

RAPPORT

Département
Infrastructures Mobilité
Environnement et
Risques

Groupe
Ouvrages d'Art

Janvier 2014

Méthodologie d'Analyse de la Vulnérabilité des Infrastructures et des Systèmes de Transports

Etude de cas Port du Havre



Centre d'Études Techniques de l'Équipement
de l'Ouest

www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Versio n	Date	Commentaire
1	13 mars 2013	Rédaction NB, puis relecture HD
1.1	22 Avril 2013	Intégration remarque JJT
1.2	18 Juillet 2013	Intégration Remarques suite réunion du 3 juillet 2013
1.3	Novembre 2013	Intégration Remarques suite réunion du 3 Septembre -2013
1.4	Janvier 2014	Intégration Remarques JJT par mail du

Affaire suivie par

Nicolas Bourneton - DIMER/GOA
<i>Tél. :02 40 12 83 82</i>
<i>Courriel : nicolas.bourneton@developpement-durable.gouv.fr</i>

Rédacteur

Nicolas Bourneton – DIMER/GOA

Relecteur

Hervé Ditchi - DIMER/GOA

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION.....	4
2 - DESCRIPTION DU SYSTÈME ÉTUDIÉ.....	5
2.1 - Implantation.....	5
2.1.1 -Écluse François 1er -Porte aval.....	6
2.1.2 -Quai des Amériques coté Est (double rideau).....	6
2.1.3 - Quai de l'Asie.....	7
2.1.4 - Quai de l'Atlantique.....	8
2.1.5 - Appontement MC6.....	9
2.1.6 - Quai Joannes Couvert.....	9
2.1.7 - Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM.....	10
2.1.8 - Poste TGB3.....	11
2.1.9 - Fonctionnalité d'accès maritime (chenal et plan d'eau).....	11
2.1.10 - Quai d'Osaka.....	11
2.1.11 -Fonctionnalité d'accès à l'hinterland (voie ferrée et route) : carrefour au niveau des anciens abattoirs et carrefour Cavagnac.....	12
2.1.12 -Fonctionnalité de desserte fluviale ou fluvio-maritime.....	12
2.1.13 -Accessibilité des pilotes à bord.....	12
3 - LES SCÉNARIOS CLIMATIQUES.....	14
4 - L'ESTIMATION DE LA GRAVITÉ.....	15
4.1 - Situation actuelle.....	16
4.2 - Situation projetée à l'horizon 2100.....	17
4.3 - Evolution de l'estimation la gravité.....	19
5 - CONCLUSION – INTÉRÊT ET LIMITE DE LA MÉTHODOLOGIE.....	21

1 - Introduction

Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) a pour finalité de préparer notre pays aux impacts du changement climatique. Le PNACC, dont la conduite a été confiée à la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), est organisé en 19 thèmes, parmi lesquels le thème « Infrastructures de transports ».

La Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) est pilote du thème consacré aux transports, constitué de 5 actions :

1. Passer en revue et adapter les référentiels techniques pour la construction, l'entretien et l'exploitation des réseaux de transport (infrastructures et matériels liés au service) en métropole et en outre-mer ;
2. Étudier l'impact du changement climatique sur la demande de transport et les conséquences sur la réorientation de l'offre de transport ;
3. **Définir une méthodologie pour réaliser un diagnostic de vulnérabilité des infrastructures et des systèmes de transport terrestre, maritime et aéroportuaire qui pourrait être mise à disposition des collectivités territoriales concernées, des gestionnaires de réseaux, des opérateurs de transport, en métropole et en outre-mer ;**
4. Établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transport terrestre, maritime et aéroportuaire en métropole et outre-mer ;
5. Proposer des stratégies de réponse adaptées et progressives aux problématiques du changement climatique, globales et territoriales

Un groupe de travail à la demande de la DGITM a été créé pour répondre à l'Action 3 de ce plan : Établir une méthodologie d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures. Ce groupe de travail est composé des représentants du SETRA, du STAC, du CETMEF, du STRMTG, de quelques CETE et de quelques gestionnaires comme RFF et VNF. Les premières réunions ont permis de s'accorder sur une démarche commune pour l'ensemble des différentes infrastructures et systèmes de transports, de s'accorder sur des principes de bases et sur une terminologie globale. Les bases de la méthodologie ont été présentées par le CERTU sous l'appellation cartographie des risques. Pour rendre accessible cette méthodologie à tous gestionnaires, il est apparu souhaitable de l'illustrer par des études de cas (dans chacune des différentes infrastructures).

Il est à noter que l'ensemble des maîtres d'ouvrages ayant à gérer des ouvrages appartenant à l'État auront l'obligation (Action 4) de réaliser des études d'analyse de la vulnérabilité de leurs infrastructures et des systèmes de transports. C'est pour cette raison que le groupe de travail réalise une méthodologie à destination des gestionnaires afin de les aider dans cette tâche.

Le but de cette étude est ainsi de tester la méthodologie avant de la mettre à disposition des gestionnaires. La méthode proposée se déroule en cinq étapes :

- La description du système étudié
- La création des scénarios climatiques
- L'estimation de la gravité
- L'estimation de l'évolution de la vulnérabilité
- Une conclusion : prise en compte des enjeux

Cette prise en compte de ces enjeux étant de la responsabilité du gestionnaire, cette partie n'est pas traitée dans la présente étude.

2 - Description du système étudié

2.1 - Implantation

L'étude de cas porte sur une partie des ouvrages du Grand Port Maritime du Havre (GPMH). Ce travail a été réalisé avec la participation :

- du GPM du Havre représenté par M Lacroix Jérôme et M Benard Christian
- du Cetmef représenté par M Prévot Guirec et M Trichet Jean-Jacques

Le groupe de travail a choisi de limiter l'étude à une zone continue à l'intérieur du domaine du Grand Port Maritime du Havre (cf Illustration 2) Ce domaine est limité sur la figure ci-dessous, et il a comme avantage de présenter un panel de structures dont le fonctionnement mécanique est très variable.



