



Benoit Waeles - Consultant Génie Côtier

Dieppe-Le Tréport – Export Cable Route

Étude des effets hydrodynamiques et hydro- sédimentaires de souilles au travers des dunes D64 et D144

DNV·GL



Rapport d'étude

Siège social

36, quai de la Douane – 29200 Brest – France
Tel : +33 298 44 24 51 – Fax : +33 298 46 91 04
Email : info@actimar.fr – Web : www.actimar.fr

ACTIMAR
Au service de la mer



Suivi des modifications

Version	Modifications	Rédacteurs	Date
V1.0	Volet 1 : Création du document	Laurent Leballeur Françoise Girard Benoît Waeles	01/02/2017

Liste de diffusion

Destinataire	Organisme
Jacques de Parscau Pierre Heraud	DNV-GL

Sommaire

1. CONTEXTE	4
2. EFFETS SUR LES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES.....	6
2.1 CONDITIONS DE COURANTS	6
2.2 CONDITIONS DE VAGUES	7
3. EFFETS SUR LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE ET LA MORPHODYNAMIQUE DES DUNES.....	10
3.1 FLUX SEDIMENTAIRES	10
3.2 ECHELLES DE TEMPS DE COMPLEMENT DES SOUILLES.....	10
3.3 MORPHODYNAMIQUE DES DUNES	13
4. REFERENCES	14

1. CONTEXTE

Pour anticiper des mouvements de dunes qui peuvent être conséquents, RTE prévoit de draguer localement les fonds avant la dépose du câble. Il s'agit des tronçons qui coupent les dunes D144 (KP144) et D64 (KP12).

Caractéristiques des seuils :

Les seuils sont globalement orientés Nord-Sud et coupent les crêtes de dune avec un angle de $\sim 45^\circ$.

Pour chacune des seuils la largeur du plancher est de 15 m. De part et d'autre des pentes de 15° sont considérées pour rejoindre le terrain naturel.

Un creusement de 3m est considéré pour la seuille qui coupe la dune D64 (KP12), et la largeur du plafond de la seuille est d'environ 35 m (Figure 1-1).

Un creusement de 3m est considéré pour la seuille qui coupe la dune D144 (KP19), et la largeur du plafond de la seuille est d'environ 75 m (Figure 1-2).

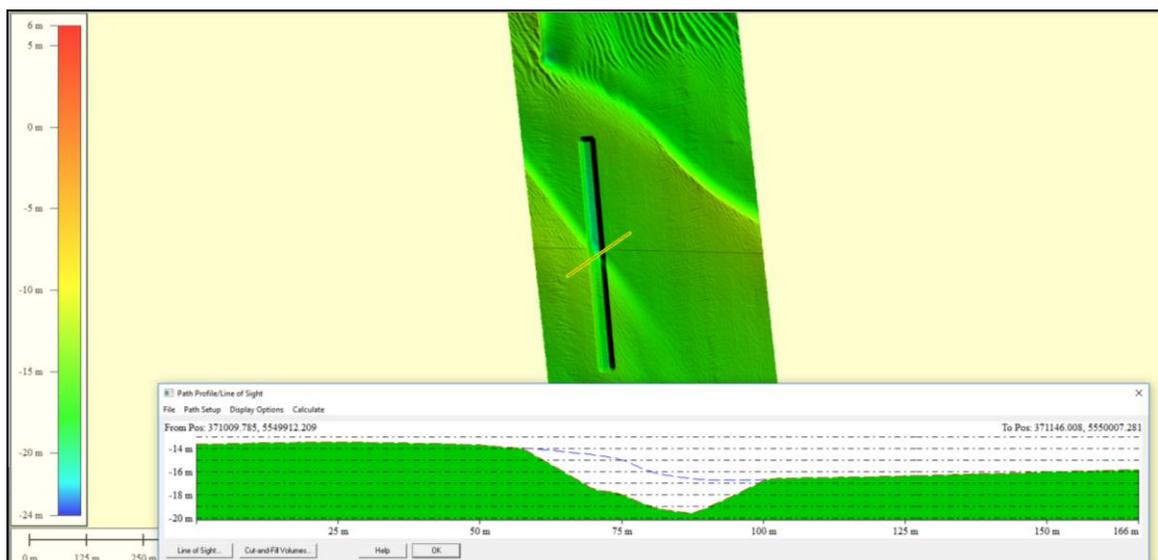


Figure 1-1 : visualisation de la seuille au niveau de la dune D64 (KP12). La localisation de la coupe transverse est indiquée par un trait jaune sur la carte bathymétrique. Le trait pointillé bleu sur la coupe montre les fonds avant dragage.

