

Ministère de l'Équipement et des Transports
Direction des Ports et du Domaine Public Maritime

Congrès mondial de la Fédération Scientifiques
Internationale des Géomètres (FIG)

Marrakech

18 au 22 mai 2011

Thème (session TSo3B)

Hydrographie :collecte des données
et suivi du niveau de la mer



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

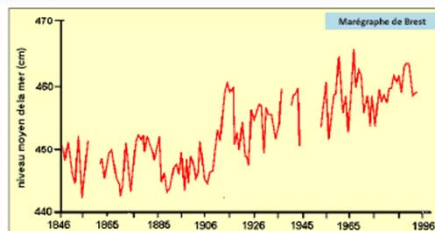
Le Niveau moyen de la mer

Le niveau s'est stabilisé il y a 6000 ans environ mais semble se remettre à augmenter depuis le début de l'ère industrielle avec le réchauffement du climat. Ce constat repose sur des mesures marégraphiques de longue durée qui en un point particulier doivent être analysées en prenant en compte les mouvements locaux des sols:

L'analyse des données marégraphiques sur un siècle a permis d'estimer une remontée moyenne de 17 cm au 20ème siècle pour les côtes européennes et nord-américaines.

Exemple:

A Brest l'élévation du niveau de la mer a été de l'ordre de 1,9 mm/an au cours du dernier siècle.



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- Les observations montrent que la vitesse d'élévation du niveau marin augmente. Cependant, il n'est encore possible de savoir si le taux de croissance de 3 mm/an atteint lors de la dernière décennie reflète une accélération du processus ou la variabilité naturelle
- Les contributions d'élévation proviennent (total observé = 3mm/an): **dilatation des océans** , **Fonte des glaciers, ect**



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Repères

- La mesure d'une cote ou d'un niveau de terrain s'effectue toujours en relatif par rapport à un système de référence. Deux types de système de référence se sont développés en parallèle :
 - les systèmes terrestres,
 - les systèmes marins.
- Un projet maritime se situe à l'interface entre ces deux milieux , il nécessite de faire appel aux deux systèmes de référence.

Le système de référence terrestre : levé topo

Le système de référence marin : levé bathymétriques . Les cartes marines incluent les informations issues des levés bathymétriques et des mesures de niveau de la marée.



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

On appelle **Zéro Hydrographique (ZH)** le niveau de référence utilisé pour les mesures de cote des fonds marins et de niveau de l'eau.

En un point ce niveau est théoriquement le niveau des plus basses mers astronomiques. Il est défini à partir de mesures continues effectuées à l'aide de marégraphes sur une période de quelques mois à une ou plusieurs années.

- Ce choix est typiquement français et appliqué au Maroc, la plupart des pays ayant plutôt choisi un niveau moyen.
 - Son avantage réside dans le fait que les cotes de fonds indiquées sur les cartes marines correspondent à une hauteur d'eau minimum permettant de naviguer quel que soit le niveau de la marée.
 - La conséquence est qu'il existe un grand nombre de ZH qui sont définis localement et indépendamment les uns des autres dans chaque port de l'Atlantique. On appelle zone de marée, la zone en mer sur laquelle s'applique un ZH mesuré dans un port particulier. Des discontinuités existent donc d'une zone à l'autre (exemple 0,75 m entre la zone de Dakhla et celle de Casablanca).

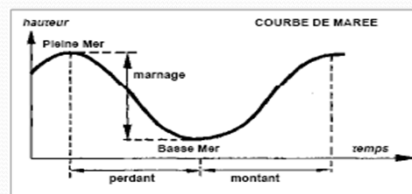


Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

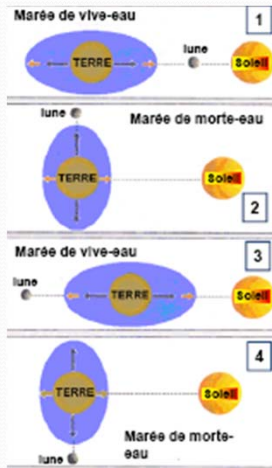
➤ LA MAREE

La marée est un mouvement journalier d'oscillation de la mer, dont le niveau monte et descend alternativement en un même lieu. Elle est due à l'attraction de la lune et du soleil sur les masses d'eau des océans.