Illustration 1: secteur géographique de l'étude

Le secteur d'étude est composé des objets suivants :

1. Écluse François 1er – Porte aval
2. Quai des Amériques- coté Est (double rideau)
3. Quai de l'Asie
4. Quai de l'Atlantique
5. Appontement MC6
6. Quai Joannes Couvert
7. Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM
8. Poste TGB3
9. Accès maritime (chenal et plan d'eau)
10. Quai d'Osaka
11. Accès à l'arrière (voie ferrée et route) : carrefour au niveau des anciens abattoirs et carrefour Cavagnac
12. Desserte fluviale ou fluvio-maritime

La figure suivante présente l'implantation globale des différents objets.

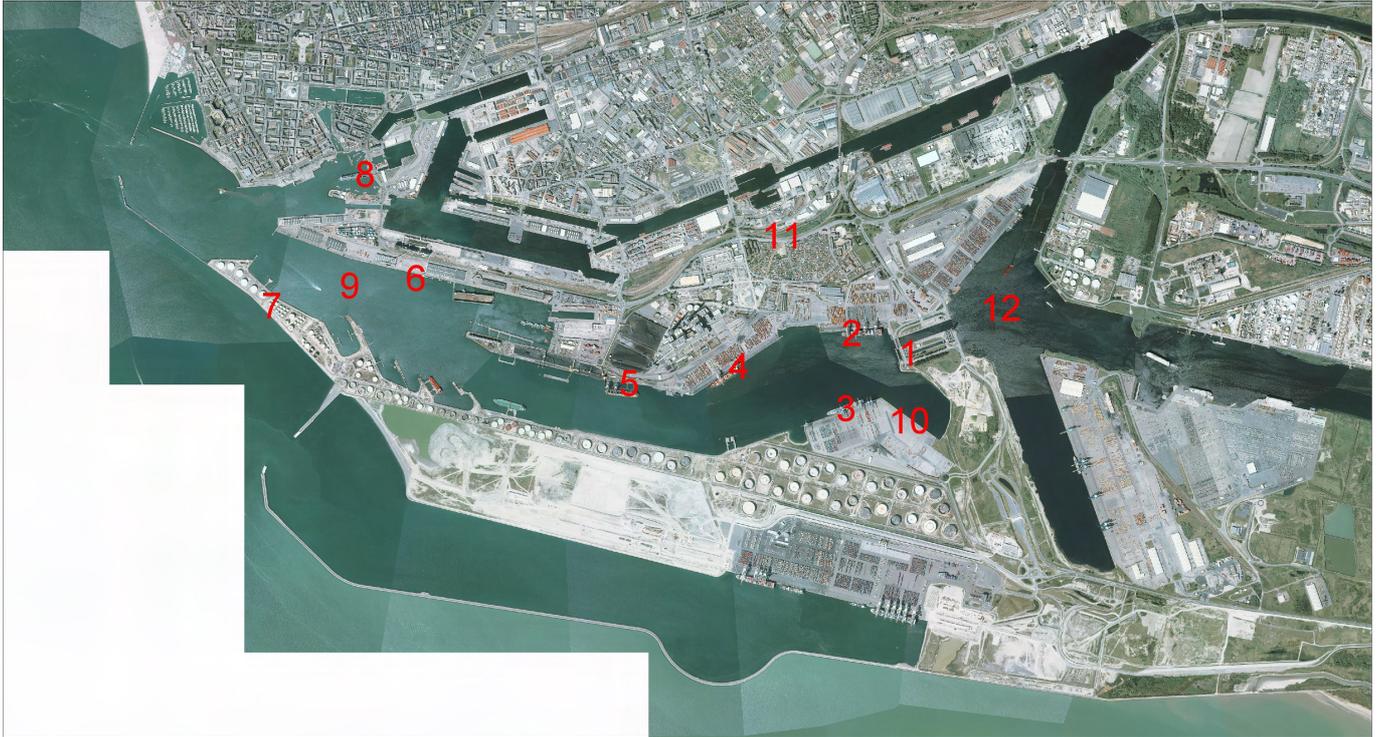


Illustration 2: Implantation des différents objets

Description des différents objets

Ce chapitre présente les caractéristiques principales et les fonctionnalités de chaque objet.

L'altitude des quais est globalement de +9,50 CM (donnée fournie par les gestionnaires et confirmée par les coupes)

2.1.1 - Écluse François 1er -Porte aval

Les fonctionnalités étudiées seront :

- la résistance structurelle
- l'exploitation / l'outillage
- l'accueil des navires
- l'accès routier

Les caractéristiques principales utilisées dans cette étude ont été :