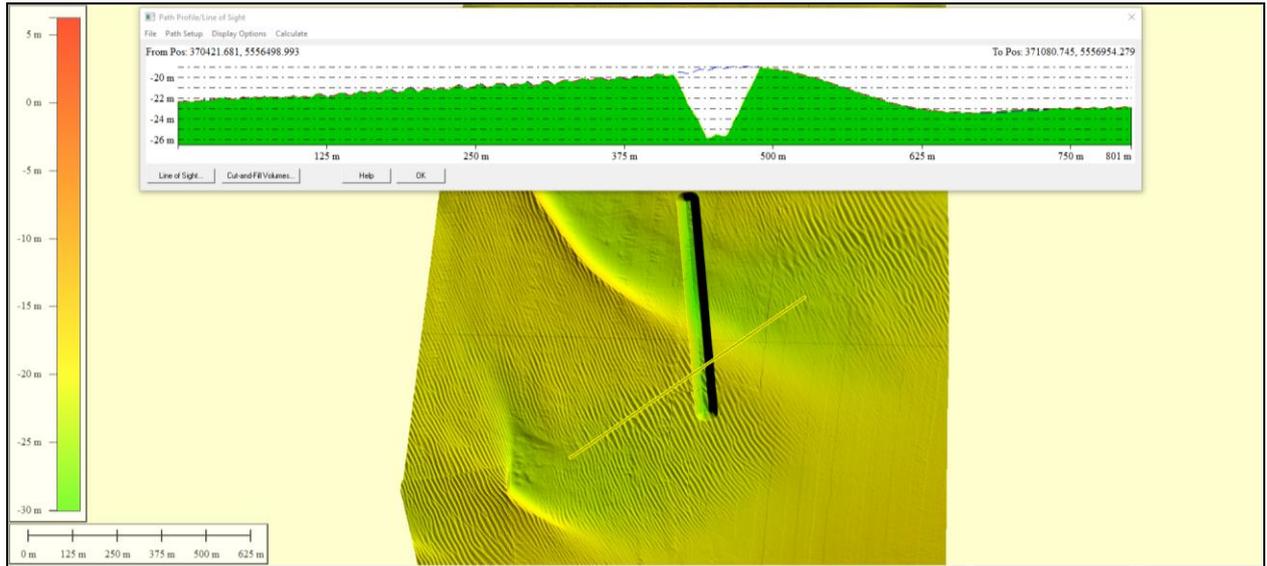


Figure 1-2 : visualisation de la souille au niveau de la dune D144 (KP19). La localisation de la coupe transverse est indiquée par un trait jaune sur la carte bathymétrique. Le trait pointillé bleu sur la coupe montre les fonds avant dragage.

2. EFFETS SUR LES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

2.1 CONDITIONS DE COURANTS

Les effets des creusements des 2 seuils ont été évalués à l'aide d'une modélisation TELEMAC des états initial et aménagé, pour une marée de vive-eau (coef. 95)

Il n'y a pas de modification sensible des conditions de courant en dehors des seuils, même au moment des maxima de flot lorsque les courants sont les plus intenses. En effet les différentiels de courant restent toujours inférieurs à 0.02 m/s en dehors de la seuil alors que l'intensité du courant est de l'ordre de 0.6-07 m/s ; soient des écarts de moins de 3% en dehors de la seuil.

A l'intérieur de la seuil, les diminutions d'intensité de courant sont de l'ordre de 10% pour la seuil de la dune D64 (Figure 2-1) et 15-20% pour la seuil de la dune D144 (Figure 2-2) qui est plus profonde.

