



Pièce 5.8 : Solutions de substitutions et raisons du choix du projet parmi les alternatives  
**Dossier d'Enquête Publique du projet d'aménagement des infrastructures maritimes et terrestres du Terminal du Naye – Port de Saint-Malo (35)**



**CONSULTING**

SAFEGE  
1, rue du Général de Gaulle  
CS 90293  
35761 SAINT GREGOIRE cedex

Agence Bretagne Pays de Loire

Version : 3

Date : Mars 2024

Nom Prénom : RIOUX Anne

Visa : Poac Valentin



# Sommaire

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Solutions de substitutions et raisons du choix du projet parmi les alternatives</b>	<b>1</b>
1.1	<b>Choix de la technique de dragage</b>	<b>1</b>
1.1.1	Incompatibilité des dragues aspiratrices en marche	1
1.1.2	Dragage mécanique : principales raisons du choix effectué	1
1.2	<b>Evitement des travaux de déroctage à La Traversaine</b>	<b>1</b>
1.2.1	Alternative de déroctage de la Traversaine par Minage : principales raisons du choix effectué	2
1.2.2	Alternative de déroctage de la Traversaine au BRH : principales raisons du choix effectué	3
1.2.3	Mesure d'évitement des travaux de la Traversaine	5
1.3	<b>Solution de valorisation des sédiments par épandage agricole</b>	<b>8</b>
1.3.1	Références réglementaires sur la qualité des sédiments à destination d'une valorisation agricole	8
1.3.2	Solution d'une valorisation sur le site de la Hisse (EPTB)	9
1.4	<b>Parti architectural</b>	<b>9</b>
1.4.1	La solution architecturale retenue :	11
1.4.2	Les solutions architecturales écartées :	11

## Tables des illustrations

Figure 1 : Emprise des enveloppes de trajectoires modélisées sur l'accès au port avec le nouveau navire projet (Source : Pilotage Maritime du Port de Saint-Malo, modélisations réalisées le 25/09/2023)	2
Figure 2 : Impact du bruit impulsif du minage sur la Traversaine – sans mesures de réduction	2
Figure 3: Présentation d'un rideau de bulles (Source: Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine – Guide Ministère - Juin 2020)	3
Figure 4 : Impact du bruit impulsif du minage sur la Traversaine – avec rideau de bulles	3
Figure 5 : Impact du bruit continu du BRH sur la Traversaine – sans mesures de réduction	4
Figure 6 : Impact du bruit impulsif du BRH sur la Traversaine	4
Figure 7 : Implantation du site de transit et du piège à sédiments dans la Rance. Source : EPTB Rance Frémur	9
Figure 8 : Solution architecturale retenue – Vue de l'entrée du terre-plein	11
Figure 9 : Solution architecturale retenue – Vue aérienne	11

# 1 SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS ET RAISONS DU CHOIX DU PROJET PARI MI LES ALTERNATIVES

## 1.1 Choix de la technique de dragage

Les fonds à draguer sur le site du projet sont principalement composés de 2 types de matériaux distincts qui influencent le choix de l'outil de dragage :

- Les sols meubles (ou sédiments de recouvrement),
- Les formations rocheuses (ou substratum).

### 1.1.1 Incompatibilité des dragues aspiratrices en marche

Les données géotechniques disponibles font apparaître des sols très hétérogènes, avec des horizons résistants intercalés avec des horizons moins résistants, ce qui n'est pas favorable aux dragues aspiratrices en marche (dragage hydraulique). Les dragues aspiratrices fonctionnent en aspirant par des pompes centrifuges un mélange d'eau et de sédiment au travers d'un tube (élinde) muni d'un embout (bec d'élinde). La mixture est refoulée, selon les dragues, dans un puits, dans un chaland ou dans des conduites allant vers une zone de dépôt.

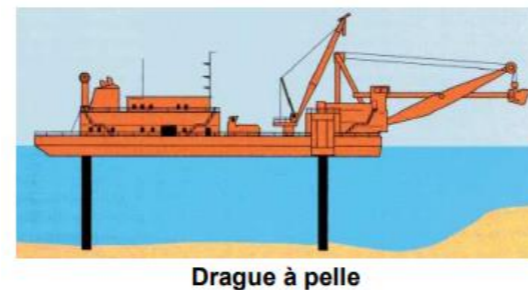


Les sédiments extraits en dragage hydraulique, sont donc très chargés en eau, ce qui augmente le besoin en surfaces de ressuyage. Or le site de st Malo est déjà très contraint en termes d'espace disponible.

Une drague désagrégatrice aurait été envisageable pour ce projet, mais compte tenu de la nécessité de mettre à terre une partie des sédiments contaminés, un dispositif de séparation des sédiments aurait été nécessaire, générant un rejet important d'eau de mer en temps réel. Il aurait ainsi été obligatoire de recourir à une unité de traitement en ligne (type hydrocyclone) avec un rendement similaire à celui de la drague.

### 1.1.2 Dragage mécanique : principales raisons du choix effectué

Compte tenu des nombreux talus à réaliser en bordure des chenaux (parfois à proximité des ouvrages de l'apportement), il a semblé préférable de recourir à une méthodologie plus « classique » de **dragage à la pelle mécanique pour l'intégralité des sédiments**. En effet la drague mécanique est autant appropriée pour les sédiments meubles que pour les roches (avec brise-roche) dans la mesure où la roche est fracturée / altérée.



La drague mécanique permet de travailler avec précision tout en contrôlant le positionnement et la profondeur de travail. Elle permet donc de travailler dans de petits espaces. Le seul équipement additionnel nécessaire à la drague mécanique est un chaland pour transporter les matériaux dragués vers les zones de traitement.

Cette méthode de dragage présente par ailleurs l'avantage de fortement limiter les quantités d'eau ajoutées aux matériaux qui sont excavés. Cela permet donc de limiter les emprises de stockage à terre à leur strict nécessaire. Les contraintes liées au traitement des eaux d'exhaures des matériaux dragués sont également bien plus réduites.

## 1.2 Evitement des travaux de déroctage à La Traversaine

Initialement, le projet prévoyait la réalisation de travaux de déroctage d'une pointe rocheuse au niveau du secteur de la Traversaine, à proximité du chenal du port de Saint-Malo, afin d'en sécuriser l'accès. 2 techniques ont été étudiées pour la réalisation de ces travaux :

- L'utilisation d'explosifs pour dérocter le haut fond de la Traversaine
- Et l'utilisation d'un Brise-Roche Hydraulique (BRH).

Dans un objectif d'optimisation technique du projet suite à la communication des caractéristiques du nouveau navire-projet, et pour des raisons environnementales, les travaux dans le secteur de La Traversaine ont été retirés du projet.

En effet, les raisons de ce retrait des travaux sont les suivantes :

- D'une part, les caractéristiques du nouveau navire projet permettent son accès au port de Saint-Malo en évitant ce secteur,
- et d'autre part, les impacts environnementaux associés, en termes d'acoustique sous-marine et d'effets sur les mammifères marins sont trop importants.

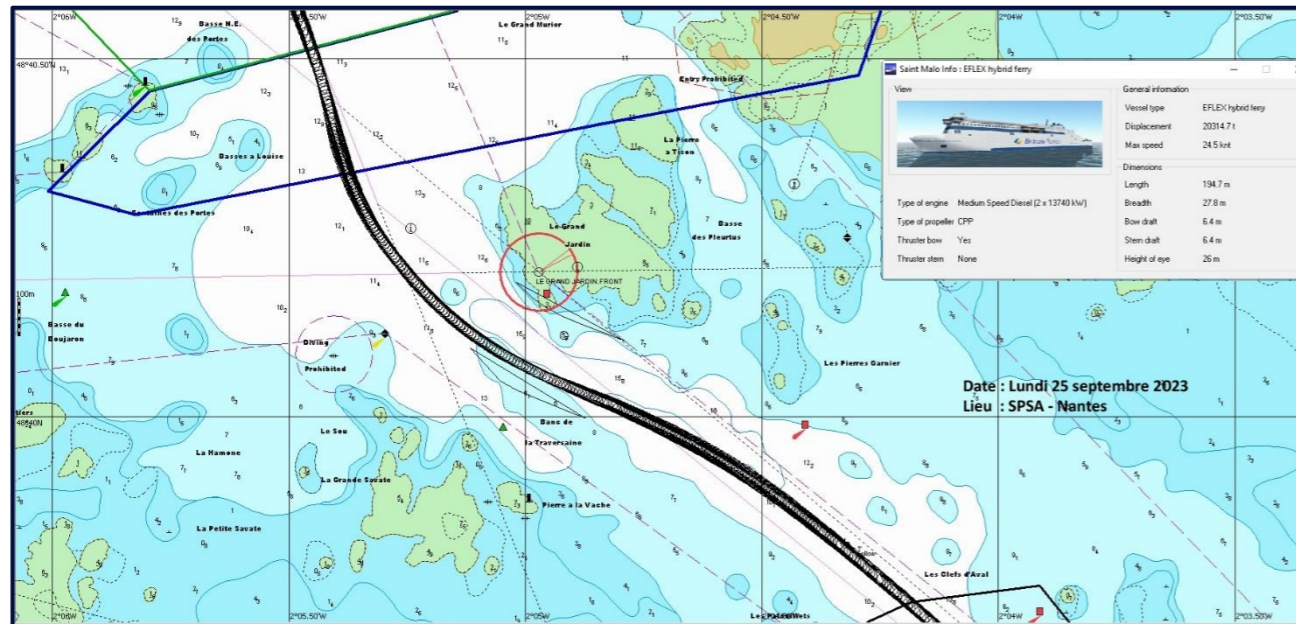
La **communication des caractéristiques de ce nouveau navire a imposé de vérifier les conditions d'accessibilité du chenal de navigation**. Des hauts fonds avaient été identifiés au sud de l'île de Grand Jardin, situés à une cote de -5,80 m CM, au niveau du passage de la Traversaine. Le programme de l'opération prévoyait donc de descendre ces hauts fonds à -6,50 m CM.