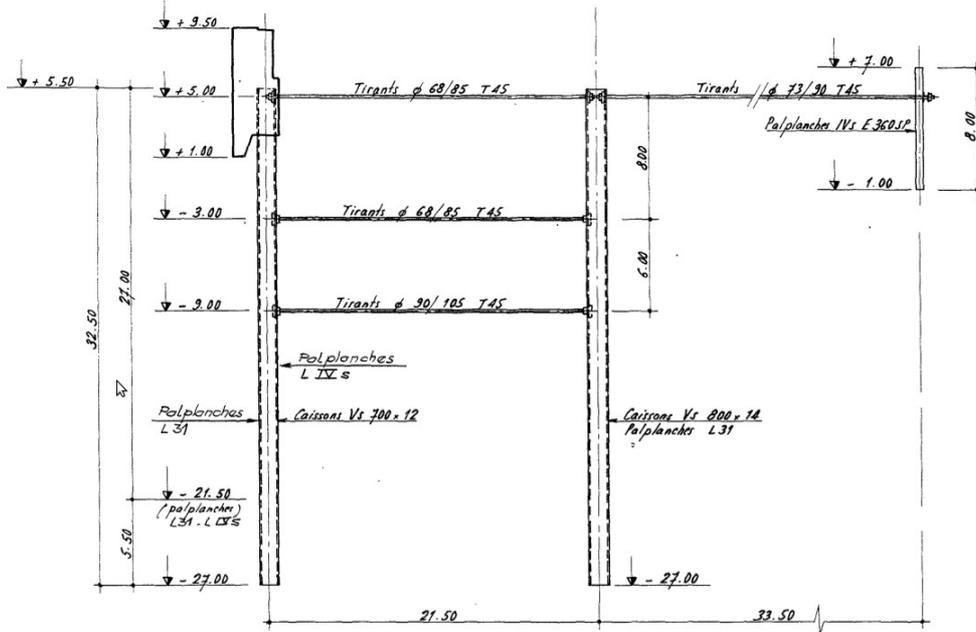
- l'altitude des portes (+9.5 CM)
- l'altitude du terre-plein (+9.5 CM)

2.1.2 - Quai des Amériques coté Est (double rideau)

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'exploitation du terre-plein,
- l'accueil des navires
- la résistance structurelle
- l'outillage

Les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.

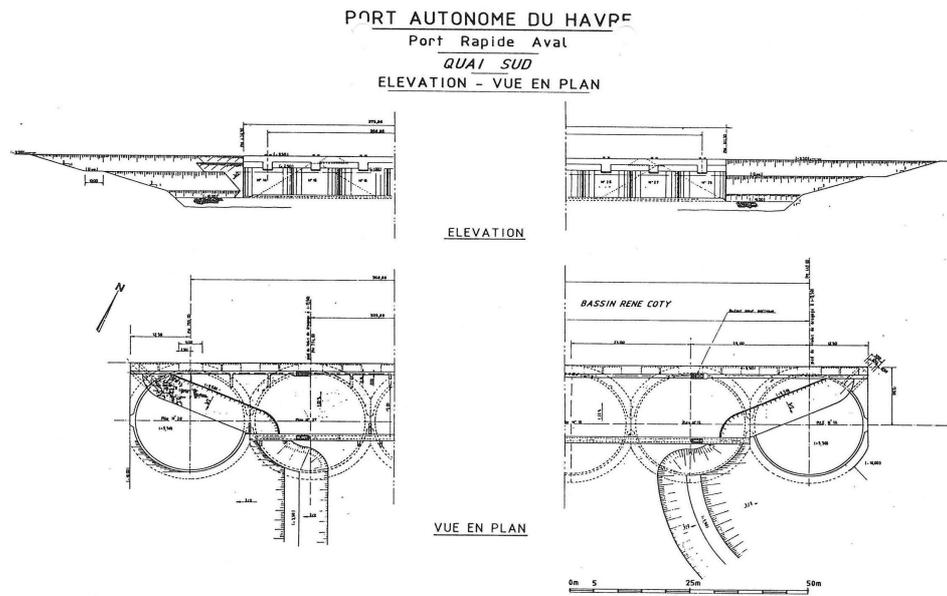


2.1.3 - Quai de l'Asie

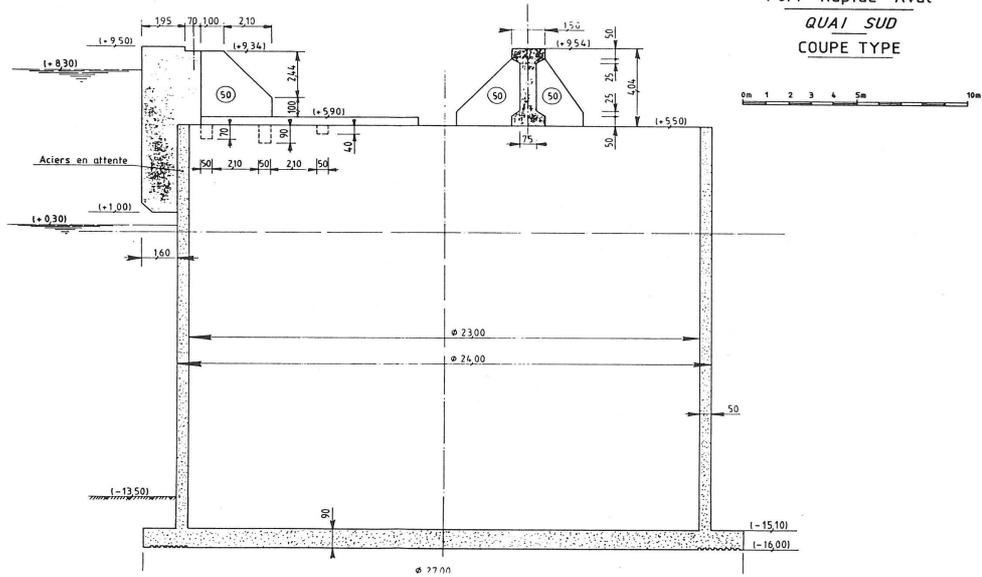
Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'exploitation du terre-plein,
- l'accueil des navires
- la résistance structurelle
- l'outillage

Les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe suivante.



