



SERVICE TECHNIQUE DE LA VOIE D'EAU

REMPLACEMENT DE LA PORTE DE GARDE DU PORT AUX PÉTROLES DE STRASBOURG

PROGRAMME DE MAITRISE D'ŒUVRE

Indice version	Date	Modifications apportées – pages modifiées

SOMMAIRE

1.	Préambule	3
2.	Objet concerné et problème posé	3
2.1.	Localisation	3
2.2.	Principales caractéristiques	4
2.3.	Problème posé	4
2.3.1.	Situation actuelle.....	4
2.3.2.	Besoins identifiés	5
2.4.	Données disponibles	5
3.	Enjeux.....	6
3.1.	Contraintes liées à la navigation	6
3.2.	Contraintes propres à VNF	6
4.	Spécifications techniques de l'ouvrage	6
4.1.	Principes généraux	6
4.1.1.	Supportage de la porte roulante	7
4.1.2.	Orientation de la porte	7
4.2.	Système de guidage et de roulage	7
4.3.	Organe de manœuvre.....	7
4.4.	Système de nettoyage du seuil	7
4.5.	Vantelles de by-pass.....	7
4.6.	Contrôle commande et alimentation électrique.....	8
4.7.	Contrôle commande des feux de gestion de trafic.....	8
5.	Accès au site	9
6.	Exploitation et maintenance	9
6.1.	Cycles de manœuvre	9
6.2.	Maintenance courante et lourde.....	9
6.3.	Couts de fonctionnement et de maintenance	10
7.	Reconnaissances à mener	10
8.	Procédures réglementaires	10
8.1.	Urbanisme	10
8.2.	Autorisation environnementale.....	10
8.3.	Autorisation de la CCNR	10
9.	Chiffrage budgétaire global du projet actualisé	10
10.	Calendrier prévisionnel.....	10
	Annexe 1 : Avant-projet 2021	11

1. Préambule

Dans le cadre d'un protocole transitoire, en date du 20 décembre 2012, mis en place après la dissolution du service de la navigation de Strasbourg, Voie navigables de France (VNF) a été désigné comme gestionnaire temporaire de la porte de garde du port aux pétroles de Strasbourg pour le compte de l'État. Cet ouvrage est mis en place lors des crues du Rhin, à l'interface entre le Rhin (Avant-Port Nord) et le bassin aux pétroles (ou bassin Albert Auberger) au PK 295,500, afin d'empêcher le niveau de monter au droit du Port de Strasbourg (PAS) et du quartier limitrophe de la Robertsau.

2. Objet concerné et problème posé

2.1. Localisation

L'ouvrage objet de l'étude se situe à l'interface entre le Rhin (Avant-Port Nord) et le bassin aux pétroles (ou bassin Albert Auberger), au PK 295,500. La localisation est présentée sur la figure ci-dessous.

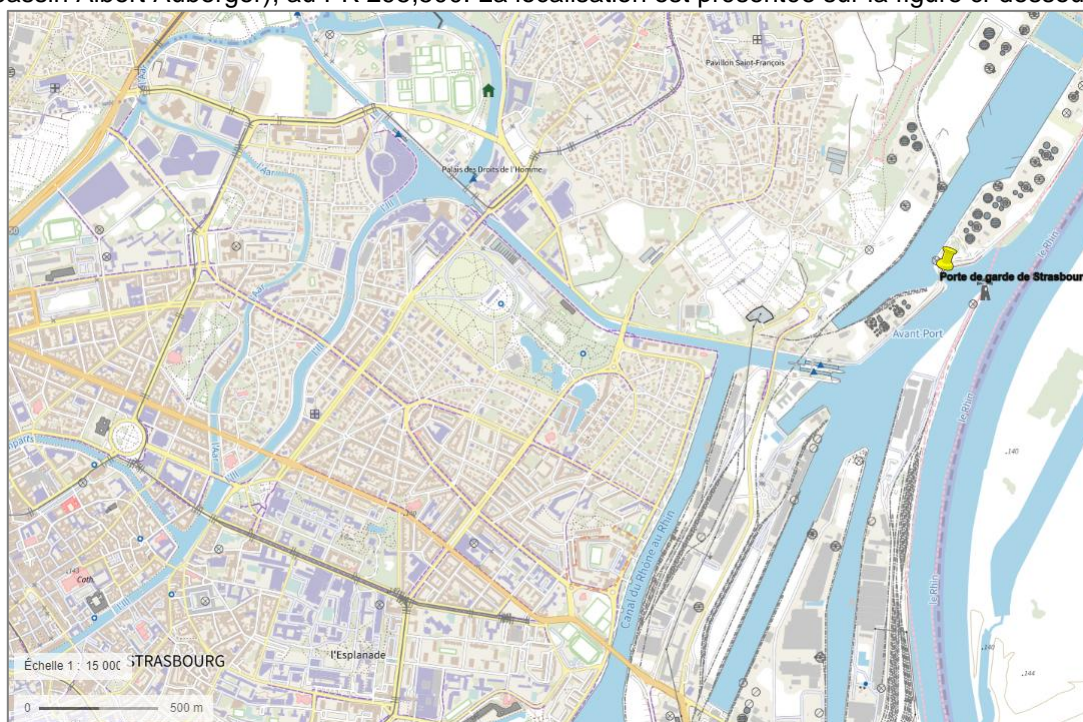


Figure 1 : Localisation de l'ouvrage dans l'agglomération Strasbourgeoise (source : Géoportail)

L'ouvrage est surmonté par le pont Jean Millot, construit dans les années 1981-1984, sur lequel passe le Quai Jacoutot.



**Figure 2 : Localisation de l'ouvrage, du pont Jean Millot et du quai Jacoutot
(Source : Géoportail)**

2.2. Principales caractéristiques

L'ouvrage est implanté dans la passe navigable d'accès au port aux pétroles, large de 16,72 m en partie haute et de 14,83 m au seuil.

La porte actuelle est une structure métallique flottante munie de trois ensembles de ballasts. Elle est transportée inclinée entre sa zone de stockage et l'ouvrage. Une fois les tourillons mis en position sur les butoirs, la porte est basculée en position verticale par remplissage de l'un des trois ballasts afin d'assurer l'appui sur le seuil de la pièce fixe.

La préalerte est donnée lorsque le niveau du Rhin atteint 136,00 m NN et la porte doit être installée en position fermée lorsque le niveau atteint 136,40 m NN. Le niveau maximum du Rhin en crue millénale est de 138,08 m NN (selon l'étude hydrologique la plus récente de VALITEC) et le niveau que peut atteindre le Rhin sans que la porte ne surverse est de 139,00 m NN.

La porte a été mise en place environ une fois par an depuis les 10 dernières années et la plupart du temps avant l'atteinte de la cote de 136.40 m NN.

2.3. Problème posé

2.3.1. Situation actuelle

Des études hydrologiques et réglementaires de protection contre les inondations ont été menées sur l'agglomération de Strasbourg et ont conclu que le point de faiblesse de la porte de garde résidait dans la complexité de sa mise en place. Le besoin de fiabilisation de cet ouvrage dans le cadre de l'amélioration de la protection de l'agglomération de Strasbourg contre les crues du Rhin a donc été identifié. Ce point est notamment repris dans la Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation du TRI de Strasbourg.

Dans le cadre des échanges entre l'État, l'Eurométropole de Strasbourg, VNF et le PAS, le PAS et VNF ont cofinancé une étude de maîtrise d'œuvre qui s'est arrêtée en phase Avant-projet (AVP), en 2021, pour le remplacement de cet ouvrage. L'AVP de 2021 est annexé au présent programme.

C'est sur la base des éléments présents dans cette étude d'AVP que ce programme a été établi. VNF ayant été désigné officiellement par l'État comme gestionnaire de la porte de garde, une nouvelle étude de maîtrise d'œuvre va être réalisée, en tenant compte des éléments de l'étude d'AVP déjà réalisée.

2.3.2. Besoins identifiés

Les solutions à développer doivent permettre d'assurer :

- La fiabilité de la bouchure et garantie d'étanchéité, à l'issue de manœuvres qui resteront occasionnelles (pour une crue de période de retour de 5 à 10 ans) ;
- La simplicité de mise en œuvre ;
- La simplicité de surveillance et de maintenance ;
- Le respect des contraintes d'usage en période de travaux (maintien de la navigation, maintien de la possibilité de mettre en place l'actuelle porte de garde en cas de crue) ;
- La protection des éléments sensibles contre les éventuels chocs de bateaux.

Une réflexion sera à mener sur la possibilité de mettre en œuvre un système automatisé, voir piloté à distance depuis le Caring (Centre d'alerte Rhénan et d'intervention nautique de Gambsheim).

2.4. Données disponibles

- Étude de dangers réalisée par EDF pour le compte de VNF sur les ouvrages hydrauliques du bief de Gambsheim en 2014 ;
- Cartographie du risque inondation sur le Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de l'agglomération strasbourgeoise de 2015 ;
- Cartographie d'aléa et d'enjeux du PPRI de l'Eurométropole de Strasbourg ;
- Étude de détermination des débits extrêmes du Rhin pour les biefs de Gambsheim et d'Iffezheim - Maître d'ouvrage : groupe de travail « Statistiques » de la Commission permanente concernant l'aménagement du Rhin entre Kehl/Strasbourg et Neuburgweiler/Lauterbourg. Assistant au maître d'ouvrage : Office des eaux et de la navigation (WSA). Titulaire : Institut pour l'eau et le développement des eaux (IWG) / Domaine gestion des eaux et génie agricole / Département hydrologie de l'université de Karlsruhe (TH) 2010 ;
- Étude de modélisation hydrodynamique numérique bidimensionnelle pour le bief de Gambsheim sur le Rhin (p.k 290,3 – 309,1) Maître d'ouvrage : Office des eaux et de la navigation (WSA) Titulaire : Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) à Karlsruhe avec Valitec en qualité de sous-traitant spécialisé en modélisation hydraulique 2007/2009 ;
- Plans du profil type de la berge amont rive droite (côté Rhin) de la porte de garde.

Donnée manquante à ce stade :

- Plans du pont Jean Millot et notamment de l'emprise de ces ancrages dans le sol.

3. Enjeux

3.1. Contraintes liées à la navigation

Les contraintes sont les suivantes :

- La coupure de la navigation dans le pertuis ne pourra dépasser 10 jours (autonomie des stocks d'hydrocarbures) ;
- Une interruption totale de navigation pourra être envisagée au maximum pendant 3 jours consécutifs ;
- Il pourra être envisagé de faire circuler des bateaux avant 5h00 et après 19h00, sous réserve d'émettre un avis à la batellerie ce qui permettrait de réaliser 14 heures de travail effectif sur la passe sans circulation de bateau ;
- Le temps de manœuvre de l'ouvrage ne devra pas dépasser 30 minutes ;

Ces contraintes seront à affiner avec le port autonome de Strasbourg, notamment en ce qui concerne la phase travaux.

3.2. Contraintes propres à VNF

VNF a identifié les contraintes techniques suivantes :

- La porte de garde doit être opérationnelle et doit pouvoir être manœuvrée à tous moments ;
- Le maître d'œuvre doit s'assurer de la possibilité de mettre en place un système de nettoyage qui garantit une bonne fermeture de la porte sans intervention de plongeurs ;
- La porte de garde doit pouvoir être téléconduite depuis le Caring. Les standards VNF pour la téléconduite doivent être respectés ;
- Le maître d'œuvre doit s'assurer qu'il sera possible de manœuvrer l'ouvrage malgré le batillage ;
- Le maître d'œuvre doit préciser les accès à l'ouvrage durant le chantier, en tenant compte des engins qui seront nécessaires, ainsi que durant les phases d'entretien courant et exceptionnel ;
- Les parties mobiles de la porte de garde doivent être protégées lorsque la porte est en position ouverte afin d'éviter tout choc de bateau ;
- Le maître d'œuvre doit préciser les modalités nécessaires pour que la porte puisse pouvoir avoir une fonction secondaire d'isolement du port aux pétroles pour contenir une éventuelle nappe de pollution en surface (hydrocarbures). Cette fonction ne devrait pas nécessiter une étanchéité parfaite sur tout le contour de la porte mais uniquement en surface (possibilité de laisser en position ouverte des vannes d'équilibrage pour ne pas mettre la porte en charge) ;
- Le poste de commande doit être dimensionné pour éviter au maximum les intrusions et le vandalisme ;
- Le poste de commande de la porte doit également permettre de piloter les feux de gestion de trafic du Rhin autour de la porte de garde (5 feux) ;
- Un système de batardage du pertuis permettant la mise au sec de la porte doit être intégré afin de faciliter la maintenance lourde.

4. Spécifications techniques de l'ouvrage

4.1. Principes généraux

La nouvelle porte de garde est stockée ouverte en rive Nord du pertuis, tout comme les équipements de manœuvre, afin d'en faciliter l'accès par la piste existante.

L'ouvrage de stockage en rive Nord doit garantir le roulement au niveau supérieur de la porte en même temps que le soutènement du terreplein arrière. D'un point de vue conception, deux solutions structurales sont envisageables pour cet ouvrage : un ouvrage de type poids ou un ouvrage de type écran.

Lorsque la porte est en position fermée (stationnement au milieu de la passe navigable) un ouvrage doit garantir le roulement au niveau inférieur de la porte de garde. Cet ouvrage nécessite également une assise de bonne qualité.

La mise en place des éléments de Génie civil doit se faire dans un temps limité afin de réduire les perturbations de la navigation. Ces éléments sont donc, dans la mesure du possible, construits à l'extérieur du site puis déplacés dans la passe et coulés au niveau de l'ouvrage.

Le local ou les locaux abritant les armoires électriques et certains équipements sensibles sont intégrés dans l'extension réalisée au niveau de l'avant-port. La construction de l'extension est réalisée derrière des palplanches avec remblaiement pour atteindre la cote de 139,00 m. La largeur entre palplanche dans l'axe du puits permettra le passage des bateaux pendant les travaux.

4.1.1. Supportage de la porte roulante

La solution retenue est la porte type « brouette » avec un appui en fond de puits et un appui en partie supérieure de la porte.

4.1.2. Orientation de la porte

La porte roulante est orientée de sorte à réduire les volumes de déblais / remblais et les surfaces de palplanches sur la rive Nord du puits.

4.2. Système de guidage et de roulage

Afin d'assurer un maintien de la porte dans son plan théorique sur toute sa course lors de la manœuvre, il est nécessaire que 3 points de la structure, a minima, soient guidés.

4.3. Organe de manœuvre

Le titulaire doit faire le choix entre un système à câbles, tambour et treuil et un système oléo-hydraulique à crémaillères.

4.4. Système de nettoyage du seuil

Deux dispositifs sont envisagés pour assurer le dégagement du seuil lors des opérations de fermeture :

- Un système permettant de souffler de l'air comprimé via des buses débouchant au niveau des pièces fixes du seuil.
- Un système d'hélice qui crée un courant lors de l'avancée de la porte lors de sa fermeture, ce qui permettrait de dégager le seuil tout en fermant la porte.

Le titulaire doit déterminer si ces dispositifs permettront d'assurer une fermeture de la porte sans une intervention systématique de plongeurs et peut envisager d'autres systèmes le permettant le cas échéant. Le titulaire doit également préciser comment garantir le bon fonctionnement du système de fermeture en cas d'encombrants significatifs sur le seuil (vélo, enrochement, ...).

4.5. Vantelles de by-pass

Des vantelles de by-pass sont prévues dans la structure de la porte pour permettre l'équilibrage des pressions lors de la phase de décrue et avant l'ouverture de la porte.

Les vannes sont implantées côté Rhin afin que la pression hydraulique favorise leur étanchéité.

4.6. Contrôle commande et alimentation électrique

Les équipements d'alimentation électrique et de contrôle commande sont installés dans un local attenant à l'ouvrage. Le titulaire doit respecter les standards pratiqués par VNF pour le choix des équipements et logiciels.

Un pupitre de manœuvre doit permettre le pilotage de la porte en local. Le bâtiment peut être muni d'une ou de plusieurs fenêtres pour permettre l'observation de la porte lors de son déplacement. Le bâtiment doit être dimensionné pour résister aux tentatives de vandalisme et d'intrusion, en particulier en dehors des périodes d'utilisation de la porte.

Un écran de supervision est mis en place avec un logiciel et standard déjà mis en œuvre chez VNF. Il permet de récupérer l'ensemble des informations des capteurs de niveaux côté Rhin et côté port aux pétroles ainsi que des capteurs des organes de manœuvre et de la porte.

Un système de manœuvre manuel est également prévu en secours.

Une liaison de communication transitant via un réseau à amener jusqu'à l'ouvrage permet de superviser les niveaux et la position de la porte à distance. Une solution de commande à distance doit être étudiée. Le réseau de fibre de propriété VNF passe à proximité de l'ouvrage (tronçon Strasbourg Gambaheim).

Pour la manœuvre à distance, des caméras permettant de voir l'environnement de la porte doivent être prévues.

La manœuvre à distance depuis le Caring nécessite également de mettre en place un dispositif d'arrêt d'urgence à distance : deux automates de sécurité doivent être appairés (un sur l'ouvrage, un au Caring). Un contrôle doit être mis en place pour s'assurer de la réaction et de l'arrêt effectif de la porte en cas d'arrêt d'urgence mis en œuvre au Caring.

Un coffret extérieur avec une prise pour le raccordement d'un groupe électrogène est prévu afin de pouvoir secourir l'installation en cas de perte du réseau électrique.

Lors de l'étude de phase AVP une demande de raccordement au réseau ENEDIS est réalisée par le Maître d'ouvrage, avec l'aide du maire d'œuvre, afin d'évaluer le coût potentiel de celui-ci dans le cas où un poste de livraison ne serait pas situé à proximité du site de la porte de garde.

4.7. Commande des feux de gestion de trafic et remontée de données

VNF pilote 5 feux de gestion de trafic dans le secteur, permettant d'arrêter la navigation sur le Rhin. Trois feux sont situés sur le sémaphore Nord (sens avant-port vers Rhin, Rhin amont vers Rhin aval, Rhin aval vers Rhin amont) et deux sur la porte de garde (pour entrer et sortir du bassin Albert Auberger).

Les feux peuvent être commandés localement depuis le sémaphore Nord et depuis le local technique situé sous le pont Jean Millot. Ils peuvent également être pilotés à distance depuis le Caring grâce à une commande WIT située dans un boîtier de commande dans le sémaphore. Ce boîtier de commande permet également de recueillir des données de hauteur d'eau au niveau du pont ferré et de les transmettre au Caring, afin de s'assurer des conditions de navigation sur le Rhin.

Le nouveau poste de pilotage de la porte de garde doit accueillir l'armoire de commande locale des feux, ainsi que le dispositif de télécommande permettant le pilotage à distance des feux par le Caring et la remontée des données de hauteur d'eau.

Les commandes devront respecter les standards VNF.

5. Accès au site

L'accès en véhicule à la porte de garde est difficile (uniquement en VL, sans retournement possible). Le maître d'œuvre doit indiquer au maître d'ouvrage les travaux nécessaires à réaliser pour rendre l'accès au chantier possible pour les engins de travaux. Ces travaux doivent être chiffrés et être pris en compte dans les demandes d'autorisation.



Les parcelles permettant l'accès au chantier appartiennent au Port de Strasbourg.

6. Exploitation et maintenance

6.1. Cycles de manœuvre

Le titulaire doit définir l'ensemble des tâches à réaliser avant de commencer la fermeture et l'ouverture de la porte, ainsi que la répartition de ces tâches entre les acteurs concernés.

6.2. Maintenance courante et lourde

Le titulaire doit proposer un rythme pour l'inspection et l'entretien des différents équipements de l'ouvrage. Il doit également proposer un mode opératoire pour la réalisation de ces inspections et des opérations de maintenance.

Le titulaire doit proposer un lieu de stockage, accessible rapidement, pour les batardeaux qui servent à la bouchure amont et aval de la porte de garde.

6.3. Coûts de fonctionnement et de maintenance

Le titulaire doit réaliser une évaluation des coûts de fonctionnement de l'ouvrage, de la maintenance courante et de la maintenance lourde, au regard des préconisations réalisées sur le rythme et le mode opératoire.

7. Reconnaissances à mener

Le titulaire doit établir les besoins en reconnaissances complémentaires.

8. Procédures réglementaires

8.1. Urbanisme

Une autorisation d'urbanisme est certainement à prévoir pour le local de commande prévu.

8.2. Autorisation environnementale

Le projet est soumis au code de l'environnement. Un porté à connaissance sera a priori nécessaire pour compléter l'arrêté préfectoral de classement du 4 novembre 2010, qui mentionne la porte de garde.

La loi « Industrie verte » du 23 octobre 2023 et son décret d'application du 6 juillet 2024 ont modifié la procédure d'autorisation environnementale.

8.3. Autorisation de la CCNR

Dans le cas de travaux d'élargissement du talus pour faciliter l'accès au chantier, une autorisation de la CCNR pourrait être nécessaire.

9. Estimation financière du projet

Désignation	Montant (€ HT)	Montant (€ TTC)
Campagne et études géotechniques	150 000	180 000
Études environnementales	30 000	36 000
Travaux	3 900 000	4 680 000

10. Calendrier prévisionnel

	2025												2026												2027												2028											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Marché de maîtrise d'œuvre																																																
Etudes géotechniques																																																
Etudes d'Avant-Projet																																																
Etudes de Projet																																																
Marchés de travaux et appel d'offres																																																
Etudes environnementales																																																
Autorisation environnementale																																																
Travaux																																																

Annexe 1 : Avant-projet 2021

Porte de garde du Port aux Pétroles - Etude EP-AVP nouvelle porte

Avant-Projet



Port Autonome de Strasbourg
STRASBOURG, FRANCE

RESTREINT

9 avril 2021

RAPPORT
RP04

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Agence de Lyon
Tour Part-Dieu - 129, rue Servient - 69326 Lyon CEDEX 3 - FRANCE
tel. +33 4 78 63 69 25 - fax. +33 4 78 60 93 38
engineering-fr@tractebel.engie.com
tractebel-engie.fr

RAPPORT



Nos ref. : RP04
Entité : Eau France Europe
Imputation : P.0014685

RESTREINT

Client : Port Autonome de Strasbourg
Projet : Remplacement de la porte de garde
Pays/Ville : Strasbourg, France




Titre : Porte de garde du Port aux Pétroles - Etude EP-AVP nouvelle porte
Sous-titre : Avant-Projet
Auteur(s) : Louka DIOUGOANT / Caio TORRES (LDI/CTO)
Date : 9 avril 2021

Résumé : -

Commentaires : -

Mots-clés : Vantellerie, protection contre les crues, navigation

Nbr pages : 63 (hors annexes)

						
				Louka DIOUGOANT 2021.04.12 11:11:05 +02'00'	Nicolas CROCHETON 2021.04.12 15:56:49 +02'00'	Louka DIOUGOANT 2021.04.12 16:03:50 +02'00'
02	09/04/2021	Deuxième émission	Final	L.DIOUGOANT C. TORRES	N. CROCHETON P. CAZENAVE	L.DIOUGOANT
01	23/03/2021	Première émission	PREL	L. DIOUGOANT	N. CROCHETON	L. DIOUGOANT
REV.	JJ/MM/AA	OBJET DE LA REVISION	STAT.	REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION

TRACTEBEL ENGINEERING S.A. - siège social : 5, rue du 19 mars 1962 - 92622 Gennevilliers CEDEX - FRANCE
au capital de 3 355 000 euros - R.C.S. Nanterre B 309 103 877 - SIREN 309 103 877 - TVA intra : FR 82 309 103 877 - APE 7112B

REPLACEMENT DE LA PORTE DE GARDE

Porte de garde du Port aux Pétroles - Etude EP-AVP nouvelle porte

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	7
1.1.	Contexte de l'étude.....	7
1.2.	Description de l'ouvrage de la porte de garde du port aux Pétroles	8
2.	SYNTHESE DE LA SOLUTION RETENUE EN EP-PHASE 3.....	10
2.1.	Objectifs	10
2.2.	Orientations techniques générales pour le nouvel ouvrage.....	10
2.3.	Solution retenue en phase EP : Porte latérale roulante en rive Nord du pertuis	11
2.4.	Hypothèses de dimensionnement	13
2.5.	Chronogramme de manœuvre de la nouvelle porte	14
2.6.	Contraintes en phase travaux	15
3.	CONCEPTION DE L'OUVRAGE.....	16
3.1.	Principes généraux	16
3.2.	Reconnaissances géotechniques.....	17
3.2.1.	Analyse des reconnaissances préliminaires réalisées	17
3.2.2.	Reconnaissances complémentaires à réaliser en phase PRO	19
3.2.2.1.	Objectifs	19
3.2.2.2.	Programme des reconnaissances géotechniques	19
3.2.2.3.	Diagnostic de pollution	20
3.2.2.4.	Inspections subaquatiques et terrestres	20
3.3.	Pré-Dimensionnement de l'ouvrage.....	22
3.3.1.	Culées de la porte en béton armé	22
3.3.2.	Radier de la vanne et zone de stockage de la porte	26
3.3.3.	Justification des palplanches.....	27
3.3.4.	Ouvrages de raccordement aux existants	27

3.4.	Phasage de réalisation des travaux	28
3.5.	Contraintes de réalisation des travaux	30
3.5.1.	Travaux sous exploitation.....	30
3.5.2.	Calage et réglage des travaux subaquatiques.....	31
3.5.3.	Contraintes environnementales.....	31
3.6.	Guidage des bateaux	31
3.7.	Solution de batardage du pertuis.....	32
3.8.	Sécurisation des accès au site	33
4.	CONCEPTION DE LA PORTE	34
4.1.	Conception générale	34
4.1.1.	Choix du type de supportage de la porte roulante	34
4.1.2.	Choix de l'orientation de la porte	36
4.2.	Structure de la porte.....	37
4.3.	Système de guidage et de roulage.....	38
4.4.	Système d'étanchéité.....	40
4.5.	Transfert des efforts vers le Génie Civil	42
4.6.	Organes de manœuvre.....	44
4.6.1.	Système à câbles, tambour et treuil	44
4.6.2.	Système olé-hydraulique à crémaillères	46
4.6.3.	Recommandations sur le choix de l'organe de manœuvre	47
4.7.	Système de nettoyage du seuil	48
4.8.	Vantelles de by-pass pour équilibrage des pressions.....	48
4.9.	Contrôle commande et alimentation électrique.....	49
5.	EXPLOITATION / MAINTENANCE	50
5.1.	Cycles de manoeuvre	50
5.1.1.	Fermeture de la porte	50
5.1.2.	Ouverture de la porte	50
5.2.	Maintenance courante	51
5.3.	Maintenance lourde	52
5.3.1.	Système de batardage de l'encoche rive Nord	52

5.3.2.	Inspection / maintenance des pièces fixes	52
5.3.3.	Système de batardage du pertuis.....	53
5.4.	Estimatif des coûts de fonctionnement et de maintenance	53
5.4.1.	Couts de fonctionnement	53
5.4.2.	Coûts de l'entretien normal	53
5.4.3.	Coûts mise à sec porte tous les 10 ans à 15 ans	54
6.	DOSSIER REGLEMENTAIRE LOI SUR L'EAU.....	55
6.1.	Contenu du dossier Loi sur l'Eau	55
6.2.	Analyse de l'état initial	57
6.2.1.	L'occupation des sols et l'assainissement à l'endroit et aux alentours immédiats du projet	57
6.2.2.	Les eaux superficielles	57
6.2.3.	Le milieu souterrain	57
6.2.4.	L'environnement.....	57
6.2.5.	Habitats, faune et flore	57
6.2.5.1.	Etat des lieux préliminaire	57
6.2.5.2.	Inventaires des habitats, de la faune et de la flore supérieure	58
6.3.	Nature, consistance, volume et objet de l'installation	58
6.4.	Moyens d'intervention en cas d'incident et d'accident	58
6.5.	Suite de la procédure	59
6.6.	L'autorisation unique	59
7.	CHIFFRAGE BUDGETAIRE GLOBAL DU PROJET	60
8.	ESTIMATION D'UN PLANNING DE REALISATION.....	62
9.	CONCLUSION	63

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de l'étude

L'étude d'avant-projet du remplacement de la porte de garde du port aux pétroles s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des moyens de protection de l'agglomération de Strasbourg contre les crues du Rhin. En effet, dans les différentes études de risque d'inondation, l'ouvrage à la limite entre le Rhin (géré par Voies Navigables de France, VNF) et les infrastructures du Port Autonome de Strasbourg (PAS) est identifié comme un point faible de cette protection.