Cependant, les **différentes études des effets des travaux de déroctage sur ce secteur** ont montré des **impacts résiduels significatifs et des dégradations d'habitats de repos malgré toutes les mesures de réduction des impacts**.

Au regard de ces différents constats, le pilotage de Saint-Malo a accompagné la Région Bretagne afin d'affiner l'ampleur des travaux de déroctage à réaliser. Il a mis à disposition un simulateur de manœuvre permettant d'effectuer les manœuvres d'un navire en définissant toutes les conditions physiques et météorologiques. Par ailleurs, la compagnie maritime a fait spécialement réaliser une maquette numérique du navire en cours de construction dans le but d'approcher au mieux les futures conditions d'exploitation de la ligne.

Un extrait cartographique de l'emprise des enveloppes de trajectoires modélisées sur l'accès au port avec le nouveau navire projet est présenté en Figure 1 ci-après. Cet extrait est issu des modélisations réalisées le 25 septembre 2023 par le Pilotage Maritime du Port de Saint-Malo. **La cartographie des enveloppes de trajectoire du navire projet montre l'absence de nécessité de recourir au déroctage prévu initialement sur le secteur de la Traversaine.**

Figure 1 : Emprise des enveloppes de trajectoires modélisées sur l'accès au port avec le nouveau navire projet (Source : Pilotage Maritime du Port de Saint-Malo, modélisations réalisées le 25/09/2023)



Les différents exercices menés conjointement avec les commandants et les pilotes en septembre 2023 ont ainsi mis en évidence que **le déroctage sur le secteur de la Traversaine (Zone 1) n'était finalement pas nécessaire.**

**Cette alternative constitue une mesure d'évitement forte en termes d'impacts sur l'acoustique sous-marine et sur les mammifères marins.** Les alternatives envisagées concernant les travaux de la Traversaine, ainsi que leurs incidences, sont présentées ci-après.

### 1.2.1 Alternative de déroctage de la Traversaine par Minage : principales raisons du choix effectué

La technique du minage a fait l'objet d'une modélisation acoustique sous-marine, jointe en Annexe 3 (étude Sinay) du dossier des Annexes (Pièce 6) de l'Etude d'impacts. Un résumé en est fait ci-après.

#### 1.2.1.1 Hypothèses de travaux de minage modélisés :

Un scénario de minage a été modélisé ; il est basé sur :

- 3 à 4 jours de minage, avec 20 charges unitaires de 2 kg eq TNT et des micro retard de 25 ms pour une salve journalière,
- charge enterrée à 70 cm sous la surface du rocher pour effet amortisseur.

#### 1.2.1.2 Effets du bruit impulsif sans mesures de réduction

L'impact acoustique sur les espèces marines et particulièrement sur les mammifères marins est exprimé pour un individu présent dans la zone et restant immobile durant la totalité des travaux. N'apparaissent ici que les seuils TTS et PTS car étant donné la nature bruit impulsif (très bref dans le temps) on ne peut considérer un dérangement moyen à faible.

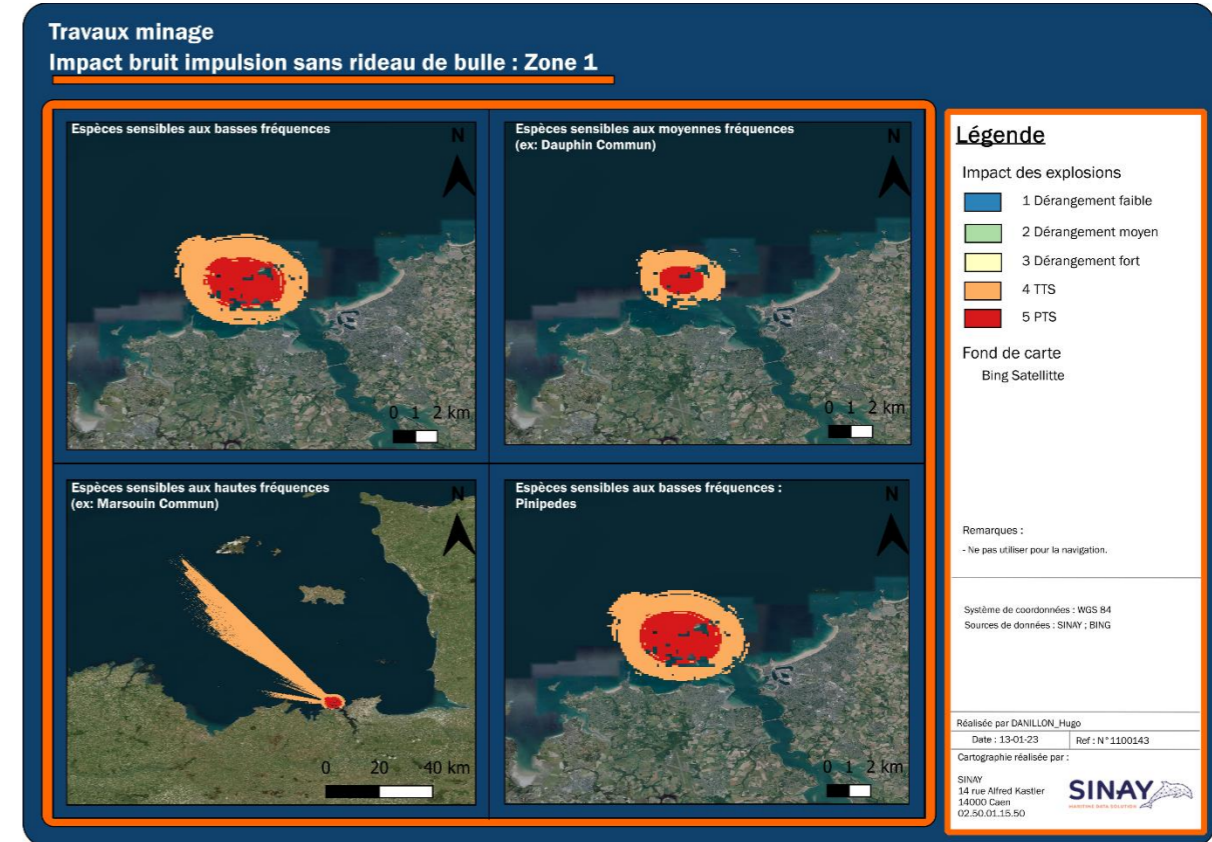


Figure 2 : Impact du bruit impulsif du minage sur la Traversaine – sans mesures de réduction

#### 1.2.1.2.1 Effets du bruit impulsif sur les espèces sensibles Hautes Fréquences (Phocoenidés - Marsouin)

Si l'emprise du seuil de dommages permanents « PTS » est de 4 km de rayon autour de la source du minage, le seuil de dommages temporaires « TTS » revêt quant à lui une dimension régionale. Le bruit propagé dans l'axe du chenal porte le seuil « TTS » à plusieurs dizaines de kilomètres (97 km).

#### 1.2.1.2.2 Effets du bruit impulsif sur les espèces sensibles Basses Fréquences et Pinnipèdes

On observe des niveaux TTS et PTS à une échelle relativement locale. La zone du seuil PTS se trouve définie par un rayon de 2 km autour de la source du minage, et la zone du seuil TTS définie par un rayon de 4 km autour de la source du minage.

#### 1.2.1.2.3 Effets du bruit impulsif sur les espèces sensibles Moyennes Fréquences (Delphinidés)

On observe des niveaux TTS et PTS à une échelle relativement locale. La zone du seuil PTS se trouve définie par un rayon de 1 km autour de la source du minage, et la zone du seuil TTS définie par un rayon de 2,6 km autour de la source du minage.

#### 1.2.1.3 Effets du bruit impulsif avec mesure de réduction (rideau de bulles)

Le rideau de bulles, agissant comme un barrage anti-bruit consiste en un panache de bulles créé au moyen de la circulation d'air comprimé à l'intérieur de tuyaux sous-marins percés d'une multitude de trous. Ce montage, placé au sein d'un milieu liquide, a une efficacité avérée pour atténuer les ondes de pression sous-marine, qu'elles soient acoustiques ou de choc (Domenico 1982a,b ; Würsig et al. 2000 ; Schmidtke et al. 2009 ; Lucke et al. 2011). La grande différence physique de densité et de vitesse du son entre l'eau

et l'air induit un écart d'impédance important. En effet, l'air étant compressible et l'eau ne l'étant pas, les bulles d'air, une fois dans l'eau, changent la compressibilité de l'eau et par ce biais la vitesse de propagation du son dans ce milieu. La stimulation sonore des bulles de gaz réduit notablement l'amplitude des ondes sonores rayonnées par effets de dispersion et d'absorption.