PORT AUTONOME DU HAVRE
 Port Rapide Aval
QUAI SUD
 COUPE TYPE

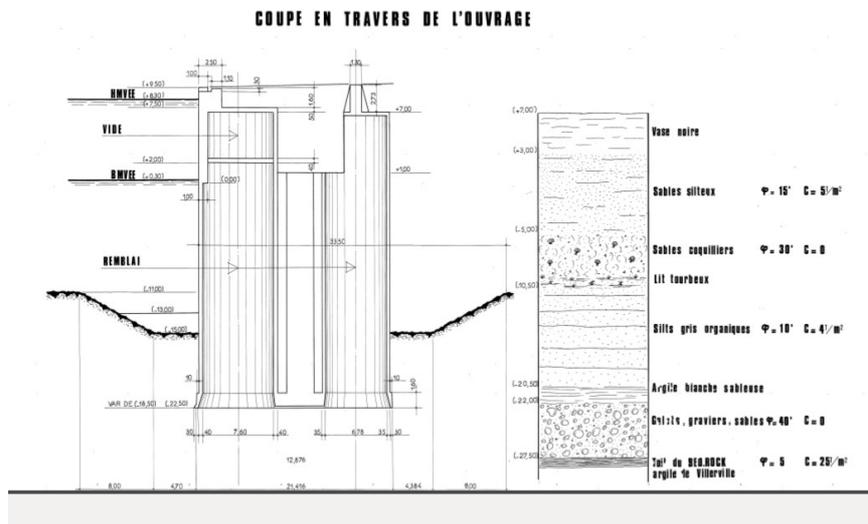


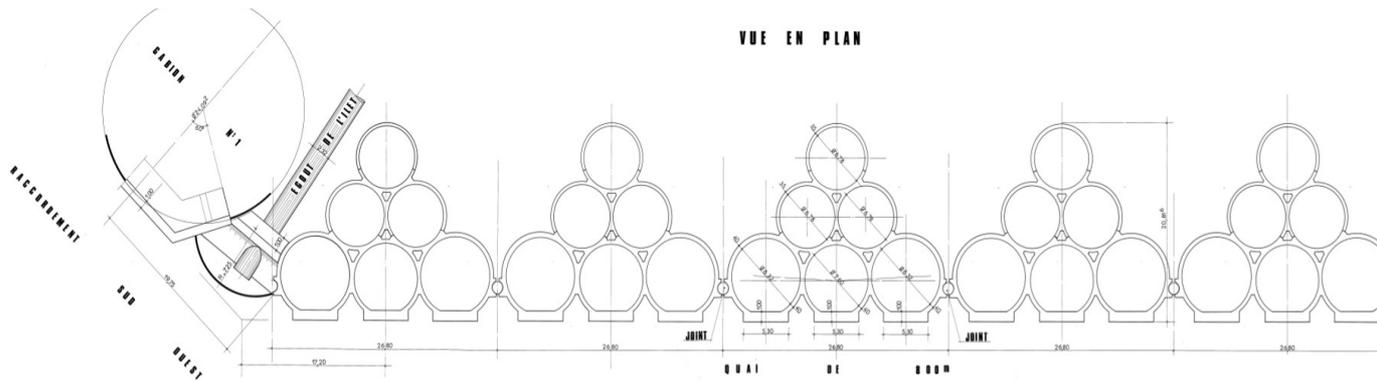
2.1.4 - Quai de l'Atlantique

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'exploitation du terre-plein,
- l'accueil des navires
- la résistance structurelle
- l'outillage

Les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.



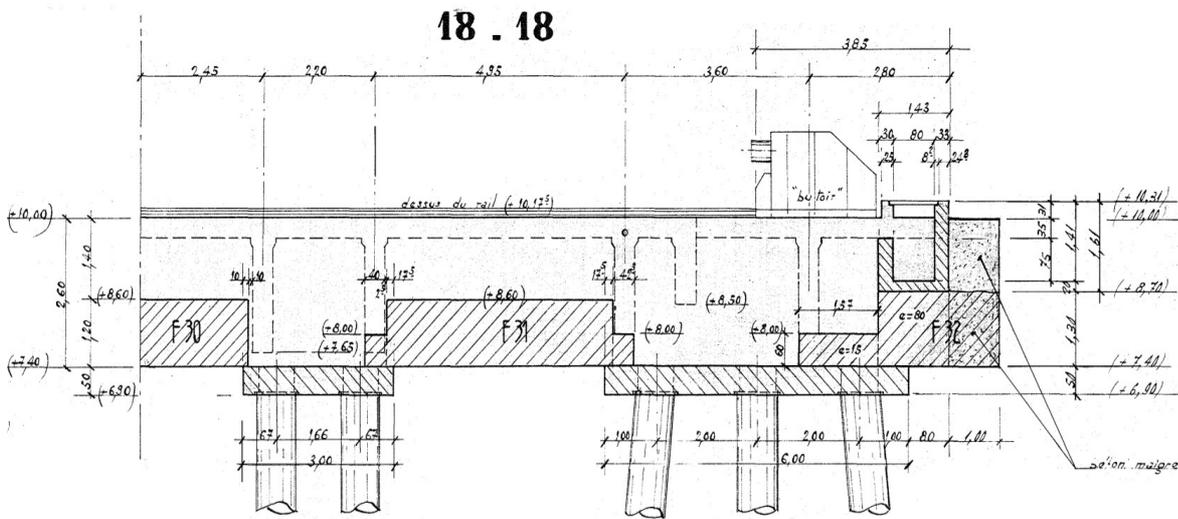


2.1.5 - Appontement MC6

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'accueil des navires
- l'outillage

Il s'agit d'un appontement sur pieux dont les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.