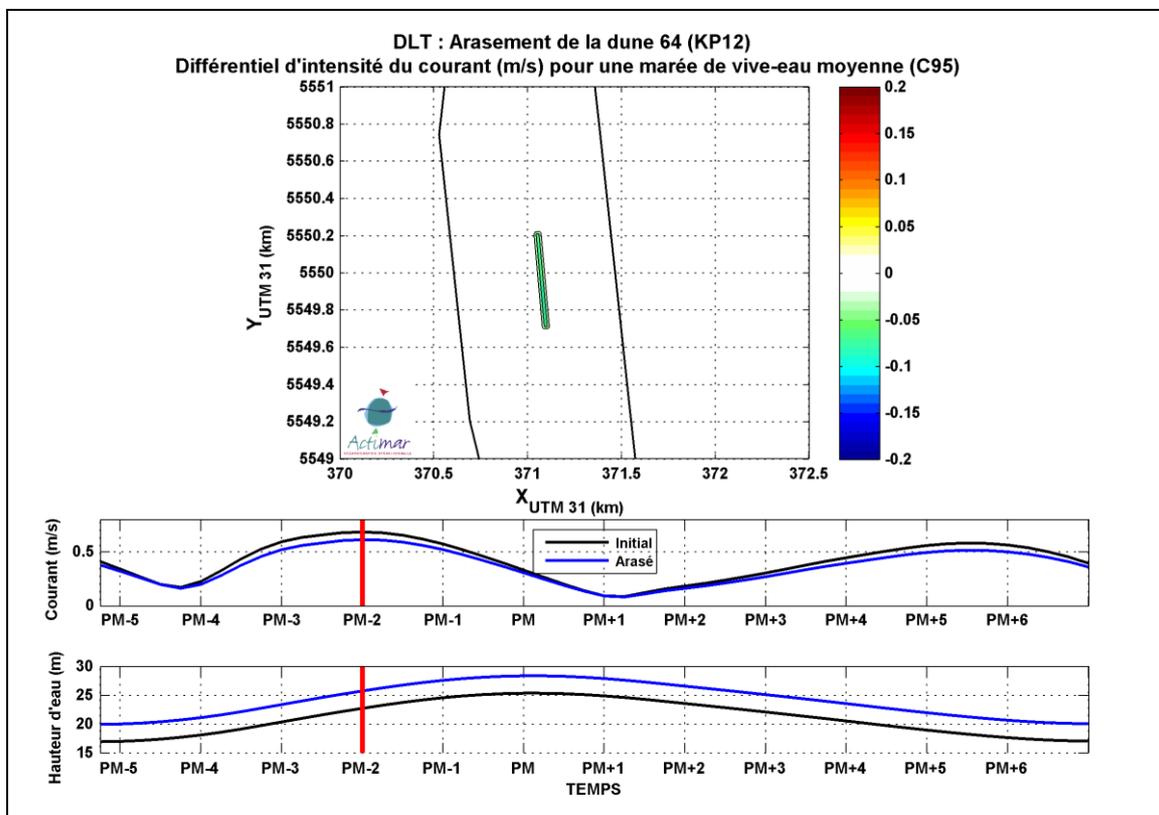


Figure 2-1

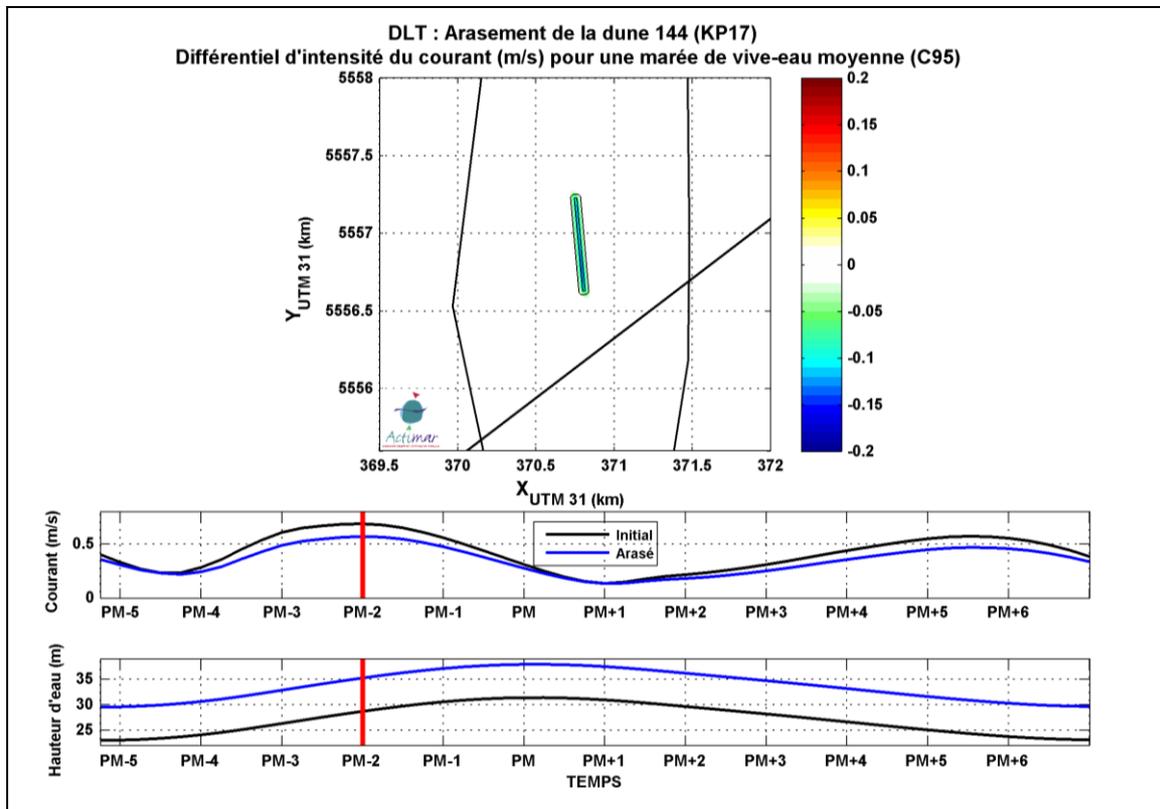


Figure 2-2

2.2 CONDITIONS DE VAGUES

Les modifications des conditions de vagues ont été calculées à l'aide du modèle TOMAWAC des états initial et aménagé, pour :

- Deux niveaux de marée de coef. 95 : pleine-mer (PM) et basse-mer (BM)
- Une condition de vague de période de retour environ annuelle : H_s (hauteurs significatives) de l'ordre de 4m à BM et 4.3m à PM.

Les modifications sont plus marquées à BM avec des écarts de H_s , à l'intérieur de la seuille, jusqu'à 0.25 m (soit environ 5% des H_s).

Les résultats des simulations ne montrent pas de modification de H_s de plus de 0.1 m (soit 2-3% des H_s) dès lors qu'on s'écarte à plus de 100 mètres de la seuille, que ce soit à BM (Figure 2-5 et Figure 2-5) ou à PM (Figure 2-6 et Figure 2-6).