En ce point, le système actuel de protection consiste dans l'installation d'une porte flottante à l'aide d'un bateau pousseur entre le Rhin et l'entrée du bassin du port aux Pétroles afin de protéger de la montée des eaux les installations industrielles et le quartier de la Robertsau de l'agglomération Strasbourgeoise. La robustesse et la fiabilité de mise en place de ce système (qui nécessite la mobilisation de nombreux personnels) n'apporte pas les garanties suffisantes au regard des enjeux dans la zone inondable, et une modernisation de cet ouvrage de protection est nécessaire. La présente étude au niveau de la faisabilité, vise à identifier les variantes d'aménagement envisageables et in-fine d'arrêter en concertation avec le maître d'ouvrage la solution à retenir, qui fera ensuite l'objet d'études de conception détaillées dans le cadre de missions de maîtrise d'œuvre.

L'organisation de la Maîtrise d'Ouvrage pour le suivi de ces études est la suivante :

- Pilotage des études : PAS + VNF
- Comité technique : PAS + VNF + Eurométropole de Strasbourg (EMS) + DREAL + DDT

Le marché d'études est organisé en plusieurs phases :

- Etudes préliminaires (EP) :
 - o Phase 1 : Etat des lieux
 - o Phase 2 : Propositions de solutions techniques
 - o Phase 3 : Analyse multicritères
- Avant-Projet (AVP)

Le présent rapport a été rédigé dans le cadre de l'Avant-Projet, afin de détailler la solution retenue en phase 3 pour la mise en place d'une nouvelle bouchure au niveau du pertuis de la porte de garde.

Nota : l'ouvrage de la porte de garde a été classé dans la continuité du système d'endiguement de Gambsheim à VNF, cet ouvrage est géré par VNF dans le cadre du protocole transitoire mais ne lui a pas été formellement confié.

1.2. Description de l'ouvrage de la porte de garde du port aux Pétroles

L'ouvrage objet de l'étude se situe à l'interface entre le Rhin (Avant-Port Nord) et le bassin aux pétroles (ou bassin Albert Auberger) ; la localisation est présentée sur la figure ci-dessous.



Figure 1: Localisation de l'ouvrage dans l'agglomération strasbourgeoise

L'ouvrage est implanté dans la passe navigable d'accès au port aux pétroles, de 16,72 m de largeur en partie haute et 14,83 m de largeur au seuil. Une pièce métallique en U est fixée au fond de la passe sur une longueur de 8,80 m dans le sens Rhin -> Bassin afin de permettre l'installation de la porte de garde. Cette pièce fixe comprend

une butée pour le seuil de la porte ainsi que des supports de tourillons pour le basculement de la porte lors de sa mise en place et lors de son retrait.

La porte est une structure métallique flottante munie de trois ensembles de ballasts, qui est transportée inclinée entre sa zone de stockage et l'ouvrage. Une fois les tourillons mis en position sur les butoirs, la porte est basculée en position verticale par remplissage de l'un des 3 ballasts afin d'assurer l'appui sur le seuil de la pièce fixe.



Figure 2: A gauche: porte flottante en position de stockage / A droite: passe navigable et pièce métallique fixe en U



Figure 3: A gauche: porte flottante et mise en place sur ses tourillons / A droite: porte ballastée qui ferme la passe

L'ouvrage est surmonté par le pont Jean Millot (sur lequel passe le Quai Jacoutot) qui a été construit avant la réalisation de l'ouvrage de protection contre les crues qui date lui des années 1981-1984.

2. SYNTHÈSE DE LA SOLUTION RETENUE EN EP-PHASE 3

2.1. Objectifs

L'état des lieux dressé en EP a permis d'obtenir un état zéro de la situation actuelle de l'ouvrage et de son fonctionnement. La robustesse de la porte de garde a été questionnée lors des études réglementaires, en particulier sa méthode de mise en place.

En cas de crue millénale, il a été démontré que la non fermeture de la porte de garde pourrait engendrer des inondations record pouvant atteindre jusqu'à 2 m de hauteur d'eau dans des quartiers habités, impactant 3900 personnes environ. Ces inondations présentent aussi une menace de pollution importante en raison de la présence de nombreuses ICPE hydrocarbures dans le port aux pétroles.

La fiabilisation de ce système de protection est donc un enjeu important pour l'agglomération strasbourgeoise.

Les solutions à développer doit ainsi répondre aux objectifs suivants :

- La fiabilité du dispositif de bouchure et les garanties d'étanchéité lors des manœuvres qui sont occasionnelles ;
- La simplicité de sa mise en œuvre ;
- La simplicité de surveillance et de maintenance ;
- Le respect des contraintes d'usage en période de travaux ;
- La protection des éléments sensibles contre les éventuels chocs de bateaux.

2.2. Orientations techniques générales pour le nouvel ouvrage

Les orientations techniques générales sont détaillées ci-dessous :

- Le nouvel ouvrage sera situé dans l'avant-port plutôt que dans le port aux pétroles afin de ne pas créer d'emprise dans ce port pour ne pas gêner les manœuvres de bateaux.
- Le pertuis dans la section du nouvel ouvrage sera de même largeur que la partie haute de l'existant (16,76 m mini) sur toute la hauteur en prolongeant l'ouvrage dans l'avant-port. Le pertuis sera donc de section rectangulaire dans le profil où sera installée la nouvelle porte.
- Le fond du pertuis et les bajoyers dans lesquels seront scellées les pièces fixes qui composent le seuil de la nouvelle porte sera fait en partie d'une pièce en Génie Civil préfabriquée qui sera construite puis déplacée sur le site puis coulée sur place afin de permettre une mise en place en un temps limité (tout en assurant un bon réglage des pièces fixes) pour perturber le moins possible la navigation.
- L'ouvrage permettra l'installation d'un système de batarage afin de permettre une inspection à sec du seuil dans le futur. Ce système ne sera cependant pas fourni.

- Les équipements de manœuvre seront préférentiellement installés en bordure Nord du pertuis pour permettre un accès plus aisé via la piste existante.
- Le local ou les locaux abritant les armoires électriques et certains équipements sensibles seront intégrés dans l'extension réalisée au niveau de l'avant-port.
- Les équipements seront prévus avec redondance afin de fiabiliser le fonctionnement de l'installation.
- Afin de protéger le nouvel ouvrage des chocs de bateaux, un système de guidage sera installé à l'amont du pertuis (comme sur une écluse) afin d'aligner le bateau avec le pertuis et d'éviter tout choc frontal d'un bateau dans le nouvel ouvrage. Ce système sera parallèle à l'axe du pertuis et sera constitué de 2 pieux. Le système d'estacade de guidage dessiné sur les plans préliminaires ci-dessous ne représente pas le système définitif, le plan de la solution retenue est présenté en annexe.

2.3. Solution retenue en phase EP : Porte latérale roulante en rive Nord du pertuis

La solution retenue en phase EP consiste en l'installation d'une porte qui est stockée en rive Nord du pertuis du pertuis lorsqu'elle est ouverte. Plusieurs variantes pour son supportage et sa manœuvre sont possibles et sont détaillées dans les paragraphes suivants.

La vue en plan et la vue en coupe, dessinées lors des phases précédentes, sont présentées dans les figures ci-dessous.

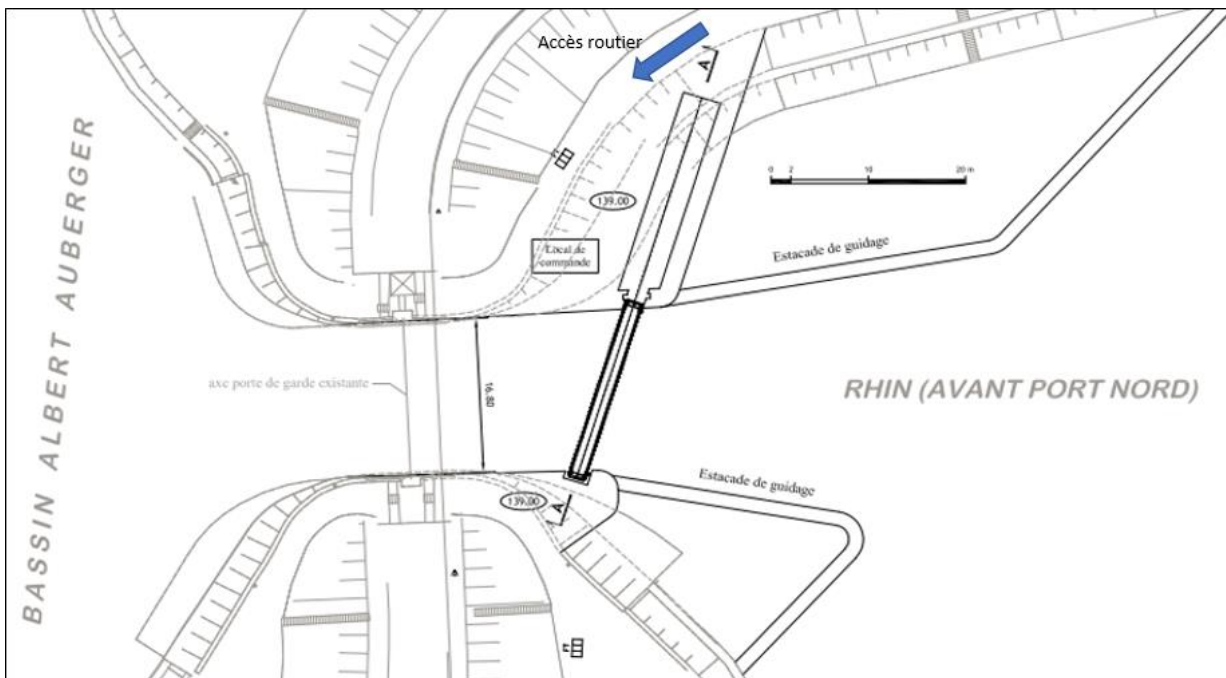


Figure 4: Vue en plan préliminaire de la solution n°1 (phase EP)

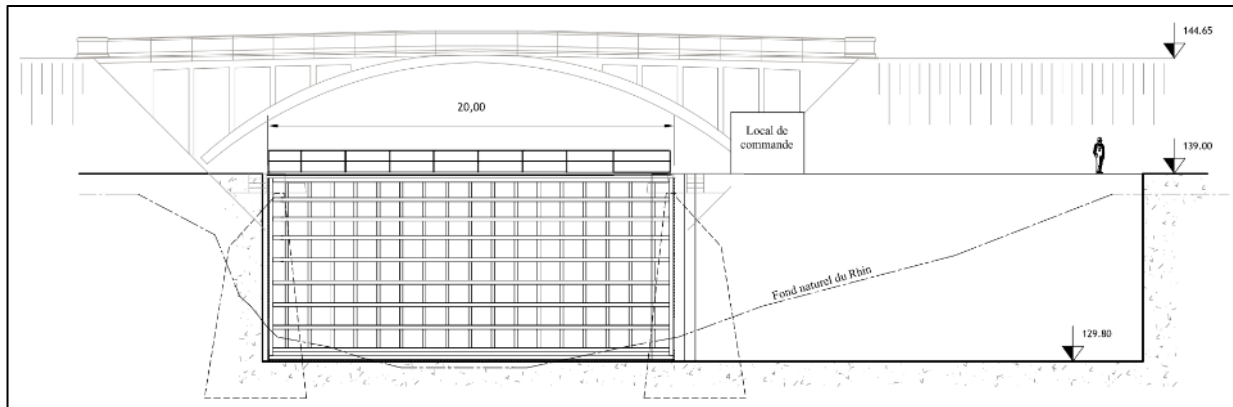


Figure 5: Vue en coupe préliminaire depuis l'amont de la solution n°1 (phase EP)

L'axe de la porte a été prévu en biais afin de limiter l'emprise de l'ouvrage en rive Sud accueillant la rainure d'étanchéité de la nouvelle porte, ceci afin de réduire la durée du chantier et sa complexité. Cette installation en biais entraîne l'augmentation de la largeur du pertuis dans l'axe de la porte pour atteindre environ 20 m. La pertinence de cette configuration en biais a été confirmée en phase AVP et sera détaillée ci-dessous.

Un local est prévu sur l'extension en rive Nord du pertuis afin d'accueillir les équipements électriques et de commande.



Figure 6: Exemple d'une porte latérale sur une écluse de 12 m de large sur le Rhône

Cette solution requiert la mise en place de vanelles dans la structure de la porte afin de permettre l'équilibrage des pressions avant l'ouverture de la porte lors de la décrue. La porte sera en effet non manœuvrable s'il existe une différence de niveau entre l'avant-port et le port aux pétroles.

Le temps de fermeture ou d'ouverture de la porte est évalué à environ 15 minutes à ce stade.

Il est également prévu un système de nettoyage du seuil du pertuis à l'aide de buses d'air comprimé réparties tout le long de l'axe de la porte dans les pièces fixes (système usuellement utilisé en hydroélectricité). Ce système pourra être activé régulièrement (par l'automate) pour éviter l'accumulation de sédiments et avant chaque manœuvre de fermeture afin de réduire les risques lors de la manœuvre. Ce système pourra également être complété par une hélice et/ou un racloir installé en partie basse de la porte qui permettra de dégager le seuil au fur et à mesure de l'avancement de la porte en générant un flux d'eau localisé ou en repoussant les éventuels sédiments.

2.4. Hypothèses de dimensionnement

Données dimensionnelles de la nouvelle porte et de la passe :

- Cote maximale du seuil et du radier = 130,10 m NN ;
- Largeur minimale de la passe au seuil = 14,83 m ;
- Largeur minimale de la passe en partie haute à la cote 139,00 m NN = 16,72 m ;
- Cote minimale de l'arase supérieure de la porte et des bajoyers latéraux = 139,00 m NN.

Données fonctionnelles de la nouvelle porte et de la passe :

- Niveau de retenue normal du Rhin (RN) = 135,40 m NN ;
- Niveau maximum du Rhin crue millénale = 138,08 m NN (selon étude hydraulique basée sur une étude hydrologique de l'université technologique de Karlsruhe de 2009) ;
- Niveau du Rhin de dimensionnement de la porte (PHE) = 139,00 m NN (arase sans surverse) ;
- Charge de dimensionnement statique maximale de la porte dans le sens Rhin -> port aux Pétroles =
 $139,00 \text{ m NN} - 136,00 \text{ m NN} = 3 \text{ mCE}$ (hypothèse conservative) ;
- Pas de charge statique dimensionnante dans le sens port aux Pétroles -> Rhin, grâce à l'ouverture de vanne d'équilibrage lors de la décrue du Rhin ;
- Charge de dimensionnement pour la manœuvre de la porte en vives eaux = 20 cm entre le port aux pétroles et le Rhin (afin de permettre une ouverture légèrement en avance sur l'équilibrage des pressions) ;
- Temps de manœuvre maximum (entre consignation passe et fermeture totale de la porte) = 15 minutes ;
- Les parties mobiles devront être protégées lorsque la porte est en position ouverte afin d'éviter tout choc de bateau ;
- La porte pourra avoir une fonction secondaire d'isolement du port aux pétroles pour contenir une éventuelle nappe de pollution en surface (hydrocarbures). Cette fonction ne nécessitera pas nécessairement une étanchéité parfaite sur tout le contour de la porte mais uniquement en surface (les vannes d'équilibrage seront alors laissées en position ouverte pour ne pas mettre la porte en charge) ;

- Un système de nettoyage du seuil sans intervention fréquente de plongeurs sera prévu afin d'optimiser l'opération de fermeture de la nouvelle porte ;
- La porte sera télésurveillée et pourra être commandée à distance.

2.5. Chronogramme de manœuvre de la nouvelle porte

Le chronogramme suivant a été validée lors des phases précédentes pour la mise en place de la nouvelle porte en périodes de crues :

- Atteinte de la cote de 136,00 mNN dans l'avant-port Nord :
 - o Alerte des différentes autorités et entreprises liées à la navigation dans le port aux pétroles,
 - o Inspection visuelle de la porte et des organes de manœuvre,
 - o Vérification de la bonne mise sous tension de l'installation et acheminement sur l'ouvrage d'un Groupe Electrogène de secours en cas de perte de l'alimentation du réseau (un coffret avec une prise sera prévu pour un raccordement),
 - o Nettoyage du seuil avec le système de buse installé dans le pertuis,
 - o Maintien de la navigation dans le pertuis vers le port aux pétroles.
- Atteinte de la cote de 136,40 mNN dans l'avant-port Nord :
 - o Arrêt de navigation et consignation du pertuis,
 - o Fermeture immédiate de la porte une fois que le pertuis est consigné (temps de manœuvre de l'ordre de 15 minutes,

Lors de la décrue le chronogramme suivant est proposé :

- Atteinte de la cote de 136,45 mNN dans l'avant-port Nord :
 - o Vérification du niveau d'eau dans le port aux pétroles et ouverture du système d'équilibrage avec le niveau du Rhin si nécessaire,
 - o Inspection visuelle de la porte et des organes de manœuvre.

Attention : Lors de la décrue, si le niveau remonte au-dessus de 136,40 mNN et que la porte n'a pas été ouverte, le système d'équilibrage doit être refermé.

- Atteinte de la cote de 136,40 mNN dans l'avant-port Nord et prévision de débits des prochains jours à la baisse :
 - o Vérification de l'équilibrage entre le Rhin et le port aux pétroles,
 - o Ouverture de la porte en maintenant le système d'équilibrage ouvert (temps de manœuvre de l'ordre de 15 minutes,
 - o Fermeture du système d'équilibrage une fois la vanne en position ouverte,

- Déconsignation du pertuis et reprise de la navigation.

Concernant la cote d'arrêt de navigation officielle sur le Rhin dans l'avant-port Nord, celle-ci est déterminée par la lecture d'une échelle inversée qui mesure le tirant d'air sous un pont rails jouxtant le pont de l'Europe. Lorsque l'échelle indique la cote de 6,75 m l'arrêt de navigation est prononcé. Le rattachement altimétrique du « 0 » de cette échelle à un référentiel connu n'a pour le moment pas été retrouvé, il n'est donc pas possible de convertir cette consigne en niveau d'eau dans le référentiel NormalNull. Il serait tout de même intéressant d'avoir cette donnée afin de vérifier la cohérence des consignes proposées pour la nouvelle porte. L'intervention d'un topographe pour rattacher cette échelle à un référentiel altimétrique serait donc à envisager en phase PRO.

2.6. Contraintes en phase travaux

Les contraintes en phase travaux seront les suivantes :

- L'autonomie des stocks d'hydrocarbures au niveau des installations du port aux Pétroles est de l'ordre de 10 jours. Ce délai ne devra donc jamais être atteint même en cas de problème technique sur le chantier lors d'une coupure de la navigation dans le pertuis. Ce délai est également valable pour toute opération de maintenance courante sur la nouvelle porte.
- Une interruption totale de navigation est envisageable au maximum pendant 3 jours consécutifs, sous réserve d'un délai de prévenance suffisamment long et de conditions hydrologiques favorables pour garantir une exploitation adaptée des réserves de produits pétroliers.
- Possibilité de faire entrer / sortir les bateaux avant 5h00 et de les faire sortir / entrer après 19h00, sous réserve d'émettre un avis à la batellerie. Cela pourrait laisser 14 heures de temps de travail effectif sur la passe Jean Millot sans aucun passage de bateau (il faut 12 heures pour traiter un bateau une fois qu'il est installé à quai et les installations permettent de traiter 6 bateaux par jour).
- Largeur maximale des navires passant par le pertuis en phase travaux et en exploitation = 11,50 m.

3. CONCEPTION DE L'OUVRAGE

3.1. Principes généraux

Les ouvrages projetés de la solution envisagée seront déterminés en fonction de deux positions possibles de la porte de garde :

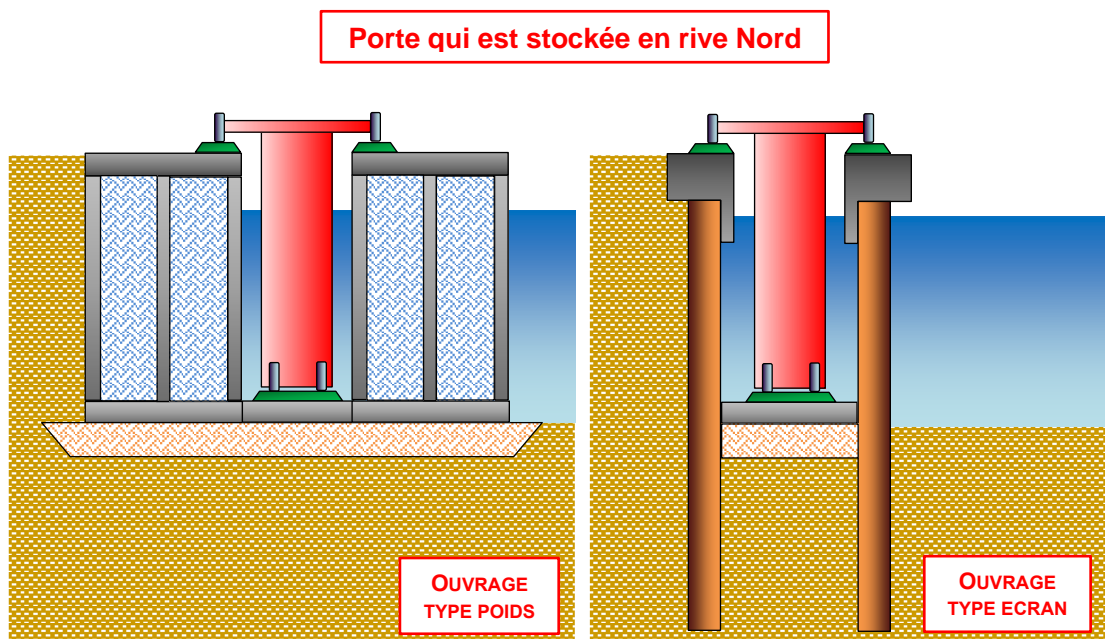
- **Ouverte** : porte stockée en rive Nord ;
- **Fermée** : porte stationnée au milieu de la passe navigable.

