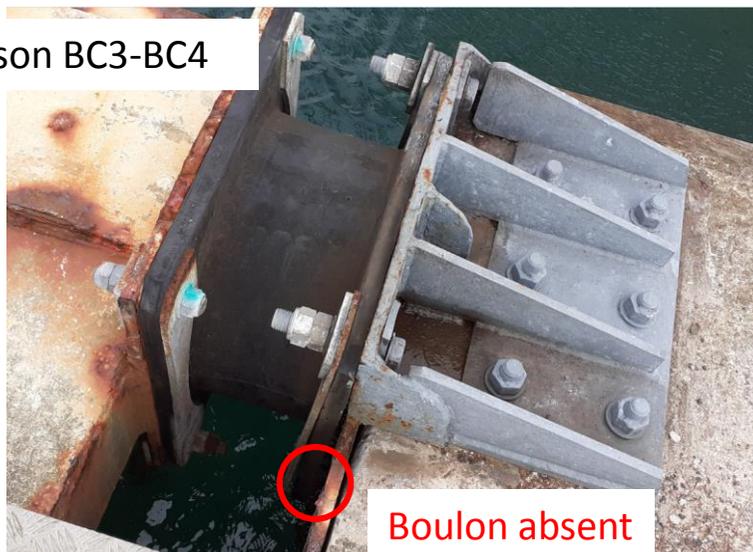
Collier pieu P5



Collier pieu P5

Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Nord – Ponton BC4

Liaison BC3-BC4



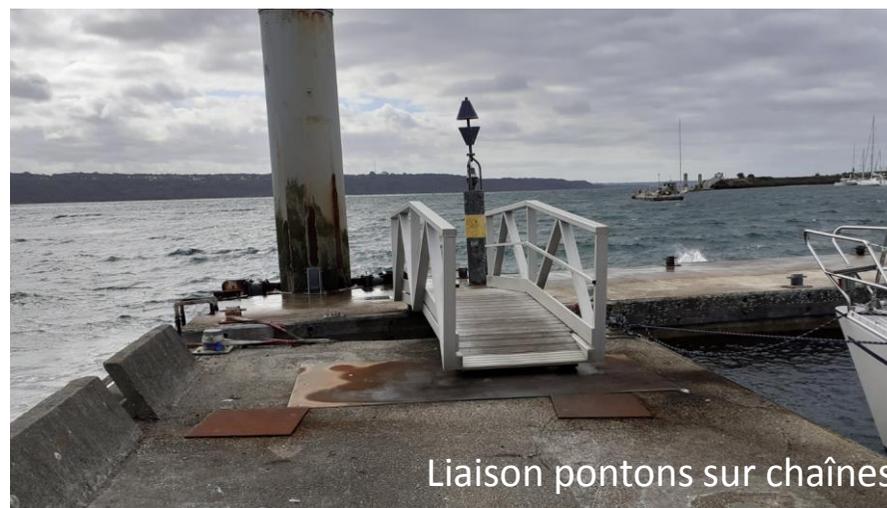
Boulon absent



Collier pieu P6



Collier pieu P6



Liaison pontons sur chaînes

Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Nord – Pontons sur chaînes



Liaison avec BC4

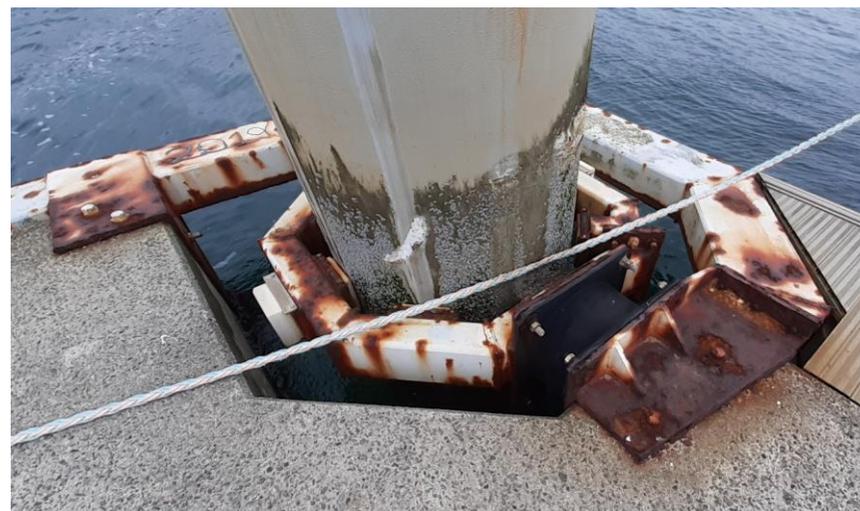


Liaison inter-pontons

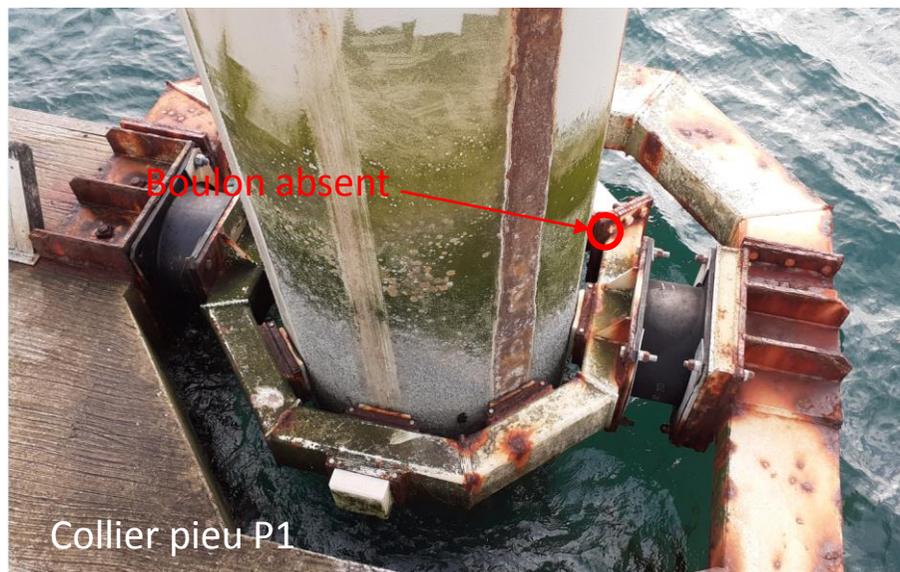


Liaison avec B40

Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Nord – Ponton BC40



Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Sud – Ponton BC1



Visite des pontons brise-clapots du Moulin Blanc le 30 septembre 2021
Brise-clapots Sud – Pontons sur chaînes

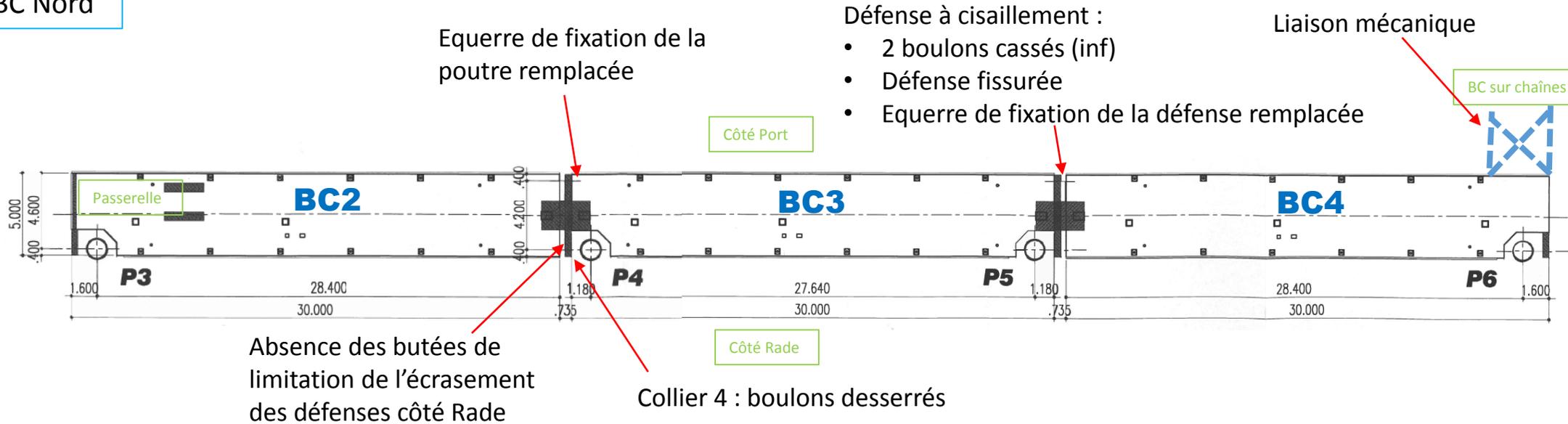




3 – Synthèse des désordres

Principaux désordres observés sur les brise-clapots sur pieux lors de la visite du 30 septembre 2021

BC Nord



Nota :

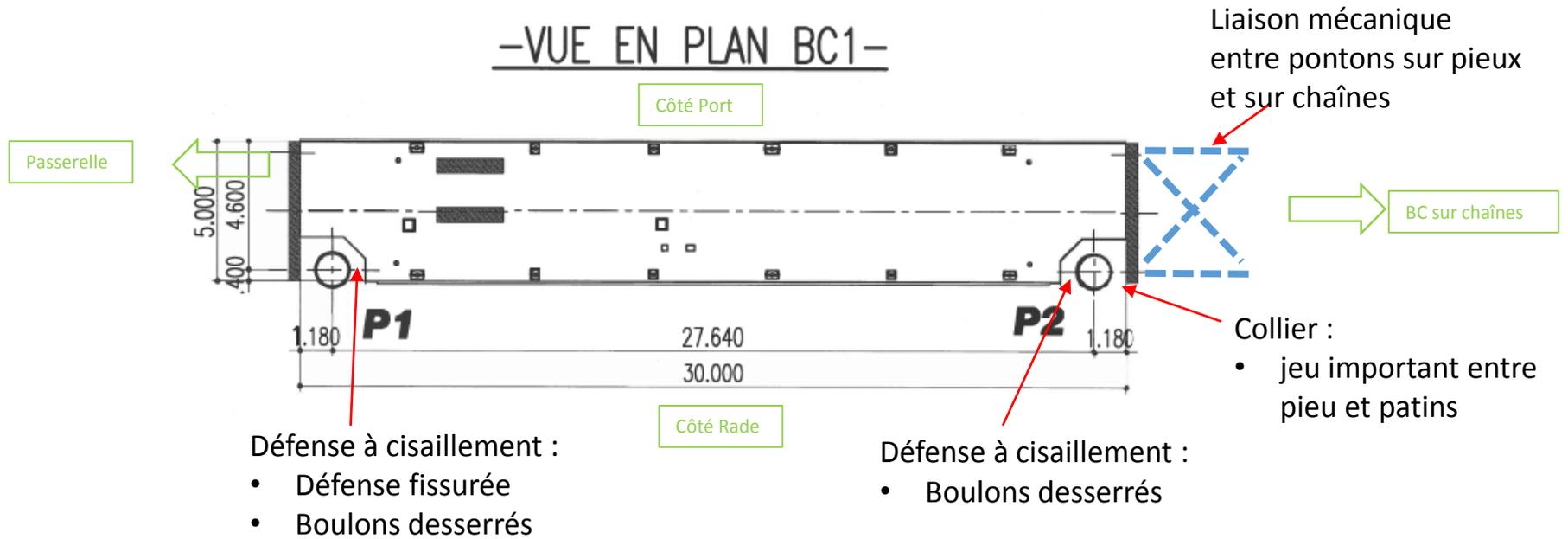
- corrosion généralisée des structures métalliques et de leurs fixations
- usure prononcée des patins de glissement des colliers et jeu important entre patins et pieux
- 2 amortisseurs de type Delta ajoutés sur chaque collier (non prévus dans la conception initiale)
- Défaut d'alignement des pontons sur chaînes

Pieux : marques d'usure en partie haute :



Principaux désordres observés sur les brise-clapots sur pieux lors de la visite du 30 septembre 2021

BC Sud



Nota :

- corrosion généralisée des structures métalliques et de leurs fixations + usure prononcée des patins de glissement des colliers
- Défaut d'alignement des pontons sur chaînes

Pieux : marques d'usure en partie haute :





4 – Recommandations pour des travaux de mise en sécurité d'urgence

4.1 – Généralités

La tenue des pontons brise-clapots sur pieux passe par le bon fonctionnement des liaisons entre pontons (défenses à cisaillement et barres précontraintes) et des liaisons entre les pontons et les pieux (colliers équipés de défenses à cisaillement).

Les conséquences de la défaillance d'une de ces liaisons peuvent être lourdes en termes d'exploitation et il convient de se prémunir contre ces défaillances par des opérations de maintenance et d'entretien ainsi que par un suivi périodique notamment après les coups de vent.

Les pontons brise-clapots ont été conçus et dimensionnés pour des conditions d'exploitation et une configuration d'installation très particulières.

Or, plusieurs non-conformités avec les études de conception et d'exécution des pontons ont été relevées lors de la visite de septembre 2021.

Ces non-conformités pourraient avoir des conséquences très défavorables sur le fonctionnement et la tenue des pontons.

A très court terme, il est urgent d'intervenir pour corriger au mieux ces non-conformités.

4.2 – Non-conformités des installations avec les études initiales des pontons brise-clapots pouvant être corrigées rapidement

1 - L'amarrage de bateaux sur les pontons brise-clapots (et en particulier sur les pontons ancrés sur chaînes) est à proscrire lors des coups de vent, sauf pour le ponton BC40 (Nord).

