

ETAT DE LA BANQUE DE DONNEES MARITIMES, MOYENS PERMETTANT DE LES SUIVRE ET RESULTATS D'UNE CAMPAGNE DE SUIVI DU NIVEAU DE LA MER DANS SEPT PORTS EN TUNISIE

Rafik BENCHARRADA : Docteur Ingénieur- Gérant du bureau d'études IHE

Hayet ZINE EL ABIDINE : Directeur des Ports Maritimes à la Direction Générale des Services Aériens et Maritimes Ministère de l'Equipeement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire

Jamel TEBIB: chef de service à la Direction Générale des Services Aériens et Maritimes Ministère de l'Equipeement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire

RESUME : Suite à certains problèmes constatés au niveau de la conception des ouvrages maritimes, la DGSAM a réalisé une première mission qui consiste à étudier l'état actuel de la banque de données maritimes et à définir ses insuffisances et la meilleure procédure permettant d'obtenir une banque de données fiables. Il a été conclu qu'il y a une insuffisance de données maritimes. Un réseau de suivi et d'observation de ces données a été ainsi proposé. Il consiste à installer un réseau de 7 marégraphes dans sept ports pour le suivi du niveau de la mer et 8 houlographes - courantomètres pour le suivi des courants et de la houle au large des côtes tunisiennes.

Conscient de la nécessité et de l'urgence d'un tel programme, la DGSAM a réalisé une première action qui consiste à suivre le niveau de la mer dans les 7 ports. Le suivi a été réalisé par des observations visuelles sur des échelles de marée pendant la période allant du 15 Février 2005 au 15 Mai 2005. Cette action a permis d'évaluer les principales caractéristiques hydrographiques se rapportant au niveau de la mer dans les sept ports concernés.

ABSTRACT: Following certain problems noted on the level of the design of the maritime works, the DGSAM carried out a first mission which consists in studying the current state of the bank of maritime data and to define its insufficiencies and the best procedure making it possible to obtain a bank of reliable data. It was concluded that there is an insufficiency of maritime data. A network of follow-up and observation of the maritime data was then proposed. It consists in installing 7 marigraphs in seven ports for the follow-up of the sea level and 8 houlographes - currentmeters for the follow-up of the currents and the swell off the Tunisian coasts. Conscious of the utility and the urgency of such a program, the DGSAM carried out the first action which consists in following the sea level in the 7 ports. The follow-up was carried out by visual observations on scales of tide for the period going from February 15, 2005 to May 15, 2005. This action enabled us to evaluate the principal hydrographic characteristics referring to the sea level in the seven ports concerned.

تشخيص حالة بنك المعطيات البحرية وطريقة متابعتها مع نتائج حملة متابعة مستوى البحر بسبعة موانئ تونسية

ملخص: نتيجة لبعض المشاكل التي لوحظت في مستوى دراسة المنشآت البحرية، قامت الإدارة العامة للمصالح الجوية والبحرية بمهمة تتمثل في تشخيص حالة المعطيات البحرية وبالتالي التعرف على طريقة متابعتها قصد الحصول على بنك معطيات دقيقة وتفي بالحاجة.

وإثر هذه الدراسة، استنتج أنه هناك نقص في بنك المعطيات المتعلقة بالعوامل الجوية فوق اقتراح تركيز شبكة تتكون من 7 آلات قياس المد والجزر بسبعة موانئ و 8 آلات لقياس التمدج وقياس التيارات البحرية قصد متابعة هذه المعطيات بمناطق البحر العميقة. وإيماناً من ضرورة الإسراع في الشروع في هذا البرنامج، قامت الإدارة العامة للمصالح الجوية والبحرية بعملية تتمثل في متابعة مستوى البحر بسبعة موانئ تونسية من الفترة الممتدة من 15 فيفري 2005 إلى 15 ماي 2005. وهذه المتابعة مكنت من التعرف على الخصائص الهيدروغرافية المتعلقة بمستوى البحر في هذه السبعة موانئ.

1 INTRODUCTION

Dans cet article nous présentons deux parties:

Partie I: Il s'agit d'un diagnostic sur les données disponibles relatives au niveau de la mer, aux différents phénomènes oscillatoires à petites périodes (vagues, houles, seiches, agitations, clapots, etc.) et à la dynamique sédimentaire côtière. Un programme de suivi des données relatives au niveau de la mer et à la houle par un réseau de marégraphes dans les ports et de houlographes au large du littoral tunisien sera proposé.

Partie II: La deuxième partie concerne les résultats d'une campagne de suivi du niveau de la mer dans sept ports pour une durée de 3 mois au cours de l'année 2005.

Partie I: Etat actuel de la banque des données maritimes et moyens permettant leur collecte

1. UNE BANQUE DES DONNEES MARITIMES INSUFFISANTES

Les études maritimes exigent la maîtrise de plusieurs facteurs climatologiques, océanographiques et bathymétriques. Ces différentes données doivent être recueillies dans un espace plus large que la zone directement touchée par le projet. Elles peuvent être subdivisées en trois catégories: données physiques ; données météorologiques et données maritimes. Ces dernières peuvent être classées en quatre groupes à savoir : Le niveau de la mer, les courants, les vagues et les phénomènes oscillatoires induits (houle, seiche, agitation, clapots, etc.) et le transport sédimentaire.

Le niveau de la mer : La première composante influençant le niveau de la mer est la marée astronomique. Seule cette donnée dispose d'informations relativement fiables grâce aux publications périodiques de l'annuaire des marées sur le port de référence de Sfax (à l'échelle de la Méditerranée) et sur d'autres ports rattachés (La Goulette, Gabès et Zarzis) Cependant les données relatives aux coefficients de correction données sur les heures et sur les amplitudes sont anciennes et elles nécessitent, de ce fait, une mise à jour. La deuxième composante importante influençant le niveau est la sur-côte / dé-côte induites par le vent. Pour ce paramètre, on ne dispose pas de mesures fiables et les données existantes ne sont que des estimations faites à partir du régime du vent

Les courants : on ne dispose pas de système de suivi sur une longue période permettant de caractériser les différents types de courants (courants généraux, courants littoraux, courants de marée, courants de houle) mise à part des enregistrements de courte durée effectués à Sousse et à Djerba.

La houle : on ne dispose que d'observations à caractère visuel. En ce qui concerne les informations provenant d'enregistrements de houles, il semble que seuls ceux qui ont été faits au sud de Sousse, et ceux réalisés sur les côtes nord-est de Djerba soient utilisables, car ces mesures ont été faites pendant plus d'un an et ont été associées à des mesures visuelles. Mis à part ces données, il n'y pas de données fiables.

Les transports solides littoraux : Etant donnée l'étroite relation entre le transport littoral et les deux paramètres (houle et courant), les données relatives à ce volet restent très limitées. Les données disponibles sont aussi ponctuelles et elles sont collectées en général dans le cadre de projets portuaires ou de protection contre l'érosion côtière. On a constaté l'absence d'évaluation des mouvements des sédiments dans le profil et l'absence de suivi systématique des sédiments à l'intérieur

et aux abords des ouvrages portuaires et dans les zones des ouvrages de protection. La seule campagne comportant des données assez complètes est celle réalisée par l'agence de protection de littoral dans le cadre du projet de protection des côtes nord-est de Djerba. Cette campagne a pu relever des informations, d'une manière continues et durant une année, sur le transit littoral, les matières en suspension et les sédiments du fond.

2. DES OUVRAGES REALISES AVEC DES DONNEES PEU FIABLES

Les données sur les houles peuvent être obtenues soit :

- Par observations directes des houles par le biais de houlographes mis en place sur les fonds marins,
- A partir d'observations des navires, publiés dans l'atlas "Sea and swell" et KNMI.
- Par le biais des statistiques des vents, à partir desquelles les houles sont déterminées par la méthode SMB (SWERDRUP MUNK BRETSCHEIDER)

Les observations de houles à partir de navires océanographiques sont regroupées dans des atlas dont les principaux sont "Ocean Waves Statistics", "Sea and Swell" et l'atlas du "KNMI". Dans ces atlas, les statistiques océaniques d'étendues variables sont regroupées par zones.

Dans "Ocean Waves Statistics", la zone 12 englobe la Méditerranée. Cependant, elle ne peut pas être utilisée pour les côtes tunisiennes car les régimes météorologiques sont très différents d'une partie à l'autre de la méditerranée.