L'ouvrage de stockage en rive nord devra garantir le roulement au niveau supérieur de la porte en même temps que le soutènement du terreplein arrière. D'un point de vue conception, deux solutions structurales sont envisageables pour cet ouvrage :

- **Ouvrage type poids** : caissons, empilement de blocs, mur en L, etc. Ces structures reposent sur le principe de résistance à la poussée des terres par leurs poids propre, assurant sa stabilité au glissement, au retournement et au soulèvement. Ces ouvrages sont réalisés en béton et nécessitent une assise de bonne qualité, ou d'être fondés à proximité du fond de fouille, de préférence rocheux pour limiter les affouillements mais surtout il ne doit pas être soumis aux tassements.
- **Ouvrage type écran** : Rideau palplanche, rideau combiwall (combiné de palplanches et pieux), etc. La plateforme, généralement en béton, est ancrée en tête de l'écran. Ce dernier transfère les efforts jusqu'au niveau de l'ancrage dans le substratum par des palplanches ou pieux métalliques.

Lorsque la porte est stationnée au milieu de la passe navigable, un ouvrage type semelle filante (poutre posée sur sol) devra garantir le roulement au niveau inférieur de la porte de garde. Cet ouvrage nécessite aussi une assise de bonne qualité.

Les schémas ci-dessous (coupes selon l'axe du pertuis) présentent chaque principe structural en fonction de la position de la porte :



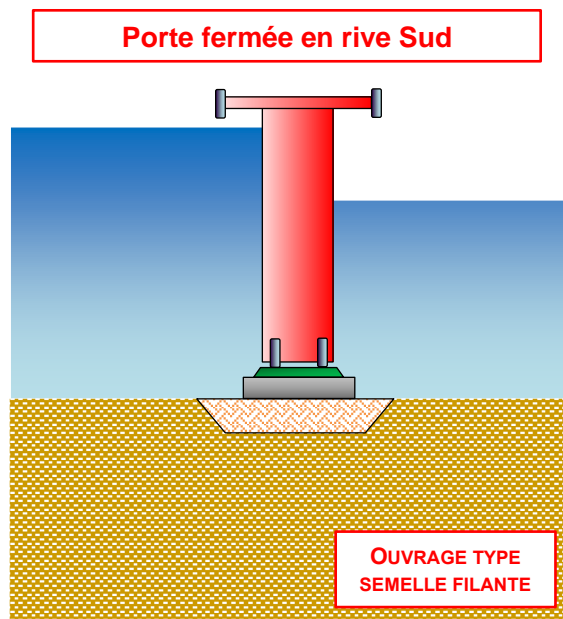


Figure 7: Schémas des ouvrages projetés en fonction de la position de la porte

3.2. Reconnaissances géotechniques

3.2.1. Analyse des reconnaissances préliminaires réalisées

Aucune information sur les sols de cette zone n'a pu être retrouvée il a donc été nécessaire de réaliser des reconnaissances, à minima sur chaque rive, afin de permettre un dimensionnement avec moins d'inconnus. Une campagne de reconnaissance géotechnique préliminaire a été réalisée via deux sondages par la société HYDROGEOTECHNIQUE en Décembre 2020.

Les essais d'identification ont été répartis sur la hauteur des 2 sondages carottés (SC01 et SC02) sur chaque rive. HYDROGEOTECHNIQUE a réalisé les implantations des échantillons prélevés ainsi que les essais mécaniques afin de caractériser les couches de sol.

Les essais triaxiaux, prévus initialement, ont été remplacés, du fait de la qualité de récupération des échantillons sur les sondages carottés, par des essais de cisaillement rectiligne à la boîte avec :

- 2 essais sur SC2 à 8,25 m (soit à mi-hauteur de la vanne) et 12,75 m (soit à la base de la vanne) de profondeur ;
- 1 essais sur SC1 à 11,95 m de profondeur.

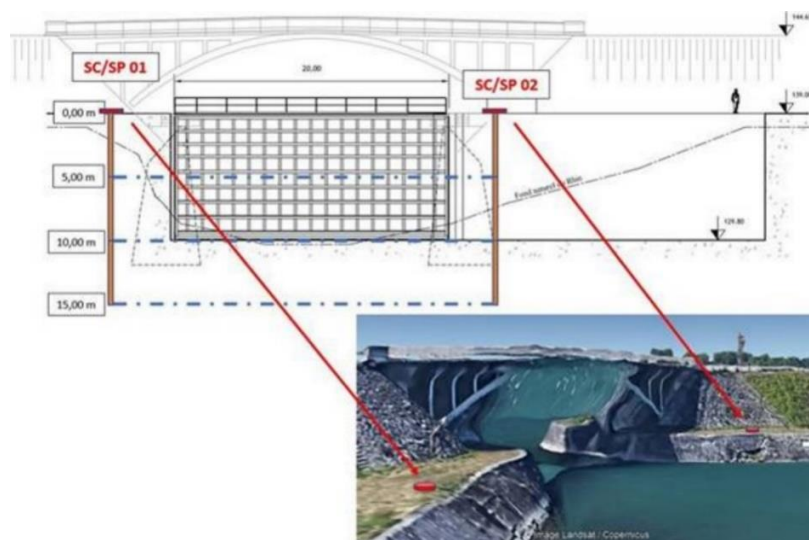


Figure 8: Schémas des implantations des sondages carotés.

On retrouve globalement des deux côtés du chenal :

- des remblais sur une faible épaisseur (2 à 3 m)
- puis des alluvions de la vallée du Rhin avec :
 - o un horizon de sables et graviers plutôt lâches sur 5 à 7 m d'épaisseur
 - o un horizon de sables et graviers plus denses jusqu'à 15 m avec des caractéristiques mécaniques qui augmentent avec la profondeur.

Des essais œdométriques ont été conseillés au regard des principaux risques géotechniques habituellement identifiés dans la région pour les types d'ouvrages envisagés (écran de soutènement et/ou fondations profondes). Cependant les essais à l'œdomètre n'ont pas été possibles en raison du sol rencontré qui présentait des formations très grossières (sables, graviers, galets).

Sur la base des résultats des reconnaissances géotechniques et après interprétation de ceux-ci, les modèles géotechniques suivant ont été retenus pour le projet de la porte de garde du port aux pétroles.

Zone Porte (SC02/SP02)	Base de la formation (NGF)	γ_h (kN/m ³)	E_M (MPa)	PL* (MPa)	α	c'	ϕ'	q_s (kPa)
Remblais	136.54	20	5	0.6	1/2	0	28	27
Sables lâches	131.04	22	4	0.5	1/3	0	28	23
Sables denses	123.12	22	32	3.4	1/3	0	35	74

Radier (SC01/SP01/ SC02/SP02)	Base de la formation (NGF)	γ_h (kN/m ³)	E_M (MPa)	PL* (MPa)	α	c'	ϕ'	q_s (kPa)
Remblais	135.00	20	5	0.6	1/2	0	28	27
Sables lâches	128.00	22	5	0.9	1/3	0	30	36
Sables denses	123.16	22	34	3.7	1/3	0	35	77

A noter également que les PV des essais de cisaillement transmis par Hydrogéotechnique ne sont pas complets (les valeurs de τ mesurées pour chaque éprouvette ne sont pas fournies) ce qui complique leur réinterprétation globale.

3.2.2. Reconnaissances complémentaires à réaliser en phase PRO

Les reconnaissances préliminaires réalisées ne permettent pas d'avoir une connaissance avec suffisamment de détails du site d'installation du nouvel ouvrage. Il sera indispensable de réaliser une campagne de reconnaissances approfondies en phase PRO afin notamment de sonder les zones actuellement immergées et de réaliser des reconnaissances subaquatiques et terrestres des ouvrages actuels. Les paragraphes ci-dessous décrivent les reconnaissances complémentaires à envisager.

3.2.2.1. OBJECTIFS

La mission des investigations géotechniques devra permettre de :

- Préciser les paramètres géotechniques des terrains rencontrés ;
- Préciser les paramètres géotechniques retenus pour la justification des ouvrages et les risques géologiques et hydrogéologiques majeurs ;
- Réaliser des reconnaissances et inspections subaquatiques au droit des culées et du « radier » de la vanne actuelle ainsi qu'au niveau des talus des berges dans le périmètre impacté par l'implantation des nouveaux ouvrages ;
- Réaliser des reconnaissances et inspections terrestres des talus des berges et talus routiers en amont de la porte de garde en rive gauche et droite de l'ouvrage (côté Rhin) qui pourraient aussi être impactés par l'implantation de la nouvelle porte ;
- Préciser la morphologie, l'état et les dégradations éventuelles des ouvrages ainsi qu'identifier les réseaux sur site à partir des inspections visuelles (subaquatiques et terrestres) ;
- Définir les principes généraux de construction permettant de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs ;
- Evaluer les possibilités de battage de profilés métalliques (pieux / palplanches).

3.2.2.2. PROGRAMME DES RECONNAISSANCES GÉOTECHNIQUES

La campagne de reconnaissances géotechniques portera sur 3 aspects :

- Réalisation de sondages carottés afin de préciser les épaisseurs des couches et la profondeur du substratum rocheux sur toute l'emprise du futur ouvrage ;
- Réalisation d'essais de laboratoire et pressiométriques dans les couches superficielles ;
- Inspections visuelles terrestres et subaquatiques dans le périmètre du projet.

Le programme des reconnaissances géotechniques in situ se décompose en :

- Des sondages destructifs avec enregistrement des paramètres de forage entre 10 et 20 m de profondeur ainsi que la réalisation d'essais pressiométriques tous les mètres et analyses chimiques de pollution ;
- Des sondages carottés entre 10 et 20 m de profondeur avec prélèvements d'échantillons intacts ;
- **Inspections subaquatiques** au droit des culées et du « radier » de la vanne actuelle et des pieds de perré des talus dans le périmètre qui sera impacté par les ouvrages de la nouvelle porte de garde ;
- **Inspections terrestres** des talus routiers qui pourraient être impactés par l'implantation du nouvel ouvrage de bouchure.

3.2.2.3. DIAGNOSTIC DE POLLUTION

Les prélèvements effectués dans les trois premiers mètres du fond du canal devront permettre de réaliser les essais nécessaires à la détermination d'une potentielle contamination aux métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure...) ou hydrocarbures (carburants, goudrons, solvants...) et ainsi d'établir **un diagnostic pollution complet** des sols en présence.

Deux à trois prélèvements par sondage devront être réalisés pour déterminer la répartition de la pollution dans la profondeur de la couche.

3.2.2.4. INSPECTIONS SUBAQUATIQUES ET TERRESTRES

La mission a pour objectif d'établir un diagnostic qualitatif et quantitatif permettant de vérifier l'état général et particulier de la porte actuelle et des berges autour du pont Jean Millot et de la future porte de garde.

Les berges en amont de la porte de garde (côté Rhin) présentent 2 profils distincts :

- **Rive Sud** : soutènement par un rideau palplanche tirant surmonté par un talus 4/3 avec protection de la carapace ;
- **Rive Nord** : berge naturelle faite en enrochement.

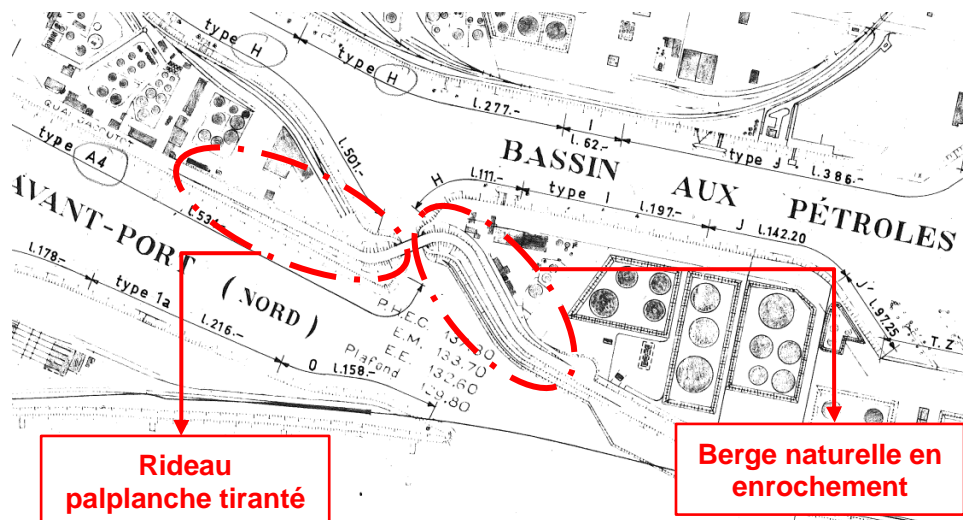


Figure 9: Repérage des types de profils de berges

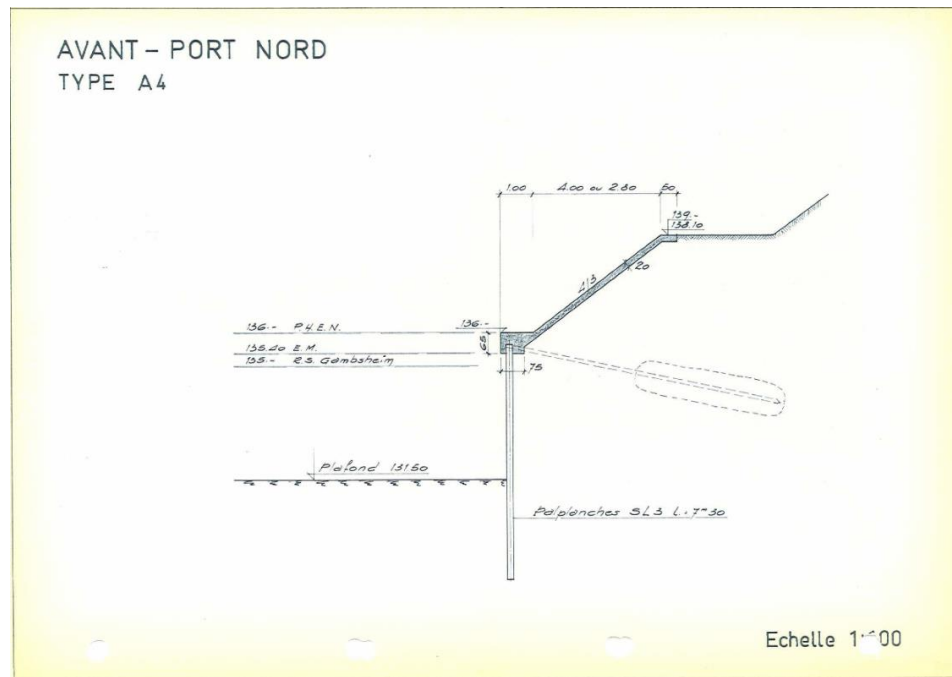


Figure 10: Soutènement par un rideau palplanche tirant en rive gauche

Ces inspections visuelles doivent se traduire par une synthèse au regard de l'état, de la nature, et de l'agencement des matériaux employés comme protection des ouvrages le long de ces 2 berges. Le champ d'action de cette inspection s'étend donc à tout le linéaire des berges coté amont, vanne existante comprise.

Les inspections subaquatiques concernent la section des ouvrages situés au-dessous du niveau des eaux comme les culées et radier de la porte existante, l'écran de soutènement et les pieds de talus des berges. Des possibles dommages existants peuvent se propager rapidement au reste des ouvrages avec la mise en place de la nouvelle porte, pour cette raison il faut identifier les désordres à grande et petite échelle.

Cette mission doit permettre également de consolider les modes d'ancrage et de jonction de l'ouvrage à créer avec les ouvrages existants.

Les paramètres suivants seront notamment observés, mesurés et analysés :

- l'état général des ouvrages ;
- le niveau de tassement de l'ouvrage et de ses fondations, capacité portante, grand glissement potentiel, glissement partiel ou général;
- le mauvais alignement ;
- la perte ou le déplacement des enrochements et des blocs, leur dispersion ;
- l'érosion et l'abrasion des enrochements, vérification d'angle de talus ;
- une modification géométrique (profils ou régression) des berges ;
- l'évaluation des dommages subis par les ouvrages, impliquant les modes de rupture ;

- la présence de cavités et leur niveau d'importance permettant si nécessaire de prévoir des réparations d'urgence.

Il sera également demandé dans le cadre de cette mission de réaliser l'inspection terrestre, par les voies existantes, des structures de la vanne (culée), des talus routiers et de la sous-face du pont routier afin d'identifier les éventuels désordres.

3.3. Pré-Dimensionnement de l'ouvrage

3.3.1. Culées de la porte en béton armé

La conception des culées d'appuis de la porte en position fermée est basée principalement sur deux ouvrages poids sur chaque rive en béton armé qui sont à réaliser dans des enceintes étanches en palplanches. Ces massifs assureront la stabilité de l'ensemble du système lorsque la porte est fermée et en charge.

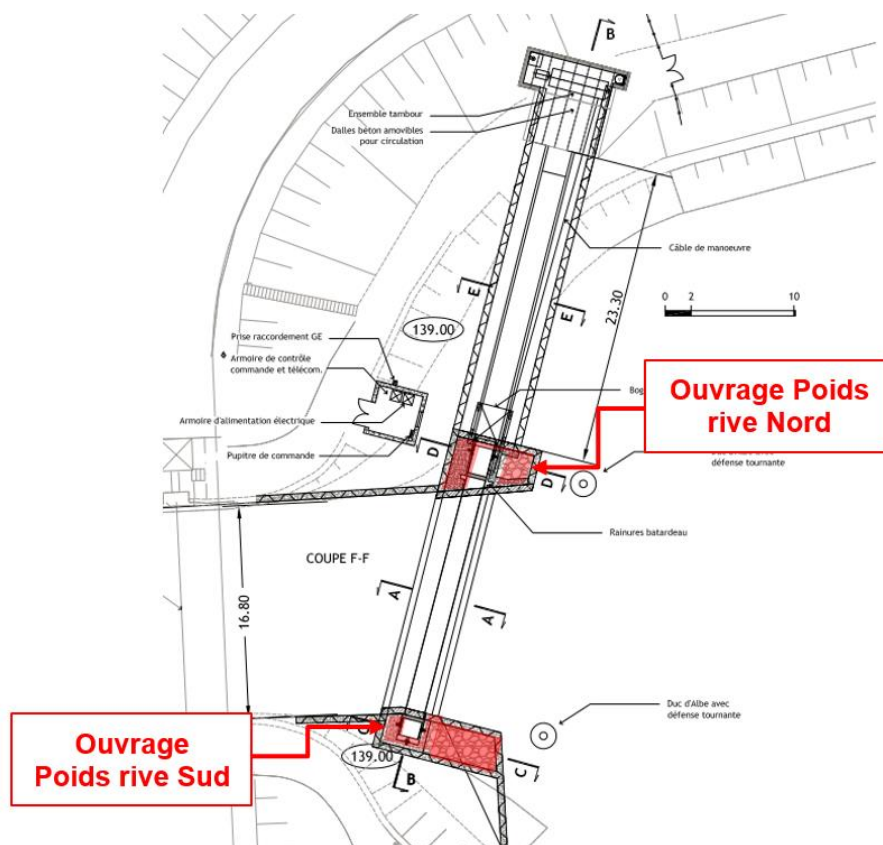


Figure 11: Implantation des ouvrages poids sur l'aménagement

Les efforts à prendre en compte sur chaque rive sont définies à partir d'une différence de niveau d'eau entre le Rhin et le port aux pétroles de 3,0 mCE (le cas le plus dimensionnant étant les cotes suivantes 139,00 mNN côté Rhin et 136,00 mNN côté port aux pétroles). La pression d'eau sur l'ensemble de la porte mène à la descente de charge suivante sur chaque rive :

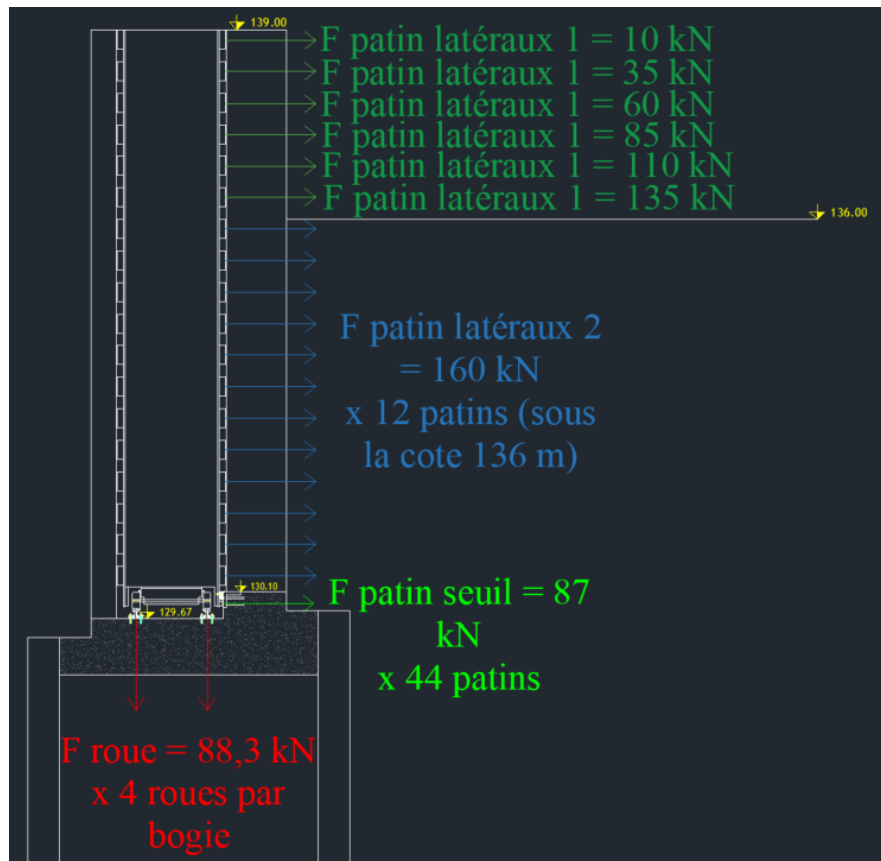


Figure 12: Descente des charges sur la nouvelle porte

Pour une structure type poids, les vérifications à effectuer sont la stabilité au renversement, la stabilité au glissement plan et la condition de non poinçonnement du sol de fondation. La stabilité au glissement plan est vérifiée dans la mesure où le coefficient de butée des terres est supérieur au coefficient de poussée des terres.

Afin d'établir la géométrie des ouvrages poids, seulement la vérification de la stabilité au renversement est réalisée car les conditions de poinçonnement et glissement demanderont une analyse plus précise du sol d'appui en phase PRO.

La justification du non-basculement du caisson autour de son coin aval O, considéré au niveau du seuil du système, consiste à montrer que le moment stabilisateur $M_{s/O}$ est très supérieur au moment de renversement $M_{r/O}$.

La stabilisation du système est obtenue grâce à la poussée des terres et le poids total du caisson qui s'opposent aux forces sur les patins latéraux de la porte. Il faut noter que la rive Sud présente une longueur utile inférieure à la rive nord donnant donc un ouvrage de largeur plus importante que celle de la rive Nord.

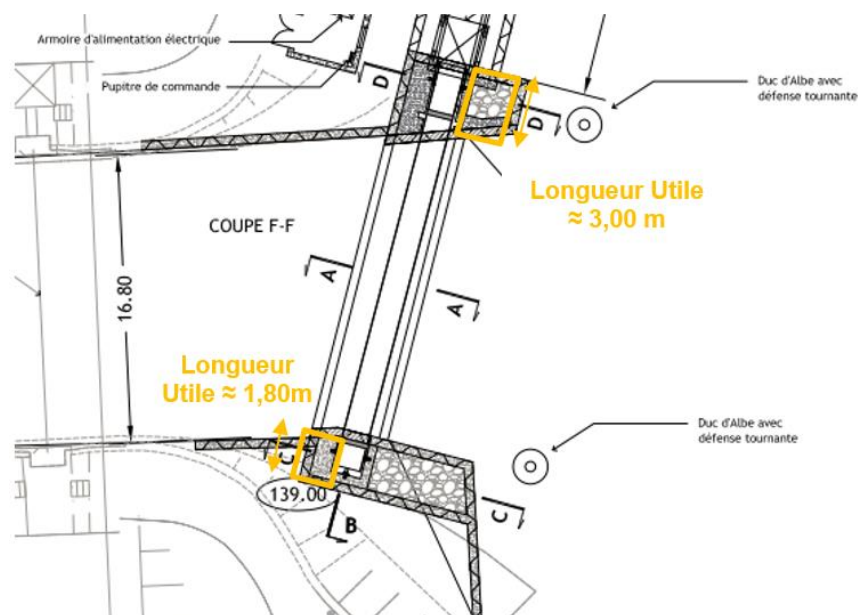


Figure 13: Longueurs utiles des ouvrages sur rives.