2 - De même, les pontons sur pieux n'ont pas été conçus pour supporter les sollicitations issues des pontons sur chaînes. Si la jonction par fibres synthétique peut être tolérée par beau temps, ces liaisons mécaniques doivent être déposées durant la période hivernale.

Si cela n'est pas possible pour des questions d'exploitation, ces liaisons doivent au minimum impérativement être démontées avant chaque coup de vents.

4.3 – Travaux de confortement à réaliser dans les meilleurs délais

4.3.1 - Brise-clapots sur pieux :

Action n°1 : remplacer tous les boulons pouvant être remplacés sur les liaisons et colliers, par des boulons neufs.

Action n°2 : préparer et réaliser le remplacement du dispositif d'attache de la défense sur le BC 4 (cf. partie suivante).

Action n°3 : reconstruire la butée à la jonction entre BC2 et BC3 (Cf. page suivante).

Action n°4 : remplacer tous les patins de glissement sur l'ensemble des colliers et réparer les boîtiers défectueux.

Action n°5 : après le remplacement du dispositif d'attache de la défense sur le BC 4 (action n°1) : retendre les 2 barres de liaison BC2/BC3 et BC3/BC4 à une tension de 20 tonnes.

Action n°6 : après la mise en tension des barres de liaison, régler les butées entre les pontons BC2 et BC3 à la largeur déterminée dans les études d'EXE d'INGEROP (cf. page suivante).

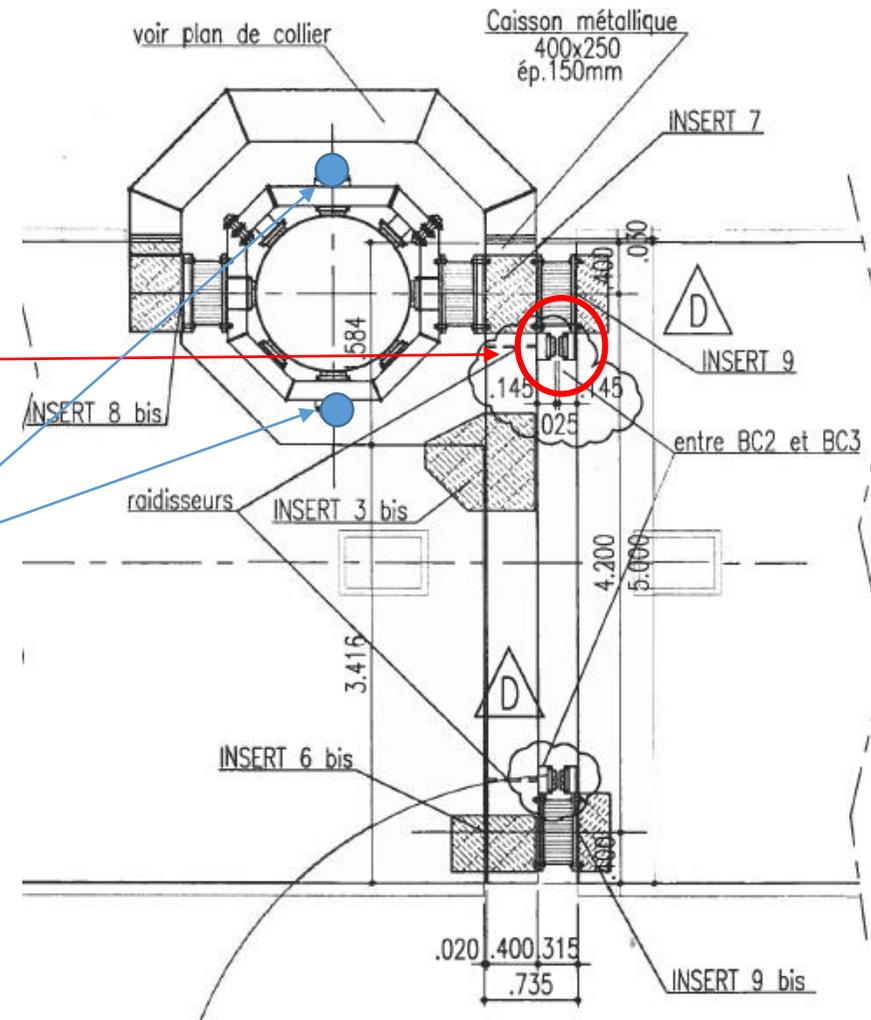
4.3.2 - Brise clapots sur pieux - Action 2 :

Au niveau de la jonction entre les pontons BC 2 et BC 3, il convient de remettre en place la butée prévue pour limiter les efforts de compression dans les défenses à cisaillement.

La course avant mise en butée doit être réglée à 25 mm conformément aux études d'exécution d'INGEROP, après mise en tension de la barre.

Nota : des défenses/amortisseurs de type Delta, non prévues dans les études d'exécution, ont été installés sur les colliers pourraient avoir un impact sur le fonctionnement des liaisons tant en termes de souplesse que d'efforts internes à la structure. Il n'est pas possible d'évaluer ces conséquences à ce stade.

Ces dispositifs ayant pour effet d'assouplir les chocs, il est proposé à ce stade de les conserver.



4.3.3 - Brise-clapots sur chaînes :

Action n°1 : vérifier la position de l'ensemble des corps-morts et éventuellement les remettre en position conformément aux plans de recollement de 2004.

Action n°2 : après repositionnement des corps-morts, retendre l'ensemble des chaînes suivant le protocole de l'étude de M. BOUGIS de 2004, avec mise en place de pendeurs.

Nota : à plus long terme : pour un meilleur fonctionnement des pannes ancrées sur chaînes : adapter le plan d'ancrage des pontons pour le mettre en conformité avec les recommandations de M. BOUGIS en 2003 et 2004, ce qui reviendrait à :

- Mettre en place des chaînes plus longues (recommandation = 45 m)
- Revoir le plan d'implantation des corps morts



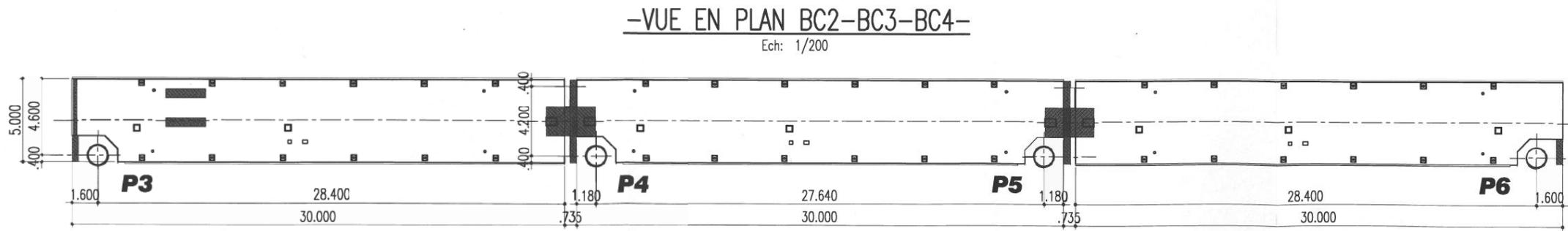
5 – Liaison BC3 – BC4 : analyse de la problématique et proposition d'une solution de confortement

5.1 – Extraits des plans d'exécution

En l'absence de disponibilité du Dossier des Ouvrages exécutés, on se base sur les documents d'exécution établis par INGEROP dans le cadre des travaux et disponibles dans les archives d'Artelia.

Quelques extraits sont reproduits ci-après.

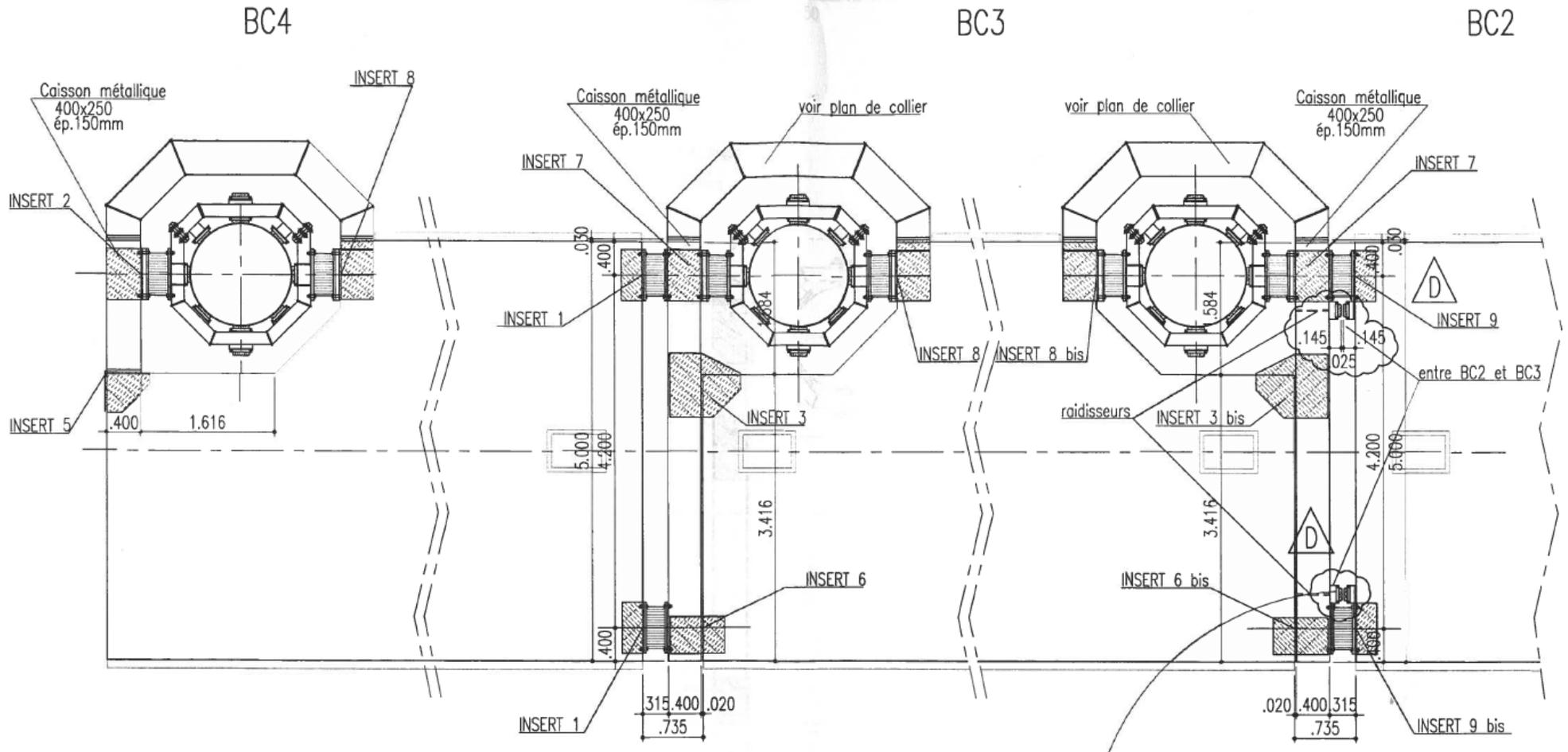
Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_001_B
Implantation - pieux