Technologies	Capacité de réduction du bruit	Applications possibles	Maturité
<p><b>Grand rideau de bulles</b></p> <p>Crédit photo : Trianel GmbH/Lang</p>	<p>Rideau de bulles simple : 10 à 15 dB <math>L_{E,p}</math></p> <p>Rideau double : 15 à 18 dB <math>L_{E,p}</math></p>	<p>Battage de pieux Forage Dragage Explosion</p>	<p>Commercialisé, nombreuses utilisations à travers le monde</p>

Figure 3: Présentation d'un rideau de bulles (Source: Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine – Guide Ministère - Juin 2020)

Les modélisations ont été réalisées avec une réduction de 12 dB afin de voir les effets sur les zones de risque mais une étude selon les paramètres du milieu et du rideau de bulles, pourrait augmenter l'efficacité jusqu'à 20 dB.

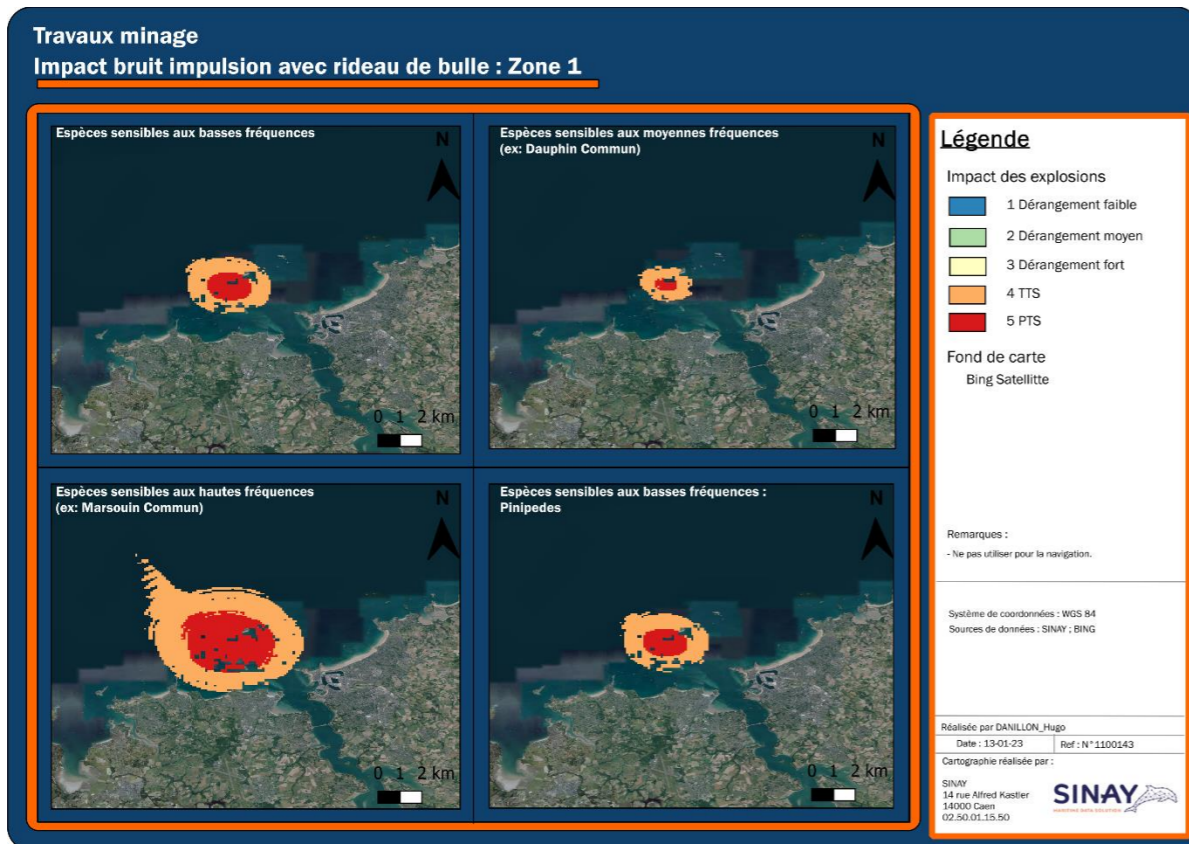


Figure 4 : Impact du bruit impulsif du minage sur la Traversaine – avec rideau de bulles

### 1.2.1.3.1 Effets du bruit impulsif avec rideau de bulles sur les espèces sensibles Hautes Fréquences (Phocoenidés - Marsouin)

Il est à noter que la dimension régionale de la zone TTS est maintenant réduite à une empreinte locale grâce à la mise en œuvre du rideau de bulle.

L'emprise du seuil PTS répartie dans un rayon de 2 km contre 4 km sans rideau de bulles et 3km pour le seuil TTS contre une empreinte régionale de 97 km sans rideau de bulles.

### 1.2.1.3.2 Effets du bruit impulsif avec rideau de bulles sur les espèces sensibles Basses Fréquences

L'emploi d'un rideau de bulle réduit la surface de l'impact sonore sur les espèces sensibles aux basses fréquences.

L'emprise du seuil PTS réparti dans un rayon de 1 km contre 2 km sans rideau de bulles et 2 km pour le seuil TTS contre 4km sans rideau de bulles.

### 1.2.1.3.3 Effets du bruit impulsif avec rideau de bulles sur les espèces sensibles Moyennes Fréquences (Delphinidés)

L'effet de réduction des zones d'impact du minage est notable encore une fois pour les espèces sensibles aux moyennes fréquences, rendant un caractère local à l'impact sonore produit par le minage.

L'emprise du seuil PTS est réparti dans un rayon de 600m contre 1 km sans rideau de bulles et 1,4 km pour le seuil TTS contre 2,6 km sans rideau de bulles.

### 1.2.1.3.4 Effets du bruit impulsif avec rideau de bulles sur les espèces sensibles Basses Fréquences Pinnipèdes

L'effet de réduction des zones d'impact du minage est notable encore une fois pour les pinnipèdes, rendant un caractère local à l'impact sonore produit par le minage.

L'emprise du seuil PTS est réparti dans un rayon de 1 km contre 2 km sans rideau de bulles et 2 km pour le seuil TTS contre 4 km sans rideau de bulles.

### 1.2.1.4 Synthèse des effets du déroctage de la Traversaine par Minage

Les zones d'effets bruts des travaux de déroctage par minage sont très importantes. Les zones d'effets résiduels sont, quant à elles, fortement réduites avec la mise en œuvre d'un rideau de bulles et pourraient être intégrées dans un protocole de surveillance réalisable efficacement. Néanmoins, **l'enjeu sur la zone étant très fort, le risque d'un impact résiduel n'a pas été pris. Cette alternative a donc été abandonnée.**

## 1.2.2 Alternative de déroctage de la Traversaine au BRH : principales raisons du choix effectué

La technique de déroctage au BRH a fait l'objet d'une modélisation acoustique sous-marine, jointe en Annexe 3 (étude Sinay) du dossier des Annexes (Pièce 6) de l'Etude d'impacts. Un résumé en est fait ci-après.

### 1.2.2.1 Hypothèses de travaux de déroctage au BRH modélisés :

Un scénario de déroctage au BRH a été modélisé, ; il est basé sur :

- Un niveau de bruit à la source pour les travaux de déroctage au BRH de 188dB
- L'action du BRH est constituée d'une succession de bruits impulsifs, qui peut être considérée comme un bruit en continu. La durée de l'impulsion est 0.3 seconde mais il se répète 40 fois en une minute.

### 1.2.2.2 Effets des bruits cumulatifs

L'impact sur les mammifères marins est exprimé selon une échelle de seuils allant de dommage permanent (PTS) ou temporaire (TTS) jusqu'à un dérangement faible.

L'impact acoustique sur les espèces marines et particulièrement les mammifères marins est exprimé pour un individu présent dans la zone et restant immobile durant la totalité des travaux.

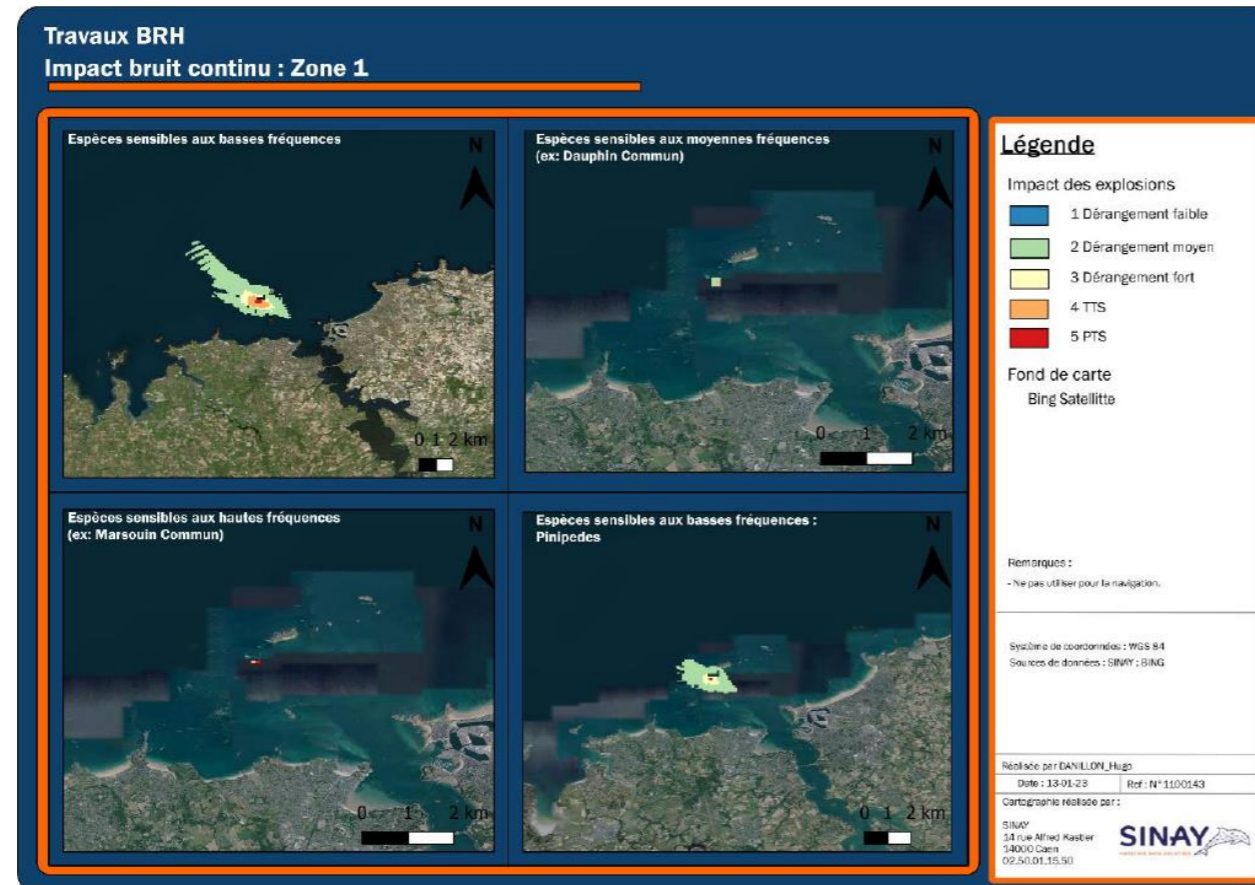


Figure 5 : Impact du bruit continu du BRH sur la Traversaine – sans mesures de réduction

L'emprise des seuils PTS et TTS ont un caractère très localisé autour des travaux avec un diamètre maximum de 1Km pour le TTS. **Un dérangement fort est visible plus largement tout en gardant un caractère local.**

#### 1.2.2.2.1 Effets sur les espèces sensibles Moyennes Fréquences (Delphinidés)

Un dérangement moyen est localisé dans un rayon de 100 m autour de la source. **Un seuil TTS (traumatisme temporaire) n'est applicable uniquement sur 50 m autour de la source.**

#### 1.2.2.2.2 Effets sur les espèces sensibles Hautes Fréquences (Phocoenidés - Marsouins)

Un seuil TTS (traumatisme temporaire) n'est applicable uniquement sur 100 m autour de la source. Un seuil PTS (traumatisme permanent), n'est applicable que dans un rayon 50 m autour de la source de bruit.

Aucun dérangement n'est visible sur la modélisation car ayant un rayon d'emprise identique à celui du seuil TTS.

#### 1.2.2.2.3 Effets sur les espèces sensibles Fréquences Pinnipèdes

Un dérangement fort est localisé dans un rayon de 450 m autour de la source. Un dérangement moyen est localisé dans un rayon de 1,5 km autour de la source. Un seuil TTS (traumatisme temporaire) n'est

applicable uniquement sur 100 m autour de la source. Un seuil PTS (traumatisme permanent), n'est applicable que dans un rayon 50 m autour de la source de bruit.

#### 1.2.2.2.4 Effets sur les espèces sensibles Basses Fréquences

Un dérangement fort est localisé dans un rayon de 1,2 km autour de la source. Un dérangement moyen est localisé dans un rayon de 6 km autour de la source. Un seuil TTS (traumatisme temporaire) n'est applicable uniquement sur 700 m autour de la source. Un seuil PTS (traumatisme permanent), n'est applicable que dans un rayon de 200 m autour de la source de bruit.

### 1.2.2.3 Effets du bruit impulsif

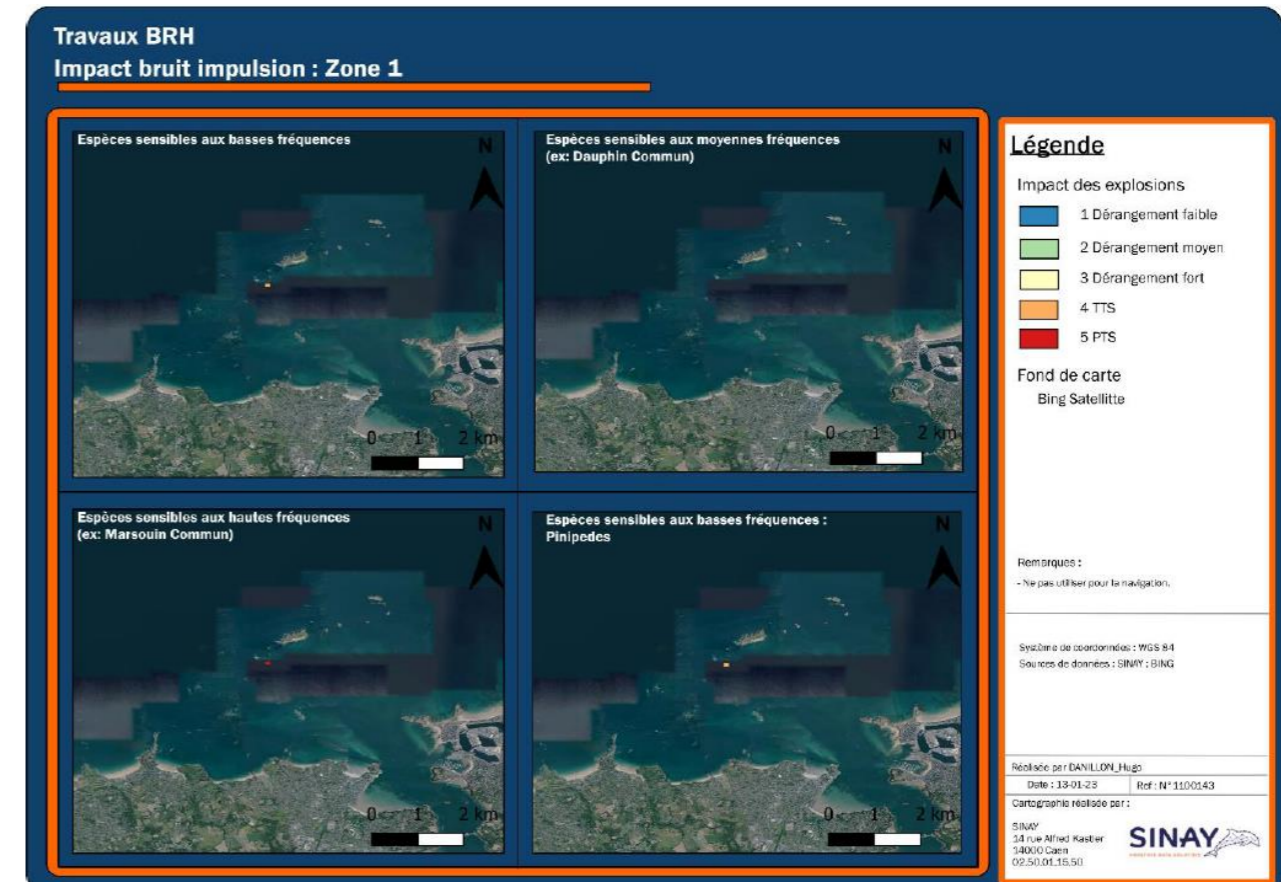


Figure 6 : Impact du bruit impulsif du BRH sur la Traversaine

L'emprise des seuils PTS et TTS ont un caractère très localisé d'environ 50m de rayon autour de la source.

#### 1.2.2.4 Mesures de réduction et effets résiduels

Le caractère local des seuils TTS et PTS ne nécessite pas la mise en œuvre d'une mesure de réduction de bruit type rideau de bulles.