Les schémas suivants présentent l'ensemble des forces de stabilité et de renversement par rapport au coin aval O et la géométrie (en mètres) adoptée pour le calcul :

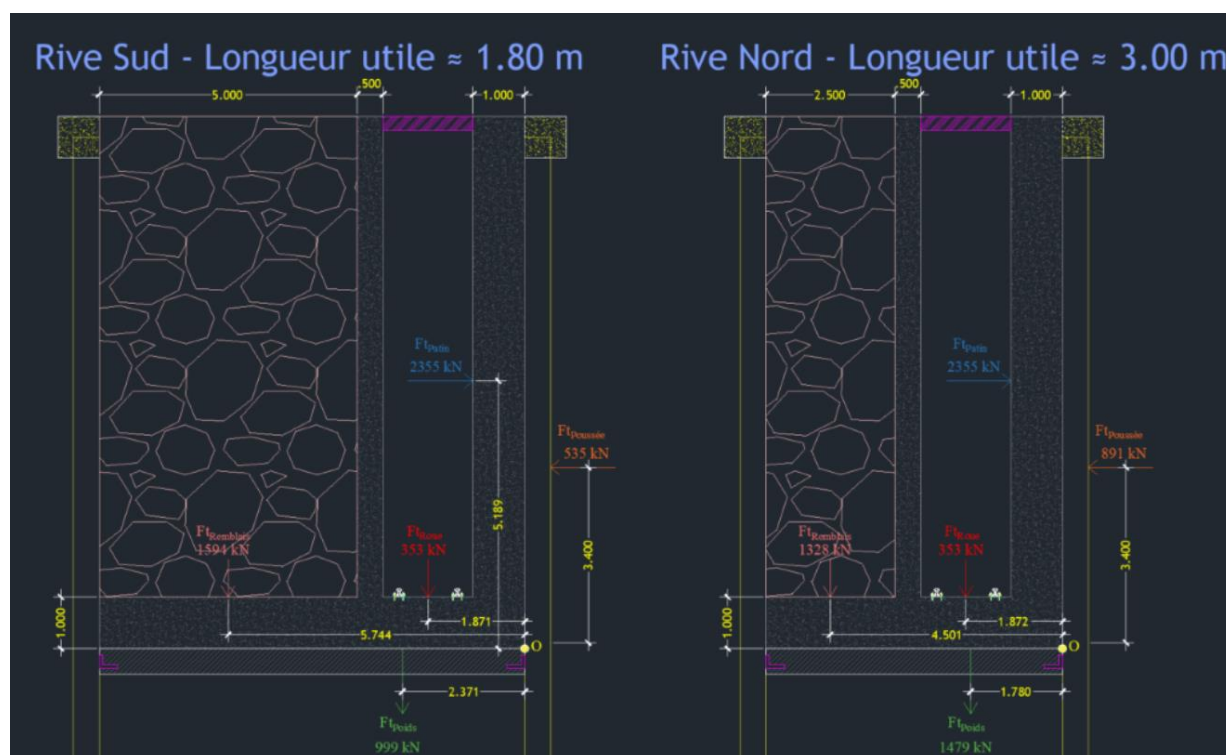


Figure 14: Schémas des ouvrages poids des rives Sud et Nord avec repérage du point « O » pour le basculement

A partir de la géométrie adoptée, les vérifications menées sous l'hypothèse des cas de charges retenus montrent que l'ouvrage est stable :

Ouvrage Rive Sud				
Moments	Force	Valeur (kN)	Distance _{IO} (m)	TOTAL (kN.m)
$M_{r/IO}$	Patin	2355	5,074	11949
$M_{s/IO}$	Roue	353	1,871	660
	Poussée	535	3,400	1818
	Remblais	1594	5,744	9154
	Poids	999	2,371	2370
				14001
Ouvrage Rive Nord				
Moments	Force	Valeur (kN)	Distance _{IO} (m)	TOTAL (kN.m)
$M_{r/IO}$	Patin	2355	5,074	11949
$M_{s/IO}$	Roue	353	1,872	661
	Poussée	891	3,400	3029
	Remblais	1328	4,501	5977
	Poids	1479	1,780	2632
				12300

Comme indiqué ci-avant, pour la réalisation des ouvrages en béton armé, un soutènement provisoire en forme de puit formé par un rideau palplanche sera nécessaire afin de réaliser les travaux **à sec**, ce qui facilitera la réalisation des travaux.

Ces puits pourront être à butonner en tête afin de permettre de retenir les parois de la fouille en excavation, avant la mise en place du radier et le bétonnage des structures (à vérifier en phase PRO).

A noter que le rideau de palplanches qui doit servir d'enceinte étanche pour la réalisation des culées servira aussi comme structure principale pour la réalisation des ouvrages poids afin de minimiser les coûts et profiter au maximum de chaque élément mis en œuvre. De fait certains éléments de rideaux seront à conserver dans les ouvrages définitifs et d'autres seront à recéper pour la mise en service de la porte.

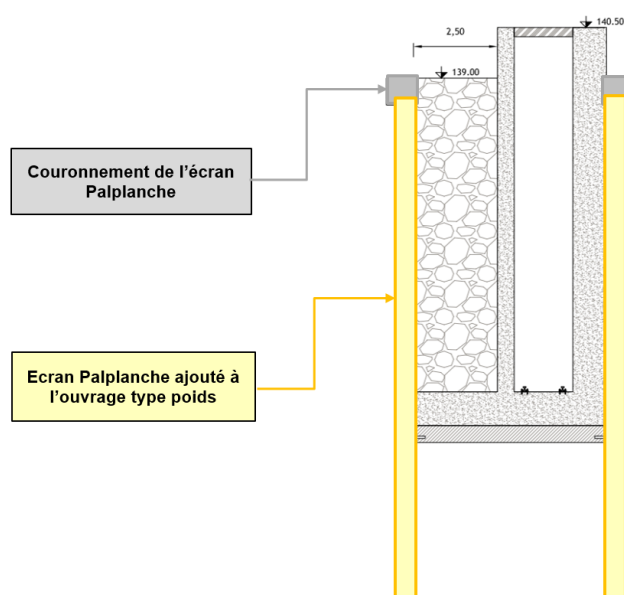


Figure 15: Assemblage du rideau palplanche de soutènement provisoire à l'ouvrage principal type poids

3.3.2. Radier de la vanne et zone de stockage de la porte

L'ouvrage support du roulement de la porte au niveau de la passe navigable et au niveau du stockage en rive Nord sera constitué uniquement par une semelle de même épaisseur que la base des ouvrages poids des rives. Sa stabilité au soulèvement sera assurée par un ancrage sur des connecteurs soudés aux ouvrages de soutènement de type rideau de palplanches.

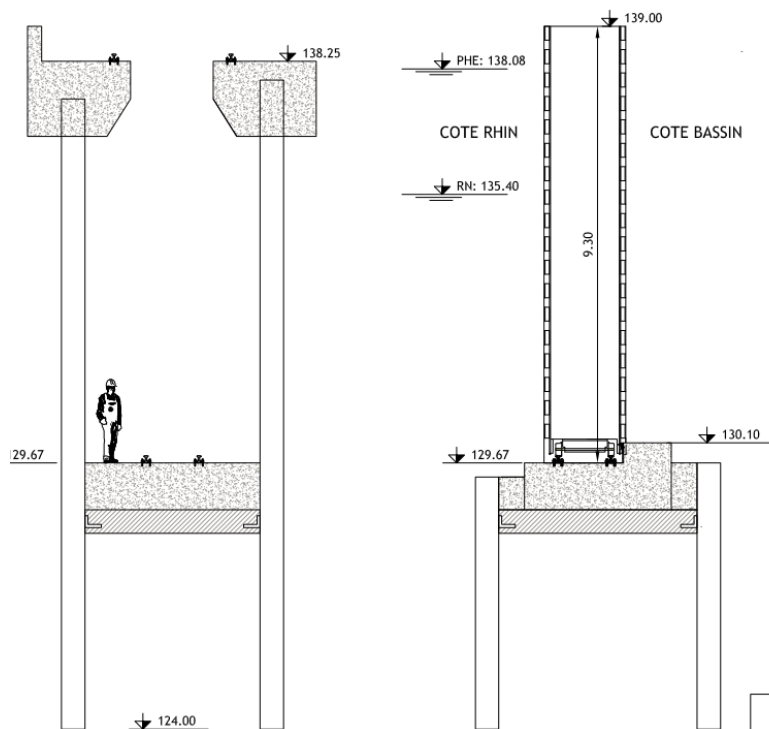


Figure 16: Schéma des ouvrages au niveau de la passe navigable et en stockage en rive Nord.

En effet, même au droit du chenal de navigation, le radier de la vanne sera à encager entre deux rideaux de palplanches en amont et en aval pour plusieurs raisons :

- Servir de coffrage perdu lors de la réalisation du radier,
- Assurer la coupure étanche sous l'ouvrage,
- Assurer la reprise des efforts de poussée au droit du seuil d'étanchéité de la porte,
- Reprendre les efforts de tassement au droit de la porte.

Au droit des culées réalisées à sec, un bouchon étanche d'ancrage faisant béton de propreté sera à réaliser avant le pompage pour reprendre provisoirement les sous-pressions. Ce bouchon étanche en béton de blocage pourra avoir une épaisseur de l'ordre de 1,00 m sauf s'il est lui-même ancré au rideau des palplanches et partiellement ferrailé.

Au droit des radier à réaliser en eau, notamment dans la partie centrale, le bouchon étanche aura seulement le rôle de béton de propreté et pourra être moins épais.

Au niveau du stockage en rive Nord et du raccordement aux ouvrages de soutènement existants du site, cette solution sera mise en place en tant qu'ouvrage principal avec un système de couronnement en tête et de possibles ancrages de type tirants.

3.3.3. Justification des palplanches

Afin de pré-dimensionner cet écran de palplanche, les hypothèses géotechniques présentées sur §3.2.1 sont prises en compte ainsi qu'une surcharge de chantier (en surface) de 20 kN/m² de façon défavorable. Des tirants ou butons sont ajoutés aux calculs afin de diminuer le déplacement en phase provisoire et donc les contraintes sur le rideau. En phase définitive ces butons seront enlevés après consolidation de l'ouvrage et notamment après la réalisation du radier en béton armé.

Des butons définitifs ont été représentés au droit des culées de l'ouvrage sur les plans, ces butons ne doivent pas empêcher le déplacement de la porte et sont donc à placer au-dessus des garde corps de la porte. Ces butons peuvent permettre d'améliorer la stabilité des rideaux, de réduire la fiche et les modules des palplanches afin d'optimiser l'ouvrage. Il faut cependant noter que ces butons ajoutent une contrainte pour l'exploitation.

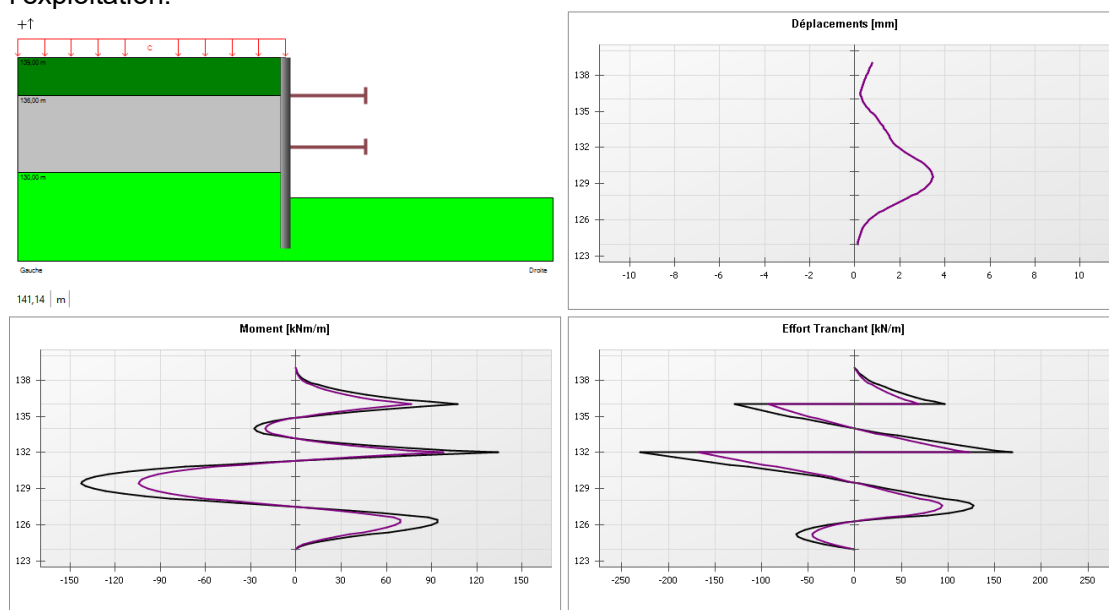


Figure 17: Dimensionnement des palplanches sur la base des profils géotechniques obtenus avec les reconnaissances préliminaires

Avec des palplanches type AZ 27-800 ancrés au niveau 124,00 mNN avec 2 lignes de tirant ou buton (à préciser en phase PRO), la vérification menée sous l'hypothèse des cas de charge retenus montre que les éléments supportent les charges induites par la poussée du sol et la charge de travaux.

3.3.4. Ouvrages de raccordement aux existants

Les ouvrages de la porte doivent se raccorder aux ouvrages existant d'une part structurellement et d'autre part en gérant l'étanchéité de l'ensemble.

L'étanchéité de l'ensemble pourra s'établir au droit de l'ouvrage existant sous le pont qui assure déjà une étanchéité vis-à-vis de l'objectif visé d'une protection jusqu'à la cote 139,00. De fait, il convient de raccorder les culées de la porte à créer avec les culées de la porte existante via des palplanches à implanter dans la continuité du chenal de navigation.

La culée rive sud est à raccorder avec le quai en palplanche existant.

L'ouvrage de stockage rive nord constitue la nouvelle berge sur laquelle la berge existante en enrochement viendra se raccorder et sera à recalibrer légèrement.

En aval des ouvrages à créer (côté bassin) des plateformes à la cote 139,00 sont à créer, elles viendront s'appuyer sur les soutènements des ouvrages à créer.

3.4. Phasage de réalisation des travaux

Le phasage des travaux pour la réalisation des ouvrages sera le suivant :

→ Préparation du site

- Installation de chantier, signalisation et mise en place du matériel nécessaire
- Implantations – levés topo-bathymétriques
- Mise en œuvre des dispositifs antipollution si besoin (rideau géotextile flottant...)

→ Travaux de terrassement et démolition préalables :

- Fourniture et mise en place des matériaux (enrochements, granulats, géotextile, etc..) pour le confortement des talus de protection ;
- Apport de matériaux pour la constitution de piste de battage au plus près des ouvrages à réaliser et au droit des futurs plateforme à créer à l'arrière des ouvrages
- Démolition d'ouvrages existant
- Terrassement des berges impactées
- Dragage du chenal notamment au droit du futur radier (plus facile à faire avant la mise en œuvre des palplanches)

→ Mise en place des Ducs d'Albe de protection sur chaque rive afin qu'ils jouent le rôle de première barrière de protection pour le chantier également :

- Fourniture, mise en fiche et fonçage/battage des pieux depuis les rives ;
- Installation des défenses tournantes ;

→ Réalisation des culées Nord et Sud de la vanne dans des puits en palplanches à sec. En fonction de l'emprise nécessaire pour la navigation, les puits seront à réaliser en même temps ou en décalé dans le temps car les ouvrages provisoires mordent un peu sur le chenal de navigation de 16,80 m

- Fourniture, mise en fiche et fonçage/battage des palplanches depuis les terre-pleins ;
- Mise en place des liernes et boutons vis-à-vis de l'excavation ;
- Réalisation du bouchon étanche (éventuellement ancré aux palplanches avec intervention de plongeurs) après les excavations, l'ensemble étant réalisé en eau ;

- Mise en fonctionnement de la pompe de relevage et mise à sec du puits ;
 - Coffrage, ferrailage, et bétonnage des structures (y compris couronnement de la partie principale du rideau palplanches). A noter que certains ouvrages pourront être préfabriqués (poutres, chapiteaux, poutre de couronnement, dallage, etc...) ;
 - Remplissage du caisson poids par du remblais autoplaçant (type ballaste).
 - Mise en place des équipements (rails, guidage latéraux, patins d'appuis, portée d'étanchéité...) à noter que la plupart des équipements seront scellés en première ou seconde phase directement lors du coulage des ouvrages béton.
 - Recépage des palplanches au niveau de la passe navigable ;
- Réalisation de l'ouvrage de stockage de la rive Nord à sec :
- Fourniture, mise en fiche et fonçage/battage des palplanches. A noter que la mise en œuvre des palplanches peut être réalisée en parallèle ou dans la continuité des travaux de battage du puits de la rive Nord ;
 - Mise en place des liernes et butons vis-à-vis de l'excavation ;
 - Réalisation du bouchon étanche (éventuellement ancré aux palplanches avec intervention de plongeurs) après les excavations, l'ensemble étant réalisé en eau ;
 - Mise en fonctionnement de la pompe de relevage et mise à sec du puits. A noter que cette partie d'ouvrage relativement simple à réaliser (il s'agit essentiellement du radier) peut être réalisé sous-eau ;
 - Coffrage, ferrailage, et bétonnage des structures (y compris couronnement de la partie principale du rideau palplanches). A noter que certains ouvrages pourront être préfabriqués (poutres, chapiteaux, poutre de couronnement, dallage, etc...) ;
 - Mise en place des équipements de la vanne (rails, guidage latéraux ...) à noter que la plupart des équipements seront scellés en première ou seconde phase directement lors du coulage des ouvrages béton. Ces équipements seront posés soit à sec, soit à l'abris du rideau de palplanches côté chenal avant son recépage (voir plus haut) soit à l'abris du batardeau d'exploitation mis en œuvre dans les rainures de la culée Nord.
- Réalisation des raccordements aux ouvrages existants et nivellement des terre-pleins :
- Fourniture, mise en fiche et fonçage/battage des palplanches. A noter que la mise en œuvre des palplanches des raccordements aux ouvrages existants est à réaliser dans la continuité des travaux de battage des puits et/ou de la zone de stockage de la porte ;
 - Génie-civil des couronnements des palplanches et reconstitution des perrés ;
 - Reconstitution des berges et remblais des terre-plein en matériaux autoplaçant type ballast.
- Réalisation du radier dans le chenal de navigation. La navigation ne pouvant pas être coupée plus de 3 jours, la réalisation du radier de circulation et étanchéité de la vanne dans le chenal ne peut pas être envisagée à sec :

- Fourniture, mise en fiche et fonçage/battage des palplanches. A noter que la mise en œuvre des palplanches de la partie centrale peut être réalisée dans la continuité des travaux de battage des puits et/ou de la zone de stockage de la porte ;
 - Réalisation du béton de propreté et calage entre les deux rideaux après les excavations/terrassements nécessaire ;
 - Coffrage, ferrailage et bétonnage sous eau du radier. A noter que l'utilisation d'éléments préfabriqués (parties d'ouvrage en béton ou cages d'armatures seulement) sera indispensable pour garantir le niveau de précision requis pour l'installation des rails et du seuil d'étanchéité de la porte. Les éléments préfabriqués devront être réglable pour un calage optimum en XYZ par des plongeurs
 - Mise en place et réglage des rails par plongeurs :
- Mise en place de la porte. A noter que les travaux de montage et pose de la porte peuvent être réalisés directement dans la zone de stockage en parallèle des travaux sur le radier en partie centrale.
- Réalisation du local de commande de la vanne.
- Installation des équipements et signalisation complémentaires :
- Echelles de secours et de service ;
 - Clôtures ;, etc... ;
 - Mise en place de la signalisation portuaire ;
- Tests et mise en fonctionnement :
- Vérification du fonctionnement du système ;
 - Test avec les charges roulantes sur les rails et d'accostage sur les ducs d'Albe ;
- Ajustement et validation finale par le maître d'ouvrage

3.5. Contraintes de réalisation des travaux

3.5.1. Travaux sous exploitation

La principale contrainte de réalisation des travaux reste l'ouverture à la navigation pour l'accès au port aux Pétroles de Strasbourg. Les contraintes sont décrites au §2.6 et sont résumées ici :

- Même en cas d'aléas, l'inaccessibilité aux installations du port aux Pétroles ne doit pas dépasser 10 jours (ce point sera à contractualiser avec l'entreprise titulaire des travaux) ;
- Une interruption totale de navigation est envisageable au maximum pendant 3 jours consécutifs ;
- Possibilité de faire entrer / sortir les bateaux entre 19h00 et 5h00 ;

- Largeur maximale des navires 11,50 m.

L'organisation des travaux devra prendre en compte ces 4 données. A noter qu'avec la possibilité de travailler sans interruption de 5h00 à 19h00, l'utilisation d'un chômage de 3 jours ne paraît pas indispensable pour les travaux de battage mais pourra s'avérer nécessaire pour assurer un coulage de qualité sans aucun remous pendant le temps de prise du béton.

Compte tenu du gabarit minimum de navigation, il est envisageable de mordre un peu sur le chenal de navigation pendant les travaux en réduisant, à l'extrême le chenal de navigation à 12,00 m comme pour les écluses. Dans tous les cas, des dispositions devront être prise pour le dimensionnement des puits en palplanches de réalisation des culées pour résister à des chocs de bateaux et sécuriser l'intervention des ouvriers dans ces puits.

Avant de réduire le chenal de navigation pour les travaux, il conviendra de s'assurer que le dispositif de porte anti-crue existant peut être mis en œuvre malgré cette réduction de section notamment au regard des périodes de travaux envisagées qui peuvent être plus ou moins sensible au risque de crue.

3.5.2. Calage et réglage des travaux subaquatiques

La partie centrale de l'ouvrage, dans le chenal de navigation, nécessite de travailler intégralement en eau avec notamment l'intervention de plongeurs. Par ailleurs, les manœuvres de la vanne et la qualité de son étanchéité nécessite un calage parfait des rails et du seuil d'étanchéité avec des tolérances réduites. Le dispositif de réalisation devra être pensé pour parvenir au niveau d'exigence requis.

On pourra notamment intégrer les platines de fixation des rails et les portées d'étanchéité de la porte directement aux cages d'armature en soudant les unes aux autres et en munissant l'ensemble de dispositifs de réglage en XYZ (vis de réglage) qui pourront s'appuyer sur le béton de propreté d'une part et sur les palplanches amont et aval.

3.5.3. Contraintes environnementales

Des contraintes environnementales seront également à anticiper pendant les travaux avec notamment des dispositifs de contrôle des départs de fine et des dispositifs de filtration des eaux d'épuisement des fonds de fouilles.

Dans les zones avec mise à sec, il pourra également être nécessaire de prévoir des pêches de sauvegarde.

Le battage des palplanches dans la zone de navigation nécessite de mener les palplanches par vibro-fonçage jusqu'à leur cote définitive. Pour ce faire, le vibro-fonceur doit être marinisé pour descendre sous l'eau sans risque de fuite d'huile notamment dans le milieu naturel.

3.6. Guidage des bateaux

TRACTEBEL propose un système simple de guidage et protection des ouvrages vis-à-vis des chocs de bateaux par la mise en place d'un seul duc d'albe d'accostage avec des défenses rotatives (donuts) sur chaque rive.



Figure 18: Exemple de Ducs d'Albe d'accostage avec des défenses rotatives (donuts). Source : VEOS group | Défenses annulaires

Anciennement constitués par de pieux en bois, les ducs d'Albe sont aujourd'hui réalisés à partir de tubes métalliques ou de caissons en palplanches soudées entre elles, battus verticalement dans le sol.

Ils résistent aux efforts d'amarrage et d'accostage par leur résistance à la flexion, grâce à la butée du sol sur la partie enterrée des tubes métalliques qui équilibre l'effort horizontal imposé à leur tête.

Ils peuvent être équipés de bollards pour l'absorption des efforts d'amarrage et des défenses placées sur un bouclier sur lequel s'appuie la coque du navire ce qui contribue également à l'absorption de l'énergie d'accostage.

Ces ouvrages sont indiqués quand le sol de fondation a des caractéristiques permettant le battage des tubes (sable ou argile). Quand les fonds sont rocheux, les ducs d'Albe sont alors réalisés sous forme d'ouvrage massif (caissons en béton armé).

Les Ducs d'Albe seront installés au début du chantier ils permettront ainsi d'avoir une première barrière de protection pour le chantier vis-à-vis des passages de bateaux.

3.7. Solution de batardage du puits

Afin de permettre une rénovation à l'horizon 30-40 ans une solution de batardage du puits et de mise à sec de l'ensemble des pièces fixes a été imaginée en limitant au maximum l'impact sur le coût de l'ouvrage. Pour se faire il n'a pas été prévu de rainures de part et d'autre du puits car les efforts engendrés dans l'ouvrage seraient bien plus

importants que les efforts rencontrés en exploitation normale. Une solution avec installation d'aiguilles qui reposent dans le fond du puits et qui s'appuient sur une poutre treillis en partie supérieure sur toute la largeur de l'ouvrage est proposée. Cette solution nécessite uniquement une légère adaptation de la forme de l'ouvrage au niveau du seuil afin d'avoir une marche de part et d'autre pour l'appui des aiguilles. La charge engendrée par le niveau d'eau de chaque côté s'équilibre sur la structure qui est liée par la poutre treillis en partie supérieure.

L'étanchéité pourra être améliorée avec l'installation de polyane sur toute la surface afin d'assurer une bonne étanchéité entre les aiguilles.

Une représentation schématique de cette solution est présentée ci-dessous.

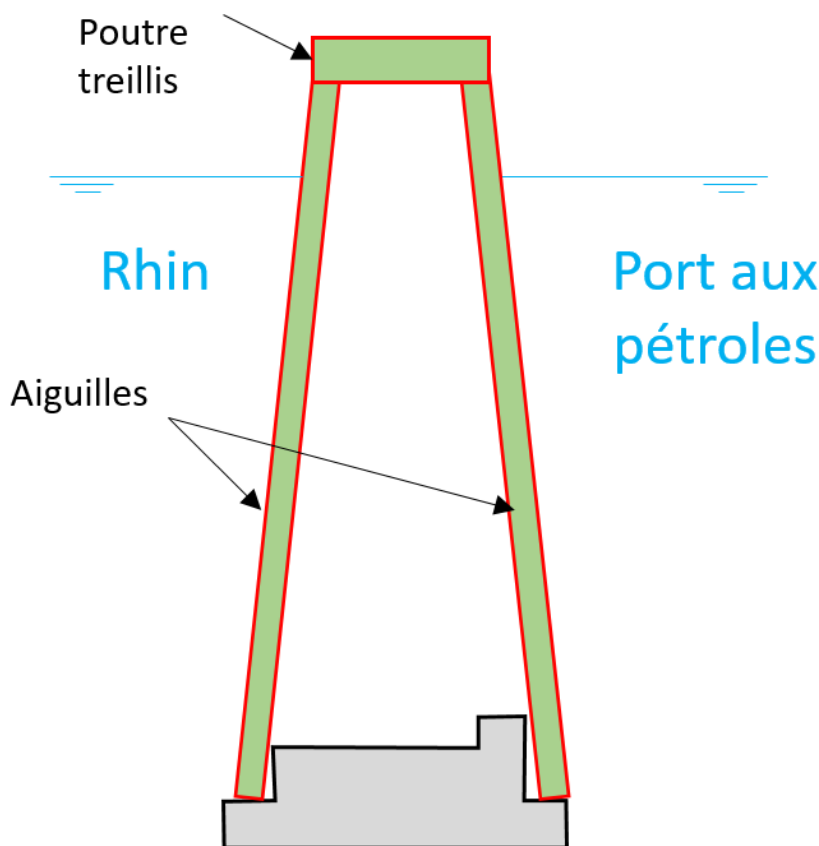


Figure 19: Représentation schématique en coupe de la solution de batardage du puits

La forme du seuil sur l'ouvrage présenté dans les plans en annexe permet l'adaptation de cette solution de batardage pour une future opération de réhabilitation de l'ouvrage et des pièces fixes.

3.8. Sécurisation des accès au site

L'accès au site sera sécurisé via un portail et des clôtures au niveau de la piste d'accès.

Des gardes corps seront également installés tout autour de l'encoche de stockage de la porte en position ouverture afin d'éviter les chutes.

L'accès au local contenant les organes de manœuvre se fera via une échelle à crinoline qui sera accessible depuis le terreplein à la cote 139,00 mNN.

4. CONCEPTION DE LA PORTE

4.1. Conception générale

La technologie de porte sélectionnée est une porte latérale roulante. Comme évoqué lors des phases précédentes plusieurs variantes existent avec chacune ses avantages et inconvénients.

4.1.1. Choix du type de supportage de la porte roulante

Quatre technologies sont envisageables pour le supportage d'une porte roulante :

1. Porte suspendue sur des poutres qui traversent le pertuis (solution (a1) dans la figure ci-dessous) ;
2. Porte semi-suspendue avec portique traversant le pertuis (solution (b1) dans la figure ci-dessous) ;
3. Porte roulante avec appui au fond du pertuis uniquement (solution (a) dans la figure ci-dessous) ;
4. Porte type « brouette » avec un appui en fond de pertuis et un appui en partie supérieure de la porte (solution (b) dans la figure ci-dessous).

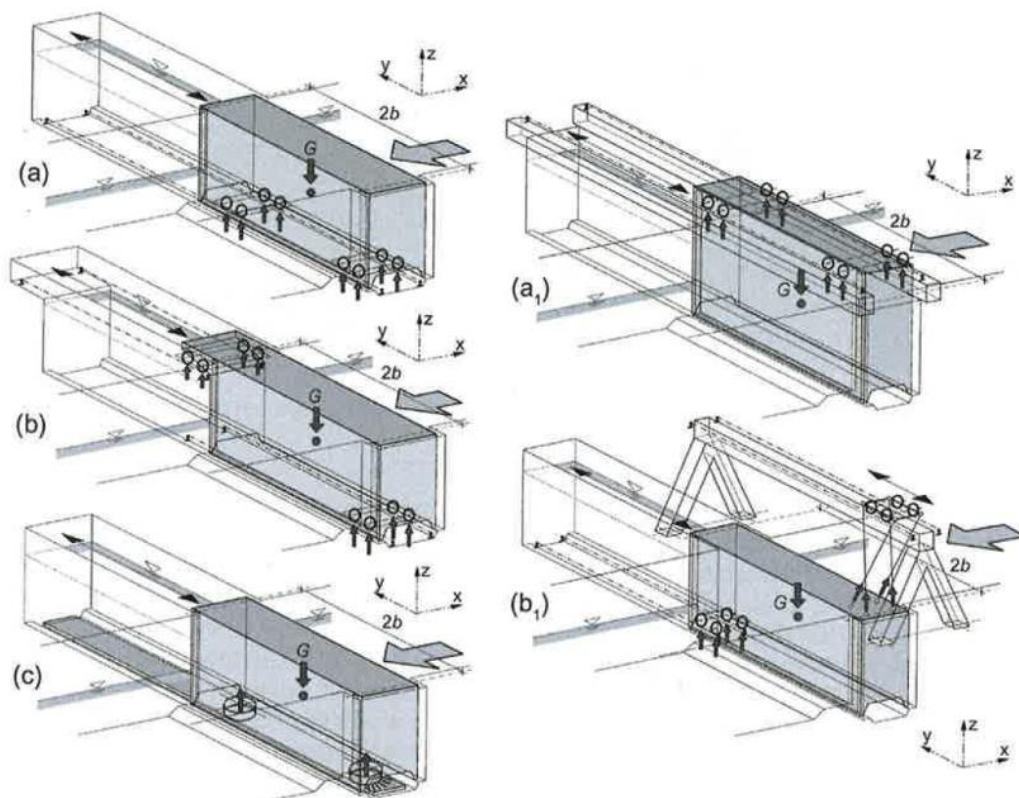


Figure 20: Différentes variantes de supportage d'une porte latérale (source : *Lock gates and other closures in hydraulic projects, Ryszard Daniel and Tim Paulus*)

Afin de faire un choix entre ces quatre technologies plusieurs critères ont été analysés et une note sur 3 a été attribuée pour chacun d'eux avec le barème suivant :

- 0 : critère non atteint
- 1 : critère partiellement atteint
- 2 : critère entièrement atteint
- 3 : critère entièrement atteint et apporte un plus

	Porte suspendue	Porte semi suspendue avec portique	Porte roulante au fond du pertuis uniquement	Porte type « brouette »
Sensibilité au blocage	Pas de supportage en fond de pertuis, peu sensible au blocage lié à des embâcles / sédiments en fond de pertuis Note = 2	Seul un côté de la porte est supporté en fond de pertuis, partiellement sensible au blocage par des embâcles / sédiments mais qui peut être maîtrisé par des systèmes de nettoyage Note = 1	Le supportage se fait intégralement en fond de pertuis, solution la plus sensible au blocage même si des systèmes de nettoyage pourraient limiter ce risque Note = 0	Seul un côté de la porte est supporté en fond de pertuis, partiellement sensible au blocage par des embâcles / sédiments mais qui peut être maîtrisé par des systèmes de nettoyage Note = 1
Compatibilité avec la navigation	La porte suspendue nécessite l'installation de deux poutres qui traversent la totalité du pertuis, ces poutres sont à positionner de préférence à hauteur de bajoyer ce qui limite le tirant d'air pour le passage du bateau Note = 0	Nécessite la mise en place d'un portique au-dessus du pertuis, le portique doit donc être suffisamment haut pour permettre le passage des bateaux Note = 2	Aucunes difficultés particulières pour la navigation Note = 3	Aucunes difficultés particulières pour la navigation Note = 3
Difficultés en termes de travaux	Nécessite la création d'appuis sur les deux rives pour les poutres traversant le pertuis, le montage est également plus complexe pour l'installation des deux poutres Note = 0	Nécessite la création d'appuis sur les deux rives pour le portique, ce qui complexifie les travaux de Génie Civil, le montage du portique sur site est également une tâche supplémentaire à réaliser Note = 0	Le fond du pertuis doit reprendre toute la masse de la porte, il est donc nécessaire d'avoir une poutre plus renforcée et potentiellement ancrée plus en profondeur ce qui engendre des travaux légèrement plus complexes, aucun appui n'est à prévoir en rive Sud Note = 2	Le fond du pertuis doit reprendre environ la moitié de la masse de la vanne ce qui est inférieur à la solution précédente, aucun appui n'est à prévoir en rive Sud Note = 3
Difficultés pour l'exploitation ou la maintenance	Les éléments roulant de supportage sont accessibles en permanence ce qui facilite la maintenance Note = 3	La moitié des éléments roulant de supportage sont accessibles en permanence, un batardage est nécessaire pour accéder aux éléments installés en partie basse de la porte Note = 1	Aucun élément roulant de supportage n'est accessible en permanence, un batardage est nécessaire pour toute intervention de maintenance Note = 0	La moitié des éléments roulant de supportage sont accessibles en permanence, un batardage est nécessaire pour accéder aux éléments installés en partie basse de la porte Note = 1

	Porte suspendue	Porte semi suspendue avec portique	Porte roulante au fond du puits uniquement	Porte type « brouette »
Impact sur le système de manœuvre	Possibilité de combiner le système de supportage roulant avec le système de translation de la porte celui-ci étant situé en partie supérieure Note = 2	Possibilité de combiner le système de supportage roulant avec le système de translation de la porte celui-ci étant situé en partie supérieure sur l'un des côtés de la porte Note = 2	Le système de translation ne peut être combiné avec le système de supportage, celui-ci étant sous l'eau en permanence Note = 0	Possibilité de combiner le système de supportage roulant avec le système de translation de la porte celui-ci étant situé en partie supérieure sur l'un des côtés de la porte Note = 2
Compétitivité en termes de coût	Solution comportant un surcoût relatif aux appuis en rive Sud et l'installation de poutres en travers du puits Note = 1	Solution la plus onéreuse avec la fourniture d'un portique avec une portée et des dimensions relativement importantes, cela nécessite par ailleurs l'aménagement d'appuis en rive Sud Note = 0	Solution la moins onéreuse avec utilisation de l'appui en fond de puits pour reprendre la masse de la porte Note = 3	Solution peu onéreuse mais qui nécessite l'installation de poutres d'appuis sur la rive Nord le long de l'encoche de stockage de la porte en position ouverte Note = 2
Note totale	8	6	8	12

Au vu des notes obtenues la technologie qui réunit le plus de points favorables est celle de la porte de type « brouette », c'est donc cette solution qui est retenue dans la suite de l'étude.

Nota : la figure ci-dessus propose également un système de ballastage (solution (c)) pour mettre en flottaison la porte lors de la manœuvre et ainsi limiter les efforts de supportage sur l'ouvrage, cette solution n'a pas été retenue pour des raisons de fiabilité et de simplicité du système de manœuvre afin de ne pas avoir des systèmes d'air comprimé comme cela est le cas sur la porte de garde actuelle.

4.1.2. Choix de l'orientation de la porte

En phase d'Etudes Préliminaires la porte roulante avait été orientée de biais par rapport à la perpendiculaire du puits afin de réduire les volumes de déblais / remblais et les surfaces de palplanches sur la rive Nord du puits. La comparaison avec une implantation perpendiculaire à l'axe du puits est faite ci-dessous afin de vérifier la pertinence ou non de ce choix.

	Orientations perpendiculaire à l'axe du puits	Orientations en biais
Aspects Génie Civil		
Volume de remblais	+1 070 m ³	-
Volume de béton	+20 m ³	-
Surface de palplanche	+ 480 m ²	-
Différence de coût total travaux GC	+ 150 k€	-

	Orientation perpendiculaire à l'axe du pertuis	Orientation en biais
Aspects Hydromécaniques		
Dimensions de la porte	Hauteur = 9,20 m Largeur = 22,60 m	Hauteur = 9,20 m Largeur = 23,80 m
Masse de la porte	50,5 tonnes	54 tonnes
Différence de coût porte + organe de manœuvre	-	+30 k€
Bilan des deux solutions	+ 120 k€	-

Le bilan global des coûts pour les travaux, qui ne prend pas en compte la durée des travaux qui sera également allongée avec une solution perpendiculaire et qui engendrera également un surcoût, est donc favorable à l'orientation en biais, c'est donc cette orientation qui est retenue dans la suite des études et pour le chiffrage du projet.

Nota : Le surcoût pour la maintenance de la porte avec orientation en biais est négligeable, les dimensions et la masse de la porte ne présentant que peu d'écart entre les deux solutions.

4.2. Structure de la porte

La porte sera réalisée à l'aide d'une structure mécanosoudée en acier formée de caissons. Etant données ses dimensions elle sera assemblée en plusieurs éléments horizontaux sur site. Un assemblage par soudage dans l'encoche Nord est à privilégier afin de limiter la quantité de boulonnerie à entretenir sur la porte et afin de limiter les opérations de montage dans l'emprise du pertuis.

Le dimensionnement de la structure prendra en considération une surépaisseur de corrosion de 1 mm.

La structure transférera les efforts de poussée (3 mCE de différence de niveau au maximum) vers le Génie Civil via des patins d'appuis qui seront décrits dans les prochains paragraphes.

La structure reposera sur deux systèmes de bogies. L'un sera situé côté Sud de la porte sur le fond de l'ouvrage. Ce bogie circulera à l'aide de 4 roues sur des rails ancrés au radier de l'ouvrage. L'autre bogie sera lié à la porte en partie supérieure côté Nord selon l'extrait de plan ci-dessous et assurera le supportage de la vanne via 4 roues qui se déplaceront sur des poutres spécialement prévues de part et d'autre de la structure en partie supérieure de l'encoche en rive Nord.

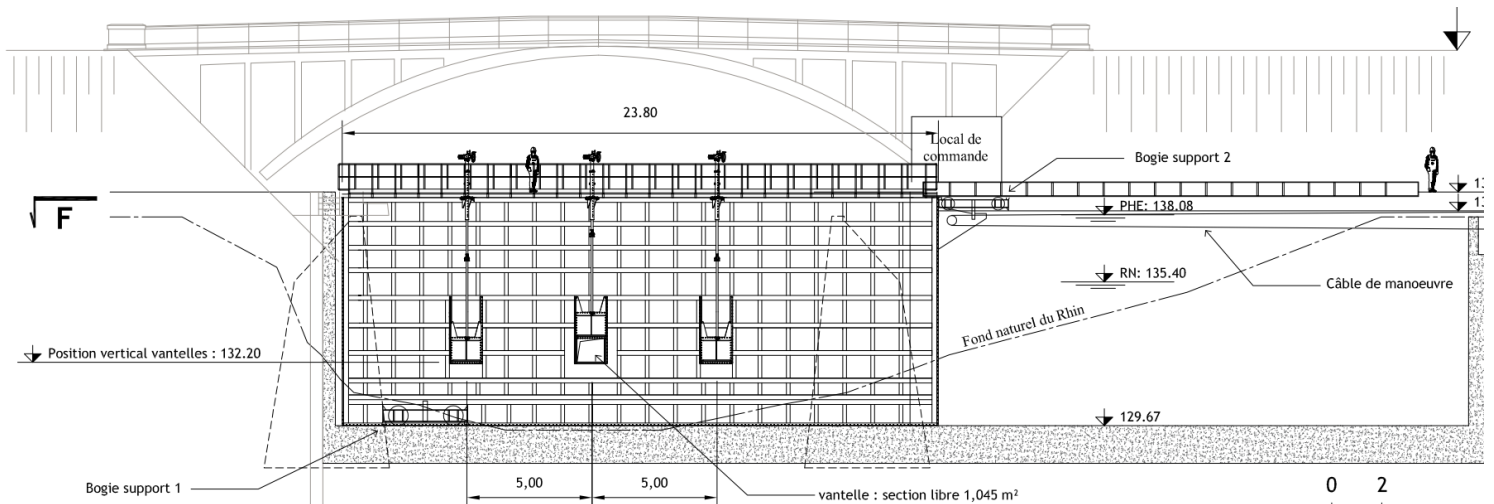


Figure 21: Extrait de la vue en coupe de la porte

La partie supérieure de la porte sera aménagée pour être accessible par des piétons afin de permettre les inspections et afin de permettre la traversée du pertuis lorsque la porte est fermée. Les volants de manœuvre des vanteles de by-pass seront également accessibles depuis la partie supérieure de la porte (voir paragraphe 4.8).

4.3. Système de guidage et de roulage

Afin d'assurer un maintien de la porte dans son plan théorique sur toute sa course lors de la manœuvre, il est nécessaire d'avoir à minima 3 points de la structure qui soient guidés. La porte comporte ainsi les dispositifs de guidage suivants :

- Un bogie immergé côté Sud muni de 4 roues à joues : Ce bogie assure le guidage amont/aval en partie basse au niveau du contact entre les roues et les rails et il permet de reprendre une partie de la masse de la porte. Les quatre roues sont représentées en rouge sous la porte sur le schéma ci-dessous et la vue en coupe au niveau des rails et des roues et représentées en Figure 23 ;
- Quatre galets de guidage amont/aval en partie haute et basse de la porte côté Nord. Ces galets assurent le guidage dans la rainure de stockage de la porte jusqu'à arriver en bordure de pertuis en position fermée. Les galets de guidage hauts et bas sont représentés en rouge dans le schéma ci-dessous de chaque côté de la porte et sur la vue en coupe en Figure 24 ;
- Un bogie aérien côté Nord muni de 4 roues lisses : Ce bogie est monté sur une structure en porte-à-faux sur le côté de la porte et il permet de reprendre une partie de sa masse. Ce système est visible en bleu sur la Figure 22.

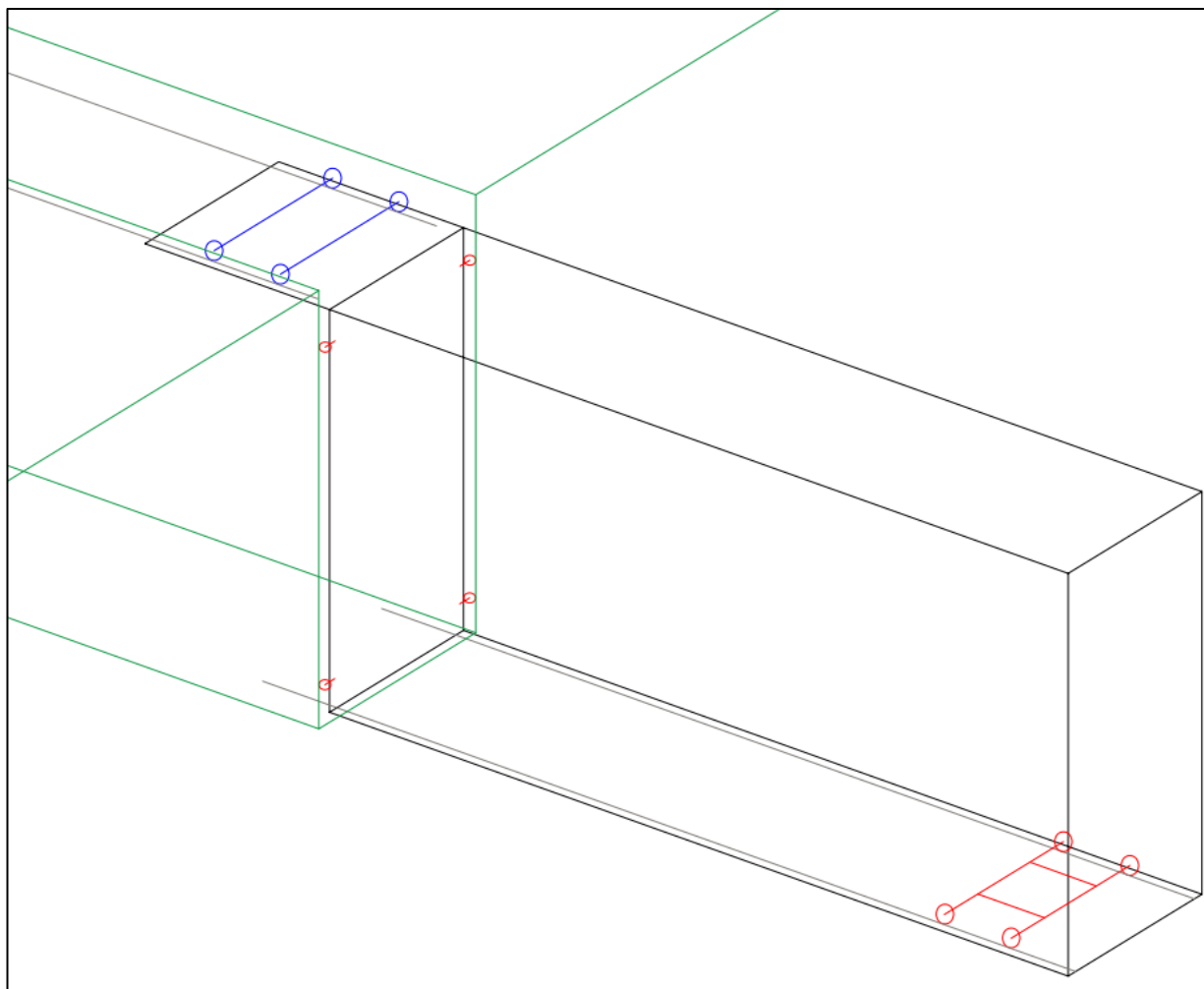


Figure 22: Schéma du guidage de la porte roulante

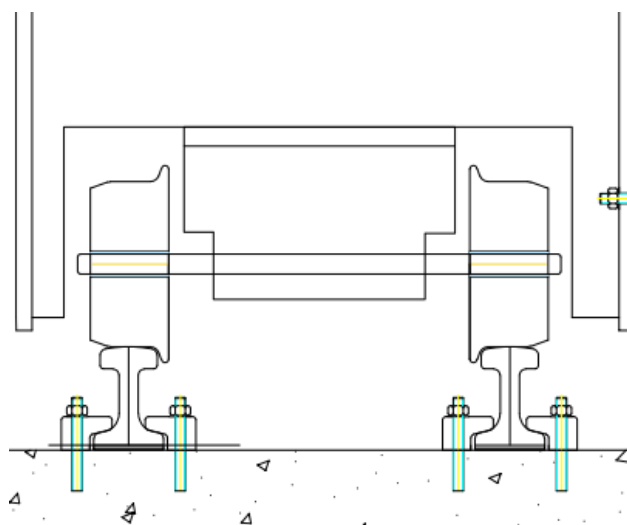


Figure 23: Schéma du principe de guidage avec les roues avec boudin et les rails installés en fond de puits



Figure 24: Représentation du système de guidage latéral dans l'encoche de la porte (position porte sortie)

4.4. Système d'étanchéité

L'étanchéité sera réalisée à l'aide d'un cadre réalisé avec des joints note de musique présentant un fonctionnement autoclave. Les joints sont installés de telle manière que la pression de l'eau dans le sens Rhin – port aux pétroles comprime les joints afin d'améliorer l'étanchéité. Cependant, une étanchéité dès la fermeture de la porte est requise car la montée du niveau de l'eau côté Rhin étant très lente, le plaquage de l'étanchéité sous l'unique action de la pression de l'eau ne pourra se faire correctement. Afin de remédier à ce point, il est nécessaire de mettre en pré-compression mécanique les joints dès la fermeture de la porte, même quand les niveaux sont toujours équilibrés.