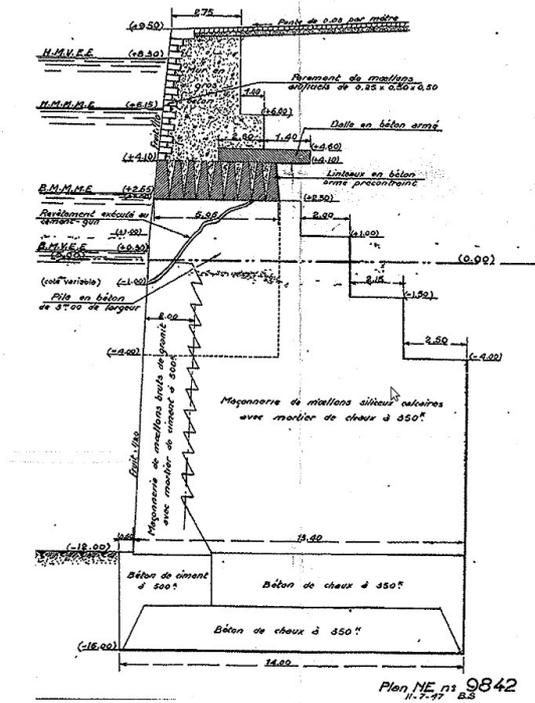


2.1.6 - Quai Joannes Couvert

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'exploitation du terre-plein,
- l'accueil des navires
- la résistance structurelle

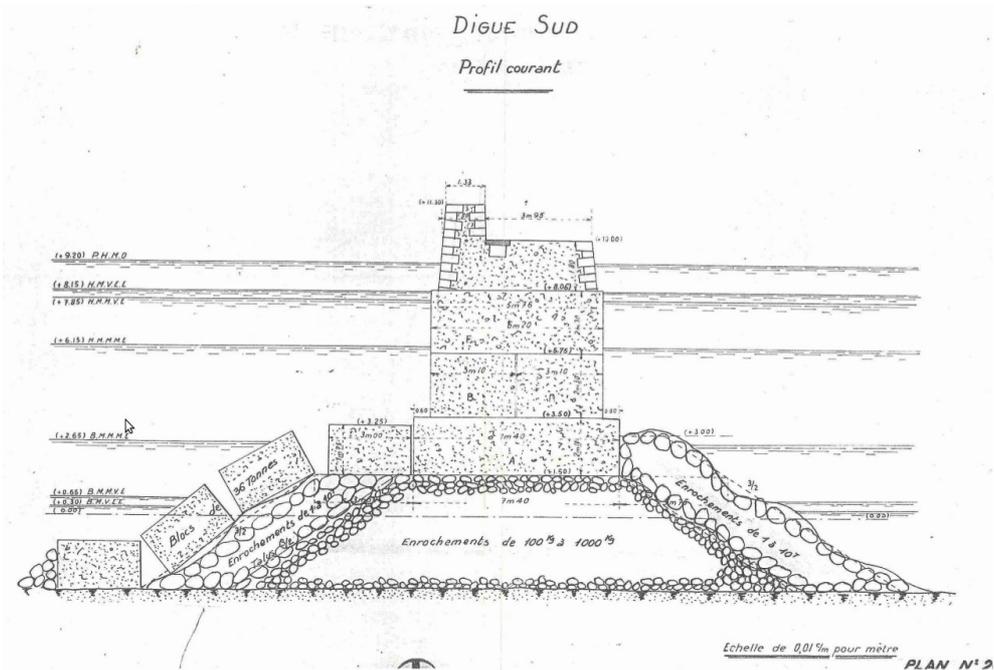
Il s'agit d'un quai massif en maçonnerie dont les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.



2.1.7 - Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM

Les fonctionnalités étudiées seront :

- la protection du plan d'eau et du terre-plein,
 - la retenue du terre-plein (presque un soutènement)
 - exploitation de la CIM
- Il s'agit d'une digue en maçonnerie dont les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.