Les principales caractéristiques de la marée sont données dans la figure ci-dessous.



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer



Bien que la Lune soit beaucoup plus petite que le Soleil, elle est plus près de la Terre et elle agit 2,5 fois plus que le Soleil. C'est donc elle qui exerce l'influence majeure

La Lune attire les masses d'eau situées sur le côté de la Terre qui lui fait face, tandis qu'un mouvement inverse anime les océans aux antipodes de la Terre (180°). C'est ce qu'on nomme "marée haute", "haute mer" ou "pleine mer".

Par contre, sur la surface de la Terre qui se trouve à Marée de vive-eau 90° par rapport à la Lune, le niveau de l'eau diminue et on observe une "marée basse" ou "basse mer".

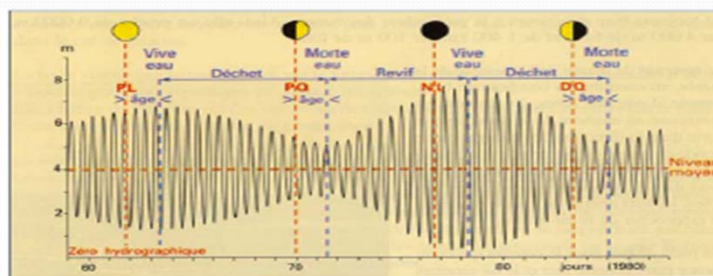
La Lune se trouve dans la même position par rapport à la Terre toutes les 24 heures et 50 minutes. La marée est donc haute toutes les 12 heures et 25 minutes.

Tous les 14 jours :le Soleil, la Lune et la Terre se trouvent dans les situations 1 ou 3. L'attraction du Soleil s'ajoute alors l'action de la Lune et l'on a les plus fortes marées. Lorsque le Soleil forme un angle droit (90°) avec la Lune (par rapport à la Terre),situations 2 ou 4, les forces du Soleil et de la Lune s'opposent, on a les plus faibles marées.



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

marée



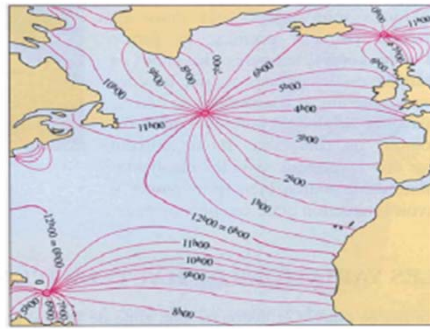
L'onde de la marée varie au cours du temps selon plusieurs périodes caractéristiques :

- 12 h 25 m : Période semi-diurne (moitié du jour lunaire moyen)
- 14 j 18 h : Période du cycle vive-eau/ morte-eau (moitié de la période synodique)
- 29 j 12 h 22 mn : Révolution lunaire (mois lunaire)
- 3 mois : Equinoxes et solstices
- 18 ans 2/3 (18.61 ans) : **Saros ou période Chaldéenne**



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

marée



L'onde semi-diurne générée en Atlantique se propage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Elle longe les côtes marocaines avec une célérité de l'ordre de 1000 km /h (distance entre deux lignes cotidales)

Points amphidromiques de l'atlantique nord
Les heures de pleins mers sont rapportées au passage de la lune par grenwetch



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Sur le littoral atlantique marocain, la marée est de type semi-diurne avec une période de 12 h 25 minutes.
Dans la zone Rabat – Casablanca, les niveaux de la mer, par rapport au zéro hydrographique.