#### 1.2.2.5 Synthèse des effets du déroctage de la Traversaine au BRH

Les zones d'effets bruts des travaux de déroctage au BRH sont nettement plus limités que les travaux de déroctage par minage. Cependant, **l'enjeu sur la zone est très fort, le risque d'un impact résiduel, même local, n'est pas nul. L'existence d'une alternative d'accès sécurisé au port ne nécessitant plus de naviguer à proximité de la pointe rocheuse de la Traversaine a conduit à l'abandon de cette solution de déroctage au BRH et à l'évitement des incidences associées.**


### 1.2.3 Mesure d'évitement des travaux de la Traversaine

L'abandon des 2 solutions alternatives de déroctage de la Traversaine au profit d'une solution d'évitement par abandon des travaux a conduit à la **définition d'une nouvelle mesure d'évitement (ME03)** rappelée ci-après :

ME 03	Evitement des travaux de déroctage au niveau de la Traversaine (zone 1)
Objectif(s)	Optimisation des zones de travaux en évitant la zone de la Traversaine afin de préserver la faune et la flore fréquentant les eaux environnant l'île de Cézembre.
Communautés biologiques visées	Habitats marins, faune marine et notamment les mammifères marins et les oiseaux plongeurs qui fréquentent l'île de Cézembre
Localisation	Zone de déroctage initialement prévue au niveau de la Traversaine (zone 1)
Acteurs	Entreprises en charge des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Initialement, un déroctage sur un massif de 10 m<sup>3</sup> sur une surface de 50 m<sup>2</sup> (zone 1) était prévu à l'ouest de l'île de Cézembre (cf. carte ci-après). Cette opération visait à retirer une tête de roche dont la suppression était particulièrement importante au regard de la sécurité de la navigation.</p>  <p>La zone 1 correspondait à la pointe rocheuse de la Traversaine qui devait initialement faire l'objet de travaux de déroctage. Les simulations de trajectoire d'accès au Terminal du Naye, réalisées en 2023 avec le nouveau type de navire prévu, ont montré que cette opération n'était plus nécessaire à la sécurisation du chenal d'accès au port de Saint-Malo. <b>Les travaux prévus initialement dans cette zone n'auront donc pas lieu.</b></p>
Indication sur le coût	-
Planning	-
Suivis de la mesure	-
Mesures associées	<p>Les mesures suivantes ont été supprimées avec la mise en place de la mesure ME03 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ME02 Evitement des périodes de présence pour certains oiseaux marins</li> </ul>

- MR05 Réduction du bruit sous-marin avec la mise en œuvre de rideaux de bulles lors des travaux de déroctage au BRH à la Traversaine (zone 1)
- MR08 Surveillance visuelle et acoustique des mammifères marins lors des travaux de déroctage au BRH secteur Traversaine

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes, définies initialement pour limiter les incidences des travaux de déroctage de la Traversaine sont, quant à elles, abandonnées :

	Eviter en phase travaux la période de présence des oiseaux plongeurs strictement nicheurs sur Cézembre, en particulier le Guillemot de Troïl et le Pingouin torda, entre mi-février et mi-juillet
	Oiseaux plongeurs : Alcédés (Guillemot de Troïl et Pingouin torda)
	Zone de déroctage au niveau de la Traversaine (zone 1)
	Maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises en charge des travaux
	<p>Les secteurs en eau à proximité de l'île de Cézembre sont principalement utilisés par les Cormorans et les Alcédés (Guillemot de Troïl et Pingouin torda) qui se reproduisent sur l'île. En effet, ces secteurs constituent d'une part pour ces espèces plongeurs, une zone de chasse pour se nourrir. D'autre part, les enrochements à proximité de l'île et de la zone de déroctage (zone 1) peuvent être utilisés comme zone de repos.</p>  <p>Les Alcédés présentent un enjeu très fort sur le secteur, notamment en période de nidification se déroulant de mi-février à mi-juillet et des dynamiques des populations. La réalisation des travaux de déroctage (zone 1) au niveau de la Traversaine peut engendrer le dérangement de ces espèces, mais aussi la perturbation des zones fonctionnelles d'alimentation et de reposoirs utilisées par ces espèces.</p>

Pièce 5.8 : Solutions de substitutions et raisons du choix du projet parmi les alternatives

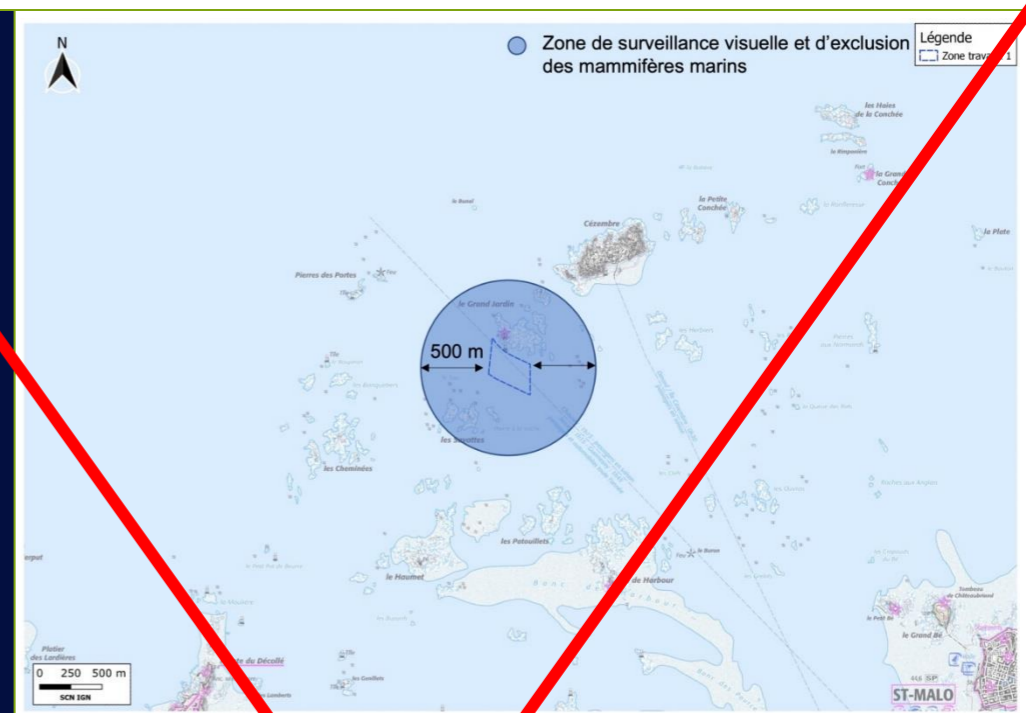
<p>Les adaptations de la période de travaux sur l'année visent à réaliser les travaux de déroctage (zone 1) de la Traversaine en dehors de la période pendant laquelle ces Alcides sont présents sur l'île. Il s'agit d'éviter la période de nidification, c'est-à-dire entre février et juillet, période uniquement à laquelle ces espèces fréquentent l'île de Cézembre et ses abords.</p> <p>Période à éviter pour les travaux de déroctage de la Traversaine (zone 1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jan.</th> <th>Fév.</th> <th>Mars</th> <th>Avr.</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juil.</th> <th>Août</th> <th>Sept.</th> <th>Oct.</th> <th>Nov.</th> <th>Déc.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A noter que cette mesure d'évitement temporel est combinée à la mesure de réduction sur les mammifères marins, plus restrictives. En effet, les périodes de reproduction et mise bas des 4 espèces à enjeu fort (Phoque gris, Phoque veau-marin, Grand dauphin et Marsouin commun) se situent entre avril et novembre.</p>	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.												
Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.													
<p>Aucun coût mais des contraintes de planning intégrés au chantier</p>																								
<p>Planning prévisionnel des travaux de déroctage de la Traversaine (zone 1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jan.</th> <th>Fév.</th> <th>Mars</th> <th>Avr.</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juil.</th> <th>Août</th> <th>Sept.</th> <th>Oct.</th> <th>Nov.</th> <th>Déc.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.												
Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.													
<p>Suivi en phase travaux par la maîtrise d'œuvre et l'assistance environnementale (MR01) au respect des précautions, des engagements et contrôle du respect du calendrier.</p> <p>L'écologue vérifiera que le calendrier des travaux coïncide toujours avec le calendrier écologique, et que si des modifications de phasage interviennent, le calendrier de travaux sera réadapté afin de rester compatible avec les enjeux écologiques en présence.</p>																								
<p>MR01 Assistance environnementale en phase travaux par un écologue MR02 Adaptation de la période des travaux terrestres aux périodes de sensibilité écologique.</p>																								

MR05	Réduction du bruit sous-marin avec la mise en œuvre de rideaux de bulles lors de travaux de déroctage au BRH à la Traversaine (zone 1)
Objectif(s)	<p>Limiter la propagation du son dans l'eau par l'utilisation d'un dispositif de type rideau de bulles déployés autour de l'atelier de déroctage au BRH, permettant de réduire le bruit à la source, ainsi que les risques de dérangement comportemental et de lésions physiologiques (appareil auditif par exemple) sur les mammifères marins, mais aussi de l'ichtyofaune</p>
Communautés biologiques visées	Mammifères marins et Ichtyofaune, Oiseaux marins plongeurs
Localisation	Zones de déroctage au BRH à la Traversaine (zone 1)
Acteurs	Entreprises en charge des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Pour rappel, l'étude d'impact sur l'acoustique sous-marine (Source : SINAY) a montré que des impacts notables sont principalement attendus pour les espèces « basses fréquences », à savoir les Pinnipèdes. Les rayons des zones de dommages comportemental et physiologique les plus élevés sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dérangement comportemental dans un rayon inférieur à 2 km ;</li> <li>- Risque de lésions temporaires de l'appareil auditif dans un rayon inférieur à 100 m ;</li> <li>- Risque de lésions permanentes de l'appareil auditif dans un rayon inférieur à 50 m.</li> </ul> <p>C'est pourquoi dans le cas des opérations de déroctage au BRH, une mesure de réduction des impacts des émissions sonores est envisagée afin de confiner le niveau sonore émis et de limiter la propagation acoustique en installant un dispositif à proximité immédiate des travaux pour réduire le niveau sonore transmis.</p> <p>Le guide relatif aux « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine » (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Juin 2020) précise les différentes techniques visant à isoler/confiner la source de bruit et de nombreux retours d'expériences sont disponibles.</p> <p>L'utilisation de rideaux de bulles est la technique la plus répandue. Le dispositif est parfois doublé, voire triplé, pour augmenter son effet. Le principe consiste en l'injection d'air comprimé dans des tuyaux perforés, l'air ainsi évacué forme un nuage de bulles. Le contraste d'impédance acoustique causé par l'interface air/eau entraîne la diffusion des ondes sonores à travers les bulles d'air, et la réflexion des ondes au niveau du rideau ainsi formé permet de réduire le bruit généré.</p> <p>L'utilisation de rideaux de bulles a été largement testée lors de différents chantiers. Si la maturité de la technique est bonne et les réductions obtenues sont intéressantes (jusqu'à 18 dB), la contrainte principale reste le courant de marée. L'efficacité de cette méthode est de fait, liée aux conditions environnementales (bathymétrie, état de mer, courant, etc.).</p> <p>Un retour d'expérience récent en mer du Nord (Belgique) montre que les conditions hydrodynamiques dévient les bulles et peuvent diminuer l'efficacité du dispositif en milieu ouvert (de Degraer et al., 2019). Par conséquent, cette technique de réduction du bruit est plus efficace si elle est mise en œuvre aux périodes de faible courant de marée. Les réductions obtenues sont intéressantes, avec 12 dB re 1uPa de diminution du niveau sonore en moyenne (réduction maximale : 20 dB re 1uPa).</p>
Indication sur le coût	De 10 000 à 100 000 € en fonction du type de chantier (Source : Guide relatif aux « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine » (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Juin 2020)
Planning	Phase travaux
Suivi de la mesure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédure de soft-start intégrée au DCE travaux via une obligation de moyens qui sera exigée auprès des entreprises</li> <li>- Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes) : audit des bateaux par l'assistance environnementale</li> </ul>



Mesures associées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle de l'efficacité de la mesure en termes de réduction des niveaux sonores lors du suivi acoustique par la pose d'hydrophone</li> <li>- Suivi visuel de la présence de mammifères marins</li> </ul>
	<p>MR06 Mise en place d'un démarrage progressif via le Soft-Start lors des travaux de déroctage au BRH et de battage de pieux</p> <p>MR08 Surveillance visuelle et acoustique des mammifères marins lors des travaux de déroctage au BRH secteur Traversaine</p>

<b>MR08</b>	<b>Surveillance visuelle et acoustique des mammifères marins lors des travaux de déroctage au BRH à la Traversaine</b>
Objectif(s)	Réduire le risque d'incidence acoustique sur les individus de mammifères marins par la mise en place d'un protocole de surveillance visuelle et acoustique en mer avant et pendant les travaux de déroctage au BRH à la Traversaine (zone 1) au sein d'une zone d'exclusion préalablement définie
Communautés biologiques visées	Mammifères marins
Localisation	Zone de déroctage au niveau de la Traversaine (zone 1) et zone d'exclusion
Acteurs	Écologue en charge de l'assistance environnementale et entreprises en charge des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Les modalités de mise en œuvre du protocole de surveillance décrit ci-après s'appuient sur les recommandations du guide relatif aux « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine » (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Juin 2020).</p> <p><b>Définition d'une zone d'exclusion</b></p> <p>Une zone d'exclusion est une zone d'un rayon prédéfini autour de la source de bruit. Il s'agit de la zone considérée comme dangereuse pour les espèces marines concernées.</p> <p>Pour les projets susceptibles de causer des dommages permanents ou temporaires aux espèces marines, il est recommandé d'appliquer une zone d'exclusion adaptée aux enjeux et aux caractéristiques du site et du projet, correspondant a minima à la zone de risque de dommages physiologiques (périmètre PTS) des espèces présentes, assortie d'un facteur de précaution à définir en fonction des conditions environnementales (zones, périodes, rôle écologique, etc.), sous réserve que le rayon minimal soit de 500 m.</p> <p>Pour rappel, l'étude d'impact sur l'acoustique sous-marine (Source : SINAY) a montré que ce sont principalement les Pinnipèdes qui sont impactés par le bruit sous-marin. Ces espèces sensibles aux basses fréquences vont donc servir de référence pour fixer le rayon de la zone d'exclusion. Le risque de lésions permanentes de l'appareil auditif de ces espèces se situe dans un rayon inférieur à 50 m (seuil PTS). <b>Au regard de ces données, le rayon d'exclusion pris en considération sera de 500 m autour de la zone 1 de travaux à la Traversaine.</b></p>



Zone de surveillance visuelle et d'exclusion de la zone 1 (Source : TBM)

**Surveillance visuelle et acoustique**

La surveillance visuelle est la méthode d'atténuation la plus commune. Il s'agit d'une surveillance visuelle à 360° par des observateurs de faune marine (MMO pour Marine Mammal Observer). La zone à surveiller peut correspondre à la zone d'exclusion précédemment définie ou être plus large et englober également une « zone d'alerte ». Il est recommandé d'avoir recours à au moins trois personnes. Deux observateurs sont ainsi en poste simultanément et peuvent organiser des rotations pour assurer une surveillance attentive. Ils doivent être suffisamment haut, avoir une vue dégagée autour de la plateforme d'observation. Le recours à des observateurs qualifiés, expérimentés voire certifiés est également essentiel. En complément, une sensibilisation et une formation du personnel de chantier et des opérateurs de moyens nautiques aux enjeux mammifères marins de l'aire d'étude est à prévoir.

Au-delà de 4 Beaufort (vent supérieur à 16 nœuds), les conditions ne permettent plus d'assurer une surveillance efficace. La hauteur de houle et la visibilité sont également des éléments à prendre en compte. De plus, l'observation visuelle ne peut être assurée que de jour. La complémentarité d'un système de surveillance acoustique par des opérateurs en acoustique passive (PAM pour Passive Acoustic Monitoring) permet de pallier en partie ces limitations. Il conviendra de s'assurer de la portée du ou des hydrophones afin de s'assurer de couvrir la zone à surveiller.

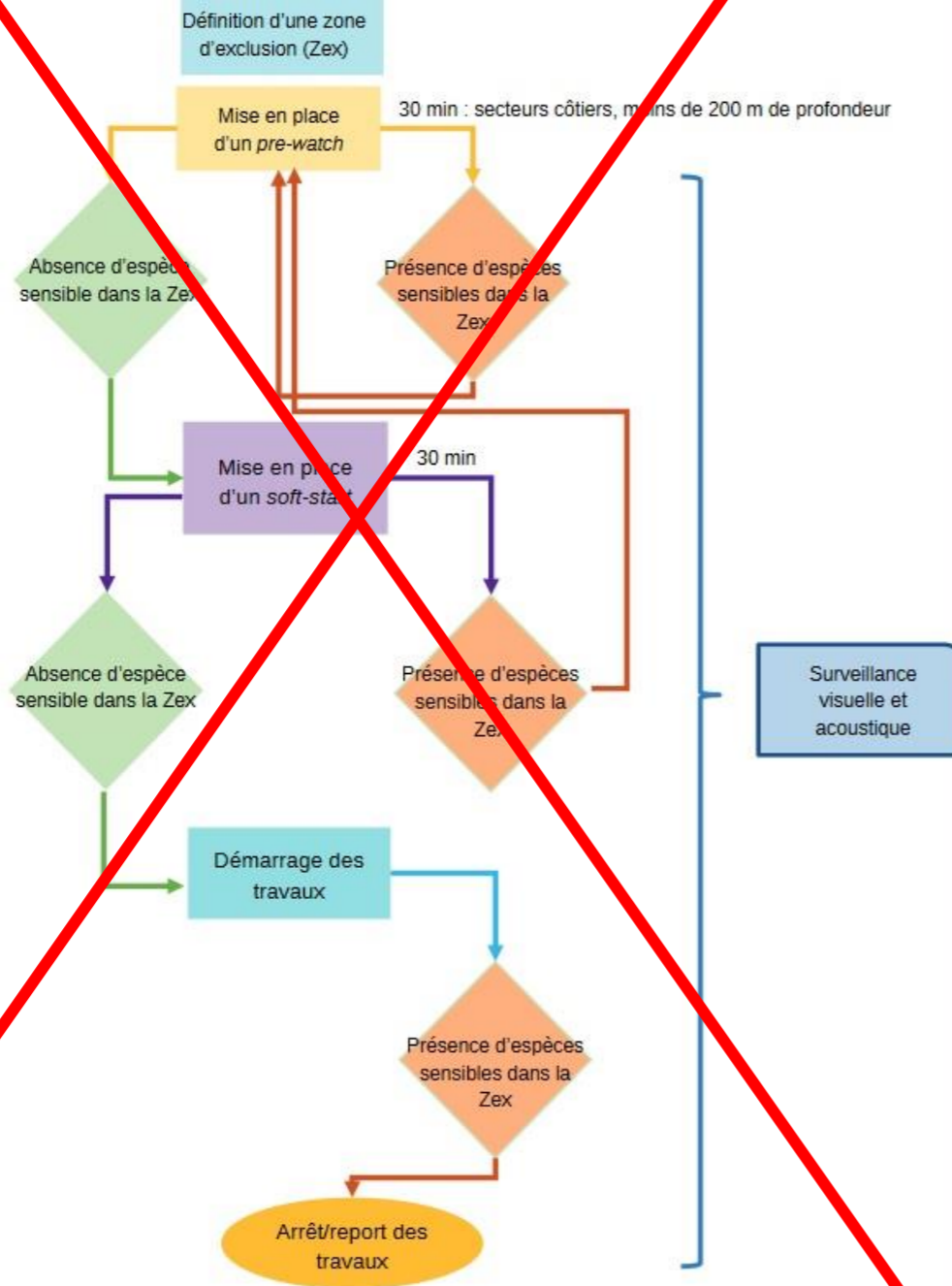
Plusieurs types de surveillance seront mises en œuvre :

- **Pre-watch**, ou surveillance pré-travaux, est une surveillance minutieuse de la zone entourant le chantier visant à s'assurer qu'aucune espèce de mammifères marins potentiellement impactée par le bruit ne s'y trouve avant le début des émissions sonores. La durée du pre-watch va généralement de 30 min (profondeur < 200 m) à 60 min (profondeur > 200 m), durant lesquelles aucune observation/détection ne doit être effectuée pour que les travaux puissent commencer en soft-start. En cas de présence d'animal dans ce laps de temps, le début des émissions sonores est reporté. **La profondeur de la zone 1 étant inférieure à 200 m, la durée du pre-watch retenue est de 30 min.**
- **Surveillance visuelle et acoustique (en temps réel) pendant les émissions** avec dans un premier temps un démarrage progressif des travaux

durant 30 min. Il est recommandé d'arrêter les travaux en cas d'intrusion d'animaux dans la zone d'exclusion. Ce type de mesure peut ralentir le projet et allonger les délais. Mais cela permet de réduire le risque d'impact temporaire ou permanent sur les animaux s'aventurant en zone potentiellement dangereuse.

**Logigramme de décision**

Ce logigramme de décision détaille le protocole de surveillance visuelle mis en place pour réduire les impacts sur les mammifères marins dans le cadre des travaux de déroctage au BRH sur la zone de la Traversaine (zone1). Cette surveillance visuelle pourra être complétée par une surveillance acoustique, la nuit ou en cas de mauvaises conditions météorologiques.



Indication sur le coût

Coût journalier observateur (MMO et PAM)  
Coût mise en place hydrophone sur bateau ou zodiac

Planning	Avant et pendant la phase travaux de la zone 1
Suivis de la mesure	- Vérification du respect des prescriptions et engagements - Tableau de suivi des observations visuelles et acoustiques dans le cadre de cette mesure - Suivi acoustique sous-marin lors des travaux de dragage, battage de pieux et déroctage au BRH
Mesures associées	MR01 Mettre en place une assistance environnementale en phase travaux par un écologue MR04 Adaptation des horaires de travail sur les embectages en tenant compte des horaires de marée MR05- Réduction du bruit sous-marin avec la mise en œuvre de rideaux de bulles lors des travaux de déroctage au BRH MR06 Mise en place d'un démarrage progressif via le Soft-Start lors des travaux de déroctage au BRH et de battage de pieux

**1.3 Solution de valorisation des sédiments par épandage agricole**

En mai 2021, SAFEGE a réalisé un bilan des solutions de valorisation agricole pour les sédiments dragués.

**1.3.1 Références réglementaires sur la qualité des sédiments à destination d'une valorisation agricole**

En première approche, il y a une **exigence non réglementaire mais toujours citée comme critère de non-dépassement des seuils N1 de l'arrêté du 9 août 2006**. Les niveaux N1 sont pourtant très inférieurs aux seuils réglementaires d'une valorisation agricole.

Par ailleurs, la nature granulométrique des vases épandues a son importance. Les sédiments de nature sableuse ont la préférence du monde agricole. Et en termes de facilité d'épandage les matériaux limoneux nécessitent des épaisseurs d'épandage minimum (idéalement entre 5 et 10 cm en un seul apport pour éviter que les sédiments ne restent collés aux roues des engins).

Enfin, ils doivent respecter des qualités particulières pour être épandus. En l'absence de réglementation spécifique, **les valorisations agricoles de sédiments se basent sur les critères applicables aux épandages de boues**. Les qualités à respecter sont les seuils présentés dans l'arrêté du 8 janvier 1998. Il y a également un critère de flux annuel et de flux sur 10 ans à prendre en considération.

A noter que l'opération d'épandage implique toujours une étude agro-pédologique au droit de la parcelle sur laquelle les sédiments sont épandus, afin de vérifier les caractéristiques du sol. Elle permet de déterminer si les sols identifiés sont aptes à recevoir ces sédiments (granulométrie, azote, phosphore, etc.).

La caractérisation de la qualité des sédiments sur la base des paramètres N1/N2 et de l'arrêté du 8 Janvier 1998, constitue une base de références. Pour sécuriser la démarche, un renfort d'analyses est exigé afin d'apprécier l'écotoxicité des sédiments en lien avec un usage terrestre. Le caractère écotoxique et donc dangereux d'un sédiment vis-à-vis d'organismes continentaux est défini par le protocole dit « protocole HP14 ». Les résultats des tests H14 menés en 2019 sur l'ensemble des points d'échantillonnage ont démontré la non-toxicité des sédiments de l'avant-port de St Malo.

### 1.3.2 Solution d'une valorisation sur le site de la Hisse (EPTB)

#### 1.3.2.1 Présentation du site de la Hisse

Le site de valorisation de la Hisse géré par l'EPTB Rance Frémur, a été réalisé dans le but de valoriser les sédiments de l'estuaire de la Rance. Il se situe à environ 25 km par voie routière et à moins de 20 km par voie nautique.



Figure 7 : Implantation du site de transit et du piège à sédiments dans la Rance. Source : EPTB Rance Frémur

L'EPTB Rance Frémur en charge de la gestion des sédiments de la Rance, possèdent plusieurs sites de stockage temporaire sur le territoire :

- Site de transit de la Hisse (gestionnaire de 2014-2019 : Cœur Emeraude) dont la capacité de stockage temporaire est de 80 à 100 000 m<sup>3</sup> et est combiné au piège à sédiments du Lyvet ;
- Site de transit de Saint-Jouan-des-Guérets (créé en 2020) dont la capacité est de 5500 m<sup>3</sup>.

#### 1.3.2.2 Les raisons qui ont conduit à écarter cette solution :

Pour être accepté en épandage agricole, les sédiments doivent préférentiellement être de nature sableuse et de qualité inférieure aux seuils N1, même si cette limite n'a pas de sens au regard des critères l'arrêté du 8 janvier 1998. Ces exigences sont peu compatibles avec les sédiments qui restent à valoriser. Les sédiments à fraction sableuse étant privilégiés pour une valorisation sur le site même du projet, dans le renouvellement du terre-plein.

Autre argument défavorable à la solution de valorisation agricole : la problématique du transfert via la Rance. En effet, le transport des sédiments depuis le terminal du Naye vers le piège du Lyvet perd tout son intérêt s'il doit être mené par camions. Or pour garder un transport par navire les contraintes de franchissement de l'écluse du barrage de la Rance et les contraintes de tirant d'eau complexifient fortement la réalisation.

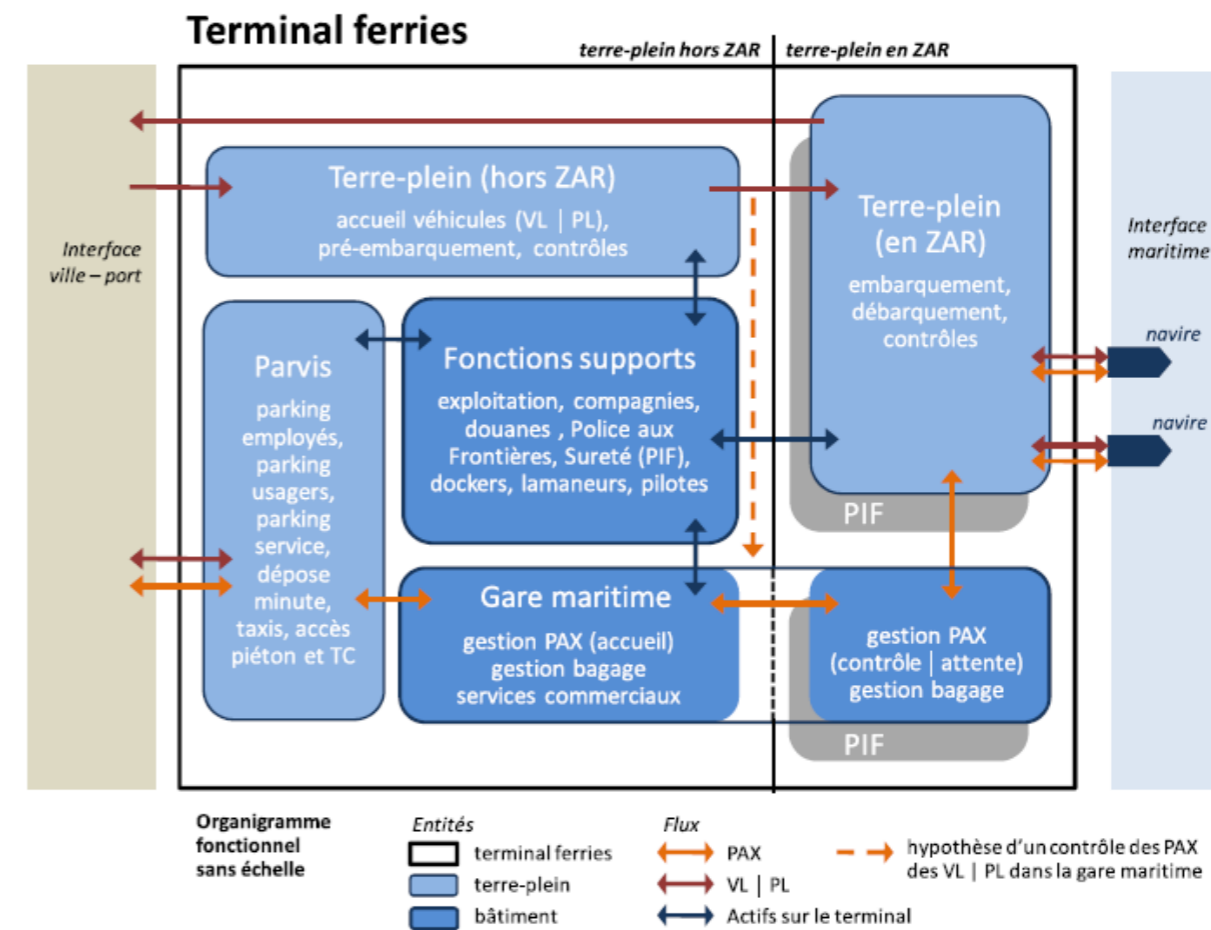
Enfin, la capacité de stockage des sédiments de la Hisse est variable d'une année à l'autre, selon son état de remplissage. Cela implique une coordination de planning des opérations de remplissage, générant une contrainte supplémentaire pour les opérations de dragage.