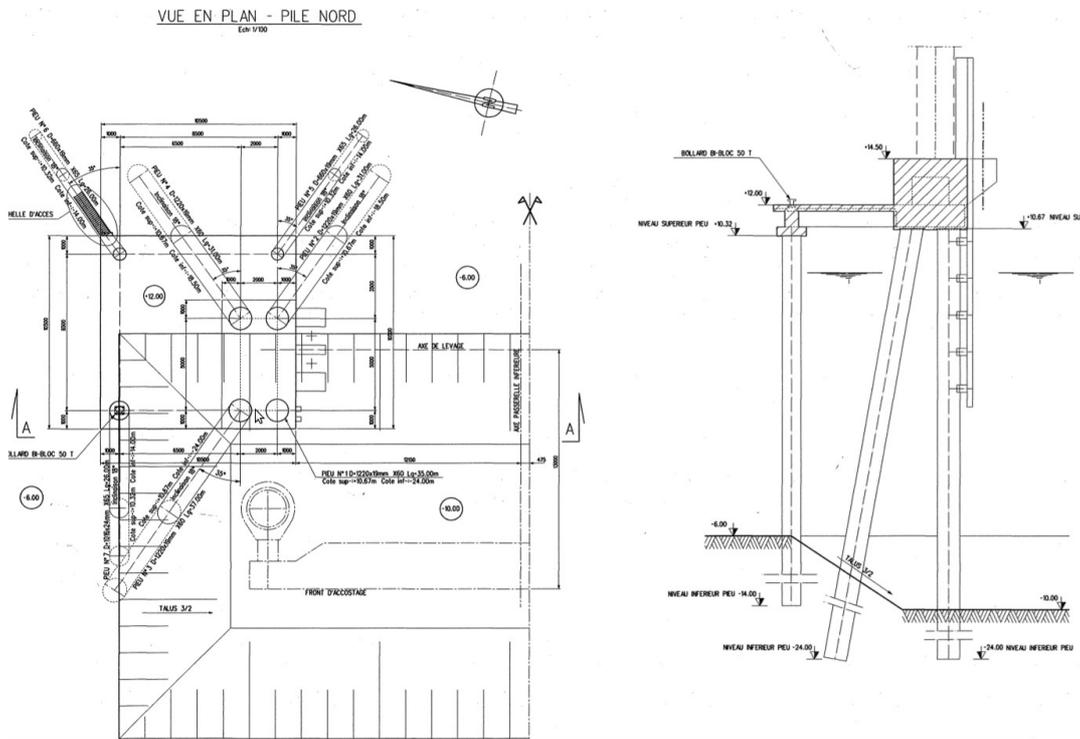


2.1.8 - Poste TGB3

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'accueil des navires
- l'exploitation roulière

Le poste TGB 3 est un poste roulier sur pieux. Les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.



2.1.9 - Fonctionnalité d'accès maritime (chenal et plan d'eau)

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'accès nautique
- le stationnement dans le bassin
- l'évitage

Cette fonctionnalité n'est adossée à aucune structure.

2.1.10 - Quai d'Osaka

Les fonctionnalités étudiées seront :

- l'exploitation du terre-plein,
- l'accueil des navires
- la résistance structurelle
- l'outillage

Il s'agit d'un rideau tirant dont les caractéristiques géométriques principales retenues sont celles de la coupe ci-dessous.

DTer Ouest

Cette fonctionnalité n'est associée à aucune structure.

3 - Les scénarios climatiques

Les paramètres climatiques qui ont été répertoriés sont les suivants :

- le niveau de la mer
- la température moyenne quotidienne
- les températures extrêmes
- le nombre de jours de vague de chaleur
- le nombre de jours de gel
- la valeur extrême des précipitations quotidiennes
- la valeur extrême des précipitations pendant une heure
- la vitesse des vents
- le débit des rivières
- la modification du régime des houles
- le nombre de jours d'indisponibilité de l'outillage (Vitesse du vent > 72km/h)
- la vitesse des vents extrêmes (vent de rafale)

Les paramètres climatiques qui ont été retenus sont les suivants :

- le niveau de la mer
- la valeur extrême des précipitations quotidiennes
- la valeur extrême des précipitations pendant une heure
- la vitesse des vents
- la modification du régime des houles
- le nombre de jours d'indisponibilité de l'outillage (Vitesse du vent > 72km/h)
- la vitesse des vents extrêmes (vent de rafale)

Les paramètres « Nombre de jours d'indisponibilité de l'outillage (Vitesse du vent > 72km/h) » et « vitesse des vents extrêmes (vent de rafale) » n'ont pas été traités faute de données disponibles.

Les autres paramètres non pas été retenus car ils ont été jugés non pertinents par le groupe de travail.

- Les définitions de chacun des critères sont rappelées dans le rapport « Le climat de la France au XXI siècle, vol 1- Scénarios régionalisés de Janvier 2011, Y. Peings et al »
- A partir de la bibliographie fournie en annexe, les scénarios suivants ont été retenus :

Numéro du scénario	Nom du scénario	Paramètres climatiques clés	Caractéristiques de l'aléa de référence actuel *	Évolution* (hypothèses pessimistes à l'horizon 2100)	Caractéristiques de l'aléa actuel (aléa de référence futur)*
1	Élévation du niveau de la mer	Niveau maximal de la mer au repos (marée + surcote)	9.30 CM en période de retour 100 ans	+60 cm	9.90m période en période de retour 100 ans
2	Changement du régime des précipitations	Précipitations quotidiennes moyennes	De 2 à 3 mm par jours	+0.5 mm/jours	De 2.5 à 3.5 mm par jours
3	Changement des précipitations extrêmes	La valeur extrême des précipitations quotidiennes	De 50 à 55 %	Pas de variation	De 50 à 55 %
4	Modification des vents	La vitesse des vents	De 90 à 100km/h	De 2 à 4 km/h	De 92km/h à 104km/h
5	Modification du régime de houle	La hauteur de houle significative	Hs = 5.29 m (10 ans) Hs = 6.13 m (50 ans) Hs = 6.50 m (100 ans)	Changement au large non significatif	Hs = 5.29 m (10 ans) Hs = 6.13 m (50 ans) Hs = 6.50 m (100 ans)

*Lorsque les valeurs sont définies dans la bibliographie, celles-ci sont prises au niveau du Havre. Dans le cas contraire, les données moyennes sur la France ont été utilisées.

4 - L'estimation de la gravité

La description du système permet ensuite de traiter objet par objet, fonctionnalité par fonctionnalité, sa sensibilité à l'aléa : la gravité de l'impact de l'aléa sur l'objet.

On définit 4 niveaux de gravité affectant plus ou moins le fonctionnement en mode normal de l'objet, en fonction de sa vulnérabilité à l'aléa :

- **Sans gravité ou en mode de fonctionnement opérationnel normal ou non dégradé** : Pas ou peu de perturbation de l'objet ou de la fonctionnalité
Secondaire ou en mode dégradé acceptable : L'objet ou la fonctionnalité (voire le système) est affecté dans son fonctionnement
- **Grave ou en mode dégradé contraignant** : L'objet ou la fonctionnalité (voire le système) dysfonctionne et est mis en danger
- **Désastreux ou en mode dégradé inacceptable** : Disparition de l'objet ou de la fonctionnalité (voire du système) ou dysfonctionnement à long terme de l'objet ou de la fonctionnalité (voire du système)

À ces quatre niveaux, on peut associer une cotation.