Afin de réaliser cette pré-compression, la solution proposée est de prévoir l'installation de pièces fixes en biseau et de patins en biseau côté amont afin de déplacer légèrement la porte vers l'aval en fin de fermeture, et ainsi mettre en pré-compression les étanchéités de l'ordre de 3 à 4 mm. La pièce fixe en contact avec le joint pourra également être biseautée pour favoriser d'autant plus la pré-compression du joint à l'avancement de la porte en fin de fermeture.

Afin de permettre ce léger déplacement vers l'aval, il sera nécessaire de prévoir un jeu suffisant dans les axes des roues à la base de la porte afin de permettre le mouvement vers l'aval et assurer l'étanchéité.

Les pièces fixes en contact avec les joints d'étanchéité seront prévues en acier inoxydable pour apporter un état de surface fin sans dégradation sur le long terme.

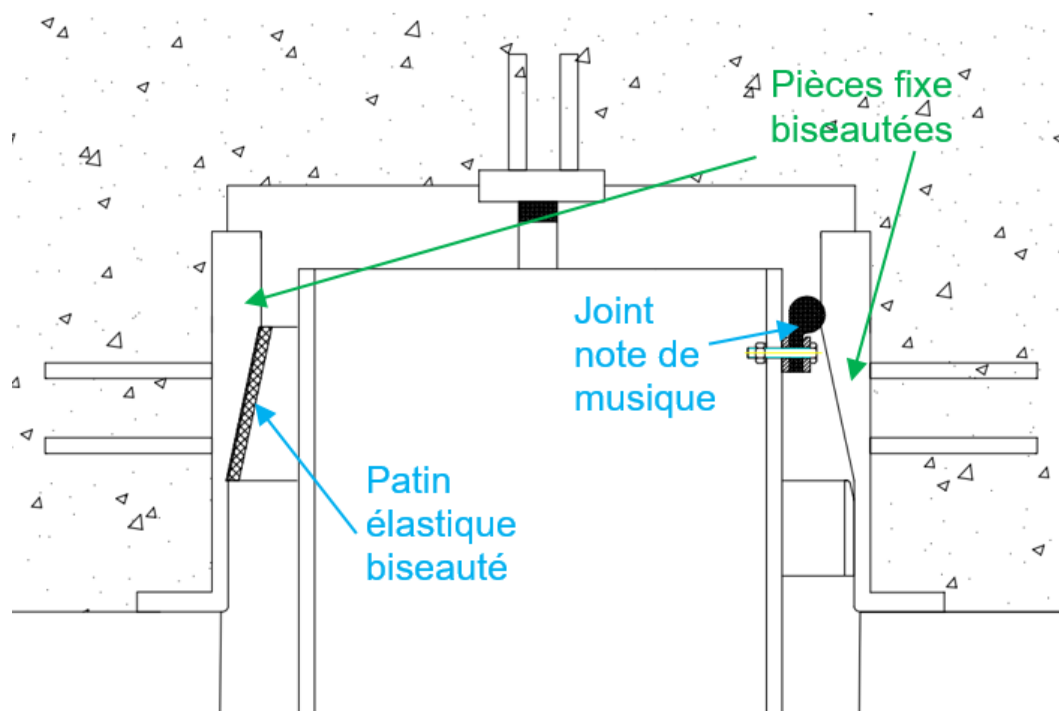


Figure 25: Croquis de la rainure Sud avec le système d'étanchéité et de plaquage du joint (angles biseautés volontairement accentués)

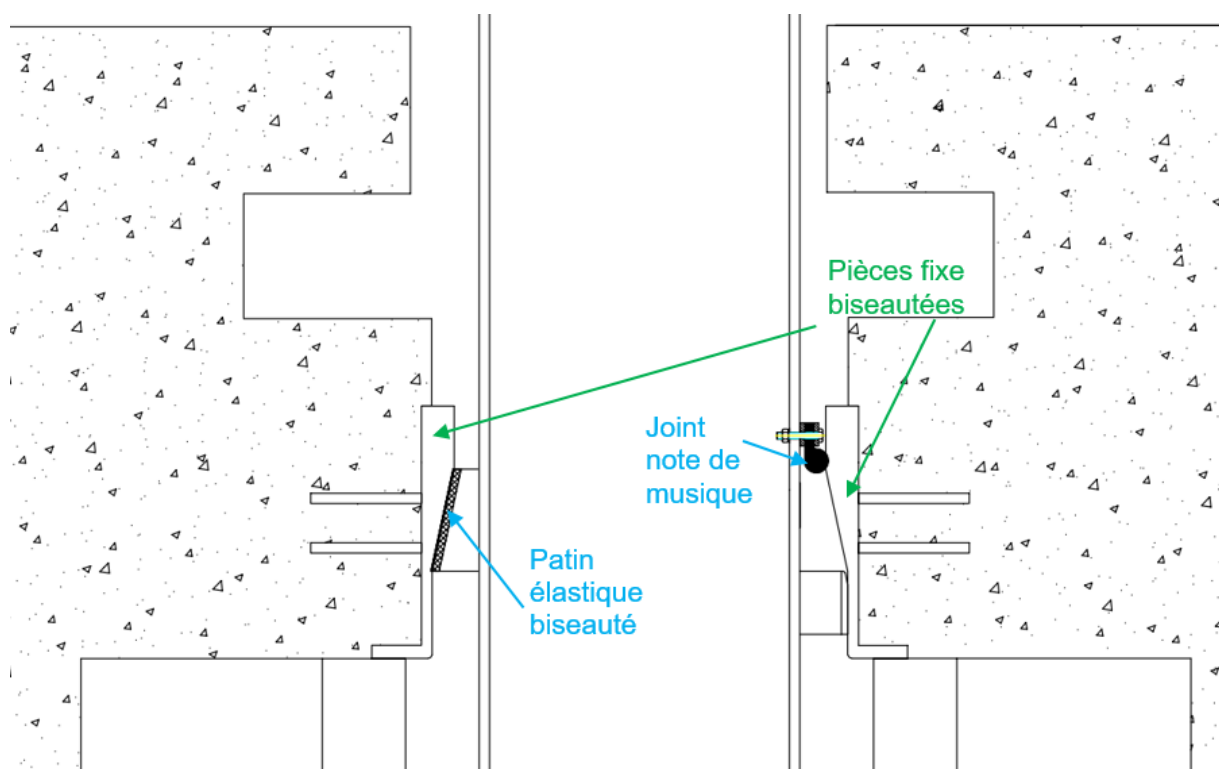


Figure 26: Croquis de l'extrémité de l'encoche côté Nord accueillant la porte dans l'ouvrage avec le système d'étanchéité et de plaquage du joint (angles biseautés volontairement accentués)

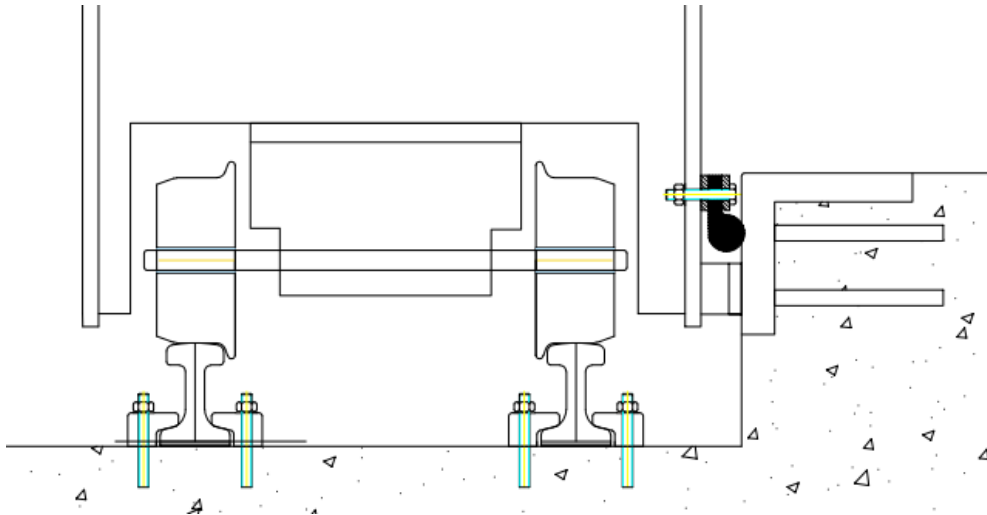


Figure 27: Etanchéité note de musique au seuil de la porte

Le dimensionnement à la flèche de la structure de la porte devra être traité avec attention afin d'adapter le système de fixation des joints en fonction de la flèche de la porte afin que le joint soit en contact avec les pièces fixes avec une compression adéquate sur toute sa largeur.

Pour l'étanchéité au seuil, une solution consistant à mettre en place une légère pente descendante au bout des rails en fin de fermeture afin que la porte se pose sur ses étanchéités au fond du puits a également été envisagée (plan d'étanchéité alors à l'horizontal). Cependant cela engendre plusieurs difficultés principales :

- La liaison avec les étanchéités latérales est plus complexe à réaliser et peut entraîner davantage de fuites au niveau des raccords,
- L'organe de manœuvre doit être surdimensionné afin de remonter la porte en début d'ouverture.
- Le fonctionnement du joint n'est plus autoclave comme avec une étanchéité sur un plan vertical.

Pour ces trois raisons cette solution a été écartée.

4.5. Transfert des efforts vers le Génie Civil

Afin de transférer au Génie Civil les efforts engendrés par la poussée de l'eau sur la porte il est nécessaire de prévoir des appuis entre la porte et les pièces fixes scellées dans le béton.

Pour se faire il est prévu des patins d'appuis avec une surface de contact en bronze afin d'assurer l'appui latéral de la porte au niveau de chaque rainure et l'appui de la porte au niveau du seuil. Tous les appuis comporteront des platines de montage avec cales d'épaisseur pour ajuster précisément leur positionnement.

Les figures ci-dessous détaillent le positionnement de ces patins d'appui sur la structure de la porte.

Outre leur rôle d'appuis, ces patins permettent également de protéger la boulonnerie des étanchéités afin d'éviter qu'elle ne puisse rentrer en contact avec les pièces fixes lors du déplacement de la vanne.

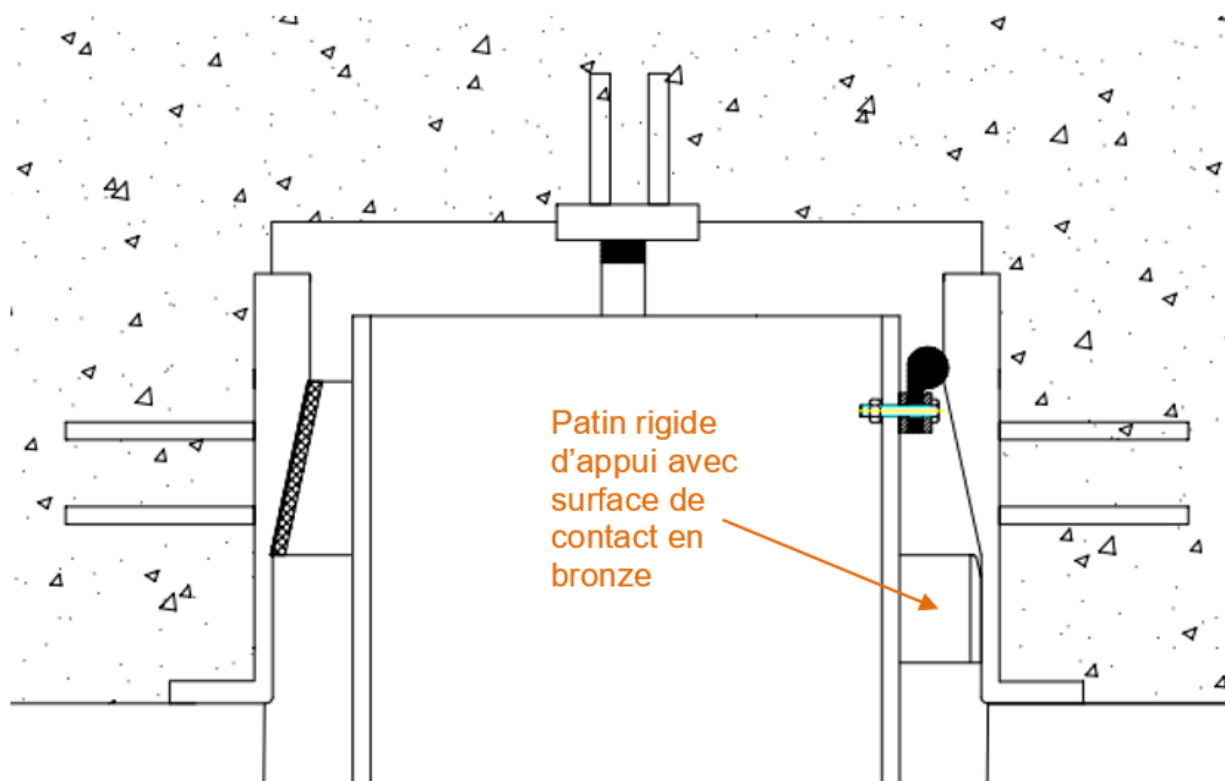


Figure 28: Croquis de la rainure Sud avec les patins rigides d'appui

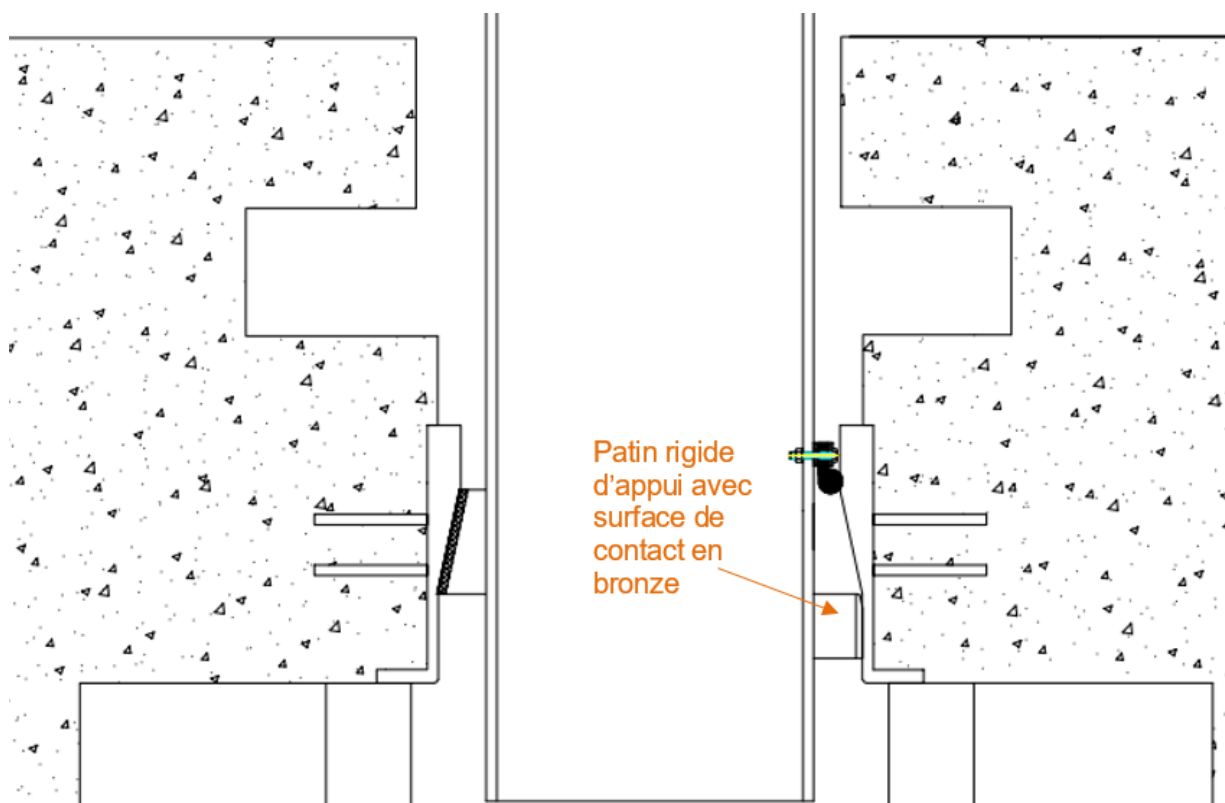


Figure 29: Croquis de l'extrémité de l'encoche côté Nord accueillant la porte dans l'ouvrage avec les patins rigides d'appui

La surface de contact du patin a été prévue en bronze afin de faciliter le glissement sur les pièces fixes en fin de fermeture lorsque les patins vont venir au contact des pièces fixes. Les surfaces fixes de contact seront en acier inoxydable.

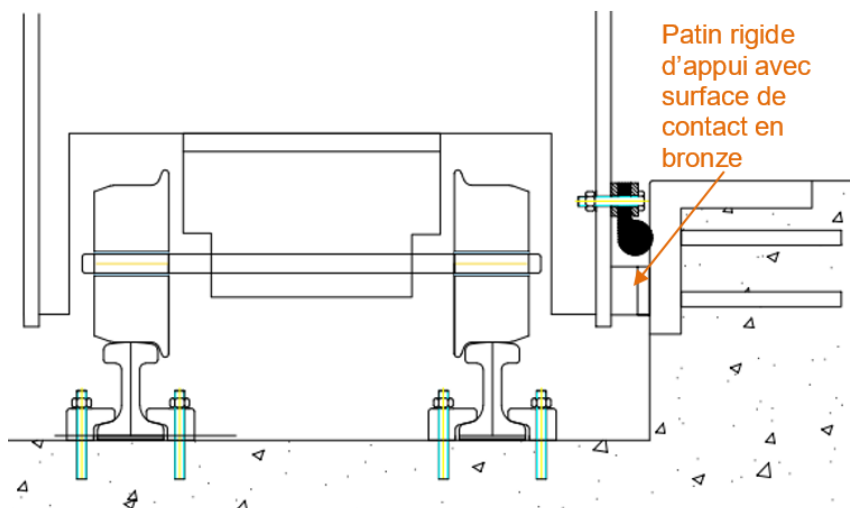


Figure 30: Croquis du seuil de la porte avec les patins rigides d'appui

4.6. Organes de manœuvre

Pour la manœuvre de la porte, 4 types de mécanismes pourraient être utilisés :

- Mécanisme à chaînes,
- Vérin télescopique ou vérin avec câbles et mouflage pour démultiplier la course du vérin,
- Système à câbles, tambour et treuil,
- Système oléo-hydraulique à crémaillères.

Les deux premiers sont écartés en raison de l'entretien important que ceux-ci nécessitent et en raison également de leur utilisation presque inexistante pour ce type de porte.

Les deux autres systèmes sont décrits dans les deux paragraphes qui suivent.

4.6.1. Système à câbles, tambour et treuil

C'est le système le plus couramment utilisé pour des portes roulantes comme celle envisagée ici. Ce type d'organe de manœuvre a notamment été mis en place sur les portes roulantes des nouvelles écluses du canal de Panama de 50 m de large par 20 m de haut.

Le principe de fonctionnement simplifié est résumé sur le schéma ci-dessous.

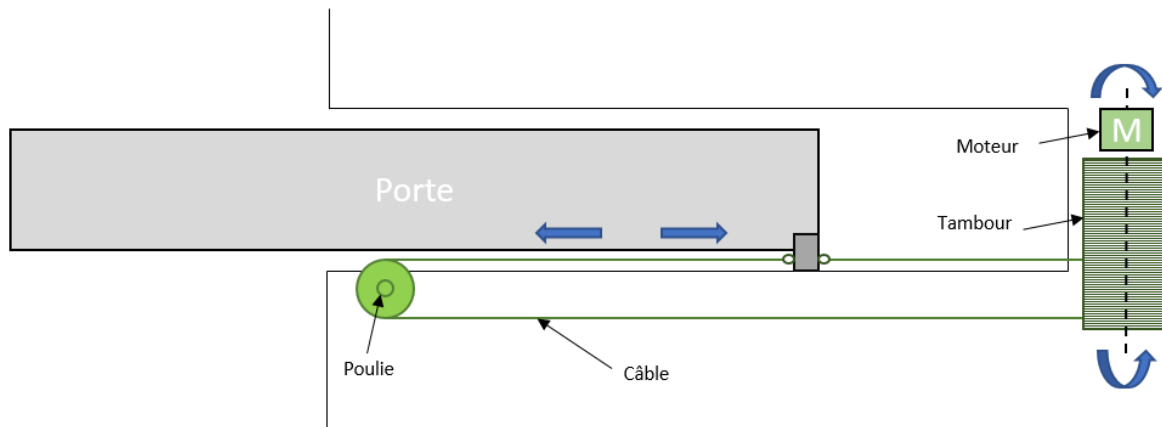


Figure 31: Schéma de principe du système de manœuvre à câble

Un tambour permettant l'enroulement du câble à la fois à l'ouverture et à la fermeture de la porte est installé au bout de l'encoche de stockage de la porte. Celui-ci est entraîné par un moteur + réducteur qui permet sa rotation dans les deux sens. Le câble est relié à la porte via une poulie située à l'autre extrémité de l'encoche en bord de pertuis. En fonction du sens de rotation du tambour la porte va soit s'ouvrir, soit se fermer.

Le système peut s'accompagner de poulies secondaires permettant le guidage du câble. Le nombre de câbles peut également être augmenté dans le cas où un câble unique serait trop chargé.

Le tambour et le système à câble peuvent être localisés dans l'encoche et ne doivent pas nécessairement être au-dessus du niveau de l'arase supérieur de la porte. Dans notre cas le tambour serait installé dans une chambre sous le niveau 139,00 m à l'extrémité de l'encoche de stockage de la vanne afin de réduire l'emprise en surface de l'ouvrage. Un système de pompe vide cave avec caniveau sera prévu dans cette chambre afin d'évacuer d'éventuelles infiltrations d'eau. Le système à câbles pourrait être installé dans l'encoche également afin qu'il ne soit pas visible au-dessus du niveau du terreplein.

Un exemple de ce type d'équipement est présenté dans la photo ci-dessous sur l'écluse de Van Cauwelaert en Belgique.



Figure 32: Exemple d'un système de manœuvre de porte roulante à câbles

Le rapport du groupe de travail 138 du PIANC (association mondiale des infrastructures de transport fluvial) indique également que ce type d'organe de manœuvre est le plus communément utilisé pour ce type de porte roulante, voir extrait de ce document ci-dessous en anglais.

Rolling gates are generally operated with a mechanical drive system that utilizes wire rope drums such as the locks in Antwerp (Fig. 5-37 and Fig. 5-38) shows a lock of 58 m chamber width). The system acts like a winch to either open or close the rolling gates. The drive system includes a motor, brake, gear box, torque tubes (drive shafts), and the wire rope drums. The wire rope is a continuous loop that spools off both the bottom and top of the drum. The wire ropes attach to the upper carriage: one directly at one side, the other via a turning wheel at the far end of the gate chamber. The motor is operated either forward or reverse to open or close the gate.

Figure 33: Extrait de la publication 138 du PIANC

Le système à câbles est en revanche sujet à la perte de tension des câbles avec le temps ce qui nécessite une remise en tension régulière.

4.6.2. Système olé-hydraulique à crémaillères

C'est un système de manœuvre relativement peu fréquent pour des portes roulantes, il est en revanche couramment utilisé pour des portes secteurs. Il présente l'avantage d'être beaucoup plus compact et de ne pas nécessiter l'aménagement d'une plateforme ou d'une chambre à l'extrémité de l'encoche. Le système à crémaillère est également beaucoup plus simple à instrumenter que le système à câbles pour connaître la position de la porte, le système à câble nécessitant l'installations de capteurs de fin de courses directement sur la porte.

Deux exemples de portes équipées de ce système sont présentés ci-dessous.

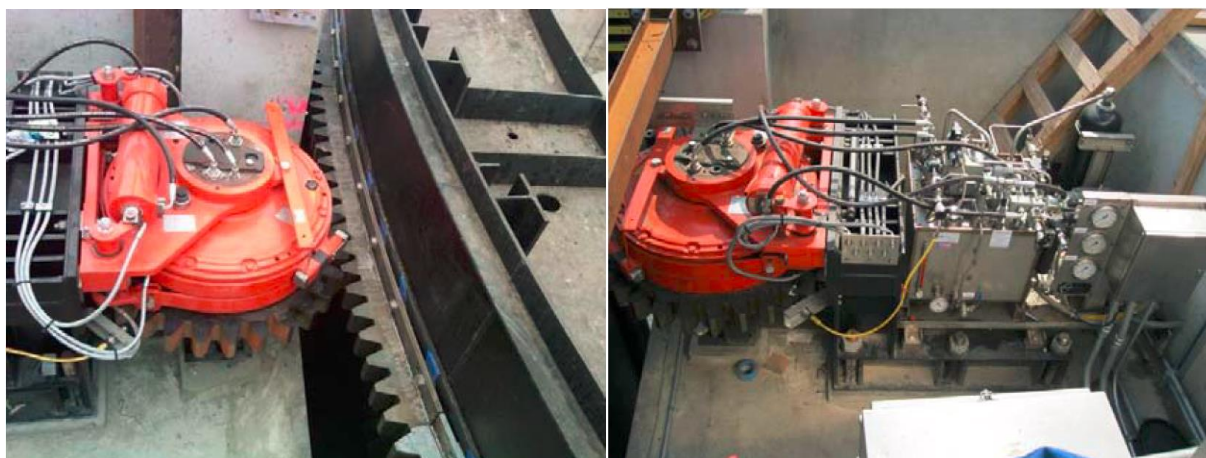


Figure 34: Exemple d'un système de manœuvre de porte secteurs à crémaillères oléo-hydraulique

Le principe est relativement simple, une crémaillère est installée sur le tablier de la porte et une roue à pignon permet, par sa rotation, le mouvement de la porte à l'ouverture ou à la fermeture. Les conceptions plus anciennes étaient équipées de moteurs électriques + réducteurs permettant de mettre en rotation la roue à pignons. Les conceptions modernes utilisent maintenant des pinions manœuvrés hydrauliquement ce qui permet de développer un effort plus important et de réduire l'emprise des équipements installés en bordure de pertuis.