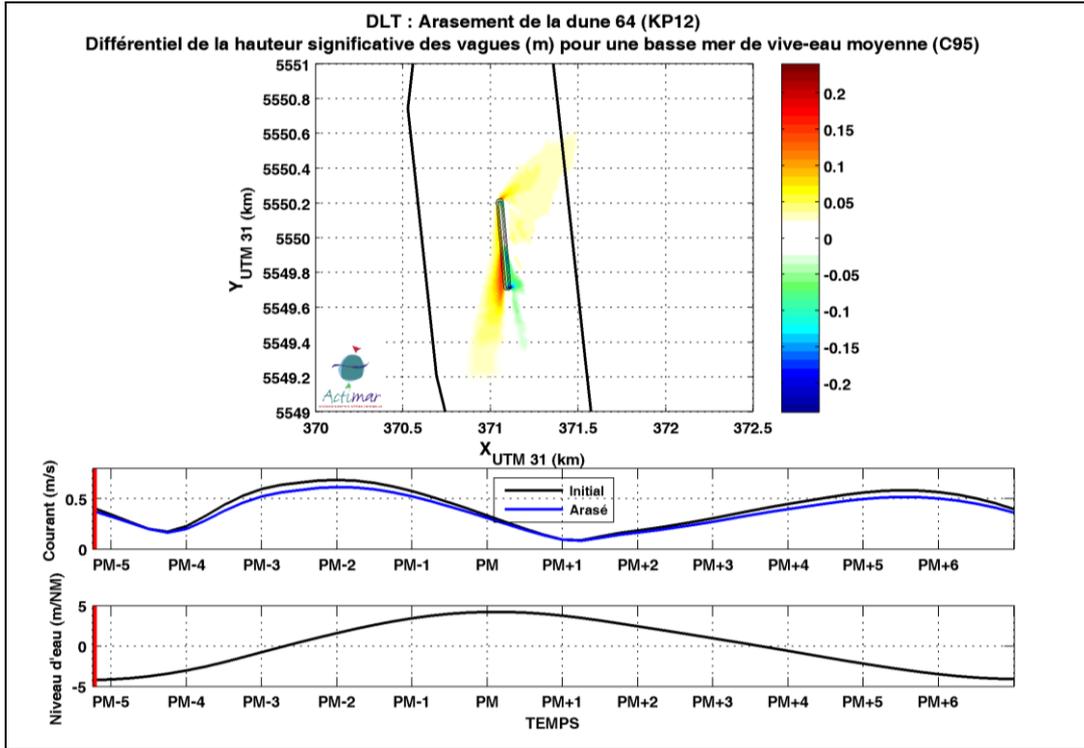


Figure 2-3

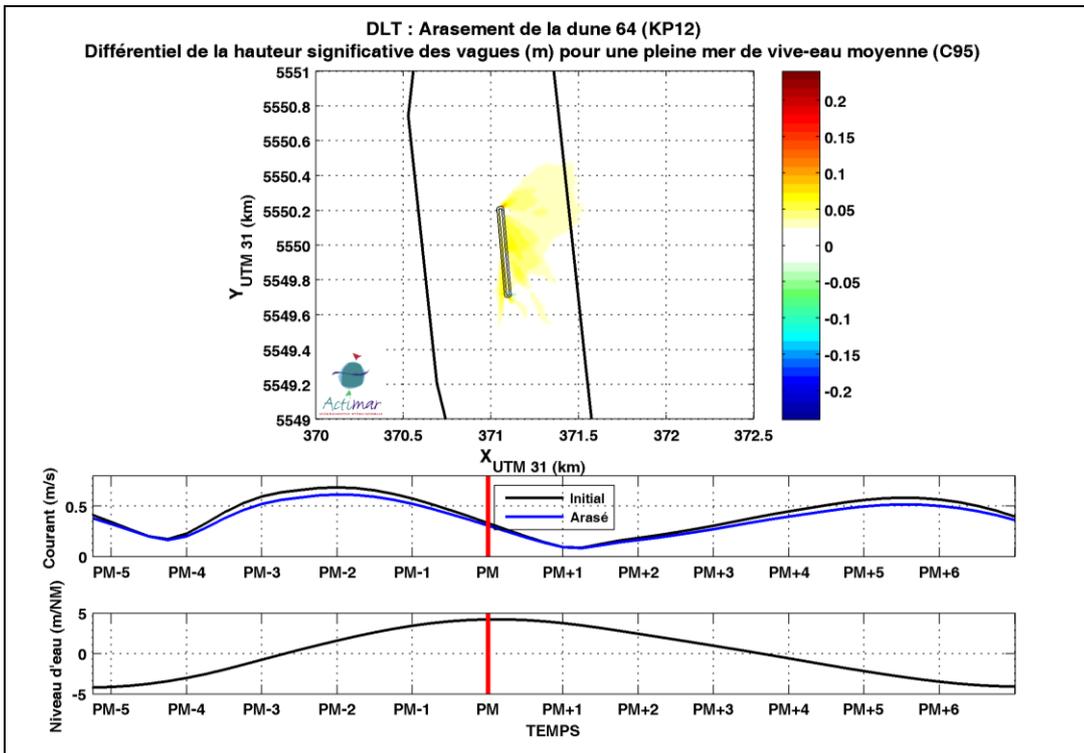
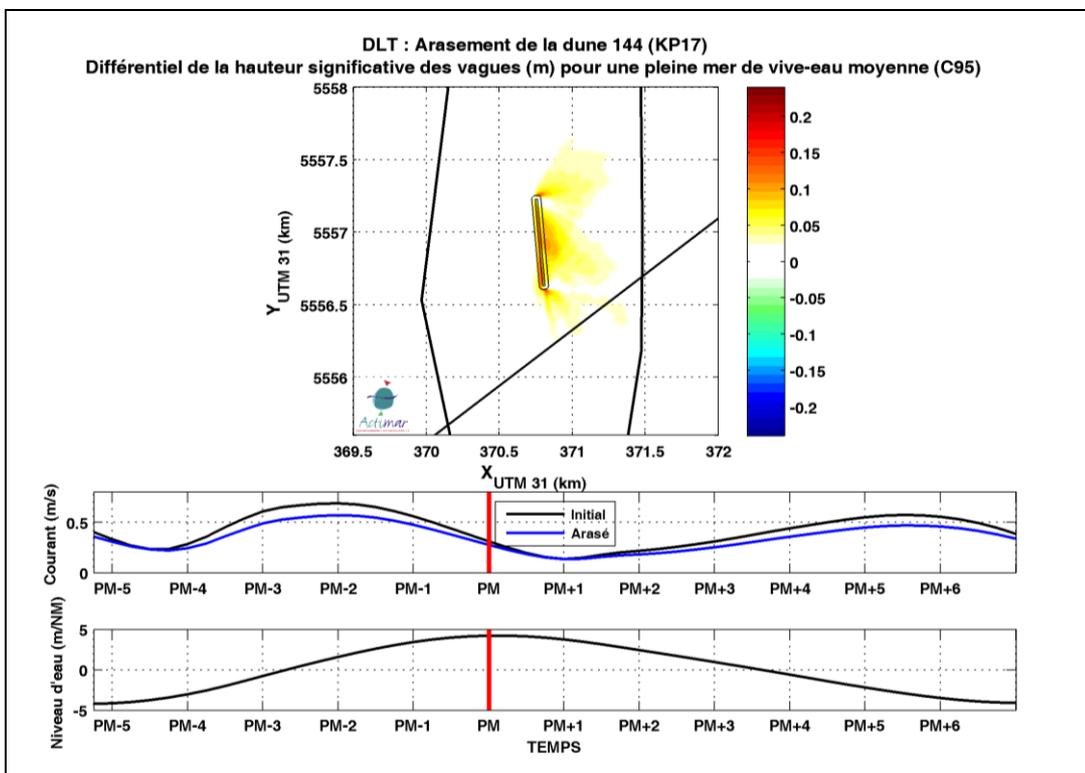
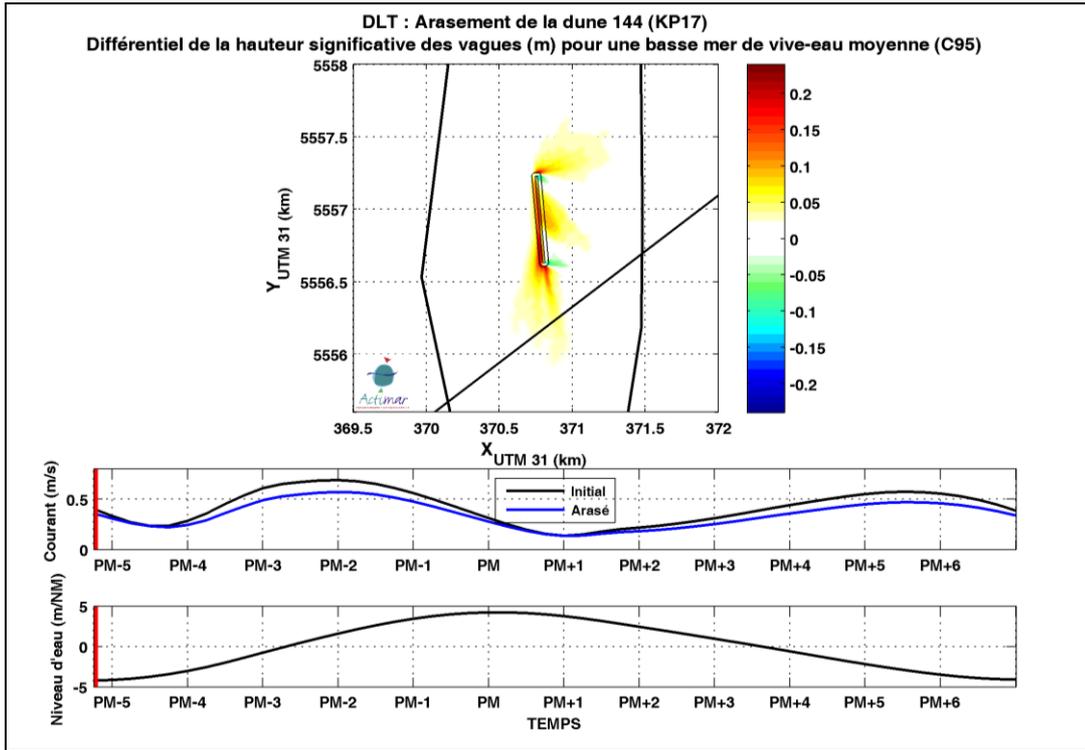


Figure 2-4



3. EFFETS SUR LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE ET LA MORPHODYNAMIQUE DES DUNES

3.1 FLUX SEDIMENTAIRES

Les résultats des modélisations hydrodynamiques indiquent que les modifications (qui seront globalement très faibles) sensibles des conditions de courant et de vagues se limiteront à la souille (plancher de 15 m de large et pentes de 15° de part et d'autre) ou à ses abords très proches (moins de ~50 mètres).

En conséquence, il n'y aura pas de modification des schémas de transport sédimentaire, que ce soit à l'échelle régionale ou même à l'échelle des dunes. En effet, les distances caractéristiques transverses et latérales (i.e. les longueurs de crêtes) de ces morphologies sableuses sont de plusieurs centaines de mètres.

Localement, au niveau des souilles, les flux solides vont diminuer sensiblement. Cette diminution locale, que ce soit en flot ou en jusant, va entraîner des dépôts dans la souille qui va se combler au fur et à mesure. Les vitesses de comblement sont évaluées dans la section suivante.

3.2 ECHELLES DE TEMPS DE COMPLEMENT DES SOUILLES

La méthode utilisée est celle préconisée par Soulsby (1997) qui consiste à quantifier des flux de dépôt, pour différentes conditions hydrodynamiques, à partir de la diminution de capacité de transport solide entre l'extérieur et l'intérieur de la souille. Les calculs de flux solides sont réalisés en appliquant la formulation de Soulsby-van Rijn (1997) qui tient compte des contributions du courant et des vagues.

La diminution de capacité de transport entre l'extérieur et l'intérieur de la souille résulte d'une diminution conjointe :

- de l'intensité du courant, par continuité (conservation du débit) entre l'extérieur et l'intérieur de la souille,
- des vitesses orbitales sur le fond liées au passage des vagues, la profondeur étant plus importante dans la souille.

A partir des résultats des modélisations courantologiques (courants et hauteurs d'eau), les gradients de flux solides ont été calculées pour un ensemble de combinaisons (marée 95 +

vagues) en supposant que les hauteurs de vagues ne sont pas sensiblement modifiées au passage de la souille.

Pour chaque phase de marée (flot ou jusant), un ensemble de 11 conditions hydrodynamiques a été considéré, pour des Hs jusqu'à 5.5 m et un pas de 0.5 m. La distribution statistique de chaque classe de Hs a alors été considérée pour calculer des taux de dépôts annuels moyens. Le coefficient de la marée simulée étant de 95, on considère que l'ensemble des conditions hydrodynamiques représente la moitié des conditions hydrodynamiques possibles (marées de coef. 70 à 120), soient ~350 marées par an.

Les résultats des calculs sont synthétisés, pour chaque dune, dans les tableaux suivants :

Classe de Hs	Nombre de marées de vive-eau par an	Dépôt annuel moyen en flot (en cm)	Dépôt annuel moyen en jusant (en cm)
[0-0.5] m	82.4	8.5	1.4
[0.5-1] m	103.6	10.7	1.7
[1-1.5] m	68.6	7.1	1.1
[1.5-2] m	42	4.3	0.7
[2-2.5] m	24.8	2.8	0.7
[2.5-3] m	14	2.6	2.2
[3-3.5] m	7.7	1.7	2
[3.5-4] m	3	4.1	4.9
[4-4.5] m	1.3	5.5	8
[4.5-5] m	0.5	3.2	4.6
[5-5.5] m	0.15	1.1	1.9

Tableau 3-1 : Dune D144

Soit pour la dune D144 un dépôt annuel moyen de ~0.8 m, avec une répartition entre les flots et les jusants de 0.5 m et 0.3 m.