Cotation	Estimation de la gravité sur l'objet	Estimation de la gravité sur la fonctionnalité	Traduction
0	Sans gravité	Normal ou non dégradé	Pas ou peu de perturbation de l'objet ou de la fonctionnalité
1	Secondaire	Dégradé acceptable	L'objet ou de la fonctionnalité (voire le système) est affecté dans son fonctionnement
2	Grave	Dégradé contraignant	L'objet ou de la fonctionnalité (voire le système) dysfonctionne et est mis en danger
3	Désastreux	Dégradé inacceptable	Disparition de l'objet ou de la fonctionnalité (voire du système) ou dysfonctionnement à long terme de l'objet ou de la fonctionnalité (voire du système)

Ainsi, un tableau à double entrée peut être renseigné, avec en ligne la description du système et en colonne les aléas de références. Au croisement des lignes et des colonnes est indiqué le niveau de gravité.

L'estimation de la gravité a été réalisée sur la base de l'expérience des gestionnaires. Aucune vérification quantitative n'a été réalisée.

4.1 - Situation actuelle

Objets	Fonctionnalité ou sous objet	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
		Niveau de la mer	Sensibilité aux régimes des précipitations	Sensibilité aux régimes des précipitations extrêmes	Sensibilité aux régimes des vents	Régime de houle
Écluse François 1er – Porte aval	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
	L'exploitation	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	L'accès routier	0	0	0	1	0
Quai des Amériques- coté Est	L'exploitation du terre-plein,	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Quai de l'Asie	L'exploitation du terre-plein,	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Quai de l'Atlantique	L'exploitation du terre-plein,	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Appontement MC6	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Quai Joannes Couvert	L'exploitation du terre-plein,	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM	La protection du plan d'eau et du terre-plein,	0	0	0	0	0
	La retenue du terre-plein (presque un soutènement)	0	0	0	0	0
	Exploitation de la CIM	0	0	0	0	0
Poste TGB3	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	L'exploitation roulière	0	0	0	0	0
Fonctionnalité d'accès maritime (chenal et plan d'eau)	La desserte maritime	0	0	0	0	0
	Le stationnement dans le bassin	0	0	0	0	0
	L'évitage	0	0	0	0	0
Quai d'Osaka	L'exploitation du terre-plein,	0	0	0	0	0
	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	La résistance structurelle	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	1	0
Fonctionnalité d'accès à l'arrière	L'accès routier	0	0	0	0	0
	L'accès ferroviaire	0	0	0	0	0

Fonctionnalité de desserte fluviale ou fluvio-maritime	L'accès nautique	0	0	0	0	0
	Le stationnement	0	0	0	0	0
	L'évitage	0	0	0	0	0
	Les écoulements des eaux pluviales et des rivières	0	0	0	0	0
Accessibilité des pilotes à bord	La possibilité des pilotes d'accéder aux navires	0	0	0	1	1

Tableau : Matrice de Gravité actuellement

Les gestionnaires estiment qu'actuellement le fonctionnement de leurs ouvrages est normal excepté pour :

- l'utilisation de l'outillage en cas de fort vent
- l'accès routier pour la levée du pont mobile de l'écluse François 1er en cas de fort vent
- l'accès des pilotes à bord en cas de fort vent et de fortes houles

Pour ces cas, le fonctionnement est dégradé mais reste acceptable par la maîtrise d'ouvrage.

4.2 - Situation projetée à l'horizon 2100

Objets	Fonctionnalité ou sous objet	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
		Niveau de la mer	Sensibilité aux régimes des précipitations	Sensibilité aux régimes des précipitations extrêmes	Sensibilité aux régimes des vents	Climat de houle
Écluse François 1er – Porte aval	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'exploitation	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	L'accès routier	2	0	0	1	0
Quai des Amériques- coté Est	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Quai de l'Asie	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Quai de l'Atlantique	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Appontement MC6	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Quai Joannes Couvert	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0

Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM	La protection du plan d'eau et du terre-plein,	1	0	0	0	0
	La retenue du terre-plein (presque un soutènement)	1	0	0	0	0
	Exploitation de la CIM	1	0	0	0	0
Poste TGB3	L'accueil des navires	1	0	0	0	0
	L'exploitation roulière	2	0	0	0	0
Fonctionnalité d'accès maritime (chenal et plan d'eau)	La desserte maritime	0	0	0	0	0
	Le stationnement dans le bassin	0	0	0	0	0
	L'évitage	0	0	0	0	0
Quai d'Osaka	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	1	0
Fonctionnalité d'accès à l'hinterland	L'accès routier	2	0	0	0	0
	L'accès ferroviaire	2	0	0	0	0
Fonctionnalité de desserte fluviale ou fluvio-maritime	L'accès nautique	0*	0	0	0	0
	Le stationnement	0*	0	0	0	0
	L'évitage	0*	0	0	0	0
	Les écoulements des eaux pluviales et des rivières	2*	0	0	0	0
Accessibilité des pilotes à bord	La possibilité des pilotes d'accéder aux navires	0	0	0	1	1

Tableau : Matrice de Gravité projetée à l'horizon 2100

* Les fonctionnalités étudiées ne sont pas impactées à proprement parler. Cependant, le niveau haut de la porte d'écluse est inférieur au niveau d'eau projeté. Le niveau des quais en amont de l'écluse étant très en dessous du niveau d'eau projeté, il est possible que les terre-pleins du bassin à flots ne soient plus exploitables. Cependant, la cinétique de remplissage du bassin est peut-être suffisamment faible par rapport aux durées d'exposition à un niveau d'eau supérieur au niveau de l'écluse (pleine mer + surcote).