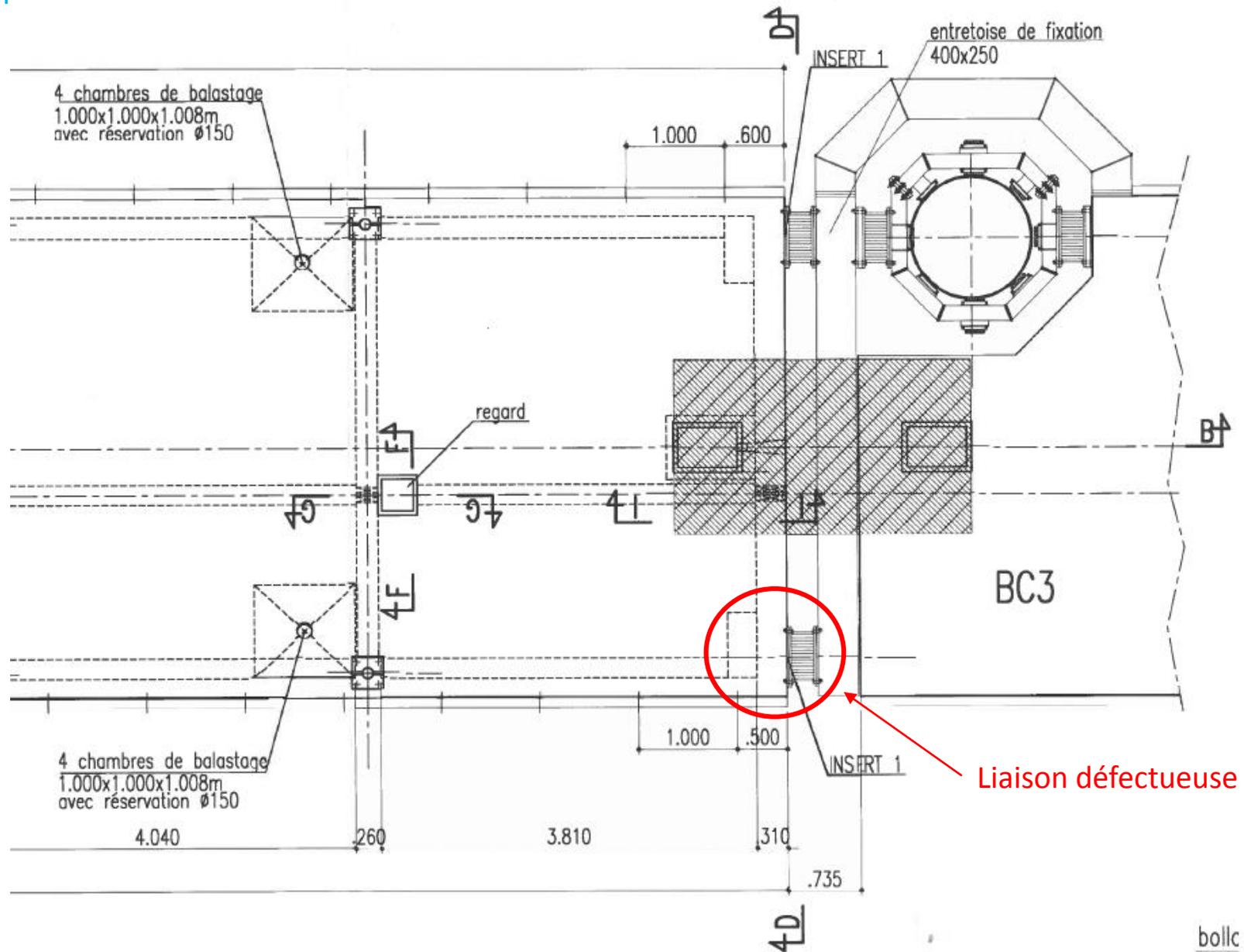
-VUE EN PLAN-

Ech: 1/50

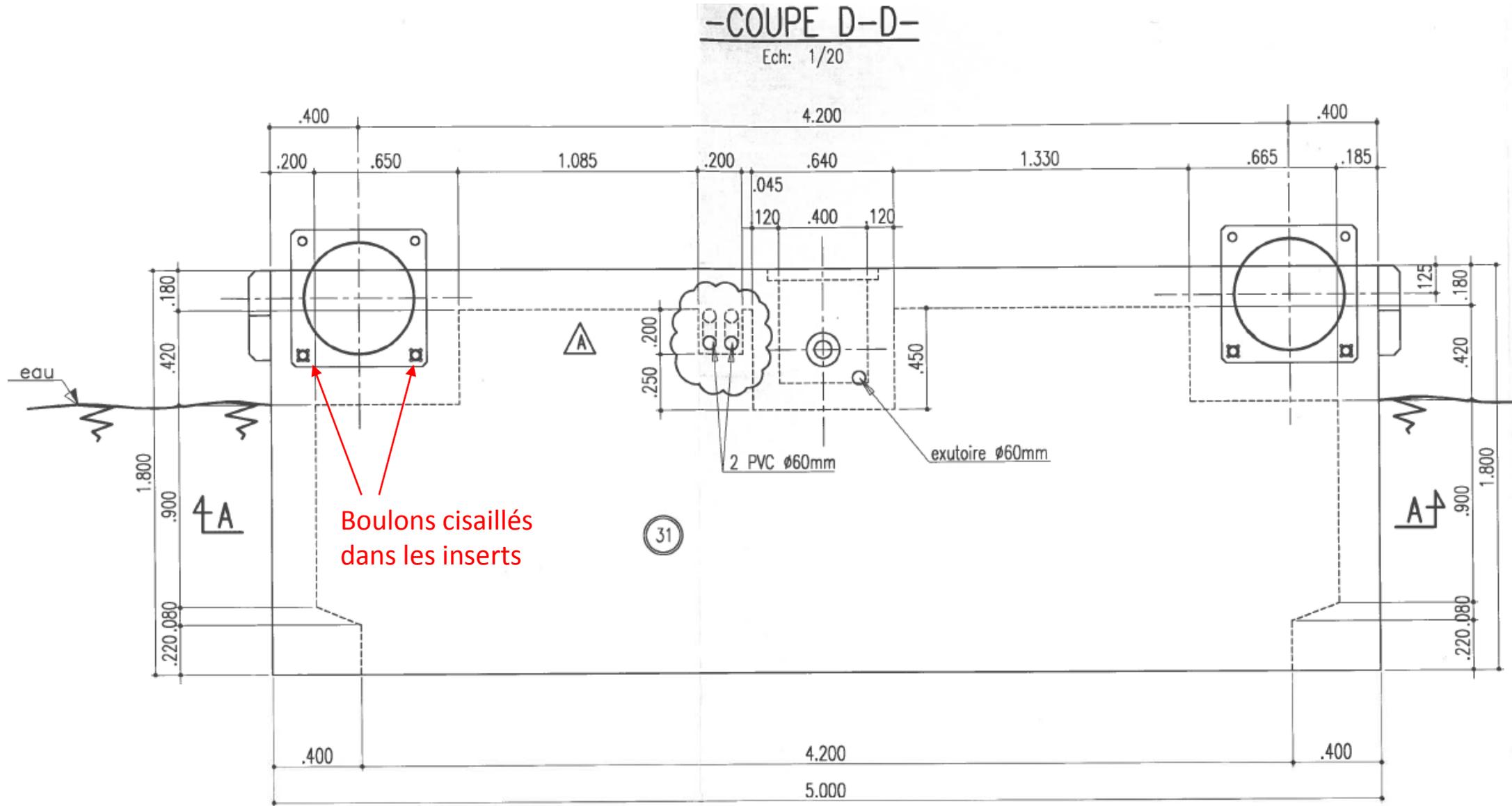
F, A, 0	6, 8, 2, 6	E, X, E	0, A	0, 0, 7	D	12/15
émetteur	N° Affaire	Typ dossier	Type doc	N° Document	Ind	page



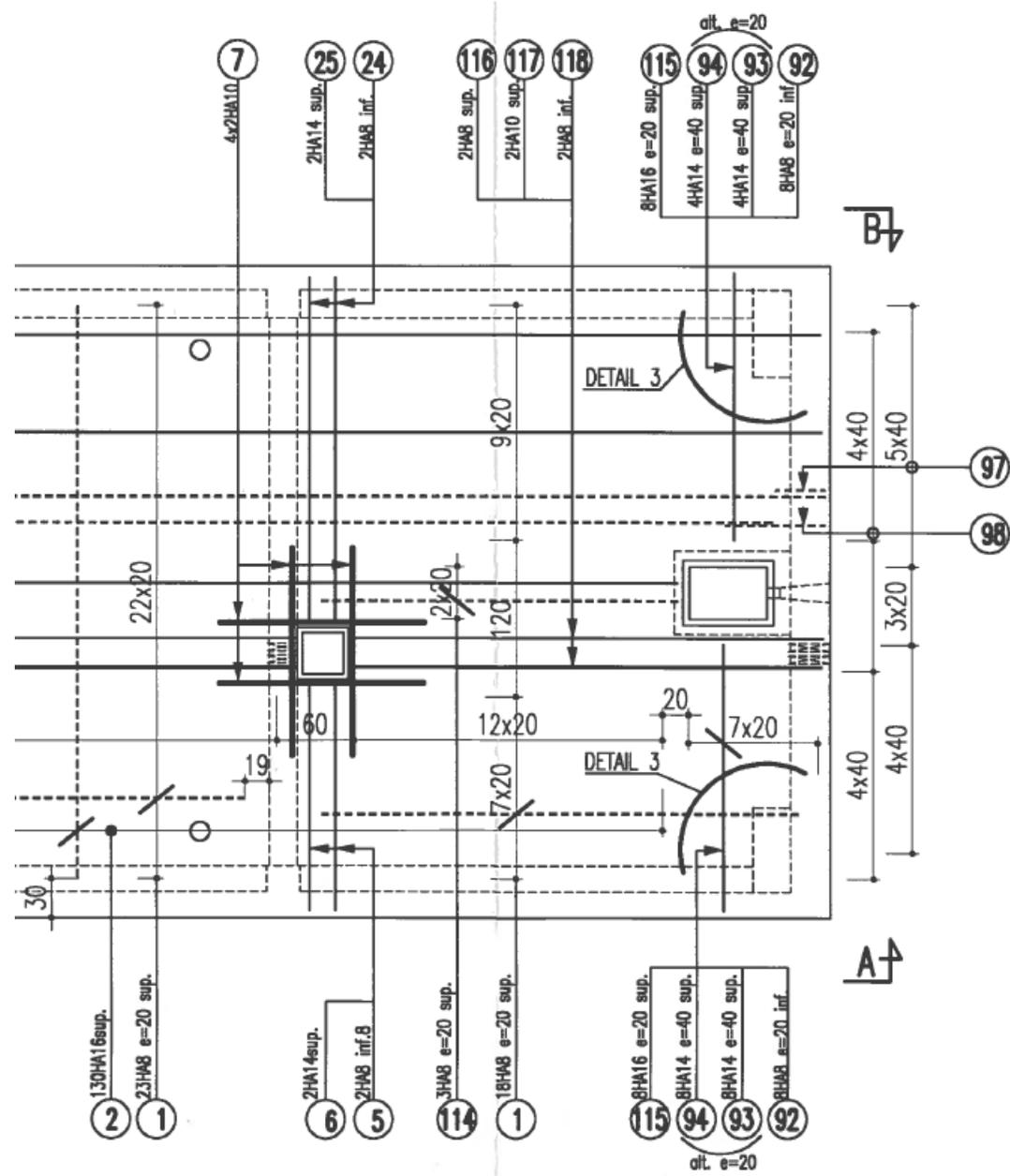
Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_005_A
Ponton BC4



Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_005_A
Ponton BC4



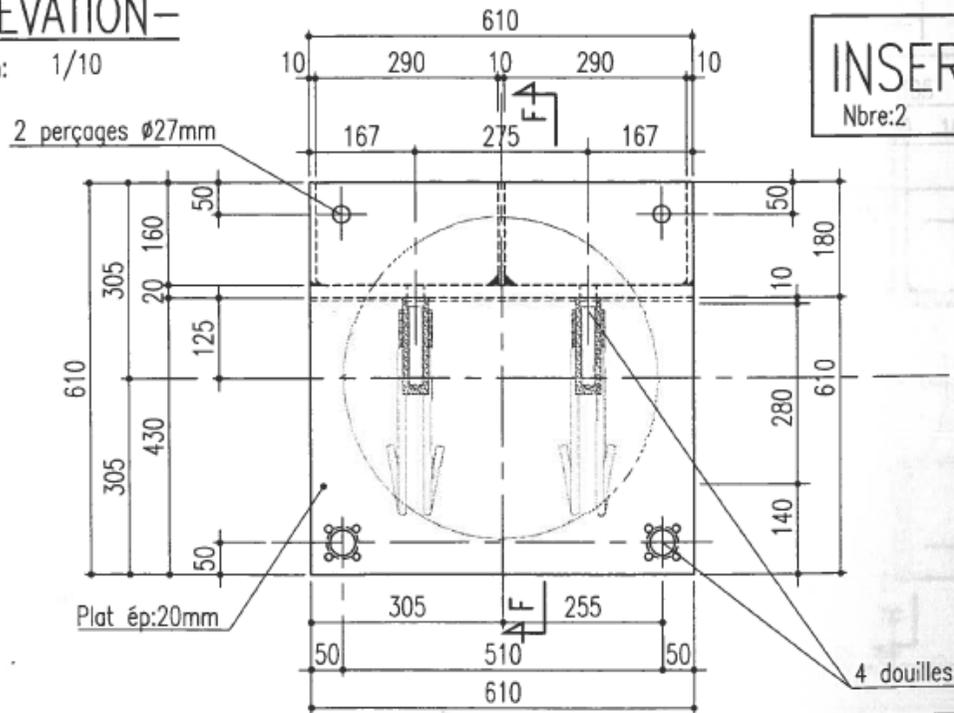
Extrait plan INGEROP X6826_EXE_FE_004_C
 Ponton BC4 - armatures



Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_007_D
 Inserts

-ELEVATION-

Ech: 1/10

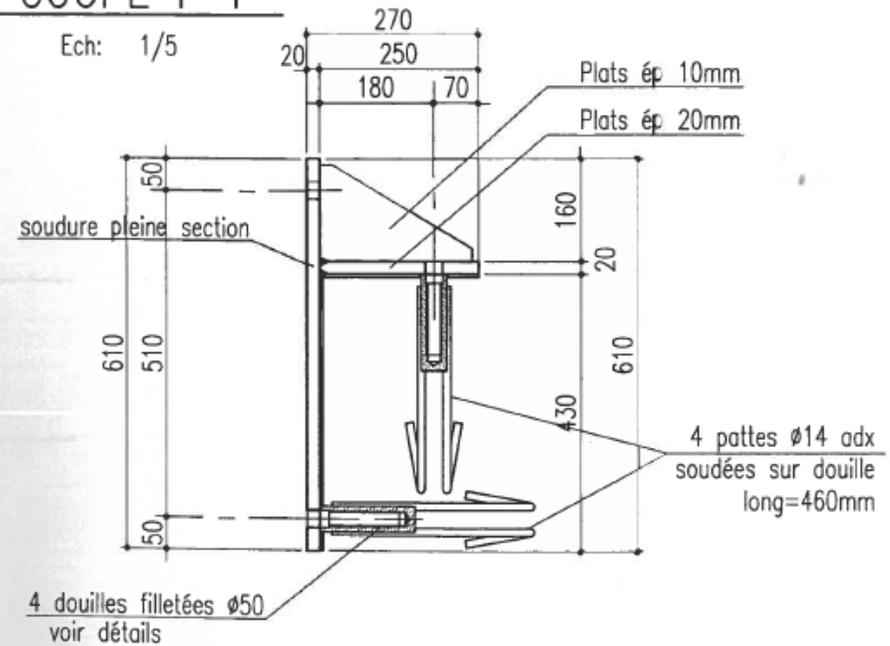


INSERT 1

Nbre: 2

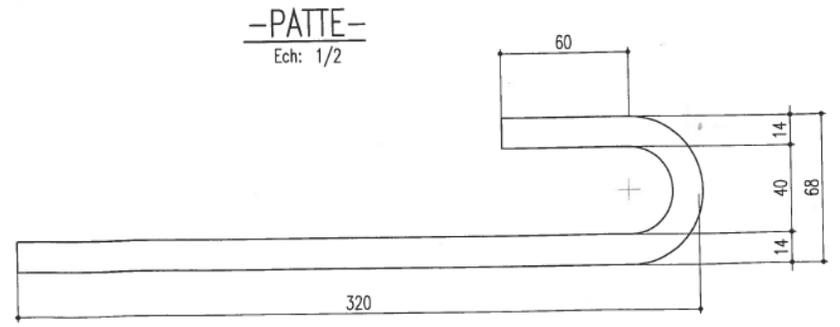
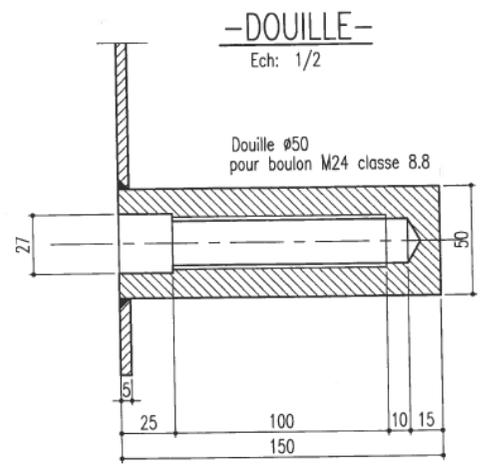
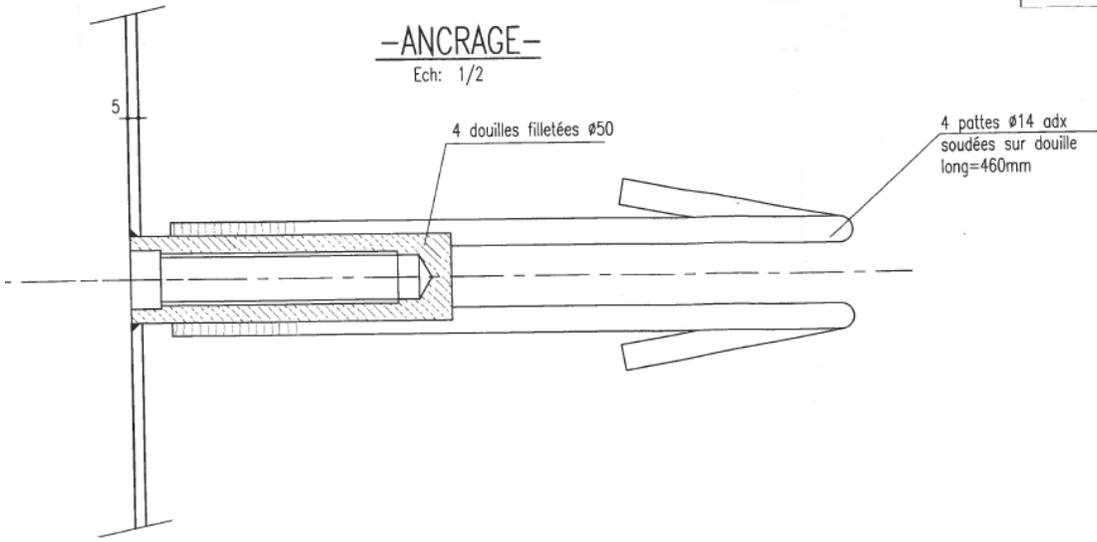
-COUPE F-F-

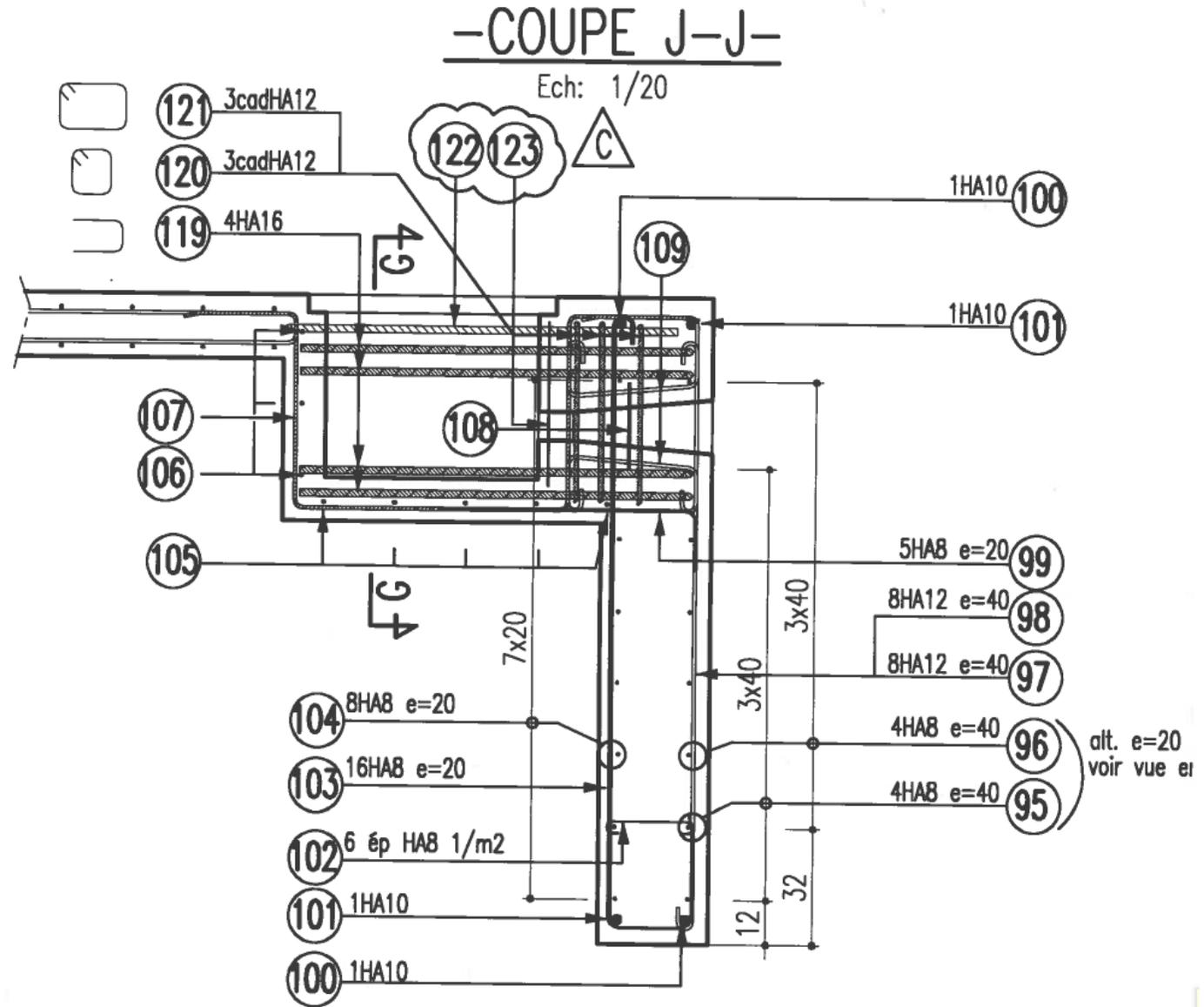
Ech: 1/5



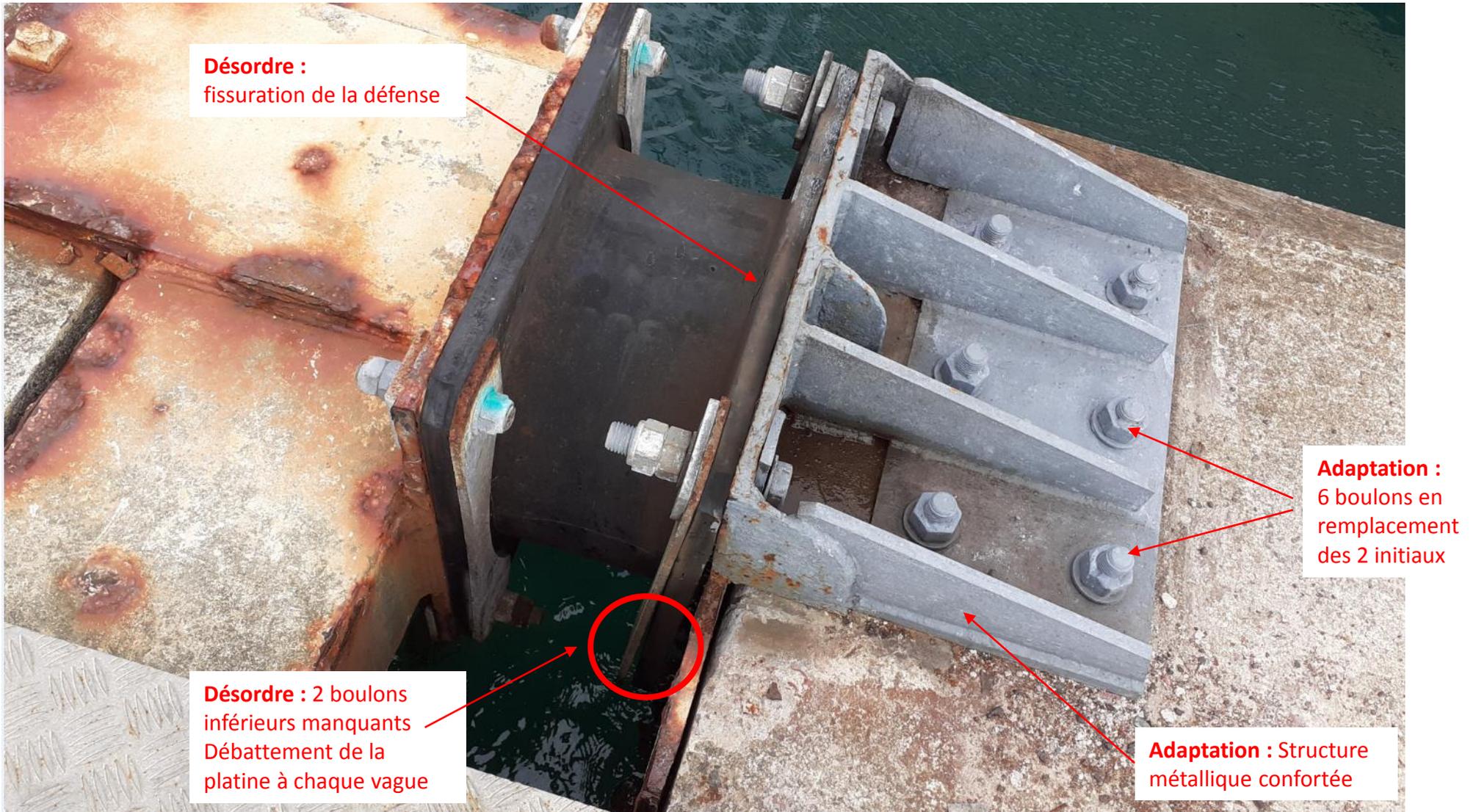
Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_007_D
 Inserts

F, A, O	6, 8, 2, 6	E, X, E	O, A	O, O, 7	A	2 / 15
émetteur	N° Affaire	Typ dossier	Type doc	N° Document	Ind	page





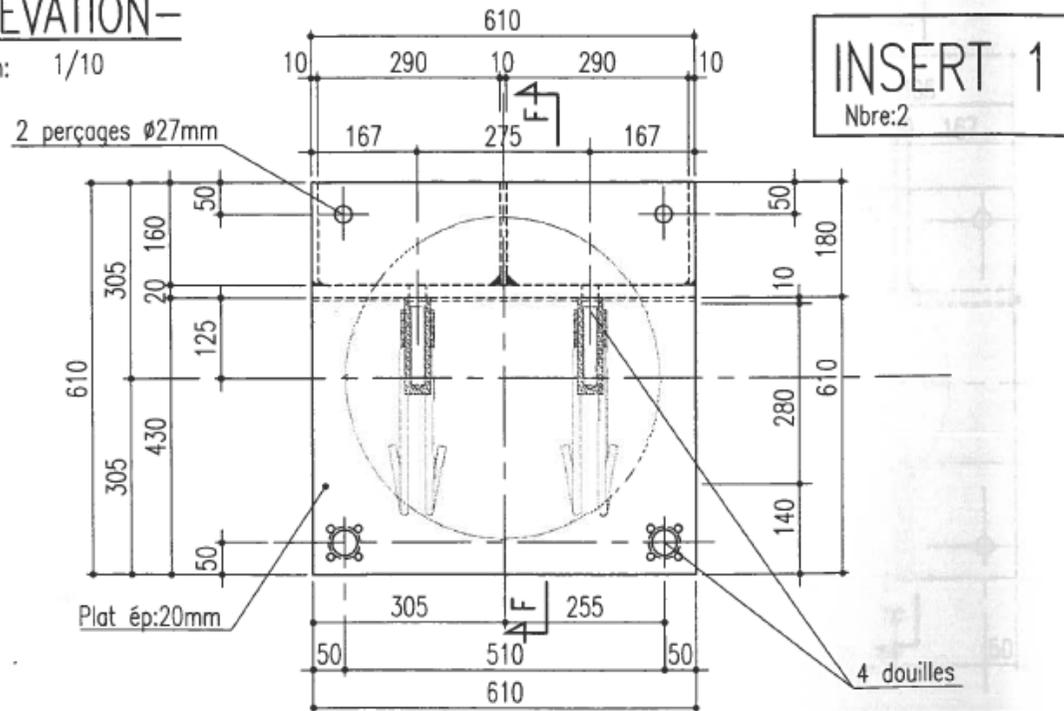
5.2 – Détail des désordres et adaptations constatés



Extrait plan INGEROP X6826_EXE_CO_007_D
Inserts

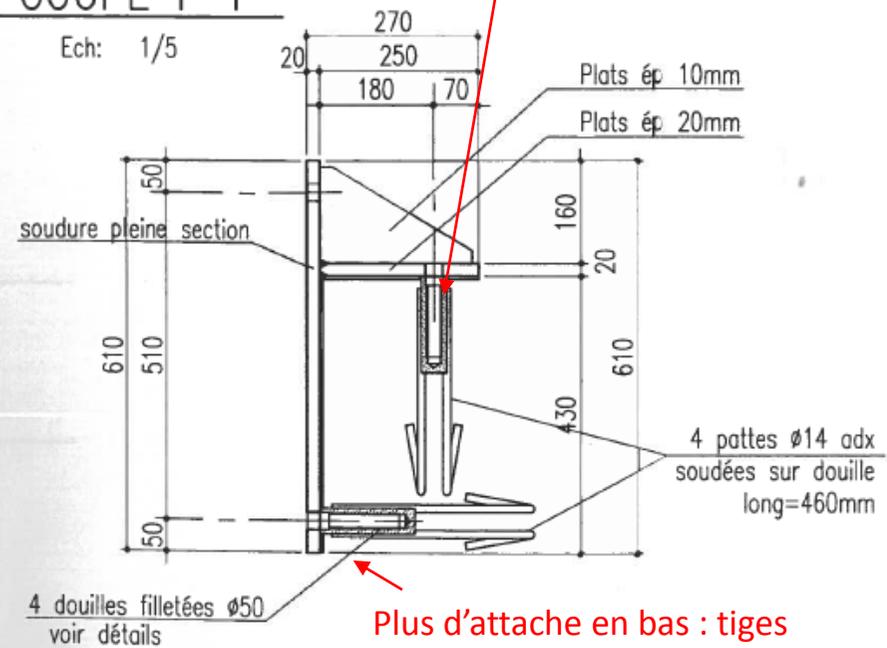
-ELEVATION-

Ech: 1/10



-COUPE F-F-

Ech: 1/5

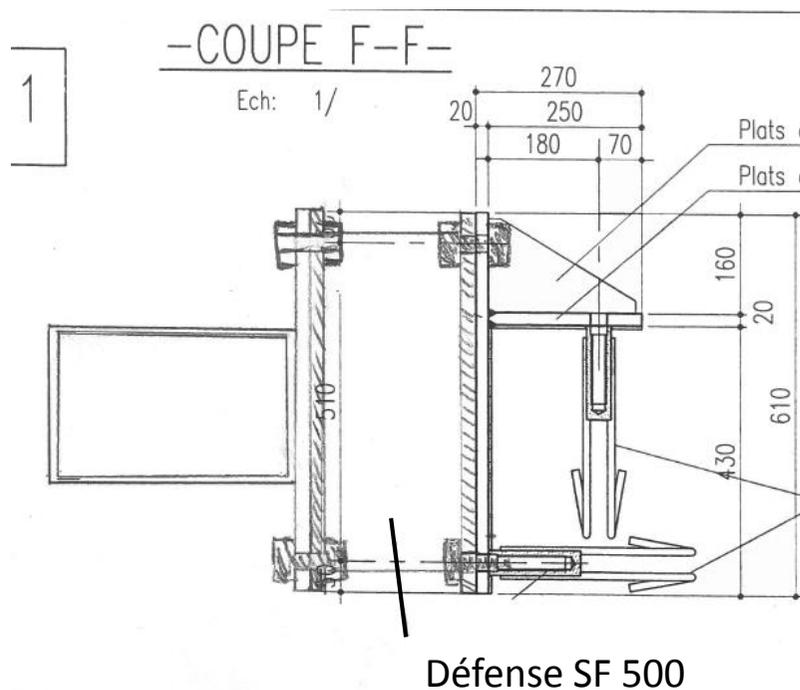


Les 2 boulons sont
actuellement inopérants
et remplacés par 6 boulons

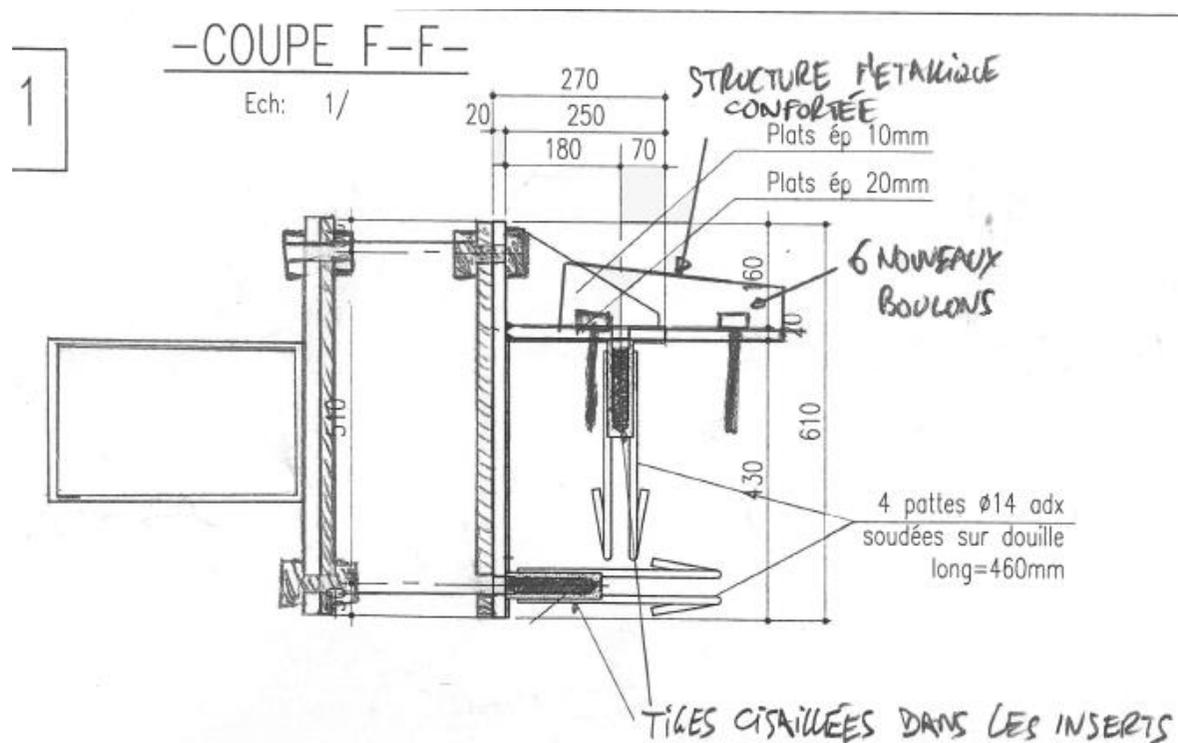
Plus d'attache en bas : tiges
cisailées dans l'insert.

Coupe d'interprétation sur la liaison défectueuse – état actuel présumé

SITUATION INITIALE



SITUATION ACTUELLE



5.3 – Proposition de confortement - Problématique

L'objectif de la réparation est de conforter la liaison entre les pontons BC3 et BC4. Pour être efficace, cette réparation doit s'inscrire dans le programme de travaux de confortement, correction et maintenance décrit dans la partie 3.

L'ensemble des liaisons de cette ligne de pontons brise-clapots ont été conçues et dimensionnées suivant des hypothèses bien spécifiques relatives :

- Aux conditions de site : profondeurs d'eau, vents, agitation, géotechnique ;
- A la géométrie des pontons : volumes de béton armé et poids des pontons, caractéristiques et position des équipements et dispositifs de liaison, caractéristiques des pieux et des colliers de guidage.

L'ensemble de ces facteurs entre en considération dans les études de conception et en particulier dans les études hydrodynamiques permettant d'analyser les réponses des pontons à la houle.

Ces réponses sont en particulier conditionnées par l'élasticité des liaisons (pieux, colliers, liaisons entre ponton) et vont induire des efforts internes dans les structures.

Les études hydrodynamiques fournissent ainsi les valeurs des efforts hydrodynamiques qui sont pris en compte dans les calculs de dimensionnement des structures : pieux, béton armé, structures métalliques et attaches.

Une modification de la souplesse des liaisons aurait un impact sur le comportement hydrodynamique des pontons et par conséquent sur les efforts internes dans les structures.

Il n'est donc pas envisageable de modifier la géométrie ou l'élasticité des liaisons sans une revérification complète des dimensionnements, qui inclurait de nouveaux calculs hydrodynamiques. Ceci n'est pas envisagé dans le cadre de la mission.

Les travaux de réparation d'urgence de la liaison BC3/BC4 vont donc avoir pour objectif de rétablir l'intégrité de la liaison et de ses attaches suivant les principes issus des études d'exécution.

Les principes exposés dans ce qui suit ont pour objectif de rester en conformité avec les dimensionnements issus des études d'exécution d'INGEROP, sous réserve que l'ensemble de ces dispositions soient respectées, c'est-à-dire notamment:

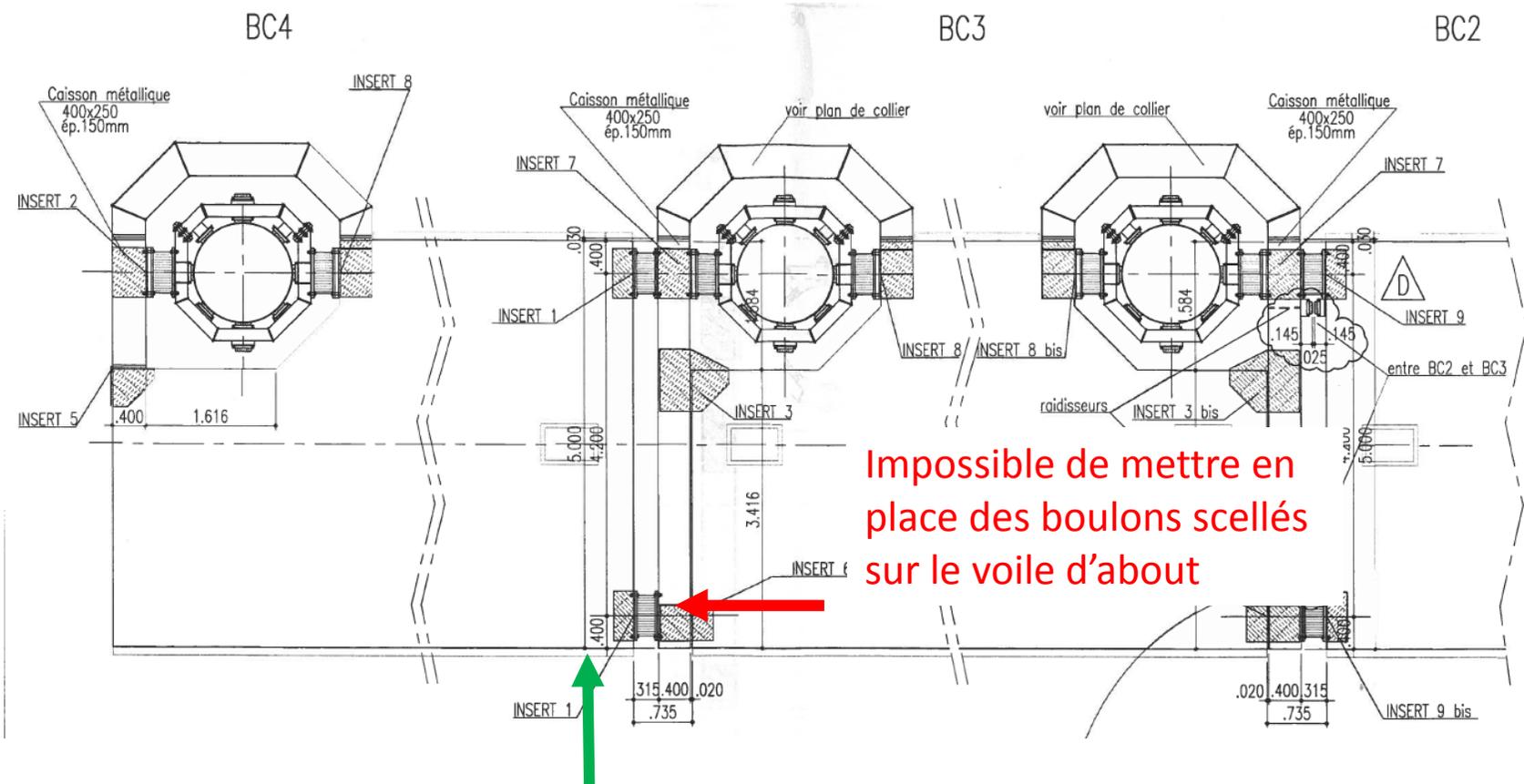
- Pas de liaison entre les brise-clapots sur pieux et les brise-clapots sur chaînes ;
- Tension des tiges réglée à 20 tonnes avec une valeur minimale admissible de 15 t suivant études INGEROP ;
- Butée entre BC2 et BC3 réglée à 25 mm après tension des tiges.

Les travaux d'urgence devront se faire durant la période hivernale 2021-22. Il n'est pas possible de démonter les 3 pontons brise-clapots à court terme, car cela nécessiterait soit une protection supplémentaire contre l'agitation entre la digue en enrochement et le brise-clapots sur chaînes, soit de démonter et mettre à terre une partie des pontons de plaisance et des bateaux qui y sont amarrés.

Deux scénarii de travaux sont envisagés, avec un impact sur la solution de confortement :

- Solution de base : travaux avec le ponton en flottaison,
- Variante dont la faisabilité reste à confirmer par l'exploitant et l'entreprise : dépose du ponton BC4 et échouage sur l'une des cales pour permettre de travailler à marée basse (surcharge surfacique de 1.3 t/m²)

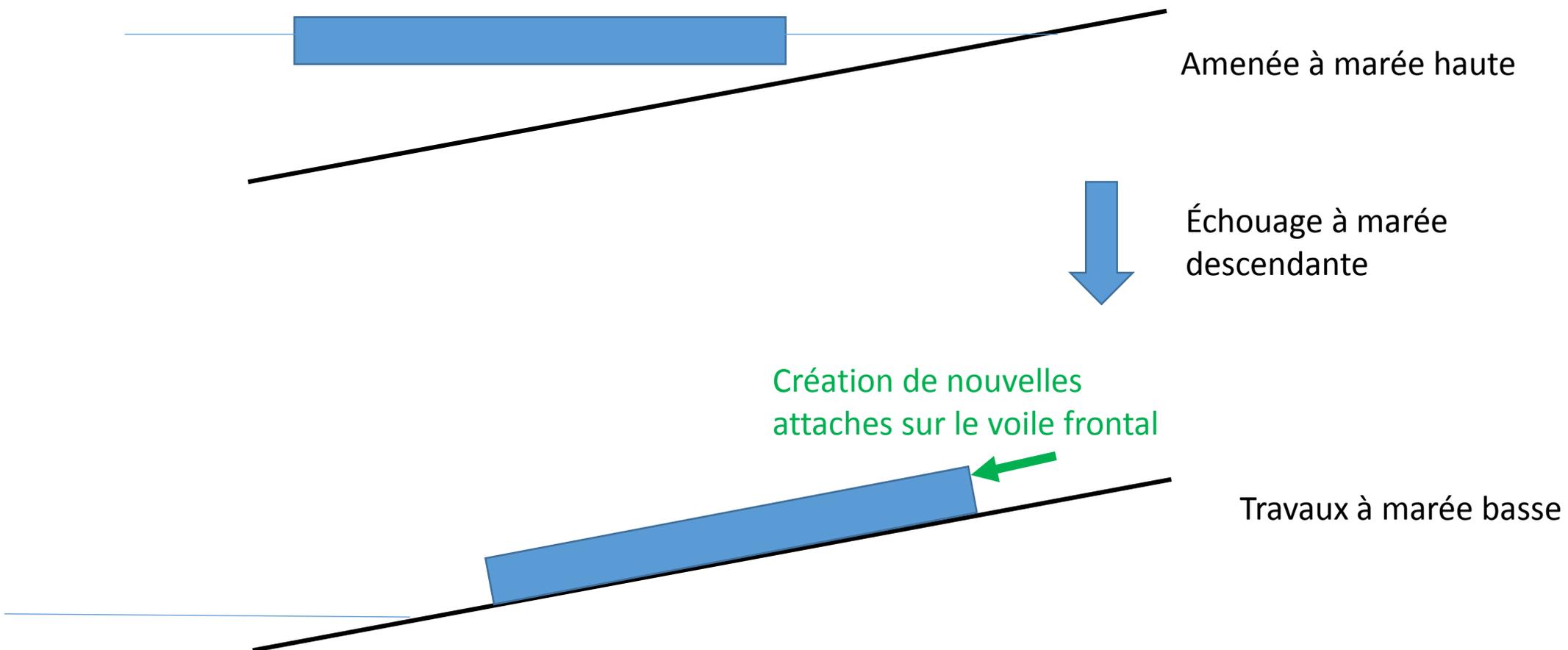
Solution de base : travaux en flottaison



Impossible de mettre en place des boulons scellés sur le voile d'about

Création de nouvelles attaches sur le voile latéral

Solution variante : dépose du ponton BC4 pour réaliser les travaux sur une cale
Sous réserve de la faisabilité de l'échouage sur une cale du port



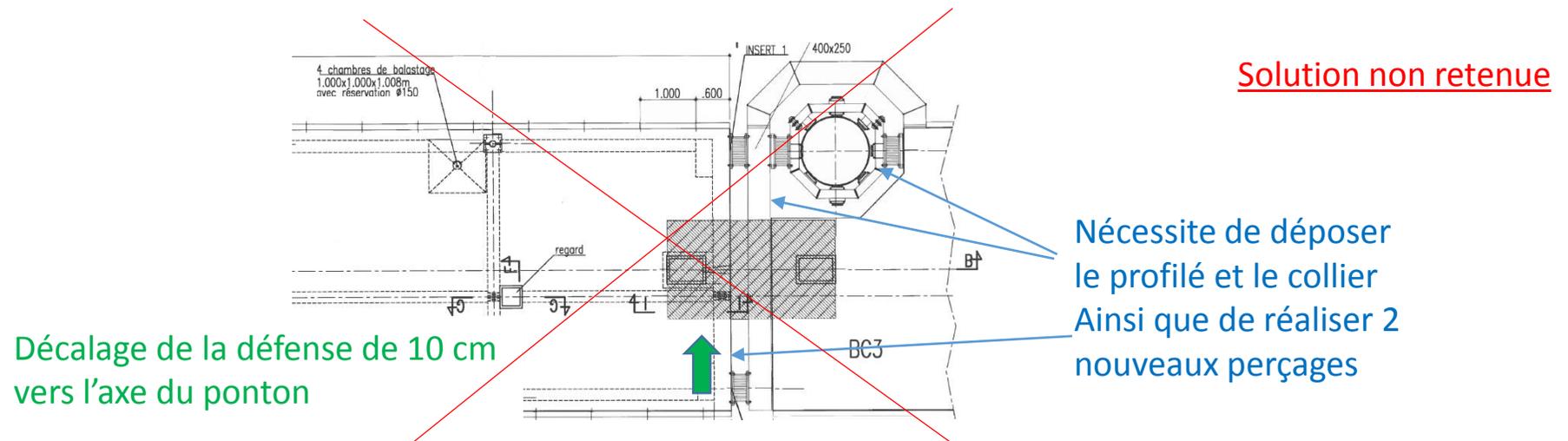
5.4 - Proposition de confortement - Principes

Deux actions sont à prévoir :

- La défense à cisaillement est fissurée et doit être remplacée par une défense aux caractéristiques identiques.
- Les attaches basses de la défense doivent être reconstituées.

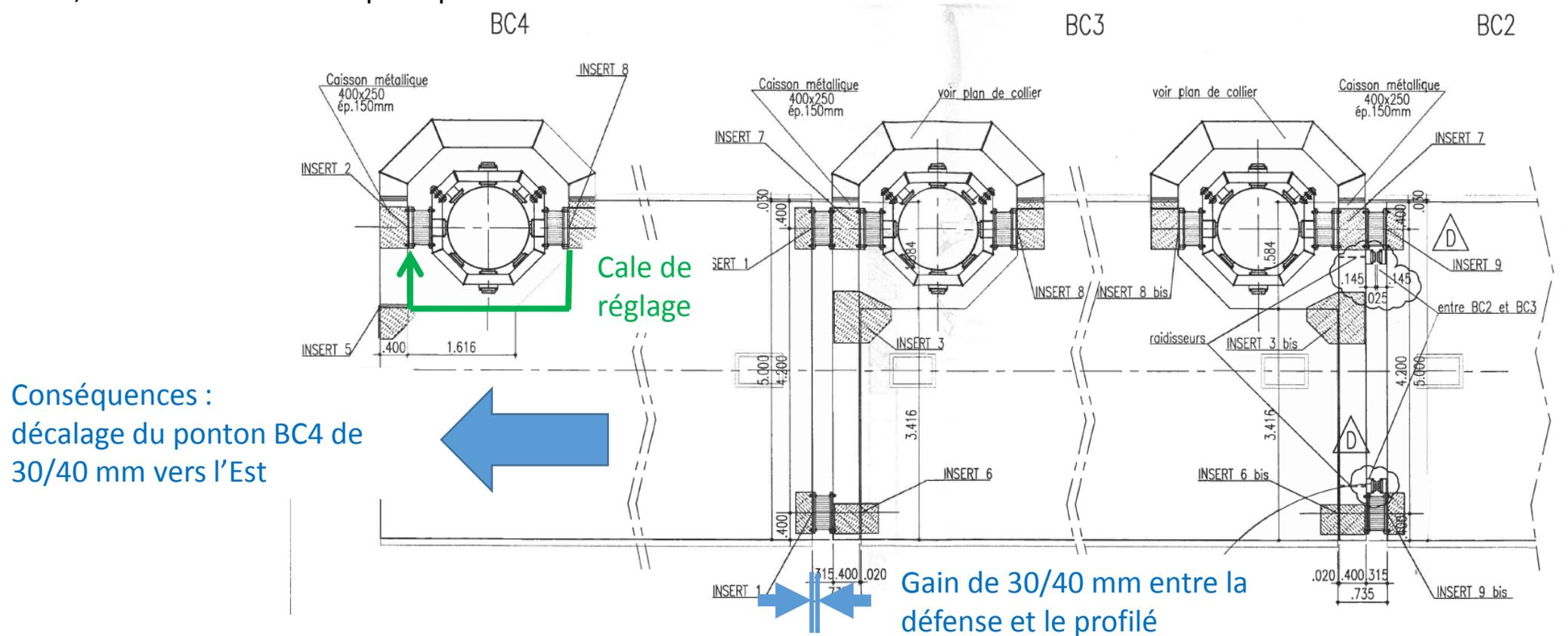
Ce dernier point est problématique car les tiges sont cisillées dans l'insert et l'extraction ne semble pas possible.

La solution qui consisterait à déposer et modifier le profilé métallique transversal de liaison pour décaler la défense vers l'axe des pontons n'est pas envisageable sans solution de maintien provisoire des pontons BC3 et BC4 (le collier du pieu P5 étant déposé avec le profilé transversal), ce qui semble très risqué et difficilement envisageable en période hivernale.

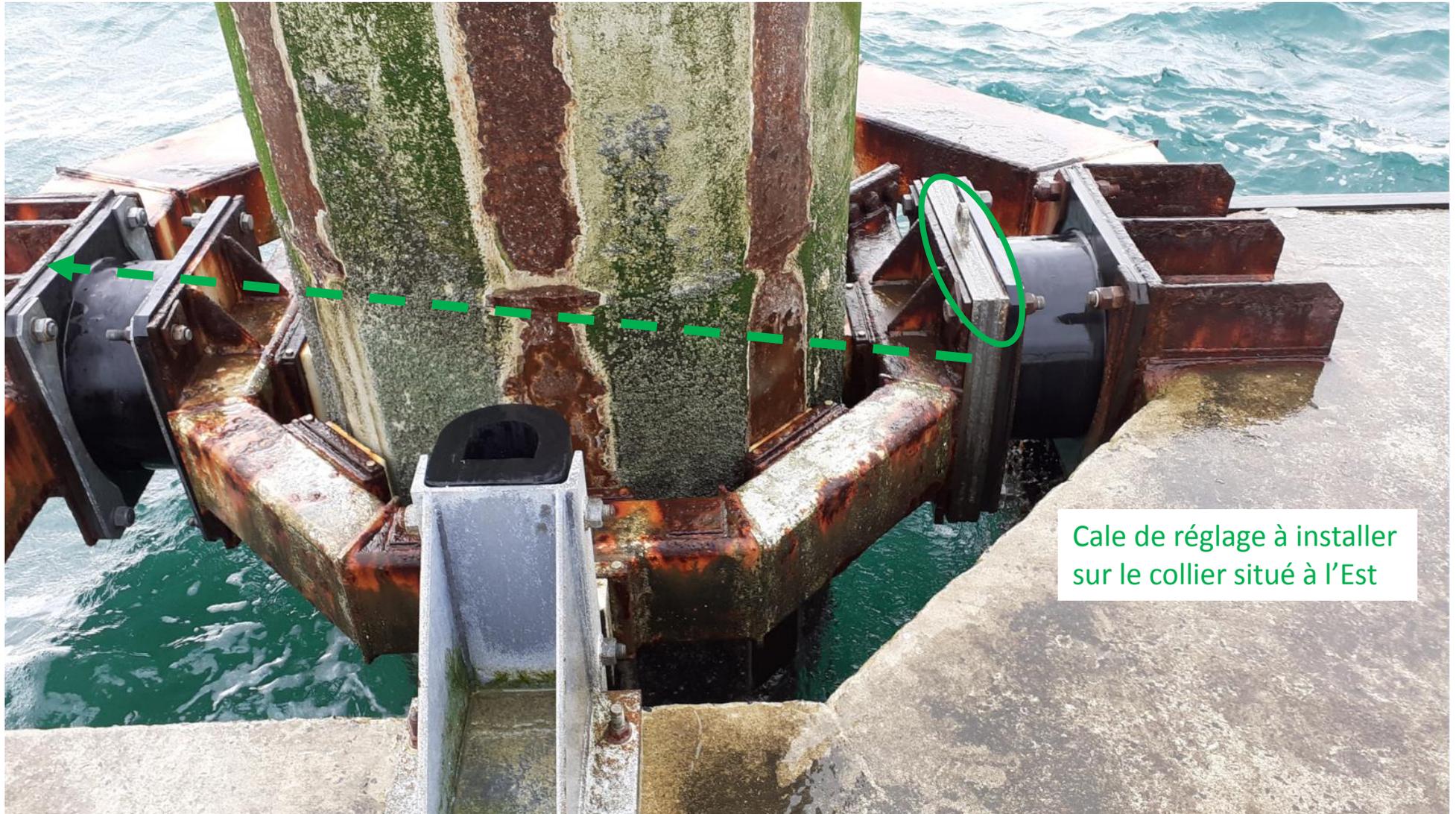


La solution proposée à l'issue du diagnostic consiste à ne pas modifier la position de la défense et à créer une nouvelle structure métallique d'attache de la défense sur le ponton BC4.

Pour pouvoir fixer la défense de cette structure métallique en utilisant les perçages existants, il est nécessaire de décaler le ponton BC4 de quelques centimètres vers l'Est en déplaçant la cale de fixation du collier couissant sur le pieu P6, suivant le schéma de principe suivant :



Collier du pieu P6 – déplacement de la cale de réglage



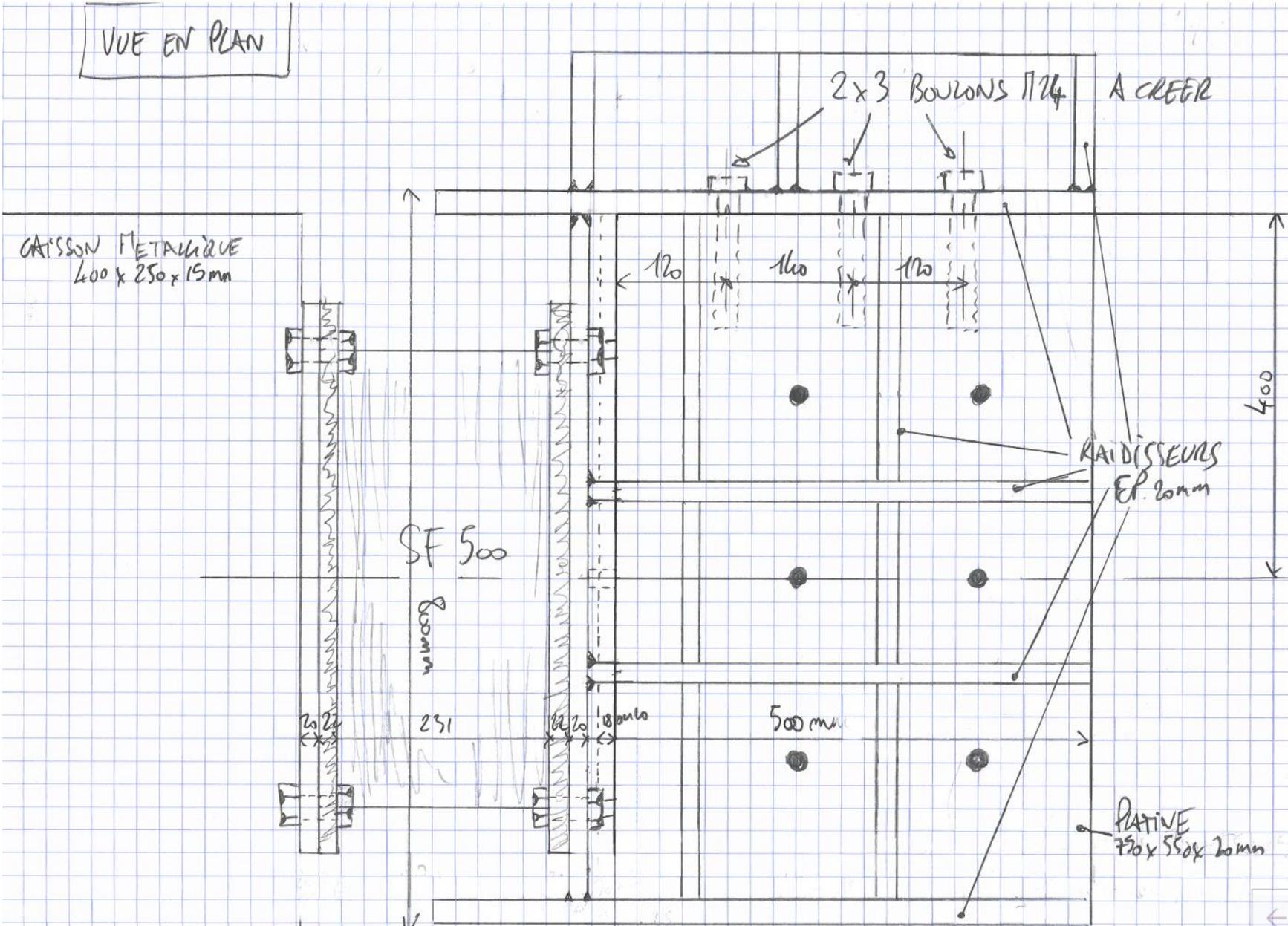
Cale de réglage à installer sur le collier situé à l'Est

Principes de reconstitution d'une disposition d'attache de la défense sur le ponton BC4 :

- Pas de modification de la position de la défense
- Mise en œuvre d'une structure métallique pour liasonner la défense avec le ponton BC4, avec surabondance de raidisseurs pour reporter les efforts traction sur les boulons « latéraux » en évitant de faire travailler en flexion la platine de fixation de la défense.
- Platine de fixation de la défense à 30/40 mm du voile béton pour permettre le boulonnage des tiges de fixation de la défense.
- Réutilisation des 6 fixations existantes sur la dalle.
- Création de 6 fixations supplémentaires sur le voile latéral pour reprendre et répartir les efforts.
- Schéma de fonctionnement mécanique pour la reprise des efforts transmis par la défense :
 - Reprise des efforts de cisaillement par les 2 x 6 boulons scellés sur la dalle et le voile latéral
 - Reprise des efforts de compression dans la défense par des raidisseurs et une platine métallique venant en butée sur le voile béton.
 - Reprise des efforts de traction :
 - Solution de base (travaux en flottaison) : il n'est pas possible de sceller de nouveau boulons sur le voile d'about du pont BC4. Les efforts sont transmis au ponton par l'intermédiaire des raidisseurs puis des 2 x 6 boulons scellés sur la dalle et le voile latéral.
 - Variante (dépose du ponton BC 4) : il est possible de sceller des boulons sur le voile d'about, à proximité des inserts : reprise des efforts de traction par les nouveaux boulons.

Les principes de cette solution sont schématisés sur les pages suivantes.

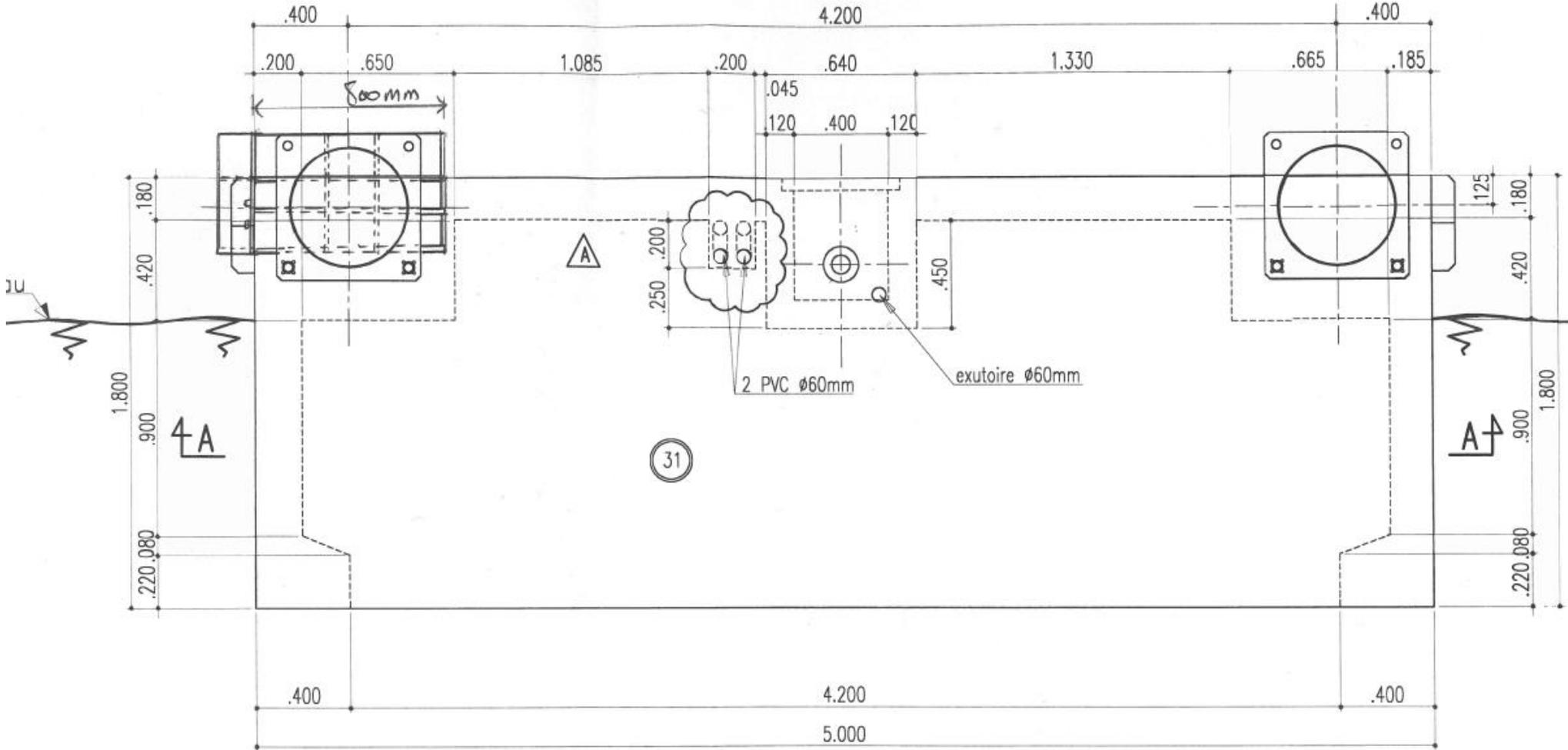
Principes d'une solution de confortement – schéma – vue en plan



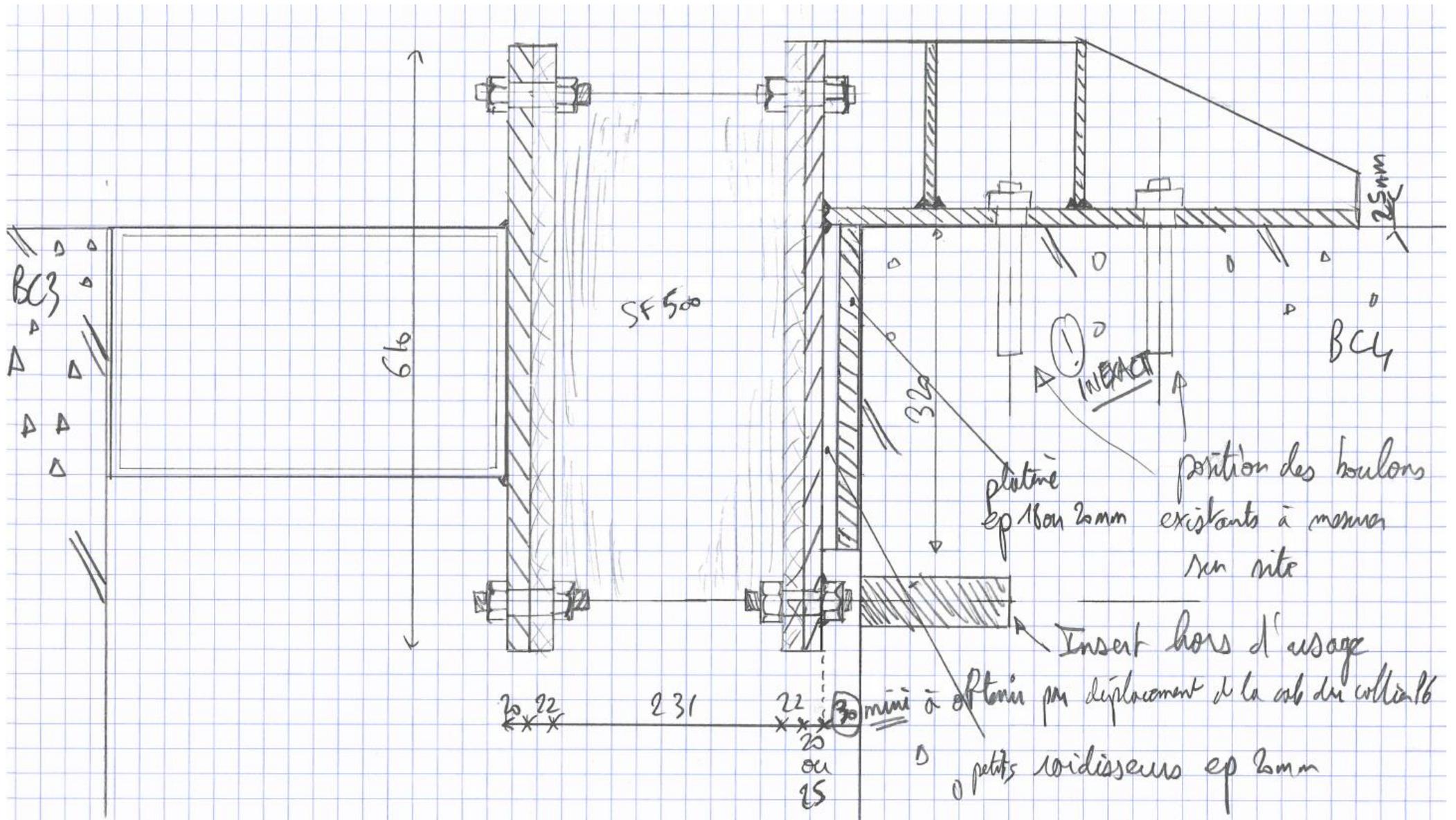
Principes d'une solution de confortement – schéma – élévation – voile d'about

-COUPE D-D-

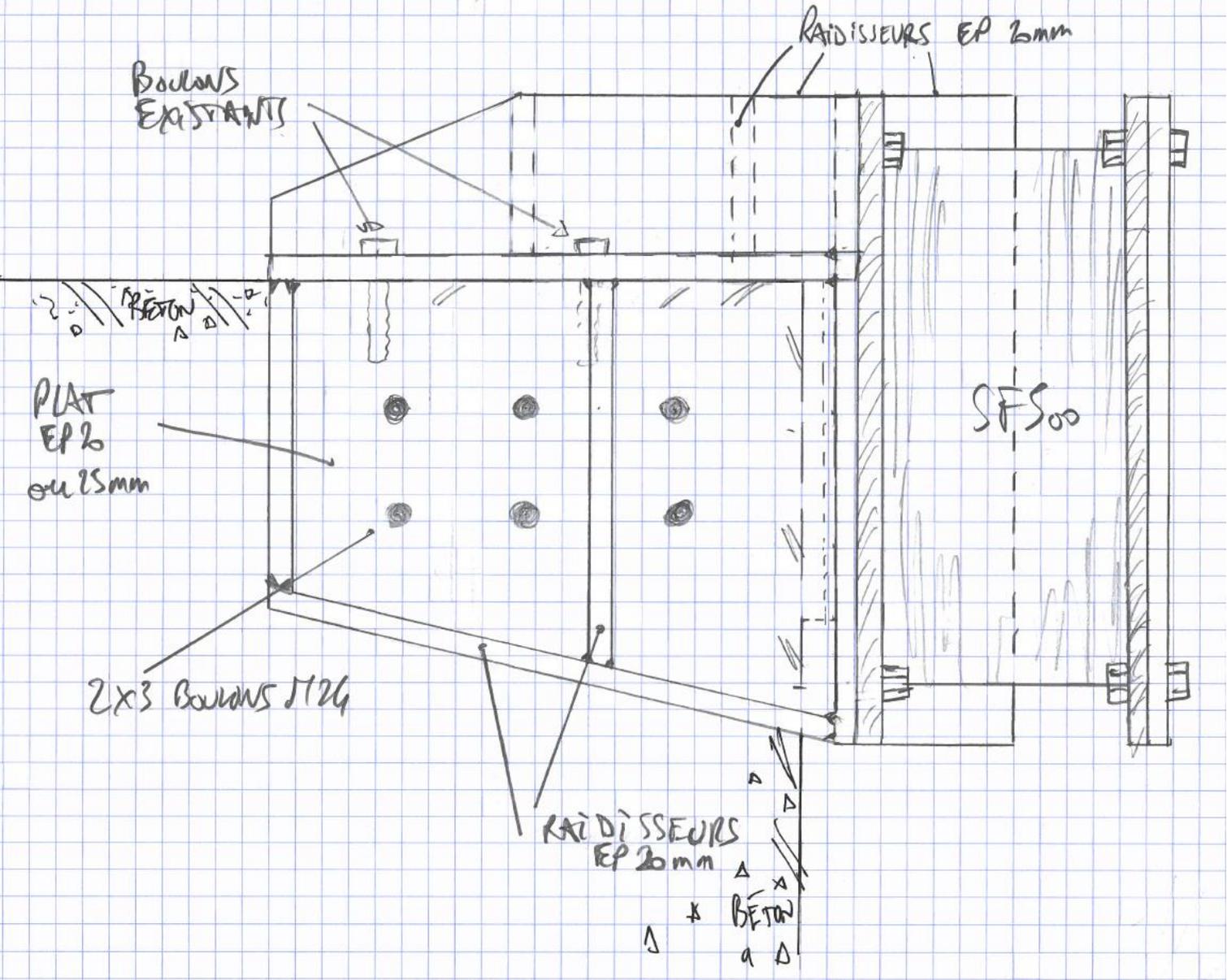
Ech: 1/20



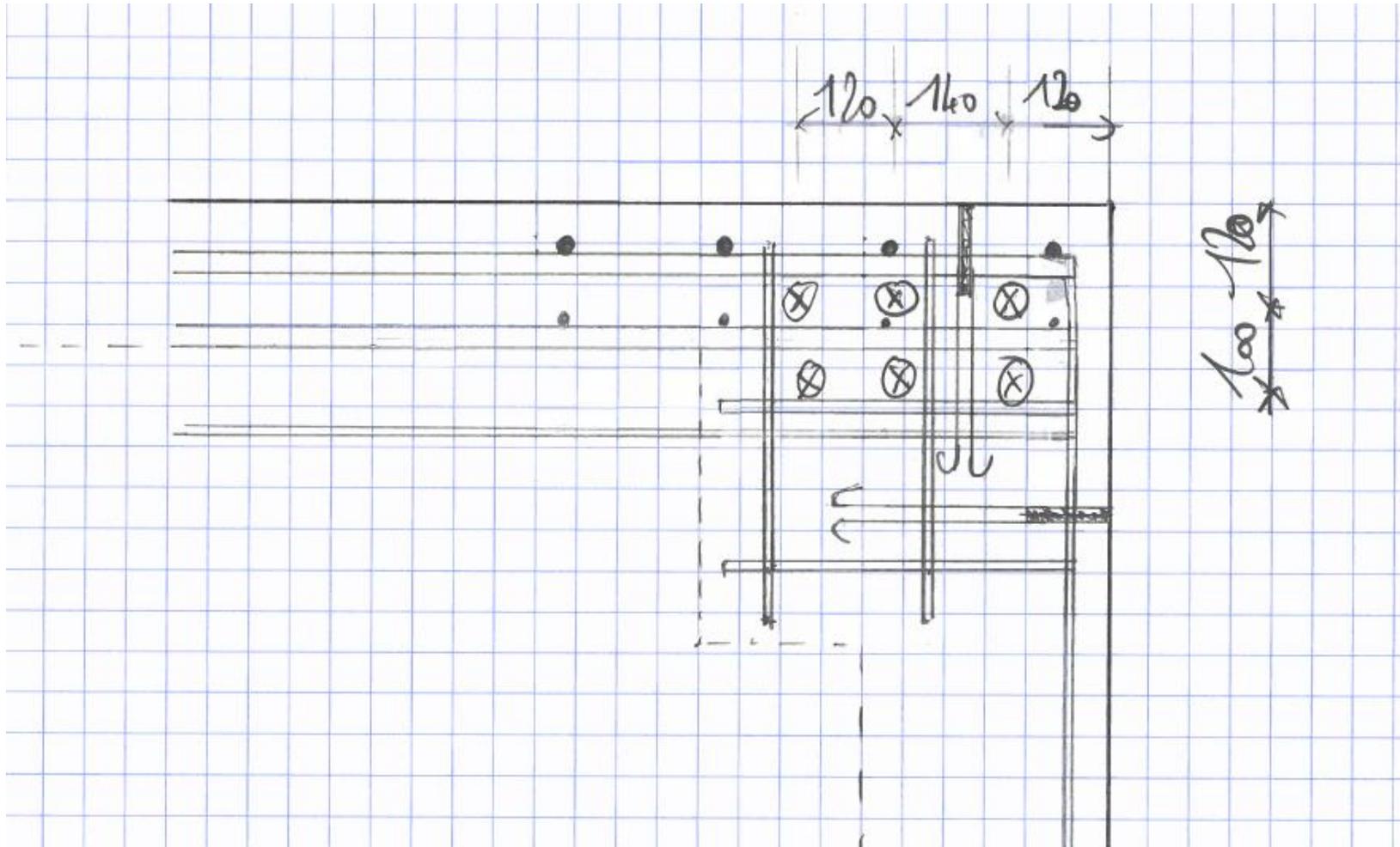
Principes d'une solution de confortement – schéma – coupe transversale type



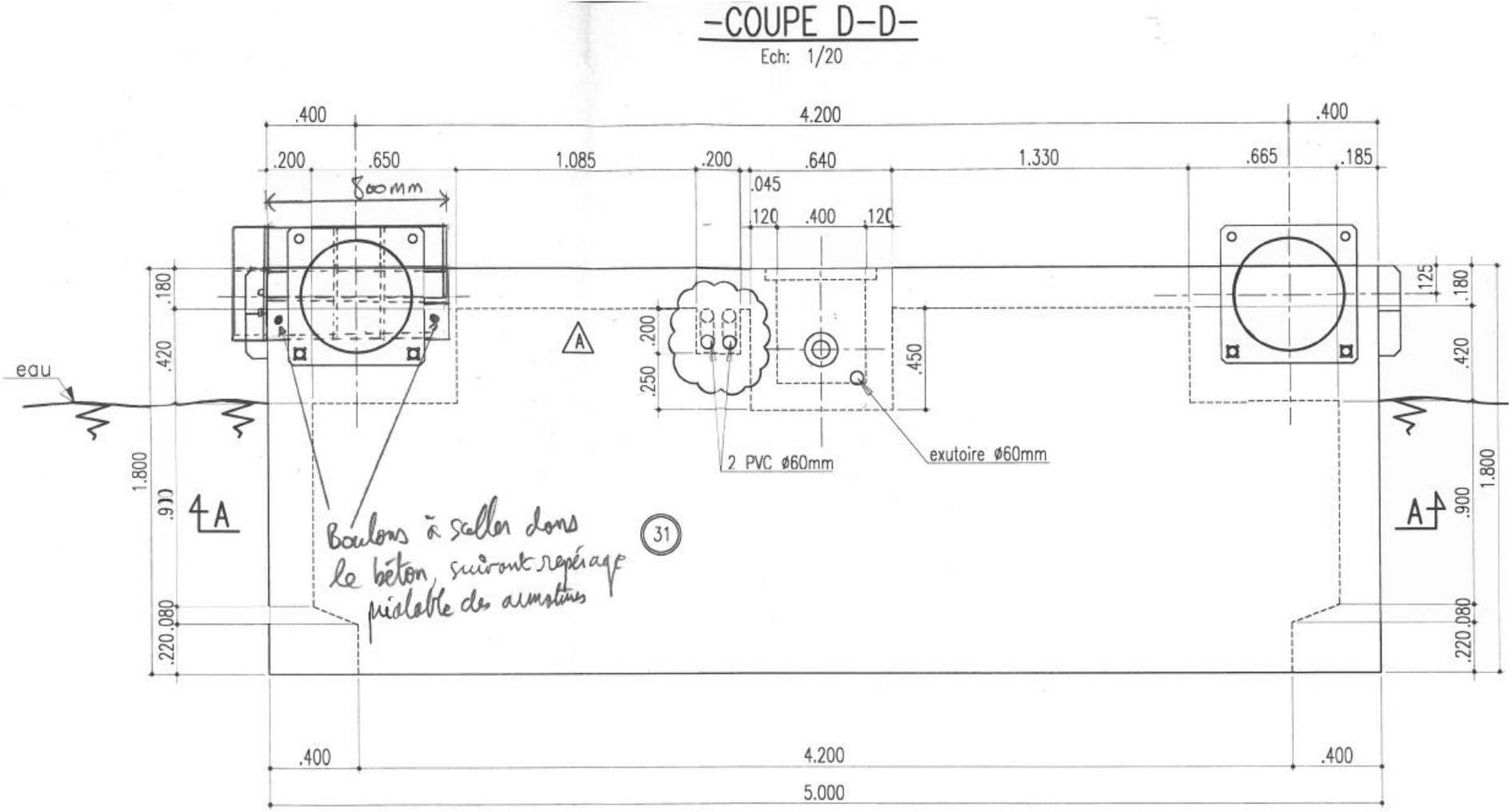
Principes d'une solution de confortement – schéma – élévation



Principes d'une solution de confortement – schéma – élévation
Vérification sommaire de l'implantation des scellement à réaliser à partir du plan d'armatures d'INGEROP



Principes d'une solution de confortement – schéma – élévation – voile d'about
VARIANTE travaux : échouage sur cale et scellement de tiges sur le voile d'about





6 – Avertissements et recommandations

Les pages précédentes montrent des schémas de principes d'une solution de réparation élaborés au stade du diagnostic.

Il ne s'agit en aucun cas de dessins d'exécution qui pourraient être utilisés directement par l'entreprise pour réaliser les travaux de réparation.

Il est en outre vivement recommandé :

1 – de vérifier la faisabilité du déplacement de la cale de réglage du collier P6 et de l'obtention d'un jeu suffisant pour permettre le boulonnage de la défense sur la platine à créer.

2 – avant de lancer les études d'exécution de la réparation, de déposer la structure métallique de fixation actuelle pour s'assurer qu'il n'y a pas d'obstruction, notamment au niveau des 2 inserts cisailés sur le voile.

3 – de prendre toutes les cotes utiles et avec la meilleure précision possible afin de réaliser les plans d'exécution sur la base des dimensions réelles. Il faudra notamment garantir que l'effort de compression dans la défense est directement retransmis au béton par le biais de raidisseurs sans faire travailler en flexion la platine de fixation.

4 – d'effectuer un sondage non destructif de détection des armatures sur le voile latéral pour éventuellement adapter la position des nouvelles fixations.

5 – d'établir des plans d'exécution détaillés basés sur les prises de cotes effectuées par l'entreprise.



www.arteliagroup.com