L'échelle de temps de comblement de la souille (de 6.5 m de profondeur) au niveau du KP19 est donc évaluée à 10-15 ans.

Classe de Hs	Nombre de marées de vive-eau par an	Dépôt annuel moyen en flot (en cm)	Dépôt annuel moyen en jusant (en cm)
[0-0.5] m	82.4	10.6	1.8
[0.5-1] m	103.6	13.3	2.2
[1-1.5] m	68.6	8.9	1.5
[1.5-2] m	42	5.6	1.2
[2-2.5] m	24.8	4.6	1.8
[2.5-3] m	14	6.1	2.8
[3-3.5] m	7.7	4.6	2.4
[3.5-4] m	3	9.5	9.5
[4-4.5] m	1.3	9.5	8.9
[4.5-5] m	0.5	5.3	5.1
[5-5.5] m	0.15	1.9	1.8

Tableau 3-2 : Dune D64

Soit pour la dune D64 un dépôt annuel moyen de ~1.2 m, avec une répartition entre les flots et les jusants de 0.8 m et 0.4 m.

L'échelle de temps de comblement de la souille (de 3 m de profondeur) au niveau du KP12 est donc évaluée entre 2 et 5 ans.

3.3 MORPHODYNAMIQUE DES DUNES

Une analyse approfondie de la dynamique des dunes (Actimar, 2006) sur le secteur d'étude, reprenant notamment les travaux de Ferret (2011), indique que les dunes subissent des phases de d'arasement partiel en condition de forte tempête, avec des écrêtements qui peuvent atteindre le mètre. Les modélisations réalisées montrent également clairement des phases de régénération, avec des crêtes qui sont « remontées » sous l'action du courant et de vagues.

D'autre part, le phénomène morphodynamique de « saturation » des hauteurs de dunes est classique, avec une hauteur de dune qui varie globalement entre $0.1h$ et $0.3h$ (Nemeth, 2003 in de Vriend, 2003), h étant la hauteur d'eau, en fonction des conditions hydro-sédimentaires. A noter que pour les dunes D144 et D64 ce rapport est de l'ordre de 0.2 à 0.25.

C'est-à-dire qu'en dehors des événements de forte énergie des vagues, les conditions hydrodynamiques tendent toujours à faire accréter le profil de dune vers une morphologie d'équilibre qui est contrainte par un phénomène morphodynamique de saturation.

Le creusement d'une souille (dont le volume est très faible en comparaison du volume global de la dune) n'apparaît pas en mesure de contrarier la tendance naturelle de régénération de la crête par processus hydro-sédimentaires. A noter que le disponible sédimentaire à l'échelle de chaque dune ne sera pas modifiée puisque les sédiments dragués seront dispersés à l'avancement depuis la drague et déposés jusqu'à ~100 mètres de part et d'autre de la souille (advection latérale par un courant moyen de ~0.3 m/s d'un grain qui chute à 0.1 m/s dans 30 mètres d'eau). On peut par ailleurs mentionner des suivis de dunes qui ont été largement draguées (sans commune mesure avec une souille très localisée dans notre cas) pour des besoins de navigation et qui retrouve leur hauteur d'équilibre (ou de saturation) après environ 10 ans (Knaapen, 2002).

4. REFERENCES

ACTIMAR et B. Waeles, 2006. Raccordement du site DLT. Etude de la mobilité des dunes sous-marines. NT Actimar du 29/09/2016.

Ferret Y., 2011. Morphodynamique de dunes sous-marines en contexte de plate-forme mégatidale (Manche orientale) : approche multi-échelles spatio-temporelles. Thèse de doctorat de l'Université de Rouen.

Knaapen M.A.F. and Hulscher S.J.M.H., 2002. Regeneration of sand waves after dredging. Coastal Engineering 46 (2002) 277–289.

Soulsby R., 1997. Dynamics of marine sands.

De Vriend, H.J., 2003. Sand Waves and Tidal Ridges. Lecture notes, summer school on morphodynamics, Renesse, Netherlands, June 2003.