La zone du KNMI, utilisable pour la côte Est Tunisienne, va de la longitude 13' Est à la longitude 16' Est, le nombre d'observations de houles, dans les directions qui intéressent la côte est assez faible pour assurer une bonne exploitation statistique. Cependant, l'atlas "Sea and Swell" a proposé plusieurs zones pour les côtes tunisiennes. La comparaison des statistiques de cet atlas pour la côte Est avec les mesures directes de houles faites au sud et au centre de la côte Est de la Tunisie, et avec le calcul à partir de statistiques des vents montre que les données de l'atlas "Sea and Swell" sont largement supérieures aux autres résultats.

La détermination des houles par la méthode "SMB" nécessite la connaissance:

- des fetchs (longueur de l'étendue des zones sur lesquelles s'exerce l'action du vent),
- des statistiques concernant les vents à la côte.

On a constaté que les méthodes de calcul indirectes utilisées pour la détermination de la houle significative de projet pourraient, en l'absence d'une banque de données maritimes, soit :

-soit aboutir à des valeurs surestimées, ce qui pourrait avoir un impact direct sur le coût du projet.

-soit mener à des valeurs sous-estimées, ce qui engendrerait des dommages élevés au niveau des ouvrages maritimes suite à l'action de tempête.

Ainsi, une parfaite maîtrise des données maritimes pourrait acquitter le maître d'ouvrage de dépenses supplémentaires qui parfois s'avèrent très onéreux.

3. NECESSITE, UTILITE ET JUSTIFICATION DE LA MISE EN PLACE D'UN OBSERVATOIRE DE SUIVI

A la lumière des problématiques exposées précédemment, on peut conclure qu'une banque de données maritimes est indispensable pour tous les aménageurs d'ouvrages maritimes. Cette banque aurait dû être disponible il y a longtemps et c'est le moment de penser à acquérir et à mettre en place les équipements de mesures nécessaires et dont le coût est négligeable en comparaison à celui des projets d'investissements réalisés et projetés.

Cette banque sera exploitée par tous les intervenants. Elle aura inévitablement une plus value en matière de conception, ce qui permet de se rassurer des résultats obtenus.

4. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS PROPOSE

Ainsi un programme est proposé. Il consiste à mettre en place:

- Un système de suivi du niveau de la mer par un réseau de marégraphes fixes installés dans quelques ports tunisiens ;
- Un système de suivi de la houle et des courants par un réseau de houlographes et de courantomètres installés au large de la mer ;
- Un système de suivi des paramètres liés au transport solide et à la stabilité du littoral.

Suivi du niveau de la mer

Le suivi du niveau de la mer sera assuré par un réseau de marégraphes installés dans les ports qui sont répartis sur tout le littoral. Nous définissons ainsi pour chaque zone de marée des ports de référence et des ports rattachés.

Le programme préconisé pour réaliser un suivi global du niveau de la mer comportera :

- Sept marégraphes permanents installés dans sept ports dit '*port de référence*' tels que : * Port de Tabarka ; * Port de La Goulette ; Port de Sousse ; * Port de Mahdia ; *Port de Sfax ; Port de Gabès ; * Port de Zarzis.
- Sept marégraphes pour les autres 52 ports rattachés (ports de commerce, de pêche ou site abris) situés dans les zones de marée relatives à chaque port de référence.

Pour les ports de référence, il a été recommandé le marégraphe à flotteur numérique qui a donné ses preuves en Tunisie et en France.

Pour les sites rattachés, nous aurons le choix entre le marégraphe à capteur de pression ou celui à capteur de quartz.

Suivi de la houle et des courants marins

Contrairement à la marée qui peut être suivie dans les ports (sur la côte), la houle et les courants devraient être suivis au-delà de la ligne de déferlement des vagues. Le suivi comportera un réseau de suivi au large au niveau de l'isobathe -50m et un deuxième réseau de suivi côtier pour les deux golfes de Tunis et celui de Gabès. Ce système de réseaux comportera 8 stations fixes au large réparties comme suit :

- Une station au large de Tabarka qui représente la côte de l'extrême Nord allant de Tabarka à Bizerte ;
- Une station au large du golfe de Tunis qui peut contrôler toutes les côtes du Golfe allant de Sidi Ali El Mekki jusqu'à El Haouria;
- Une station côtière dans le golfe de Tunis qui pourra contrôler directement les côtes de la baie de Tunis allant de Cap Carthage à Ras El Fortas.
- Une station au large du golfe d'Hammamet qui pourra contrôler les côtes allant de Kelibia à Hergla.
- Une station au large du Sahel qui pourra contrôler toutes les côtes du Sahel Central de Hergla jusqu'à la Chebba ;
- Une station au large du golfe de Gabès qui pourra contrôler les côtes des Kerkennah, du Golfe de Gabès et des côtes est de Djerba.
- Une station côtière dans le golfe de Gabès qui pourra contrôler les côtes allant de Mahres à Ajim.
- Une station au large de l'extrême sud qui pourra contrôler la côte allant de Zarzis aux frontières Tuniso-Lybiennes.

Un courantomètre additionnel sera installé dans le canal des Kerkennah qui est considéré comme étant la zone où l'on rencontre les courants de marées les plus importants de toute la Méditerranée.

On aura donc en définitif un programme complet de mesure de la houle et du courant comprenant:

- 6 bouées de mesure (houle et courant) au large au-delà de l'isobathe 50m;
- 2 bouées côtières de mesure de la houle et du courant placés au niveau des isobathes 15-20m dans le golfe de Tunis et dans le golfe de Gabès.
- Un courantomètre pour le canal de Kerkennah;
- 2 Houlographes courantomètres mobiles utilisables pour des courtes périodes et qui seront destinés pour les sites particuliers.

Suivi du transport solide littoral

Ce volet nécessite la mobilisation de moyens humains et financiers importants.

Pour cela, il a été proposé un programme échelonné dans le temps et en 2 étapes :

- Durant une première étape, il est proposé de collecter toutes les données réalisées sur la sédimentologie et de les installer dans une base de données sur un support informatique pour les traiter et les rendre exploitables par les aménageurs du littoral.
- Il serait nécessaire ensuite de programmer un système de suivi systématique complémentaire à l'existant. Douze tronçons de littoral ont été proposés comprenant les zones les plus sensibles et celles comprenant les principaux ouvrages maritimes qui devraient faire l'objet du suivi périodique à différentes échelles annuelles, biannuelles et trimestrielles.

Le Coût total estimatif du programme proposé est l'ordre de 1 200 000 Dinars :

Partie II: Action réalisée : Suivi du niveau de la mer dans sept ports en Tunisie1.

INTRODUCTION

La Direction Générale des Services Aériens et Maritimes a réalisé une action qui consiste à évaluer les caractéristiques du niveau de la mer dans sept ports tunisiens. Le bureau d'études Ingénierie de l'Hydraulique, de l'Équipement et de l'Environnement – IHE a été chargé pour la réalisation de ce projet qui comporte les deux volets suivants :

- Le suivi du niveau de la mer dans les 7 ports par lecture directe sur échelle de marée dûment calée par rapport au système NGT ;
- L'évaluation des caractéristiques hydrographiques de chaque site sur la base des observations réalisées.

Le niveau de la marée a nécessité la mise en place d'un réseau d'observation composé de 21 agents répartis entre les 7 ports. Les observations ont démarré le 15/02/05 et sont achevées le 16/05/05.

Les données d'observation ont été analysées port par port comme suit :

- Analyse préliminaire des données brutes ;
- Correction des données brutes et analyse des données corrigées ;
- Calcul et analyse du niveau moyen de la mer ;
- Calcul et analyse des heures et des niveaux des (PM) et des (BM);
- Analyse des PM et des BM maximales ;
- Analyse de la période de la marée ;
- Analyse des marnages ;
- Analyse de la nature de la marée ;
- Calcul de l'établissement du port ;
- Calcul des constantes harmoniques et prédiction de la marée par modèle;

➤ Calcul des coefficients de concordance.

2. ANALYSE PRELIMINAIRE DES DONNEES BRUTES

La première étape de suivi a consisté à réaliser des observations directes sur site toutes les 20mn pendant le jour et la nuit. Un récapitulatif sommaire des données relevées est présenté dans le tableau suivant :

Port	Niveaux extrêmes observés NGT	Description sommaire des données brutes
Port de Tabarka	Max : +55 cm Min : - 28 cm	Le phénomène de sèches et d'agitations est très remarquable. Par vent nord-ouest, les agitations peuvent atteindre des Par mer agitée, les agitations masquent totalement la marée; La marée n'est remarquable que par temps calme ;
Port de La Goulette	Max : +45 cm Min : - 24 cm	Des ondulations du bassin et des seiches sont remarquables; La marée astronomique est bien remarquable ; La marée est masquée par les agitations seulement par vents forts Deux PM et deux BM sont appréciables chaque jour.
Port de Kélibia	Max : + 33 cm Min : -17 cm	Le port est sous l'effet d'agitations ; La marée astronomique est à peine détectable ; Deux PM et deux BM sont appréciables en VE par temps calme.
Port de Sousse	Max : + 32cm Min : - 38cm	La marée astronomique n'est pas remarquable Effet important de la pression atmosphérique sur le (NM) Deux PM et deux BM sont appréciables que VE par temp calme.
Port de Sfax	Max : +100cm Min : - 93cm	La marée astronomique est très remarquable ; Le marnage des mortes eau est très faible comparé. Deux PM et deux BM sont appréciables chaque jour ; le zéro hydrographique connu de -0.99 m NGT a été atteint seulement le 11/2/05 et 12/02/05.
Port de Gabès	Max: +112cm Min: - 110 cm	La marée astronomique est très remarquable ; Le marnage des mortes eaux est très faible. Deux PM et deux BM sont appréciables chaque jour. La PM du jour est plus importante que celle de nuit; le zéro hydrographique connu qui est de -1.19 m NGT a été atteint comme pour Sfax seulement le 11/2 et 12/02/05.
Port de Zarzis	Max: +73cm Min: -71cm	La marée astronomique est très remarquable ; Deux PM et deux BM sont appréciables chaque jour ; le zéro hydrographique connu qui est de -0.63 m NGT a été atteint plusieurs fois autres que les deux dates exceptionnelles

3. CORRECTION DES DONNEES BRUTES

Pour éviter l'effet de bruit du aux fluctuations de petites périodes (clapotis, seiches, agitation, etc...), les données brutes ont été corrigées par modèle numérique. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant:

Port	Résidu moyen - cm	Résidu max - cm	Résidu min - cm	Remarques
Port de Tabarka	-0.09	37,61	-43.63	Agitation de 81 cm contre un marnage astronomique de l'ordre de 30cm.
Port de La Goulette	0,44	27,00	-25,16	Agitation de 52 cm contre un marnage astronomique max de l'ordre de 30cm.
Port de Kélibia	-0.17	24,76	-18,48	Agitation de 43,24 cm contre un marnage astronomique de 17cm
Port de Sousse	3.00	30.05	-26.80	Agitation de 56,80 cm par contre un marnage de l'ordre de 23cm
Port de Sfax	0,5	53,60	-63,99	Agitation de 116cm qui est inférieure au marnage maximal de 164 cm.
Port de Gabès	1,12	131	-138	Agitation max. de 140 cm qui est inférieure au marnage de 160 cm
Port de Zarzis	-0,058	61,95	-38,59	Agitation de 100 cm contre un marnage astronomique de 86cm ;

4. NIVEAU MOYEN NM, PLEINES MERS PM ET BASSES MERS BM

A partir des données corrigées, nous avons calculé, les niveaux moyens journaliers et mensuels ainsi que les PM et BM. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant:

Niveaux moyens, Pleines Mers et Basses Mers

Port	NM journalier	NM journalier	NM journalier	Pleines Mers max		Basses Mer Min	
	Max Cm NGT	Min Cm NGT	Moyen Cm NGT	Date	Niveau Cm NGT	Date	Niveau Cm NGT
Tabarka	26,54	8,08	19.2	25/02/05	38,26	11/03/05	-6,10
La Goulette	20,29	4,00	13,6	26/02/05	32,59	08/04/05	-9,67
Kélibia	13,35	-3,68	6,84	26/02/05	20,48	07/04/05	-10,08
Sousse	2.45	-16.73	-5.64	23/04/05	12,80	11/03/05	-25,90
Sfax	14.17	-0.75	6.66	26/03/05	87,26	8/04/05	-75,80
Gabès	7.59	-17.24	-4.12	11/03/05	91,14	12/03/05	-79,38
Zarzis	0.3	-14.63	-6.77	8/05/05	41,34	26/03/05	-49,74

5. PERIODE ET MARNAGE DE LA MAREE

La période et le marnage sont calculés à partir des données corrigées. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Périodes et marnages de la marée

Port	Période max heure	Période min Heure	Période moyenne heures	marnage maximal En cm	marnage minimal En cm	marnage moyen En cm	Type de la marée
Port de Tabarka	25h40mn	24h20mn	25h00mn	29,55	2,14	14,8	Semi-dieme à inégalité diurne
Port de La Goulette	27h20mn	23h20mn	25h20mn	36,30	2,20	19,25	Semi-dieme à inégalité diurne
Port de Kélibia	30h00mn	23h40mn	25h06mn	16,68	0,10	8.4	Semi-dieme particulière
Port de Sousse	25h00mn	24h00mn	24h30mn	22,9	0,10	11,5	Semi-dieme à inégalité diurne
Port de Sfax	24h40mn	24h00	24h20mn	164.02	0.62	91.9	Semi-dieme régulière
Port de Gabès	24h55mn	24h20mn	24h40mn	166,4	5	70,5	Semi-dieme à inégalité diurne
Port de Zarzis	24h40mn	24h00mn	24h20mn	86.5	2.0	43.72	Semi-dieme régulière

6. ETABLISSEMENT DES PORTS

L'établissement de chaque port a été calculé sur la base des données corrigées.

Port	Etablissement calculé	Etablissement publié	Remarques
Port de Tabarka	08h 17mn	-	Aucune donnée publiée sur le port de Tabarka
Port La Goulette	09h 27mn	-	Aucune donnée publiée sur le port La Goulette
Port de Kélibia	00h 23mn	-	Aucune donnée publiée sur le port de Kélibia
Port de Sousse	01h 06mn	-	Aucune donnée publiée sur le port de Sousse
Port de Sfax	03h29mn	03h 47mn	D'après les instructions nautiques DVI page184
Port de Gabès	03h26.5mn	04h03mn	D'après les instructions nautiques
Port de Zarzis	03h 26.5mn	04h 03mn	D'après Manen et Héraud au début du 20 ^{ème} siècle

7. PREDICTION DE LA MAREE

Les composantes harmoniques sont calculées par le modèle du service hydrographique Canadien. Les principales harmoniques calculées par ce modèle sont récapitulées dans le tableau suivant.

Port		M2	S2	K1	O1	MM
Port de Tabarka	Amplitude cm	6,08	3,31	4,17	2,51	5,19
	Phase en °	153,36	287,69	208,46	33,99	58,01
	% M2	100	54	69	41	85
Port de La Goulette	Amplitude cm	7,44	3,88	3,53	2,25	5,28
	Phase en °	172,83	316,27	244,22	23,31	65,84
	% M2	100	52	47	30	71
Port de Kélibia	Amplitude cm	2,75	3,31	2,42	1,1	4,52
	Phase en °	257,77	43,74	270,66	19,15	67,25
	% M2	100	120	88	40	164
Port de Sousse	Amplitude cm	2,44	2,78	3,0	3,61	4,36
	Phase en °	309,73	98,09	335,27	24,5	74,44
	% M2	100	114	123	148	179
Port de Sfax	Amplitude cm	35,81	35,31	3,34	3,25	5,24
	Phase en °	358,63	130,66	2,15	340,25	82,95
	% M2	100	99	9	9	15
Port de Gabès	Amplitude cm	29,55	27,15	24,25	11,75	3,21
	Phase en °	353,87	144,9	345,93	39,25	33,54
	% M2	100	92	82	40	11
Port de Zarzis	Amplitude cm	20,6	18,2	3,43	1,5	3,15
	Phase en °	354,77	127,08	13,89	5,45	122,67
	% M2	100	88	17	7	15

Le calcul des constantes harmoniques nous a permis de faire des prédictions sur une période de trois ans qui va du 1/1/05 au 31/12/2007. Nous avons procédé ensuite à une comparaison entre les données prédites, les données brutes et les données corrigées de la période d'observation du 15/02/05 au 15/05/05. Cette comparaison a montré que :

- Les données de la marée corrigée et de la marée prédite sont toujours en phase en temps ;
- En temps calme, les amplitudes des marées corrigées et prédites sont confondues ;
- En vives eaux, il y a parfois un décalage en amplitude suite au phénomène de la pression atmosphérique contenu dans la marée corrigée ;
- En mortes eaux, le déphasage en amplitude subsiste avec un léger décalage en temps ;
- Un décalage en temps entre les deux marées apparaît parfois à cause d'autres phénomènes dont principalement la mauvaise appréciation visuelle, par les observateurs, en temps et en hauteur du niveau de l'eau, de la faible amplitude de la marée, des mauvaises conditions météorologiques et de l'importance des agitations dans le bassin du port.

8. CARACTERISTIQUES GENERALES DU NIVEAU DE LA MER EN TUNISIE

Les mesures réalisées dans les 7 ports ont donné des résultats satisfaisants. On peut dire que le littoral tunisien peut être divisé en deux parties :

- Partie nord allant de Tabarka Jusqu'à Sousse: La marée est de type semi diurne à inégalité diurne. La pleine mer du jour est plus importante que celle de la nuit. Le marnage est faible et il n'excède pas 36cm. Sa valeur minimale est enregistrée à Kelibia et le maximum est enregistré à La Goulette. Par vent fort, la marée astronomique et très peu appréciable, et elle devient parfois totalement masquée par les agitations dont les plus importantes ont été enregistrées dans le port de Tabarka ;
- Partie sud de Sfax jusqu'à Zarzis : La marée est de type semi diurne régulière. La marée astronomique est très appréciable chaque jour même durant les fortes perturbations météorologiques. La valeur maximale est enregistrée à Gabès (166,4 cm) et la valeur minimale est enregistrée à Zarzis (86,5 cm). Un décalage des pleines mers diurnes et

nocturnes est observé uniquement à Gabès. Ce décalage peut être attribué à la structure particulière du port qui est mal abrité des fortes agitations.

- En s'appuyant sur les résultats de la marée obtenue, sur le calcul des surcôtes de l'étude générale du littoral (HP) et sur la base d'une hypothèse d'une tendance séculaire de 30 cm, on peut calculer les niveaux des plus hautes eaux à prendre en compte pour les ouvrages à durée de vie supérieure à 50 ans. Les surélévations moyennes induites par les oscillations à petites périodes (vagues, houles, agitations, seiches, résonance, etc..) ne sont pas prises en compte.

Niveaux des plus hautes eaux

Port	NM journalier cm NGT	Marnage max cm	Surcôte Etude HP m	Tendance séculaire m	Niveau des PHE ouvrages > 50ans m NGT
Port de Tabarka	19,2	29,55	0,4	0,3	1,0
Port La Goulette	13,6	36,30	0,5	0,3	1,1
Port de Kélibia	6,84	16,68	0,4	0,3	0,9
Port de Sousse	-5,64	22,9	0,7	0,3	1,1
Port de Sfax	6,66	164,02	0,9	0,3	2,1
Port de Gabès	-4,12	166,4	1,2	0,3	2,3
Port de Zarzis	-6,77	86,5	0,8	0,3	1,5

CONCLUSION

La mission d'observation du niveau de la mer dans sept ports nous a permis de démarrer un programme de collecte de données maritimes relatif au régime de variation du niveau de la mer le long du littoral tunisien. Quelques réserves peuvent être attribuées, d'une part, à l'incertitude de l'observation visuelle des agents de suivi et, d'autre part, au manque des données sur la pression atmosphérique et sur le vent pour la période d'observation. Cependant, cette action constitue une première étape indispensable pour l'exploration hydrographique des côtes tunisiennes.

La prochaine étape recommandée concerne l'installation de stations complètes à enregistrement automatique en continue du niveau de la mer; de la pression atmosphérique, de la vitesse et la direction du vent et éventuellement la température et l'humidité de l'air.

La priorité consiste, d'une part, à installer deux stations complètes permanentes dans les deux ports de référence de La Goulette pour la partie Nord et de Sfax pour la partie sud et, d'autre part, d'acquérir une troisième station mobile pour les autres ports.

BIBLIOGRAPHIE

1. **HP, 1995** : Etude générale pour la protection du littoral tunisien. Etude réalisée pour le compte de la DGSAM ;
2. **IHE, 2000** : Elévation accélérée du niveau de la mer – Vulnérabilité et adaptation. Etude réalisée pour le compte du MEDD ;
3. **IHE, 2004** : Diagnostic de l'état de la banque de données maritimes en Tunisie et moyens permettant de leur collecte. Etude réalisée pour le compte de la DGSAM ;
4. **IHE, 2005** : Etude de la variation du niveau de la mer dans sept ports tunisiens. Etude réalisée pour le compte de la DGSAM