Afin de permettre le contact entre les dents et la roue en tout circonstance, même lors de la fermeture de la porte, qui engendrera un déplacement de quelques mm vers l'aval, il peut être envisagé de monter le système de roue à pignon sur des ressorts qui permettront de maintenir en tout circonstance le contact avec les dents de la crémaillère.

4.6.3. Recommandations sur le choix de l'organe de manœuvre

Au stade de l'AVP, les deux systèmes présentent des caractéristiques intéressantes. Le système à câbles semble plus usuellement installé et il bénéficie donc d'un meilleur retour d'expérience.

Cependant, dans notre cas, la porte sera manœuvrée très peu, ce qui est très différent d'une porte d'écluse classique qui est manœuvrée plusieurs fois par jour. Un système de manœuvre plus simple tel que la crémaillère peut donc être une bonne alternative. La solution à crémaillère sera très probablement meilleure marché que la solution à câble car les équipements sont moins volumineux et nécessitent peu d'adaptations du Génie Civil.

A ce stade, et afin de rester conservatif dans l'approche, il a été néanmoins choisi de sélectionner le système à câbles qui présente plus de sécurité quant à sa fiabilité, c'est donc celui-ci qui a été représenté sur les plans de l'aménagement. Il faudra cependant rester ouvert en phase PRO et surtout en phase d'Appel d'Offres en laissant ouverte la solution technique pour la manœuvre de la vanne afin de bénéficier de l'expérience et des dernières innovations développées par les constructeurs de ce type d'équipement.

Le système avec treuil à câbles retenu à ce stade est implanté dans une fosse en béton pour permettre de disposer les câbles aller/retour à l'horizontal par rapport au point de fixation sur le tablier de la porte. Du fait de cette implantation en fosse, une pompe de drainage est prévue pour éviter toute présence d'eaux stagnantes par infiltrations éventuelles lors d'épisodes pluvieux ou lors de crues.

En première approche, il est considéré que l'effort de manœuvre à fournir sera de l'ordre de 0,5 fois le poids de la structure mobile, soit 265 kN.

Les durées de manœuvres suivantes sont également considérées :

- Ouverture : 15 minutes, soit une vitesse de à 0,023 m/s
- Fermeture : 15 minutes, soit une vitesse de à 0,023 m/s

Sur cette base et en considérant un rendement global de transmission de 0,7, on obtient une puissance électrique nécessaire de l'ordre de 8,7 kW pour la manœuvre de la porte.

4.7. Système de nettoyage du seuil

Deux dispositifs seront prévus pour assurer le dégagement du seuil lors des opérations de fermeture :

- Un système permettant via des buses débouchant au niveau des pièces fixes du seuil de souffler de l'air comprimé. Celui-ci sera activé régulièrement par l'automate afin d'éviter l'accumulation de sédiments dans cette zone. Ce dispositif sera composé d'un circuit de tuyauteries scellées dans le béton et d'un compresseur d'air comprimé à installer dans le local en surface ;
- Un système d'hélice qui créera un courant lors de l'avancée de la porte pour sa fermeture ce qui permettra de dégager le seuil tout en fermant la porte (voir exemple sur la photo ci-dessous. L'hélice sera entraînée par un moteur électrique situé en partie haute de la porte et un arbre de transmission assurera le mouvement de rotation.

4.8. Vantelles de by-pass pour équilibrage des pressions

Pour permettre l'équilibrage des pressions lors de la phase de décrue et avant l'ouverture de la porte des vantelles de by-pass seront prévues dans la structure de la porte.

Les caractéristiques d'implantation des vantelles sont indiquées ci-dessous :

- Quantité : 3 uniformément répartie sur la largeur de la porte
- Largeur libre = 1,50 m
- Hauteur libre = 1,20 m

Les vantelles seront implantées du côté Rhin de la porte, de façon à ce que la pression hydraulique favorise leur étanchéité.

Chaque vantelle sera constituée d'un panneau en tôle en acier. Le guidage et l'étanchéité seront assurés par un même cadre avec matériau à faible friction de type PEHD. Côté porte les surfaces d'appuis seront en acier inoxydable.

La manœuvre de chaque vantelle sera assurée par un vérin électrique implantée sur la porte au-dessus de la cote de 139,00 m.

Un exemple d'implantation d'une vantelle sur une porte est présenté ci-dessous, la configuration sera similaire dans notre cas.

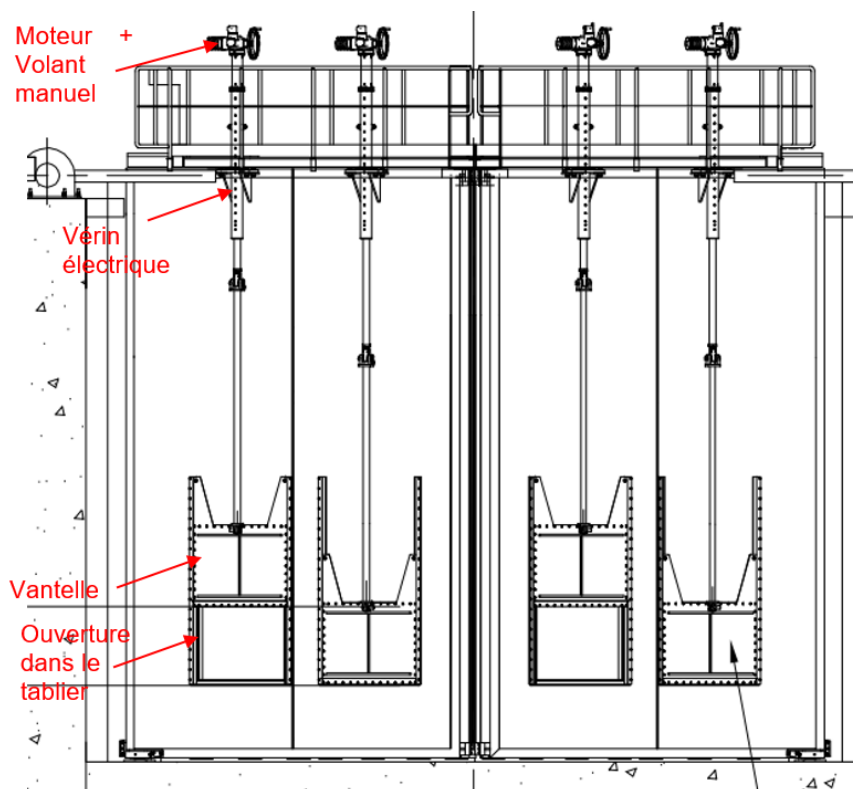


Figure 35: Exemple d'implantation de 4 vannes de by-pass sur une porte busquée

4.9. Contrôle commande et alimentation électrique

Les équipements d'alimentation électrique et de contrôle commande seront tous installés dans un local qui est représenté sur les plans en annexe.

Un pupitre de manœuvre permettra le pilotage de la porte en local. Le bâtiment sera muni d'une ou plusieurs fenêtres pour permettre l'observation de la porte lors de son déplacement.

Un écran de supervision permettra de récupérer l'ensemble des informations des capteurs de niveaux côté Rhin et côté port aux pétroles ainsi que de ceux des organes de manœuvre et de la porte.

Un principe de redondance sera à appliquer lors de la conception du système de contrôle commande. Les capteurs les plus critiques pour la manœuvre de la vanne seront en particulier doublés (capteurs de niveaux, capteurs de fin de course, etc.). Un système de manœuvre manuel sera également prévu, soit avec une manivelle équipée d'engrenages permettant de démultiplier la force nécessaire pour le système à câble ou avec une pompe à main si un système hydraulique à crémaillère est choisi.

Une liaison de communication transitant via un réseau du Port de Strasbourg ou via un réseau à amener jusqu'à l'ouvrage permettra de superviser les niveaux et la position de la porte à distance. Une solution de commande à distance pourra également être envisagée.

Un coffret extérieur avec prise pour raccordement d'un groupe électrogène sera prévu afin de pouvoir secourir l'installation en cas de perte du réseau électrique.

Le système de contrôle-commande intégrera une signalisation lumineuse rouge/verte côté Rhin et côté port pour autoriser ou non la circulation des bateaux selon les phases d'utilisation de la porte.

Lors de l'étude de phase PRO une demande de raccordement au réseau ENEDIS devra être réalisée par le Maître d'Ouvrage afin d'évaluer le coût potentiel de celui-ci dans le cas où un poste de livraison ne serait pas situé à proximité du site de la porte de garde.

5. EXPLOITATION / MAINTENANCE

5.1. Cycles de manoeuvre

5.1.1. Fermeture de la porte

Le principe à retenir avant chaque manoeuvre sera la réalisation des tâches suivantes :

- Alerter les différentes autorités et entreprises liées à la navigation dans le port aux pétroles,
- Inspection visuelle de la porte et des organes de manoeuvre,
- Vérification de la bonne mise sous tension de l'installation et mise à disposition d'un Groupe Electrogène de secours pour faire face à la perte de l'alimentation du réseau (un coffret avec une prise sera prévu pour un raccordement),
- Nettoyage du seuil avec le système de buse installé dans le pertuis.

Une fois l'ensemble de ces opérations réalisées, la porte sera prête à être manoeuvrée en fermeture.

La manoeuvre de fermeture pourra être prévue avec les vantelles ouvertes de façon à ce qu'aucun différentiel de pression ne puisse apparaître au court du mouvement. Les vantelles seront ensuite fermées dès lors que la confirmation de la fin de fermeture sera reçue.

5.1.2. Ouverture de la porte

Le principe à retenir pour l'ouverture de la porte lors de la décrue sera la réalisation des tâches suivantes :

- Ouverture des vantelles pour l'équilibrage des niveaux amont et aval,
- Confirmation de l'équilibrage des niveaux,
- Ordre d'ouverture de la porte (les vantelles restent ouvertes).

Afin d'assurer la fiabilité et la sûreté de ce nouvel équipement il est recommandé dans les consignes d'exploitation de prévoir un essai complet de fermeture puis d'ouverture à minima une fois par an. La logistique d'un tel essai étant beaucoup plus simple avec cette nouvelle porte qu'avec la porte actuelle une telle périodicité d'essai semble tout à fait réalisable.

5.2. Maintenance courante

Une grande partie des équipements seront accessibles directement depuis le niveau du terreplein et ne nécessiteront donc pas de mise en place d'accès particulier ou de batardage.

Les équipements suivants pourront donc être inspectés et maintenus à tout moment :

- Organes de manœuvre ;
- Système de supportage supérieur de la porte ;
- Partie supérieure de la structure de la porte ;
- Contrôle commande.

Les principales opérations courantes d'entretien en période d'exploitation seront surtout sur l'organe de manœuvre, selon le choix de la technologie retenue (treuil à câbles ou système pignon/crémaillère hydraulique), les inspections ou contrôles suivants seront à réaliser :

- Système à câbles :
 - o Vérification de la perte de tension des câbles ;
 - o Vérification des graissages des différents paliers pour le tambour ou les poulies ;
 - o Vérification du fonctionnement du moteur ;
 - o Vérification du bon fonctionnement de la pompe vide cave de la chambre d'installation du tambour ;
- Système à crémaillère hydraulique :
 - o Vérification de l'absence de fuites sur le système oléo-hydraulique ;
 - o Contrôle des éventuels dessiccant sur les cuves d'huile pour un éventuel remplacement ;
 - o Contrôle des flexibles hydrauliques ;
 - o Contrôle de l'encrassement des filtres et remplacement éventuel des cartouches ;
 - o Contrôle du fonctionnement des pompes.

Les autres équipements à surveiller seront les suivants :

- Système à air comprimé de dégagement du seuil de la porte :
 - o Contrôle dans l'historique de l'automate que celui-ci se met bien en route régulièrement pour permettre un dégagement régulier du seuil ;
 - o Contrôle de fonctionnement avec un essai réalisé par l'opérateur.
- Système de supervision :

- Contrôle des valeurs indiquées par les capteurs.

Globalement l'entretien courant sera limité et demandera peu d'investissement. Seul une visite mensuelle sur l'installation pour un contrôle semble nécessaire. La fréquence des visites pouvant être augmentée lors des périodes à forte hydraullicité.

5.3. Maintenance lourde

5.3.1. Système de batardage de l'encoche rive Nord

Afin de réaliser la mise à sec de l'ensemble de la porte pour une maintenance approfondie un système de batardage de l'encoche de stockage est prévu. Une fois le batardeau en place la structure sera accessible pour des travaux de maintenance aussi bien du système de roulage inférieur que du traitement anticorrosion de la structure.

Une représentation schématique du batardeau en place à l'entrée de l'encoche est présentée ci-dessous. Celui-ci pourra être composé de plusieurs éléments afin d'atteindre la hauteur totale de 9 m de haut. Ce batardeau demandera à être installé avec une grue mobile.

Les éléments du batardeau seront stockés sur le site, sur un rack de stockage dédié à prévoir.

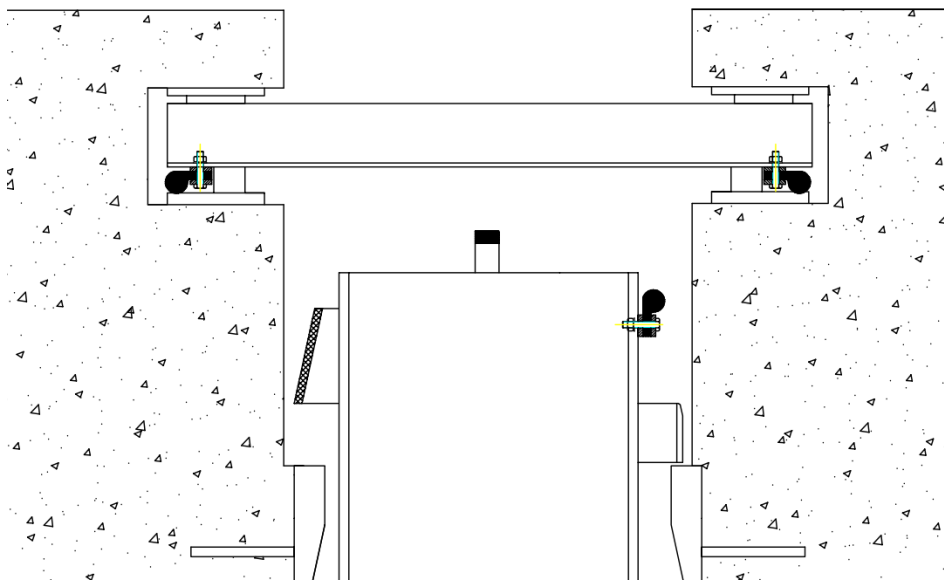


Figure 36: Croquis de l'extrémité de l'encoche avec la porte ouverte à 100% et le batardeau de maintenance en place

5.3.2. Inspection / maintenance des pièces fixes

Les seuls éléments non maintenables avec le batardeau présenté ci-dessus sont les rails en fond de pertuis ainsi que les pièces fixes de la rainure opposée.

Afin d'entretenir ces éléments des inspections subaquatiques pourront être réalisées à intervalle régulier, tous les 5 ans par exemple. En cas de nécessité d'entretien léger,

des travaux subaquatiques pourront être planifiés pour corriger d'éventuels défauts compatibles avec des travaux sous eau.

Dès la conception, ces pièces fixes seront conçues pour limiter au maximum les besoins de maintenance.

5.3.3. Système de batardage du pertuis

Pour des opérations de maintenance majeure des pièces fixes ou pour la réhabilitation générale de l'ouvrage Génie Civil (à échéance 30 – 40 ans), l'ouvrage est prévu afin de permettre l'installation de batardeaux de chantier.

Ces adaptations, qui présentent un coût négligeable à l'échelle du coût de l'ouvrage, permettront de simplifier d'éventuels travaux de réhabilitation. Aucun élément de batardeau ne sera fourni à la mise en service de l'aménagement ; cela rentrera dans le budget de la réhabilitation à horizon 30 – 40 ans.

5.4. Estimatif des coûts de fonctionnement et de maintenance

5.4.1. Coûts de fonctionnement

A ce stade du projet l'évaluation des coûts de fonctionnement et de maintenance est forfaitaire et il est établi sur la base de postes types pour cette famille d'équipement.

Les coûts de fonctionnement pourront se résumer aux postes suivants :

- Une inspection mensuelle de 2h par deux agents ;
- Un essai annuel de manœuvre d'une demi-journée avec 3 agents (consommation électrique inférieure à 50€ pour l'opération) ;
- Un contrat EDF d'alimentation de l'ouvrage au Tarif Bleu (inférieur à 36 kVA, inférieur à 30€/mois) ;
- Une consommation électrique en exploitation normal faible pour alimenter l'automate, le système de supervision et périodiquement le système de nettoyage du seuil (inférieur à 100€ mensuellement).

Ces coûts de fonctionnement en considérant un taux horaire d'environ 50€/h pour les agents d'exploitation s'élève donc annuellement à environ 5 000 €/an.

5.4.2. Coûts de l'entretien normal

Concernant les coûts de maintenance et de pièces de rechange éventuelles, un budget peut être estimé avec les éléments suivants :

- Fourniture d'huile ou de graisse : 3 000 €/an
- Fourniture de peinture pour retouches ponctuelles : 3 000 € / 1 an
- Prestation de remise en tension de câbles : 10 000 € / 2 ans

- Remplacement de joints ou de flexibles : 5 000 € / 5 ans
- Fourniture pièces de rechange mécaniques diverses : 6 000 € / 2 ans
- Fourniture de pièces de rechange électrique diverses : 2 000 € / 1 an
- Remplacement de roulements de moteur ou de pompe : 5000 € / 10 ans

Les coûts de maintenance courante sont donc d'environ 17 500 €/an.

L'ensemble de ces éléments permettent d'estimer un coût annuel global (hors opérations de maintenance importantes) d'environ **23 000 €/an.**

5.4.3. Coûts mise à sec porte tous les 10 ans à 15 ans

On peut également ajouter une opération tous les 10 à 15 ans de mise à sec de la porte pour inspection et remplacement des pièces d'usure (joints, boulonnerie, bagues, etc.) pour un montant estimé sur la base des éléments suivants :

- Opération de batardage et de débatardage de l'encoche :
 - o 3 agents pendant 3 jours (3 600 €)
 - o Mobilisation d'une grue mobile pendant 3 jours (9 000 €)
- Opération de pompage et de maintien à sec (15 000 €)
- Installation échafaudage pendant 1 mois (10 000 €)
- Inspection et retouche peinture par cordistes (30 000 €)
- Intervention équipe de maintenance mécanique pendant 3 semaines à 3 agents (18 000 €)
- Fourniture joints et boulonnerie (10 000 €)
- Fourniture autres pièces de rechange (10 000 €)
- Inspection subaquatique des pièces fixes constamment immergées (6 000 €)

Soit un total d'environ **115 000 €** pour un entretien complet de la porte avec mise à sec de l'encoche d'inspection. Cette opération sera à réaliser avec une périodicité entre 10 et 15 ans.

6. DOSSIER REGLEMENTAIRE LOI SUR L'EAU

Le dossier réglementaire loi sur l'eau et les investigations Faune/Flore y afférant seront à réaliser dans le cadre des demandes d'autorisation en amont du lancement de l'appel d'offres pour les travaux.

6.1. Contenu du dossier Loi sur l'Eau

Le contenu du dossier Loi sur l'Eau est similaire dans le cadre d'une déclaration ou d'une demande d'autorisation.

La principale différence entre les deux régimes réside dans la procédure d'instruction : la présence (autorisation) ou l'absence (déclaration) d'enquête publique, et la nécessité d'attendre l'obtention de l'arrêté d'autorisation pour réaliser les travaux (autorisation). Le présent projet de la porte de garde du port de Strasbourg sera selon toute vraisemblance soumis à une demande d'autorisation. La procédure et le planning du projet a donc été réalisé selon cette hypothèse. Si seule une déclaration est nécessaire la procédure sera plus courte ce qui permettra de raccourcir le planning global du projet entre la réalisation des études et le démarrage des travaux.

Les différentes parties développées dans le **dossier Loi sur l'eau** devront prendre en compte les dernières évolutions de la réglementation. Elles sont décrites dans les articles R.214-32 (pour les déclarations) et R.214-6 (pour les autorisations) du Code de l'Environnement.

Elles concernent principalement, mais non exclusivement (certaines procédures concernant des Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (ou : IOTA) spécifiques, pouvant différer sur certains points) :

L'objet du dossier :

- Le nom et l'adresse du demandeur ;
- Le contexte du projet ;
- Les références à la nomenclature ;
- La localisation des travaux.

Les données générales sur l'environnement du projet (état des lieux) :

- Les zones de protection (ZNIEFF, espaces protégés, réseau Natura 2000, autres) ;
- Le milieu vivant : habitats, faune et flore ;
- La climatologie ;
- Le relief et la topographie (contexte géologique, occupation du terrain) ;
- La qualité de l'air ;
- Le bruit ;
- Le risque sismique ;
- Les zones inondables ;
- Les risques de mouvements de terrain et cavités souterraines ;
- Selon le contexte local : le milieu marin, les cours d'eau ...

Les caractéristiques générales du projet :

- L'historique ;
- La description du projet ;
- La description des travaux (contraintes techniques, méthodologie d'intervention proposée, matériel minimum prévu sur les lieux) ;
- Les utilités...

Les impacts du projet :

- Les impacts sur le sol et le sous-sol (existant, incidences sur les sols) ;
- Les impacts sur l'eau (milieu récepteur, gestion des rejets) ;
- La pollution de l'air ;
- Le bruit ;
- Les déchets (nature des déchets produits, élimination) ;
- Le milieu naturel et vivant ;
- Les dispositions en cas de sinistre.

Les incidences du projet et les mesures compensatoires :

- Les incidences temporaires liées aux travaux, et les mesures associées (sur la qualité des eaux, sur les milieux naturels, sur les sites Natura 2000, sur les usages de l'eau) ;
- Les incidences permanentes directes et indirectes liées au projet, et les mesures associées (sur la qualité des eaux, sur les milieux naturels, sur les sites Natura 2000, sur les usages de l'eau) ;
- La compatibilité avec le SDAGE et le SAGE en vigueur.

Les moyens de surveillance :

- Les moyens de surveillance et d'entretien en phase travaux ;
- Les moyens de surveillance et d'entretien en phase d'exploitation ;
- La sensibilisation à l'échelle du projet.
- Les annexes, éléments graphiques, plans ou cartes, utiles à la compréhension des pièces du dossier :
- Les plans réglementaires ;
- Les données climatologiques ;
- Les plans du projet ;
- Le cas échéant, les résultats d'analyses ;
- ...

Les études et documents, composant ce dossier, porteront sur l'ensemble des installations ou équipements, exploités ou projetés par le demandeur, qui par leur proximité ou leur connexité avec l'installation, sont de nature à participer aux incidences sur les eaux ou le milieu aquatique.

6.2. Analyse de l'état initial

6.2.1. L'occupation des sols et l'assainissement à l'endroit et aux alentours immédiats du projet

Une analyse sommaire de l'occupation des sols à l'endroit et au voisinage direct du projet sera réalisée afin de prendre en compte les contraintes de voisinage au cas où le projet modifierait le régime d'écoulement et la qualité des eaux superficielles.

6.2.2. Les eaux superficielles

Les débits de référence et la qualité des cours d'eau du secteur seront évalués à partir des documents disponibles dans les organismes compétents (Agence de l'Eau, DDTM, DREAL, ...). En cas d'absence de données, des prélèvements devront être réalisés et analysés par un laboratoire.

6.2.3. Le milieu souterrain

Une description du milieu souterrain et un inventaire des usages de l'eau actuels et potentiels des eaux souterraines seront réalisés et pris en compte dans le dossier et localisés sur une carte.

6.2.4. L'environnement

Pour la valeur écologique et paysagère du site, l'essentiel sera indiqué dans la notice d'incidence. L'éventuelle existence de zones écologiques protégées ou de patrimoines classés sera vérifiée auprès des services compétents.

En particulier, les Zones de Protection Spéciales (ZPS) et Zones Spéciales de Conservation (ZSC) du réseau NATURA 2000, présentes dans un rayon de 20 km autour du site, seront répertoriées, et localisées sur une carte au regard du projet.