L'estimation de la gravité pour les scénarios 2 à 5 ne change pas entre l'état actuel et l'état projeté à l'horizon 2100 car :

- pour le scénario 2, les fonctionnalités ne sont pas influencées par le régime des précipitations (qui de plus ne varie pas significativement),
- le scénario 3 n'évolue pas
- les scénarios 4 et 5 n'évoluent pas de manière significative

Pour le scénario 5, il n'y a pas de changement significatif de la houle au large. Cependant, comme le niveau de la mer va augmenter, il est possible que le filtrage bathymétrique des houles ne soit pas aussi efficace et que des houles plus fortes pénètrent dans le port. En l'absence d'études spécifiques, le groupe de travail a décidé de considérer que le climat des houles dans le port ne variait pas significativement. Ceci serait à confirmer.

Concernant le scénario 1 :

- une vérification succincte de la tenue du génie civil a montré que celui-ci était peu sensible à la montée des eaux.
- l'estimation de la gravité pour les fonctionnalités : l'exploitation du terre-plein, accueil des navires, outillage, a été de 2 car le niveau de la mer est au dessus du niveau du terre-plein.
- L'estimation de la gravité pour les fonctionnalités concernant la digue sud et le stockage de pétrole de la CIM a été réalisée à partir de l'étude « Influence du Changement Climatique - Grand

4.3 - Evolution de l'estimation la gravité

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de l'estimation de la matrice de gravité

Objets	Fonctionnalité ou sous objet	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
		Niveau de la mer	Sensibilité aux régimes des précipitations	Sensibilité aux régimes des précipitations extrêmes	Sensibilité aux régimes des vents	Climat de houle
Écluse François 1er – Porte aval	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'exploitation	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	L'accès routier	2	0	0	0	0
Quai des Amériques- coté Est	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Quai de l'Asie	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Quai de l'Atlantique	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Appontement MC6	L'accueil des navires	0	0	0	0	0
	L'outillage	0	0	0	0	0
Quai Joannes Couvert	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0
	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
Digue Sud et stockage de pétrole de la CIM	La protection du plan d'eau et du terre-plein,	1	0	0	0	0
	La retenue du terre-plein (presque un soutènement)	1	0	0	0	0
	Exploitation de la CIM	1	0	0	0	0
Poste TGB3	L'accueil des navires	1	0	0	0	0
	L'exploitation roulière	2	0	0	0	0
Fonctionnalité d'accès maritime (chenal et plan d'eau)	La desserte maritime	0	0	0	0	0
	Le stationnement dans le bassin	0	0	0	0	0
	L'évitage	0	0	0	0	0
Quai d'Osaka	L'exploitation du terre-plein,	2	0	0	0	0
	L'accueil des navires	2	0	0	0	0

	La résistance structurelle	1	0	0	0	0
	L'outillage	2	0	0	0	0
Fonctionnalité d'accès à l'hinterland	L'accès routier	2	0	0	0	0
	L'accès ferroviaire	2	0	0	0	0
Fonctionnalité de desserte fluviale ou fluvio-maritime	L'accès nautique	0	0	0	0	0
	Le stationnement	0	0	0	0	0
	L'évitage	0	0	0	0	0
	Les écoulements des eaux pluviales et des rivières	2*	0	0	0	0
Accessibilité des pilotes à bord	La possibilité des pilotes d'accéder aux navires	0	0	0	0	0

Tableau : L'estimation de l'évolution de la vulnérabilité

La seule évolution notable de la vulnérabilité concerne l'aléa « niveau d'eau ». La gravité augmente principalement car le niveau de la crête des ouvrages est plus bas que le niveau de la mer. Les ouvrages sont donc submergés rendant leur exploitation provisoirement impossible.

5 - Conclusion – intérêt et limite de la méthodologie

La méthodologie testée sur une partie du parc du Grand Port Maritime du Havre a permis de pointer la sensibilité de ses structures/ infrastructures aux aléas climatiques et surtout de mettre en avant l'évolution possible. Il convient de noter que la principale vulnérabilité est liée à l'aléa « niveau de l'eau ».

La mise en place de cette méthodologie est un outil de sensibilisation à l'impact du changement climatique en permettant notamment de formaliser les fonctionnalités et les aléas à considérer. Cependant, plusieurs limites à cette méthodologie ont pu être mis en évidence :

- concernant les fonctionnalités à prendre en considération : les fonctionnalités d'un ouvrage peuvent être nombreuses. Il n'est pas aisé de lister celles à étudier en étant suffisamment précis pour être significatif sans pour autant se perdre dans le nombre de cas à étudier.
- concernant les aléas :
 - La connaissance concernant les scénarios qui peuvent être régionaux n'est pas forcément accessible. Avant de généraliser ce type d'études il conviendrait de donner des atlas d'aléas.
 - Les scénarios disponible dans la bibliographie, ne sont pas forcément directement utilisables dans l'estimation de la gravité (par exemple : pour l'aléa « vent », les scénarios trouvés ne correspondent critères d'indisponibilité de l'outillage). Il n'a pas non plus été trouvé de données sur l'évolution de la vitesse du vent de base comme cela est défini dans Eurocodes
 - La liste des scénarios à étudier à été définie par le groupe de travail pour le cas des ouvrages du port du Havre. Elle n'a pas prétention à être exhaustive.
- concernant l'évaluation de la sensibilité : L'évaluation de la gravité (Sans gravité, Secondaire, Grave, Désastreux) a été faite à dire d'expert sans études. L'évolution de la gravité a donc été estimée. La matrice d'évolution de la sensibilité aux aléas dépend donc fortement de l'opérateur.

BP 46223
44262 NANTES cedex 2
Tél. : 02 40 12 83 01
Fax : 02 40 12 84 44
CETE-Ouest@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr