



ديوان البحرية التجارية والموانئ
Office de la Marine Marchande et des Ports

ÉTUDE DE PROTECTION DU PORT DE COMMERCE DE ZARZIS CONTRE LES PHÉNOMÈNES D'ENSABLEMENT ET D'AGITATION

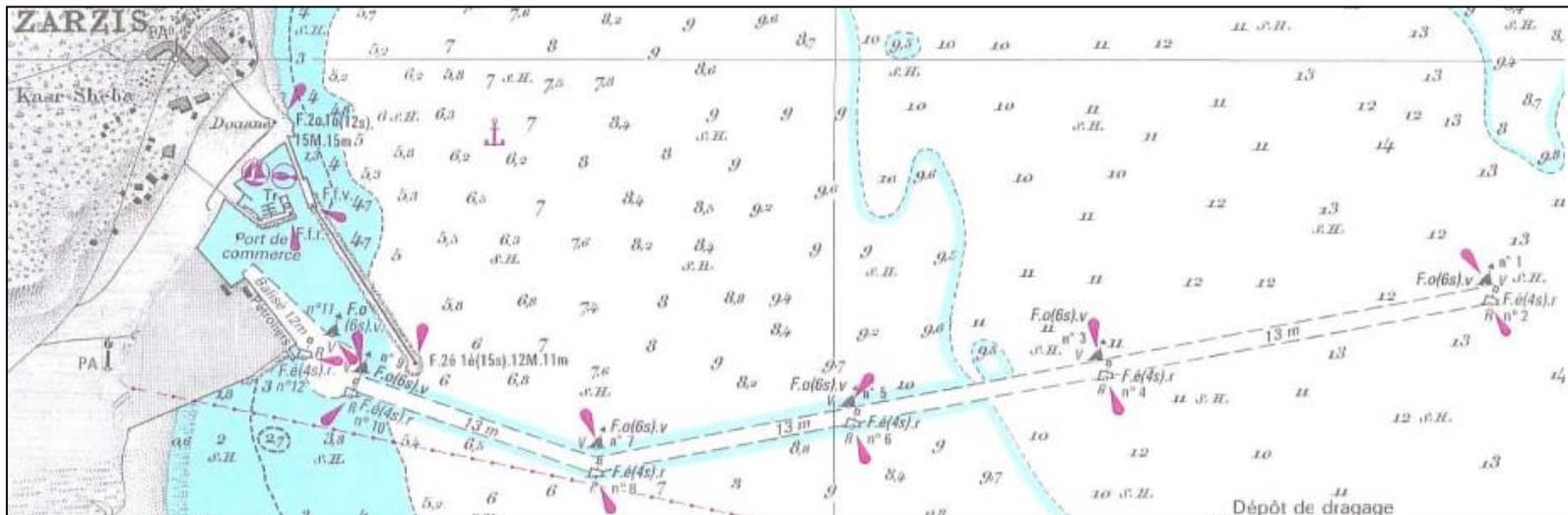
❖ OBJET DE L'ÉTUDE

Analyse des phénomènes d'**ensablement** et d'**agitation** au port de Zarzis, et **proposition de solutions** pour réduire ces problèmes.



❖ STRUCTURE DE L'ÉTUDE

- Phase I: Collecte et acquisitions de données et diagnostic de la situation actuelle
- Phase II: Élaboration du modèle hydro-sédimentaire du port de Zarzis et ses environs et définition des variantes à tester
- Phase III: Simulations à réaliser
- Phase IV: Évaluation des variantes d'aménagement



❖ PHASE 1: PRINCIPAUX RÉSULTATS

➤ Problèmes d'ensablement est due à :

- **Transport longitudinal** de sable provenant du nord-ouest (induit par les courants de déferlement des houles). Quand le courant longitudinal dépasse le musoir de la jetée et atteint le chenal (avec plus de profondeur que ses environs), le courant perd capacité de transport (réduit sa vitesse) et les sédiments décantent.
- **Transport transversal** de sable dû à l'action combinée de la houle, vent et courants.
- **Les solutions structurales à ce problème (au moyen de digues interceptrices de sédiment) ne sont pas fonctionnelles**, car si le transport principal a lieu de façon transversale, l'interception du flux longitudinal ne serait pas efficace.
- Possible solution à l'ensablement serait la réalisation de **dragages** de maintien: sur-dragage initial (en profondeur ou en largeur du chenal actuel), et/ou dragages périodiques (annuels, quinquennaux, etc).