La solution de valoriser des sédiments en agriculture en collaboration avec le site de la Hisse (site de l'EPTB) n'est pas envisageable pour le projet du Terminal du Naye.

### 1.4 Parti architectural

En 2019-2020, un concours architectural a été lancé pour la « reconstruction de la gare maritime et réaménagement des terre-pleins ».

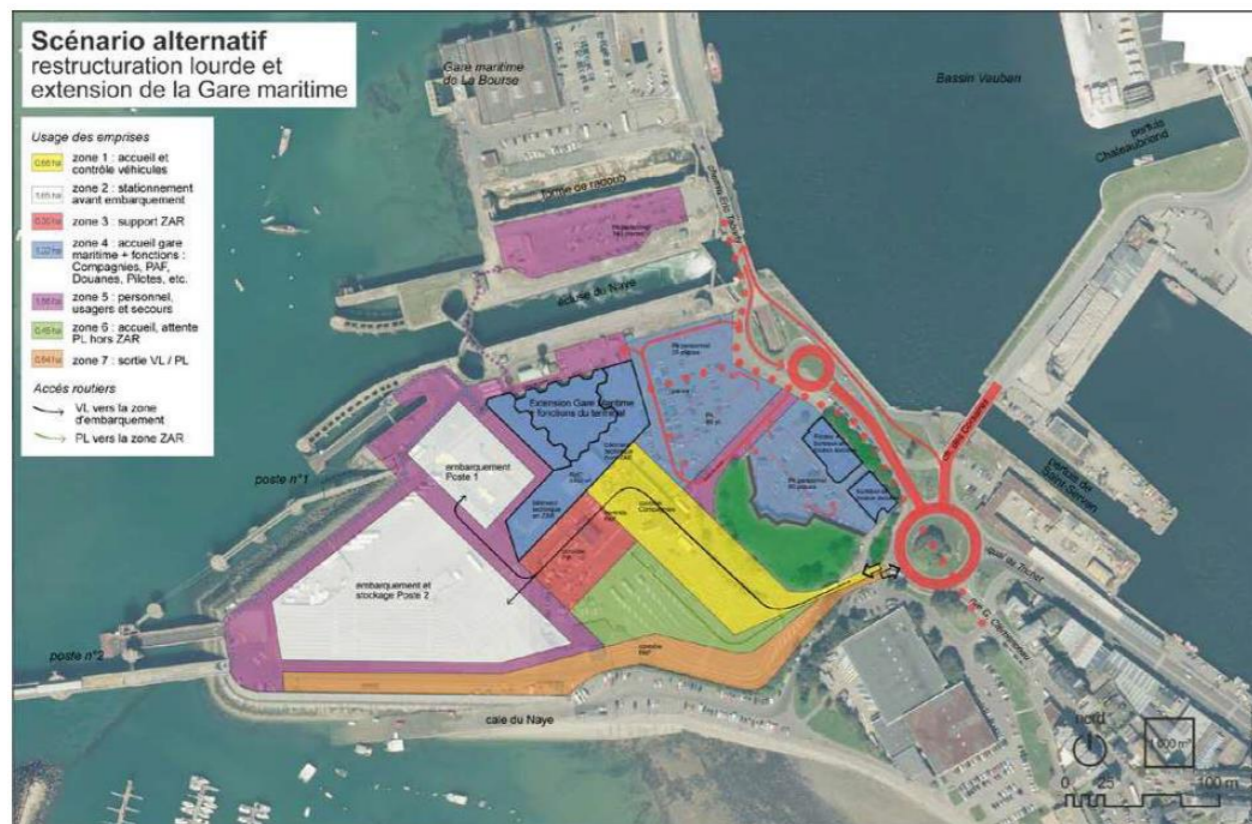
Le cahier programmatif d'aménagement du Terminal prévoyait que cet aménagement respecte les principes du schéma suivant :



Ces principes ont été traduits par 2 schémas d'aménagements correspondant aux 2 alternatives suivantes :

- Scénario préférentiel : le bâtiment de la gare est reconstruit à neuf et déplacé ;
- Scénario alternatif : le bâtiment de la gare est maintenu et restructuré à son emplacement actuel.

Les illustrations ci-après présentent les 2 alternatives d'organisation cible du terminal proposées avec 7 zones fonctionnelles :



Dans le cadre de ce concours, **3 projets architecturaux ont ainsi été examinés.**

Le jury de concours s'est prononcé sur la base de 5 critères :

- Qualité et pertinence du parti architectural et urbanistique (respect des contraintes, insertion dans le site)
- Fonctionnalité du projet : cohérence du projet vis à vis du programme fonctionnel (nombre, surface des locaux, ...), organisation fonctionnelle des locaux et qualité de vie des espaces, respect du calendrier prévisionnel (dont la pertinence du phasage des travaux, maintien du niveau de sécurité/sûreté et de la continuité de service de la gare maritime durant le chantier)
- Qualité environnementale, choix techniques de construction et allotissement au regard des exigences du programme, du respect de l'enveloppe financière prévisionnelle, Smartgrid, exploitation/maintenance
- Compréhension et appropriation de la mission dans toutes ses composantes (complexité, enjeux, interfaces et points de vigilance, organisation interne de l'équipe)
- Éléments d'organisation et méthodologie lié au planning des travaux, phasage, conditions d'exploitation (continuité de service du Terminal) et maintien des exigences de sûreté/sécurité

Le projet architectural retenu a obtenu la meilleure note sur l'ensemble de ces critères.

### 1.4.1 La solution architecturale retenue :

La solution architecturale retenue (Solution B) dans le cadre de ce concours est présentée sur les figures ci-après (Photomontage depuis l'entrée du terminal et vue aérienne).



Figure 8 : Solution architecturale retenue – Vue de l'entrée du terre-plein



Figure 9 : Solution architecturale retenue – Vue aérienne

Les principales raisons ayant conduit à retenir ce projet mises en avant par le jury du concours sont les suivantes :

- Volonté d'insertion et d'intégration urbaine et architecturale ;
- Projet qui se prête le plus à des évolutions futures ;
- Atout du choix du positionnement du restaurant et de l'implication des abords (remparts) dans le projet.

### 1.4.2 Les solutions architecturales écartées :

#### 1.4.2.1 Solution A

La solution architecturale A, non retenue dans le cadre de ce concours, est présentée sur les figures ci-après (Photomontage depuis l'entrée du terminal et vue aérienne).



Les principales raisons ayant conduit à ne pas retenir ce projet alternatif mises en avant par le jury du concours sont les suivantes :

- Malgré la volonté d'insertion et d'intégration urbaine, certains points comme la volumétrie ou les matériaux utilisés ne sont pas satisfaisants ;
- Non prise en compte des demandes de l'Architecte des Bâtiments de France concernant les caractéristiques de la façade du bâtiment ;
- Aménagement du parvis pas suffisamment travaillé et agencé.

#### 1.4.2.2 Solution C

La solution architecturale C, non retenue dans le cadre de ce concours, est présentée sur les figures ci-après (Photomontage depuis l'entrée du terminal et vue aérienne).



Les principales raisons ayant conduit à ne pas retenir ce projet alternatif mises en avant par le jury du concours sont les suivantes :

- L'organisation du projet n'est pas adaptée à un équipement portuaire ;
- La gestion des flux dans son intégralité n'est pas satisfaisante ;
- La couture urbaine (interface ville-port) n'est pas assez qualitative.