6.2.5. Habitats, faune et flore

6.2.5.1. ETAT DES LIEUX PRÉLIMINAIRE

L'état des lieux préliminaire comprendra :

- Un recensement des zones protégées et sensibles présentes à proximité (ZNIEFF, sites Natura 2000, Corridors biologiques, ZICO, etc.) ;
- Une consultation des associations et services de l'Etat susceptibles de détenir des données sur le secteur d'étude (zone de projet et zone d'étude) ;
- Une consultation des ressources bibliographiques : les documents d'objectifs, les expertises écologiques, plans de gestion de réserves naturelles ou d'espaces naturels sensibles... sollicitation du Conservatoire Botanique National de Bailleul, des associations locales (GON, CMNF, Fédération de pêche...) ;
- Une consultation des sites internet INPN, SIRF...

6.2.5.2. INVENTAIRES DES HABITATS, DE LA FAUNE ET DE LA FLORE SUPÉRIEURE

Pour la connaissance du patrimoine naturel, le travail sera mené en différentes phases.

Une cartographie des habitats naturels et semi-naturels du site devra être établie et afin de procéder à une description des habitats recensés.

La période d'inventaire est capitale pour avoir une connaissance plus ou moins exhaustive du patrimoine naturel. Ici, l'étude pourra porter sur un cycle annuel complet – un inventaire de printemps/été et un inventaire d'automne/hiver.

6.3. Nature, consistance, volume et objet de l'installation

Cette partie présente la nature de l'ensemble du projet (rubrique(s) de la nomenclature Loi sur l'Eau concernée(s), classement selon les différents seuils...).

Dans cette partie, les rejets d'eau pluviale et d'eaux usées seront également considérés le cas échéant :

- Estimation quantitative et qualitative à partir de données bibliographiques et des surfaces mises en jeu sur le site ;
- Description du système de collecte, de stockage et de traitement, le cas échéant ;
- Analyse critique des choix effectués pour optimiser leur gestion.

Incidences de l'opération sur les eaux

Les incidences du projet seront examinées, quantitativement et qualitativement, au niveau :

- De la ressource en eau de la zone ;
- Des eaux superficielles (ruissellement, eaux pluviales, eaux usées) ;
- Du milieu naturel lié à l'eau.

Ce document d'incidences précisera, s'il y a lieu, les mesures compensatoires ou correctives envisagées et la compatibilité du projet avec le schéma directeur (SDAGE) en vigueur, ainsi qu'avec les objectifs de qualité des eaux applicables (selon la nature du projet).

6.4. Moyens d'intervention en cas d'incident et d'accident

Les moyens de surveillance et d'entretien des ouvrages et des rejets du site seront recensés. Des recommandations seront à donner en cas de surveillance insuffisante. Les moyens d'intervention et les procédures en cas d'incident ou d'accident seront également à détailler.

6.5. Suite de la procédure

Dans le cadre d'une demande d'autorisation, le dossier est également déposé aux services compétents (Police de l'Eau de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer, ou DDTM), en échange d'un récépissé de demande d'autorisation.

Le dossier sera instruit par les autorités compétentes ; l'autorité environnementale sera consultée, ainsi que diverses instances locales et/ou nationales. Durant l'instruction du dossier, des compléments pourront être demandés. Une enquête publique aura lieu, dans un délai de 5 mois à partir de la réception du dossier complet. L'arrêté préfectoral d'autorisation devrait ensuite être émis dans un délai de 2 mois après l'enquête publique.

Le commanditaire doit attendre de recevoir l'arrêté préfectoral d'autorisation pour commencer à réaliser les travaux.

6.6. L'autorisation unique

Depuis Juin 2014, la procédure d'autorisation unique est à l'essai pour les dossiers soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau. Cela implique le dépôt d'un seul dossier de demande d'autorisation, comprenant :

- Le dossier Loi sur l'Eau, décrit ici ;
- Le cas échéant :
 - L'étude d'impacts ;
 - La demande d'autorisation de modification de site classé ;
 - La demande de dérogation à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés ;
 - La demande d'autorisation de défrichement.

Toutes ces pièces devront donc être préparées en amont du dépôt du dossier complet.

7. CHIFFRAGE BUDGETAIRE GLOBAL DU PROJET

Le chiffrage global du projet a été estimé sur la base de 3 postes principaux :

- Montant des études techniques et de la Maîtrise d'Œuvre ;
- Montant des études environnementales ;
- Montant des travaux.

A ce stade du projet un aléa de 25% a été considéré sur le montant total afin d'estimer un budget enveloppe du projet et afin de prendre en compte d'éventuels imprévus lors des prochaines reconnaissances sur les ouvrages.

N° Prix	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire €HT	Montant €HT
1. Etudes + Maîtrise d'Œuvre					
1.1	Campagne géotechnique complémentaire	ft	1	90 000	90 000
1.2	Etude géotechnique	ft	1	20 000	20 000
1.3	Maîtrise d'Œuvre complète (PRO, ACT, VISA, DET, AOR)	ft	1	180 000	180 000
Total Etudes					290 000
2. Etudes environnementales					
2.1	Demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau	ft	1	8 000	8 000
2.2	Elaboration du dossier loi sur l'Eau	ft	1	15 000	15 000
Total Enviro.					23 000
3. Travaux					
3.1 PRIX GENERAUX					
3.1.1	Installation de chantier	ft	1	100 000	100 000
3.1.2	Etudes d'exécution	ft	1	100 000	100 000
3.1.3	PAQ et PAE	ft	1	20 000	20 000
3.1.4	Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)	ft	1	20 000	20 000
Sous-total					240 000
3.2 TRAVAUX DE GENIE CIVIL					
3.2.1	Surface de palplanches	m ²	1965	250	491 250
3.2.2	Déblais	m ³	300	50	15 000
3.2.3	Démolition	m ³	265	150	39 750
3.2.4	Remblais	m ³	2830	15	42 450
3.2.5	Béton en rive	m ³	430	500	215 000
3.2.6	Bloc Génie Civil central	m ³	120	550	66 000
3.2.7	Local	m ²	24	1 200	28 800
3.2.8	Dragage avant travaux	ft	1	20 000	20 000
3.2.9	Vidange et maintien à sec de la zone de chantier	ft	1	70 000	70 000
3.2.10	Création des accès	ft	1	40 000	40 000
3.2.11	Mobilisation à la journée de barge et/ou de bateau pousseur	ft	10	15 000	150 000
3.2.12	Second œuvre local	ft	1	30 000	30 000
3.2.13	Duc d'Albe avec défense rotative	ft	2	20 000	40 000
Sous-total					1 248 250

3.3 TRAVAUX HYDROMECHANIQUE ET EQUIPEMENTS				
3.3.1	Structure + pièces fixes de la porte (tonnes)	t	55	12 000
3.3.2	Organes de manœuvre	ft	1	198 000
3.3.3	Vantelles de by-pass	ft	3	25 000
3.3.4	Système nettoyage seuil	ft	1	15 000
3.3.5	Batardeaux encoche	t	5,5	8 000
3.3.6	Matériel de contrôle commande	ft	1	100 000
3.3.7	Câblage et programmation	ft	1	50 000
3.3.8	Pose d'une signalisation pour les bateaux	ft	1	10 000
3.3.9	Dispositif de stockage des batardeaux	ft	1	20 000
3.3.10	Garde corps	m	50	200
3.3.11	Interface GE mobile	ft	1	5 000
3.3.12	Essais	ft	1	10 000
				Sous-total
				1 187 000
				Total Travaux
				2 675 250
				Total Travaux avec aléas (+25%)
				3 344 063
Montant €HT de l'estimation du budget projet				
3 657 063				

8. ESTIMATION D'UN PLANNING DE REALISATION

Un planning estimatif incluant les phases d'études et de préparation amont a été réalisé et est joint au présent rapport en ANNEXE B.

Le planning a été établi selon les hypothèses suivantes :

- Ordre de service pour la Maîtrise d'œuvre des études PRO et des études environnementales en Juin 2021 ;
- Couplage de la Maîtrise d'œuvre et des études environnementales dans un même marché ;
- Travaux soumis à une demande d'autorisation loi sur l'eau ;
- Etudes géotechniques complémentaires non réalisées au démarrage de la phase PRO.

Les échéances clés du planning estimatif sont les suivantes :

- Démarrage études en Juin 2021 ;
- Résultat des études géotechniques complémentaires en Novembre 2021 ;
- Finalisation des études environnementales et dépôt du dossier loi sur l'eau en Juin 2022 ;
- Validation des études de PRO en Juin 2022 ;
- Obtention de l'arrêté d'autorisation suite au dépôt du dossier loi sur l'eau en Avril 2023 ;
- Notification du marché travaux en Octobre 2023 ;
- Achèvement des travaux en Février 2025.

Dans sa globalité le projet se déroulera sur une durée comprise entre 3,5 et 4 ans entre le démarrage des études PRO et l'achèvement des travaux.

9. CONCLUSION

L'étude AVP a permis de pré-dimensionner les ouvrages et les équipements pour l'installation d'une nouvelle porte de garde dans la passe Jean Millot entre le Rhin et le port aux pétroles dans l'agglomération de Strasbourg sur la base de reconnaissances géotechniques préliminaires et d'hypothèses décrites ci-dessus.

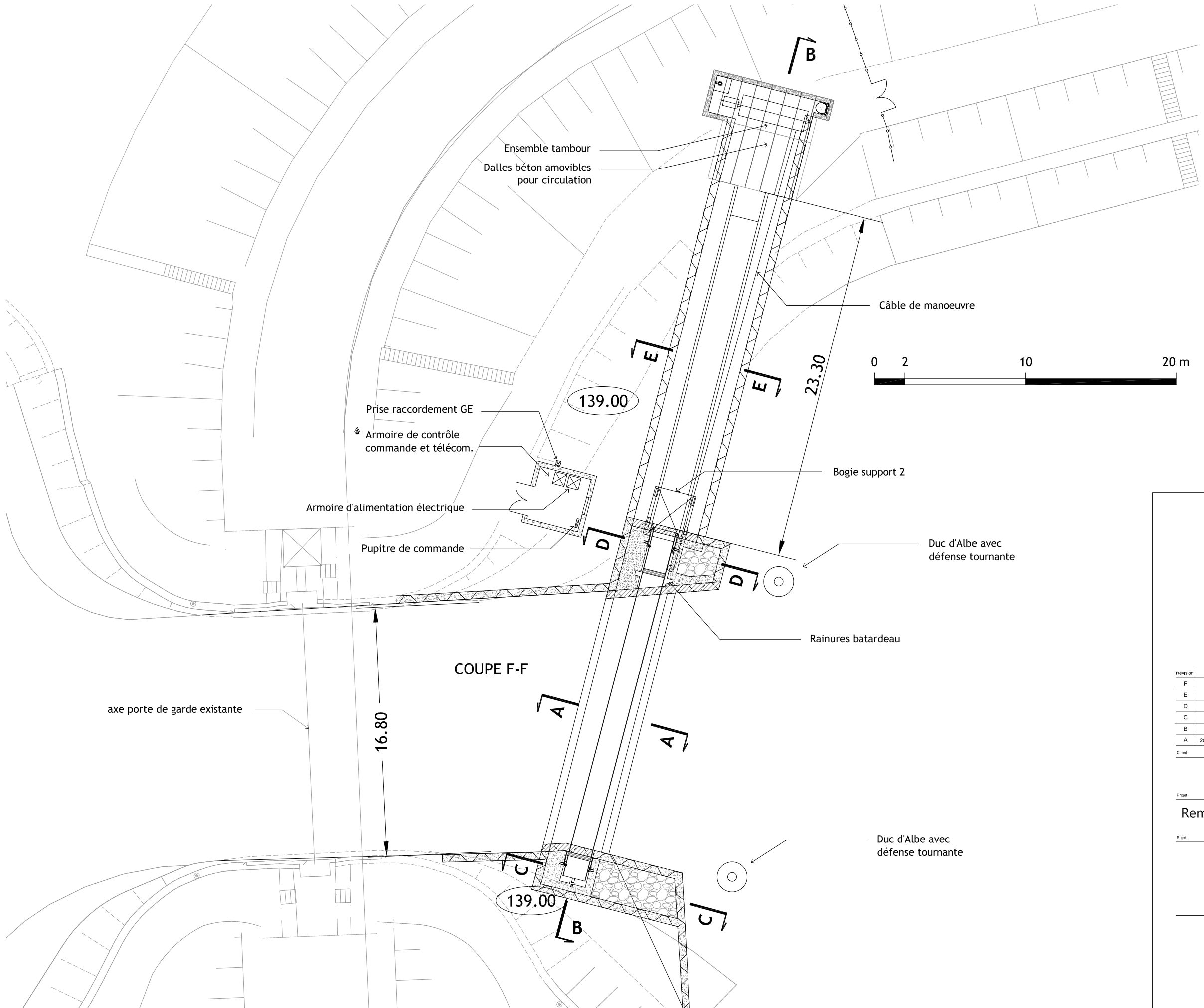
Un ouvrage côté avant-port Nord a été conçu. Celui-ci est équipé d'une porte roulante qui est stockée au Nord du pertuis en exploitation normale. Un local installé également côté Nord contient l'ensemble des équipements nécessaires à la supervision et à la manœuvre de cette nouvelle porte.

L'ensemble des tâches à réaliser pour poursuivre les études, les reconnaissances et les demandes d'autorisation ont été décrites avec l'établissement d'un planning englobant à la fois la phase Etudes et la phase Travaux. Le délai maximum ainsi estimé entre le démarrage d'une mission de Maîtrise d'œuvre (phase PRO) et la mise en service de l'ouvrage est d'environ **4 ans.**

L'enveloppe budgétaire de l'investissement à envisager pour poursuivre les études et réaliser les travaux est de l'ordre de **3,66 M€ HT.**

Les coûts annuels de fonctionnement et d'entretien ont été estimés à environ **23 000 € HT / an** (hors opérations de maintenance avec mise à sec de la porte). Le coût d'une opération de maintenance globale avec mise à sec de la porte à réaliser tous les 10 à 15 ans a été estimé à 115 000 € HT.

ANNEXE A PLANS DE L'AMENAGEMENT



Zone portuaire nord
de Strasbourg

Quai Jacoutot

Pont Jean MILLOT



NOTA:
les coupes et vues en plans sont uniquement
indicatives.

Révision	A	M	J	MODIFICATIONS	STATUT	DESSINE	CONTROLE	APPROUVE	VALIDE
F									
E									
D									
C									
B									
A	2021	03	19	Etude avant projet		HEE	LDI	NCR	

Client

PAS

PORT AUTONOME DE STRASBOURG

Projet

vnf

Voies navigables de France

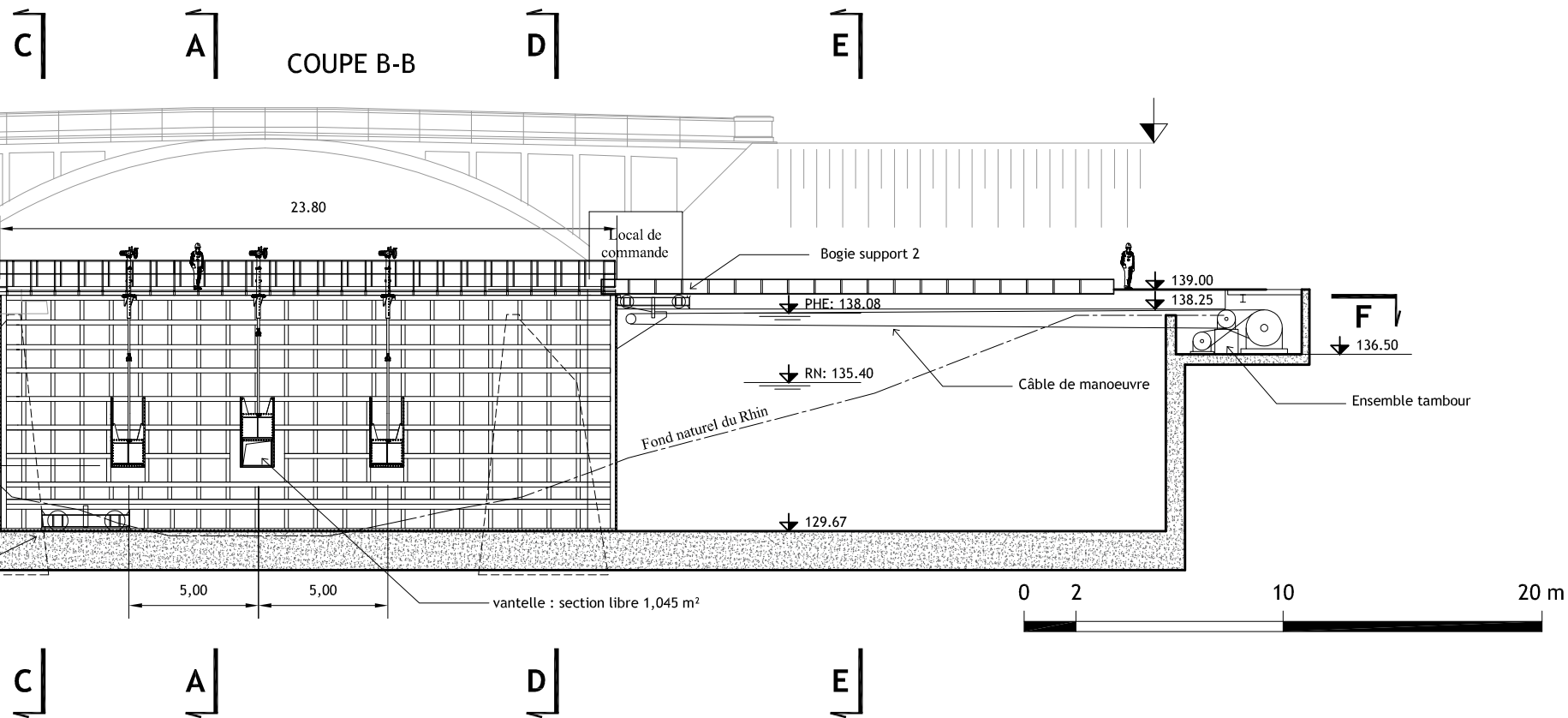
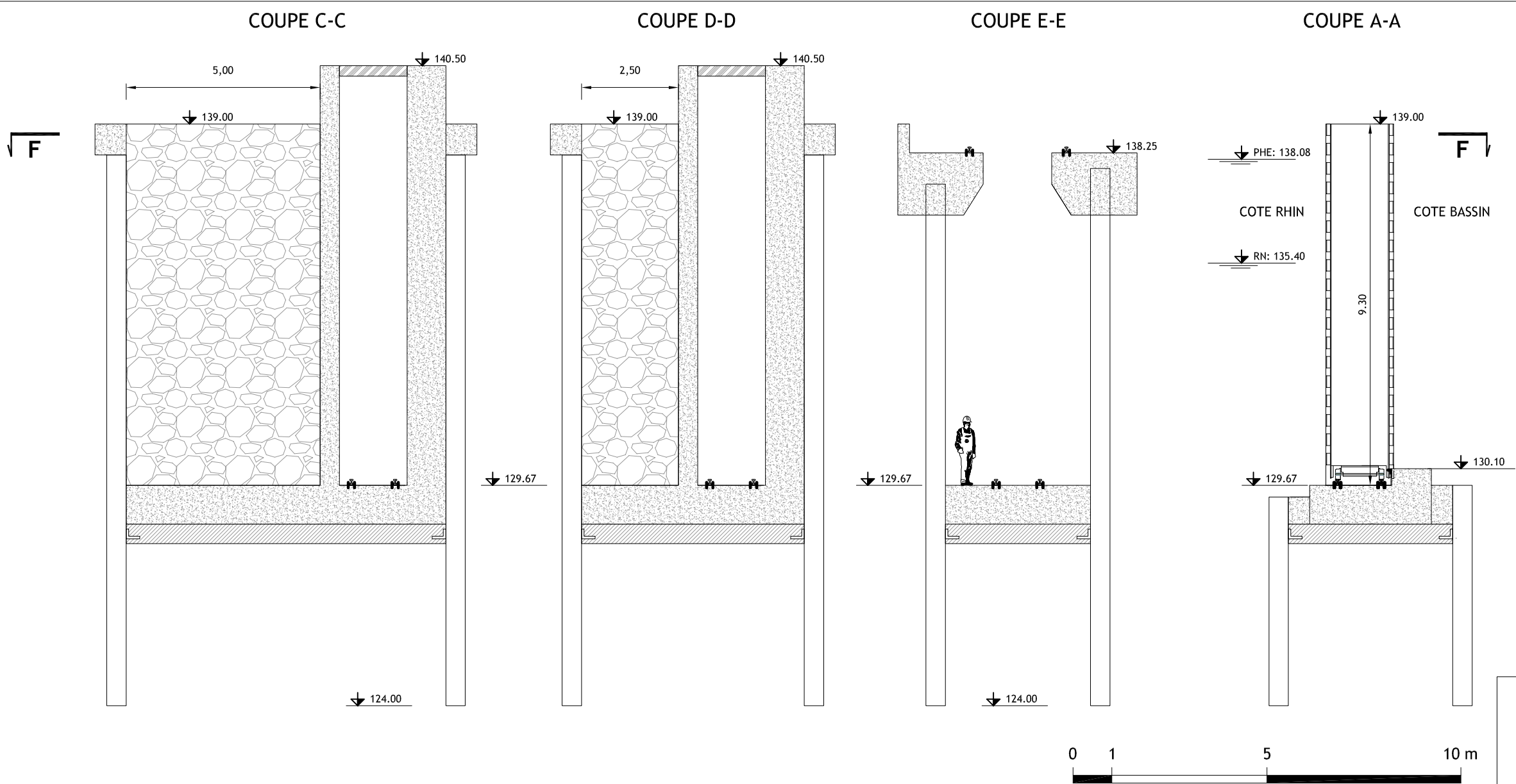
Strasbourg

EUROMETROPOLE

Remplacement de la Porte de Garde du Port aux Pétroles
Étude de faisabilité et de conception de l'ouvrage

Etudes d'Avant-Projet (AVP)
Solution n°1 - Porte latérale
Vue en plan

Référence Externe				Niveau de Confidentialité	
Marché n°19-40				Restreint	
Numéro informatique DWIG			Echelle : 1/	Nb. Fols	Format
AVP-PLA-001_002				1/1	A3
Imputation		Découpe Technique		Emetteur	
P 014685		0001		EMR	
Indicatif Projet		Alternative	Numéro	Rév.	
AVP-PLA			001	A	



Zone portuaire nord
de Strasbourg

Quai Jacoutot

Pont Jean MILLOT

PLAN DE SITUATION



NOTA:
les coupes et vues en plans sont uniquement
indicatives.

Révision	A	M	J	MODIFICATIONS	STATUT	DESSINE	CONTROLE	APPROUVE	VALIDE
F									
E									
D									
C									
B									
A	2021 03 19			Etude avant projet		HEE	LDI	NCR	

Client

PAS
PORT AUTONOME DE STRASBOURG

vnf
Voies
navigables
de France

Strasbourg
EUROMETROPOLE

Projet

Remplacement de la Porte de Garde du Port aux Pétroles
Étude de faisabilité et de conception de l'ouvrage

Sujet

Etudes d'Avant-Projet (AVP)
Solution n°1 - Porte latérale
Vues en coupe

TRACTEBEL
TRACTEBEL ENGINEERING S.A.
CLÉVER - A - rue du 18 mars 1962
67082 Strasbourg CEDEX 2 - FRANCE

COYNE ET BELLIER
Avec l'expertise reconnue de

Référence Externe	Niveau de Confidentialité
Marché n°19-40	Restreint
Numéro informatique DWIG	Nb. Fols
AVP-PLA-001_002	1/1
Format	A3
Imputation	Découpe Technique
P 014685	0001
Indicatif Projet	Alternative
AVP-PLA	
Numéro	Rév.
002	A

Ce document reste la propriété de Tractebel Engineering. Toute reproduction ou communication à des tiers en est interdite sans son autorisation préalable.

ANNEXE B PLANNING ESTIMATIF DU PROJET

En tant qu'acteur de la transition énergétique, Tractebel propose à ses clients un éventail complet de conseils et services en ingénierie couvrant l'ensemble du cycle de vie des réalisations, y compris la conception et la gestion de projets. Reconnue comme une des plus grandes entreprises mondiales de conseils en ingénierie et s'appuyant sur plus de 150 ans d'expérience, la société a pour mission de façonner le monde de demain. Avec près de 5 000 experts et des implantations dans 33 pays, nous sommes en mesure de proposer à nos clients des solutions multidisciplinaires dans les domaines de l'énergie, de l'eau et des infrastructures.

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

SIEGE SOCIAL
5, rue du 19 mars 1962
92622 – Gennevilliers CEDEX – France
tractebel.engie.fr

Louka DIOUGOANT
tel. +33 4 78 63 65 45
louka.diougoant@tractebel.engie.com