❖ PHASE 1: PRINCIPAUX RÉSULTATS

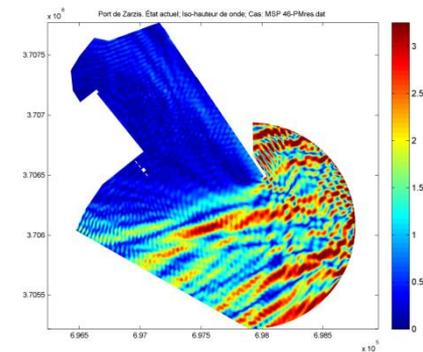
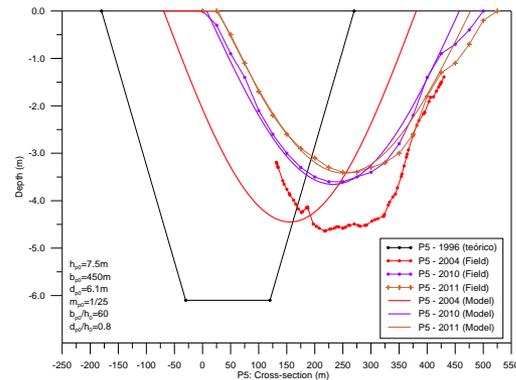
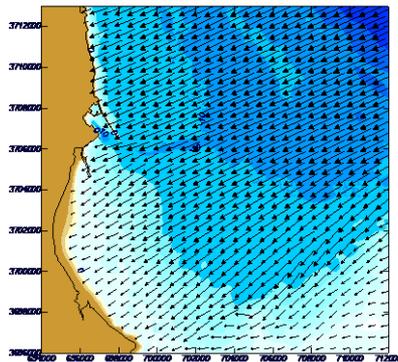
➤ Problèmes d'agitation :

- Les principaux problèmes d'agitation sont observés dans l'**appontement pétrolier**, qui est le plus exposé à la houle incidente.
- La typologie de structure verticale (digue et quais) n'est pas la plus efficace du point de vue de l'agitation intérieure.
- Possibles solutions: prolongement digue, protection du côté sud du port, nouvelle situation appontement pétrolier, etc.



❖ PHASE 2: PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Les **outils numériques** utilisés pour représenter le fonctionnement hydrodynamique et morphodynamique du Port de Zarzis et le système côtier ont été:
 - ✓ Modèle pour l'analyse de la morphodynamique de la zone côtière (MOPLA)
 - propagation et transformation de la houle spectrale (OLUCA-SP)
 - génération de courants de déferlement (COPLA-SP)
 - transport sédimentaire potentiel produit par ces courants (EROS-SP)
 - ✓ Modèle d'évolution du chenal de navigation (MEMPITS)
 - ✓ Modèle d'agitation et résonance portuaire (MANOLO-MSP)



❖ PHASE 2: PRINCIPAUX RÉSULTATS

➤ Concernant les phénomènes d'ensablement

- La plupart du transport sédimentaire dans la zone d'étude se produit par l'action combinée de la **houle** et les **courants de marée et vent**; tandis que le transport produit par les courants de déferlement de la houle est minoritaire.
 - Estimations transport potentiel associé à la houle:
 - ✓ 4.000 – 90.000 m³/an aux environs du port, direction N-S
 - ✓ 1.000-25.000 m³/an au chenal de navigation (h < 5m), direction N-S
 - ✓ Tendance à l'ensablement localisée sur la partie du chenal plus proche au musoir de la digue (taxe moyenne d'ensablement de 4.000-7.000 m³/an).
 - Ensablement produit par la combinaison houle - courants locaux:
 - ✓ Taxes d'ensablement du chenal: 72.5 m³/an/m.l (zone plus proche au port), 35 m³/an/m.l (à 2 km du port).
 - ✓ Volume d'ensablement moyen des premiers 2 km du chenal: 100.000 m³/an
- La solution aux problèmes d'ensablement que présente le port de Zarzis est la réalisation de dragages périodiques du chenal d'accès au port.

❖ PHASE 2: PRINCIPAUX RÉSULTATS

➤ Concernant l'agitation portuaire

- Houles responsables de l'agitation:
 - ✓ Appontement pétrolier: NNE, NE et E
 - ✓ Intérieur bassin (entrée au port de pêche): ENE, E et ESE
- Avec les conditions actuelles, le port de Zarzis ne présente pas de graves problèmes d'agitation

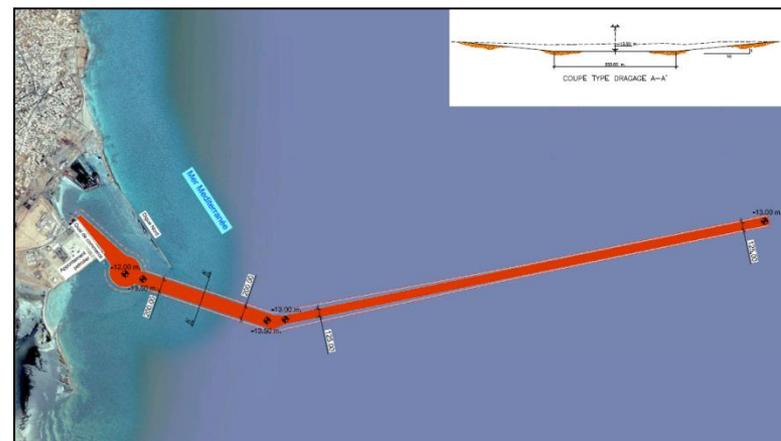
Avec un seuil de $H_s=0,6$ m:

- ✓ Poste pétrolier: inopérativité du 1.83% (480 h/an)
- ✓ Cercle d'évitage: 3.30% (680 h/an)
- ✓ Extrémité du quai adossé à la jetée principale: 0.67% (141 h/an)

❖ PHASE 2: PRINCIPAUX RÉSULTATS

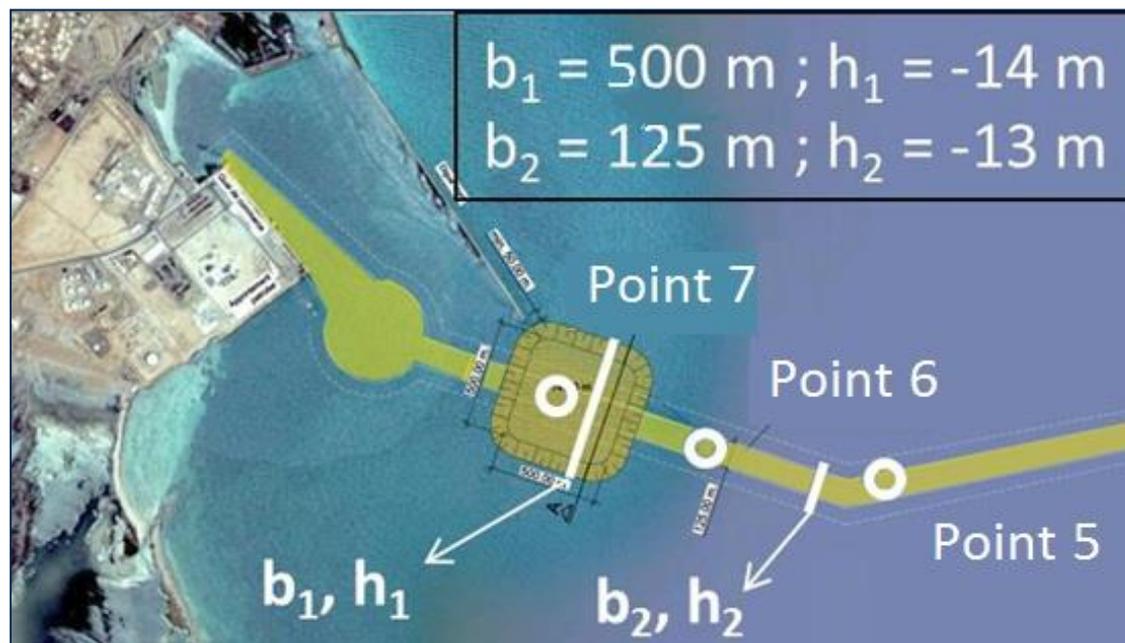
➤ Proposition de variantes à tester

1. Piège de sédiments
2. Dragage «minimal»
3. Dragage profond
4. Dragage large
5. Macro-dragage
6. Dragage variable



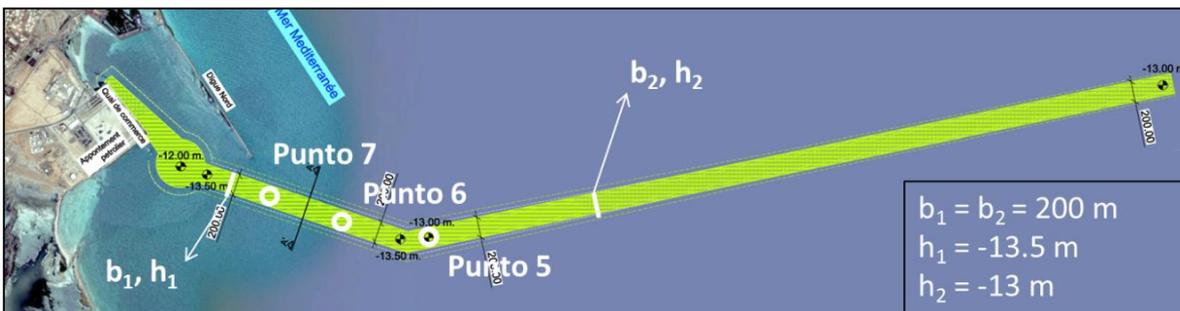
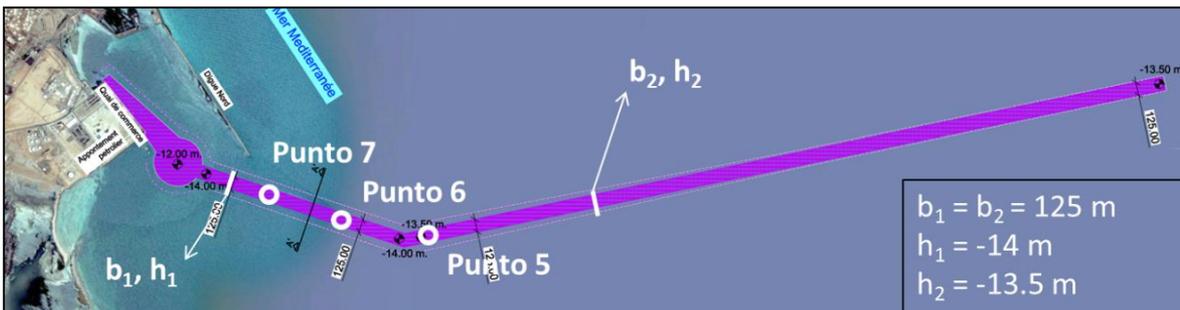
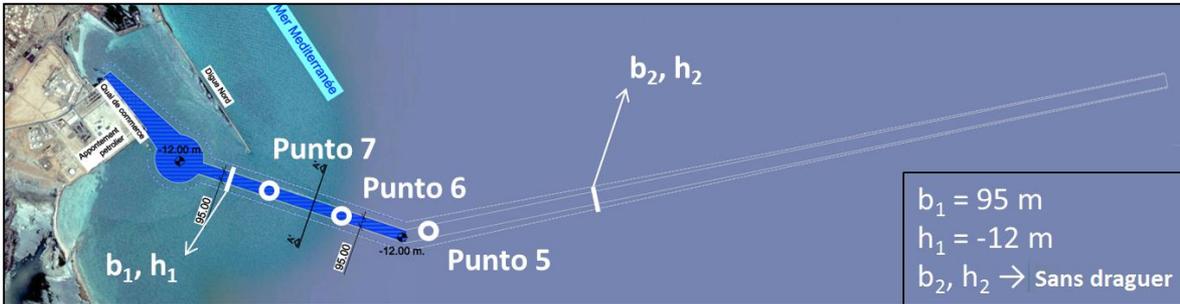
❖ PHASE 3: PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Modélisation des 6 variantes (modèle MEMPITS) → court, moyen et long terme



Alternative 1: Dragage d'un piège de sédiments

❖ PHASE 3: PRINCIPAUX RÉSULTATS

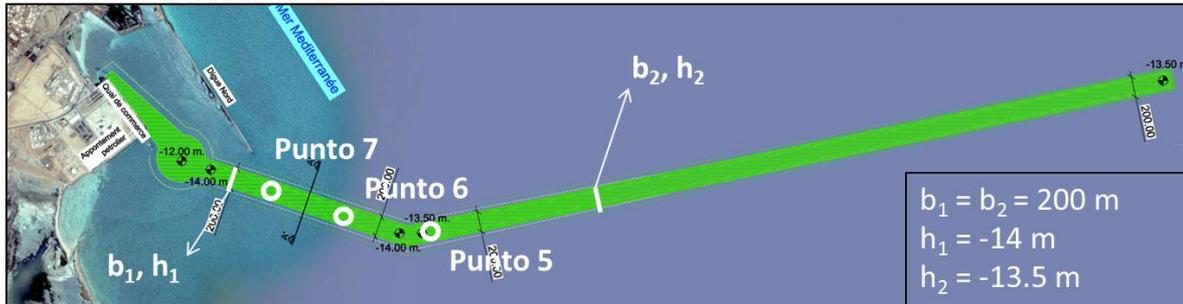


Alternative 2: Dragage minimal

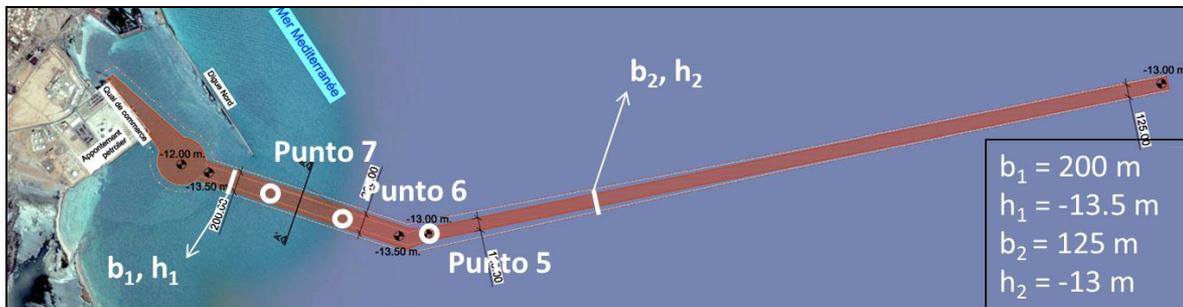
Alternative 3: Dragage chenal étroit et profond

Alternative 4: Dragage chenal large et moins profond

❖ PHASE 3: PRINCIPAUX RÉSULTATS



Alternative 5: Dragage intensif



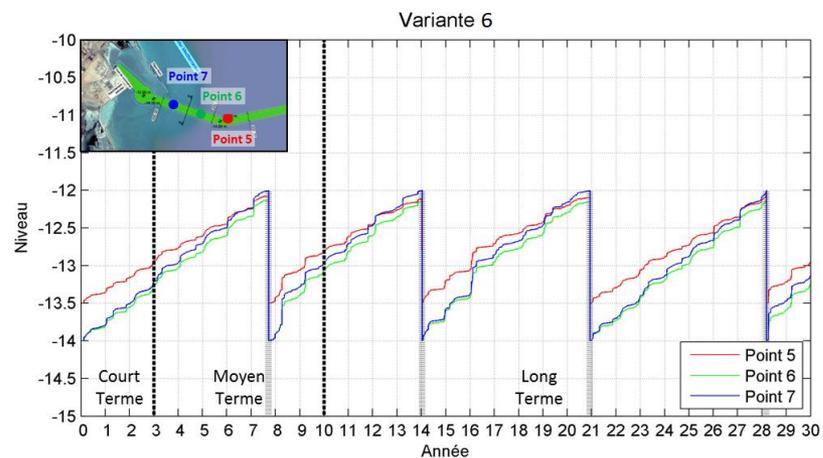
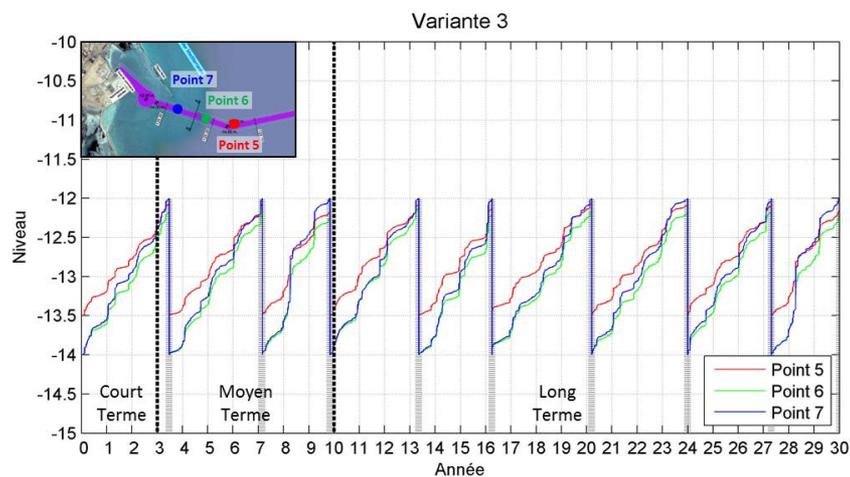
Alternative 6: Dragage progressif

❖ PHASE 3: PRINCIPAUX RÉSULTATS

- À court terme (1-3 ans): alternatives 1 et 2 rejetées
- À moyen (3-10 ans) et long terme (10-30 ans): analyse des alternatives 3 à 6



Alternatives 3 et 6 retenues



❖ CONCEPTION DES DRAGAGES

➤ Volumes de dragage

	VOLUME DE DRAGAGE INITIAL (m ³)	INTERVALLE MOYEN ENTRE DRAGAGES	VOLUME DE DRAGAGE DE MAINTIEN (m ³)	NOMBRE TOTAL DE DRAGAGES DANS LES 30 ANNÉES ANALYSÉES	VOLUME TOTAL DE DRAGAGE DANS LES 30 ANNÉES ANALYSÉES (m ³)
VARIANTE 3 (b=125 m; h ₁ =-14 m; h ₂ =-13,5 m)	5.223.700	3 ans	876.000	10	13.107.700
VARIANTE 6 (b=300 m; h ₁ =-14 m; h ₂ =-13,5 m)	10.128.600	7 ans	2.300.000	5	19.328.600
Situation référence	2.000.000	8 ans	2.000.000	4	8.000.000

➤ Destination des matériaux de dragage

- Rejet à terre: 1,5 millions m³
 - ✓ Distance: 2 Km
- Rejet au large: reste du volume
 - ✓ Distance 10 Km



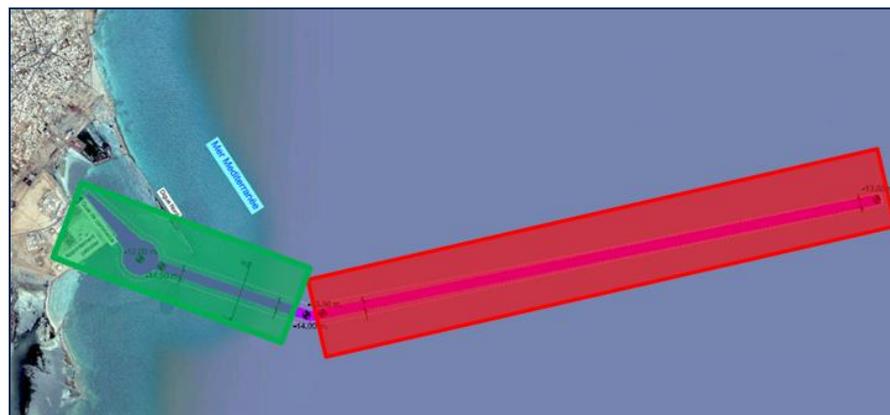
❖ CONCEPTION DES DRAGAGES

➤ Équipements proposés pour le dragage

1) Drague stationnaire avec désagrégateur-dérocteur (CSD)



- ✓ Puissance: 1.300 kW
- ✓ Capacité de dragage effectif : 700 m³/heure
- ✓ Dragage du premier alignement du chenal avec moins de profondeur (<10 m), ainsi que des couches de calcarenite tendre présentes à partir des -13 m.

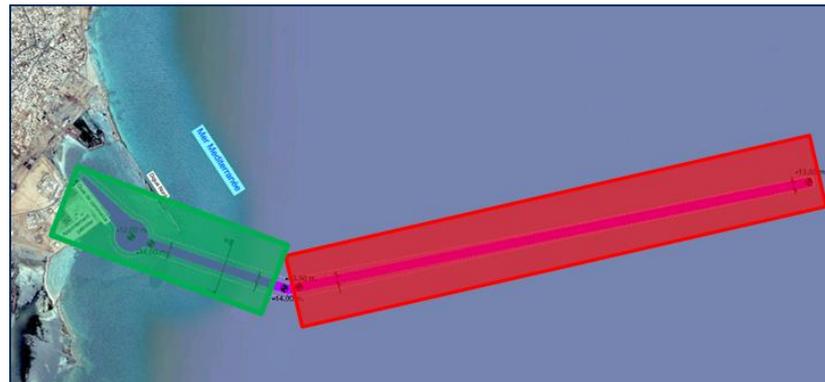


❖ CONCEPTION DES DRAGAGES

➤ Équipements proposés pour le dragage

2) Drague aspiratrice autoportée en marche (TSHD)

- ✓ Capacité: 11.000 m³
- ✓ Dragage initial du reste du chenal et la totalité des dragages intermédiaires.

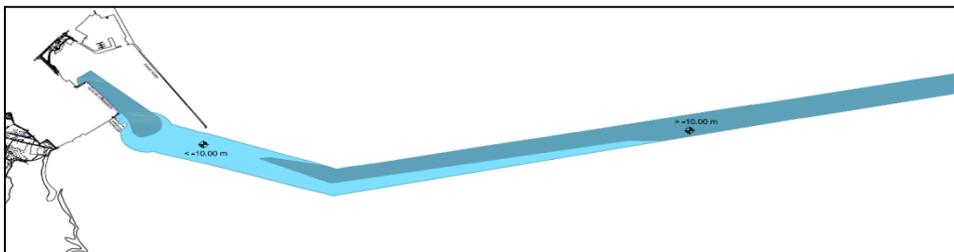


❖ CONCEPTION DES DRAGAGES

➤ Équipements proposés pour le dragage

3) Équipements complémentaires

- ✓ Navette de support
- ✓ Pendant le dragage avec la drague CSD
 - Remorquer
 - Tuyauterie de 2 km
 - Construction enceinte terrestre
 - Si rejet terrestre:
 - Tuyauterie de 2 km
 - Construction enceinte terrestre
 - Si rejet maritime:
 - Barges automotrices de 1.650 m³



❖ CONCEPTION DES DRAGAGES

➤ Résumé

		VOLUME À DRAGUER (m3)					
TYPE DE DRAGUE	TYPE DE REJET	VARIANTE 3		VARIANTE 6		SITUATION DE RÉFÉRENCE	
		Dragage initial	Dragage de maintien	Dragage initial	Dragage de maintien	Dragage initial	Dragage de maintien
CSD	Rejet à terre (tuyaux)	1.500.000	0	1.500.000	0	0	0
	Rejet en mer (barge)	1.300.000	0	3.600.000	0	0	0
TSHD	Rejet en mer (drague)	2.423.700	876.000	5.028.600	2.300.000	2.000.000	2.000.000
TOTAL		5.223.700	876.000	10.128.600	2.300.000	2.000.000	2.000.000

➤ Planning des dragages

	Dragage initial	Dragage intermédiaire
Variante 3	7,5 mois	1 mois
Variante 6	1 an	2 mois
Situation de référence	2,5 mois	2 mois

❖ ÉVALUATION DES VARIANTES

- a) Analyse des **trafics** existants et définition des scénarios de trafic prévisionnels
- b) Estimation des **coûts** de réalisation des variantes (investissement initial, entretien et exploitation)
- c) Analyse des **dépenses et recettes** d'exploitation du port et extrapolation en fonction des trafics prévisionnels
- d) **Analyse financière** des deux variantes
- e) Évaluation de la **rentabilité économique** (coûts – avantages) des deux variantes
- f) Comparaison **multicritère**

❖ CONCLUSIONS

- D'après le bilan d'exploitation du port de Zarzis, les résultats des dernières années sont relativement **faibles** (moyenne de 653.000 DT dans la période 2005-2013).
- Les deux variantes proposées pour améliorer les problèmes d'ensablement du port (variante 3 et variante 6) entraînent de **très grands volumes de dragage** (de l'ordre de 5 millions et 10 millions de m³ respectivement), et en conséquence les coûts de réalisation des dragages sont très élevés et difficiles d'assumer avec les résultats d'exploitation actuels.
- **Du point de vue financier**, aucune variante n'est rentable si le trafic n'augmente pas plus que la situation tendancielle sans restrictions de capacité (Scénario de Trafic 2. Base).
- À partir de l'étude de sensibilité, on obtient que la **variante 6 n'est pas rentable pour l'exploitant** (OMMP) dans aucun des scénarios analysés, en présentant un VNA et un TRI négatifs.

❖ CONCLUSIONS

- Dans le cas de la variante 3, on présente **trois scénarios** dans lesquels cette variante serait rentable à niveau financier pour l'exploitant (OMMP), sans subvention, en présentant un VNA positif et un TRI plus élevé que le taux retenu du 8%:
 - ✓ Scénario V3-Optimiste
 - ✓ Scénario V3 - Tarifs Rentabilité
 - ✓ Scénario V3 - Équilibre (Tarifs +35%)
- D'après le Groupement, le scénario qui serait le moins difficile d'être accompli serait le **scénario V3-Équilibre** (Tarifs + 35%), avec un taux d'actualisation financier du 8%, un taux d'inflation du 4% et un Financement de l'investissement pour le dragage initial qui consisterait en:
 - ✓ 20 millions de dinars financés par l'OMMP sans emprunt et donc sans charges financières.
 - ✓ La partie restante financée par des emprunts étrangers à 15 années, telles que la BEI ou BERD, dans le cadre d'un crédit concessionnel, avec un Taux d'intérêt annuel d'emprunt du 2%.

❖ CONCLUSIONS

- Il faut toutefois remarquer la difficulté de pouvoir atteindre les niveaux de **trafic** requis sans la réalisation d'une campagne commerciale et d'un plan stratégique qui permettent relancer le trafic du port de Zarzis.
- **Du point de vue économique**, aucune variante n'est rentable avec le scénario de trafic prévisionnel Base. Toutefois, la variante 3 avec le **Scénario V3 - Équilibre** (Tarifs +35%) serait rentable ($VNA > 0$ et $TRI > \text{Taux d'actualisation retenue}$).
- En conclusion, les **variantes 3 et 6** ne sont pas rentables ni **financièrement** ni **économiquement** avec le scénario de trafic prévisionnel Base; toutefois la **variante 3** serait rentable aussi bien financièrement qu'économiquement dans le cas du **scénario V3-Équilibre (Tarifs + 35%)**.
- On observe donc que si on atteint l'équilibre entre l'augmentation des trafics et le barème tarifaire qu'on simule dans le scénario V3-Équilibre, le projet serait rentable pour la société sans être subventionné.

❖ CONCLUSIONS

- Le Groupement a observé que la rentabilité du projet dépend beaucoup du **trafic prévisionnel** et des recettes (barème tarifaire), et donc on recommande la réalisation d'une **étude de marché détaillée** finale avant de prendre la décision de réaliser les dragages.
- Il faut souligner que dans le cas où l'OMMP décide d'**abandonner** la réalisation des travaux de dragage au port de Zarzis, l'ensablement du chenal d'accès et de l'entrée du port continuerait à se développer, en obtenant chaque fois de plus petites profondeurs du fond. À moins qu'il y ait un changement des activités à développer dans le port (compatibles avec des navires de plus petit tirant d'eau), ceci provoquerait une diminution du trafic du port, et en conséquence une réduction de son bilan d'exploitation qui actuellement est déjà assez faible, et pourrait arriver même à être négatif. Donc, dans le cas de vouloir maintenir les activités actuelles du port (principalement exportation de sel et importation d'hydrocarbures), il est recommandé de réaliser des travaux de dragage pour pouvoir améliorer les conditions actuelles d'ensablement.

❖ RECOMMANDATIONS ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

1) Études complémentaires dans le cas de réalisation d'un dragage

a) Études techniques:

- Projet de dragage (zone de dragage et de rejet)
- Étude d'Impact Environnemental

b) Campagnes de reconnaissances: levés bathymétriques avant et après tout dragage (contrôle)

c) Suivi environnemental: levé bathymétrique annuel pour analyser l'évolution des profondeurs.

❖ RECOMMANDATIONS ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

2) Étude stratégique de développement du port:

- Étude de marché, dans l'objectif d'identifier les activités à même de développer les activités du port.
 - Analyser les usages plus rentables pour le port (à l'échelle nationale, régionale et internationale)
 - Analyse détaillée du marché de transport de marchandises en Tunisie
 - Identification de nouvelles niches (croisiéristes, voyageurs, etc)
 - Étude de trafic détaillée (marchandises et voyageurs)
- Analyse de l'offre actuelle et future (capacité, installations techniques, équipements, etc)
- Plan d'action à moyen et long terme

❖ TRAVAUX DE DRAGAGE PARTIEL

1° APPROCHE ADOPTEE PAR L'OMMP :

- Assurer un dragage partiel du port de Zarzis à une profondeur de – 11 m Hydro pour assurer les conditions minimale de sécurité nécessaire à l'exploitation du port
- **Profondeurs du dragage partiel :**

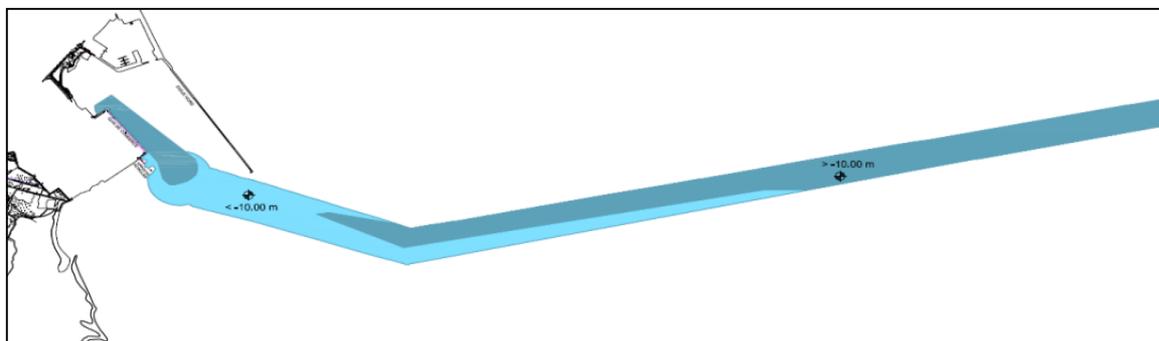
zone	Cote de dragage (m Hydro)
Bassin principal (d'origine à – 12 m)	- 11,00
Bassin pétrolier (d'origine à -10 m)	- 10,00
Cercle d'évitage (d'origine à – 12 m)	- 11,00
Chenal d'accès (d'origine à – 13 m)	- 11,00
Chenal d'accès entre bouées 5/6 et 9/10 (d'origine à – 13,50 m)	- 11,00

❖ TRAVAUX DE DRAGAGE PARTIEL

1° APPROCHE ADOPTÉE PAR L'OMMP (suite) :

- Profondeurs du dragage partiel :

zone	Volume à draguer (m ³)
Bassin principal	47.461,970
Bassin pétrolier	8.333,900
Cercle d'évitage	119.786,400
Chenal d'accès	588.301,300
Quantité totale à draguer	763.883,570



❖ TRAVAUX DE DRAGAGE PARTIEL

2° REFERENCES RELATIVES A L'APPROCHE ADOPTEE PAR L'OMMP :

- Courrier n° 4170 du 23/04/2012 : Requête des professionnels intervenant au port de commerce de Zarzis
- La société civile réclame la réaliser du projet dans les meilleurs délais (exp : article de presse du 27/04/2012 + réunion avec la direction générale au port de Zarzis en date du 01/04/2016)
- C.A N° 246 : annuler l'appel d'offres n° 21/2010 et prendre les dispositions nécessaires pour relancer un nouveau appel d'offres pour réaliser les travaux de dragage partiel.



ديوان البحرية التجارية والموانئ
Office de la Marine Marchande et des Ports

MERCI POUR VOTRE ATTENTION