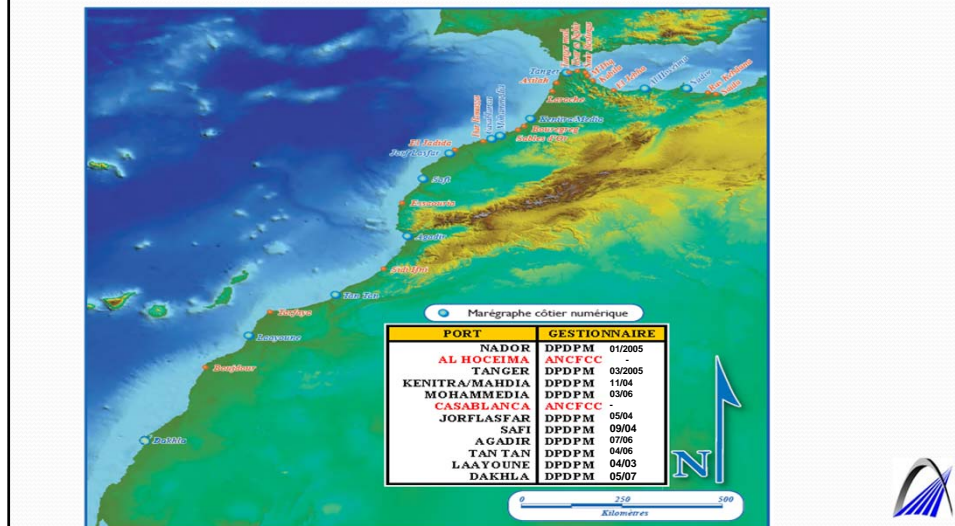
Marée	Coefficient	Basse mer	Pleine mer
Vive eau exceptionnelle	120	+ 0,50	+ 3,00
Vive eau moyenne	95	+ 0,80	+ 3,30
Moyenne	70	+ 1,40	+ 3,0
Morte eau moyenne	45	+ 1,50	+ 2,70
Morte eau exceptionnelle	20	+ 1,80	+ 2,40

Le niveau moyen de la mer est à + 2,17 m ZH et correspond au zéro du nivellement terrestre (niveau NGM).



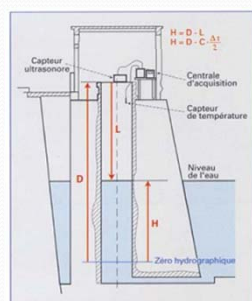
Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Réseau marégraphiques du Maroc



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Principe de mesure de la marée par MCN



Il s'agit de marégraphe à ultra son dont le signal est transmis à une unité informatique d'acquisition et d'enregistrement des données.

Initialement pendant l'installation, la valeur H est introduite suivant la prédiction de shom.

Exemple en France 35 ports sont déjà équipés en 2007 et 35 autres le seront à termes.ces marégraphes sont connecté aux erseaux gloss

Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- Statistiques des mesures

Depuis l'installation du premiers marégraphe à Laayoune en 2003 les mesures enregistrées dans les cartouches mémoires sont collectées au niveau central et pour constituer une base de donnée au logiciel de la prédiction de la marée;

statistiques des mesures sont:

ports	Nador	Tanger	Mehdia	Moha..	J.L	Safi	agadir	tantan	Laayo.	Dakhla
Total mesures	173830	326100	96968	245852	245280	393150	133888	160860	280320	262144



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- Analyses et prédiction

Après acquisition des données de la marée et traitement de ses données afin de respecter l'harmonie du sinusoidale de la courbe de marée, La prédiction de se fait par les logiciel de SHOM :analyse et prédit

ANALYSE:

- Ce logiciel effectue une analyse harmonique de la marée à partir des fichiers de hauteurs /horaires.
- En sortie ,il donne un fichier codé des harmoniques qui sert à alimenter le logiciel prédit



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- PEDIT

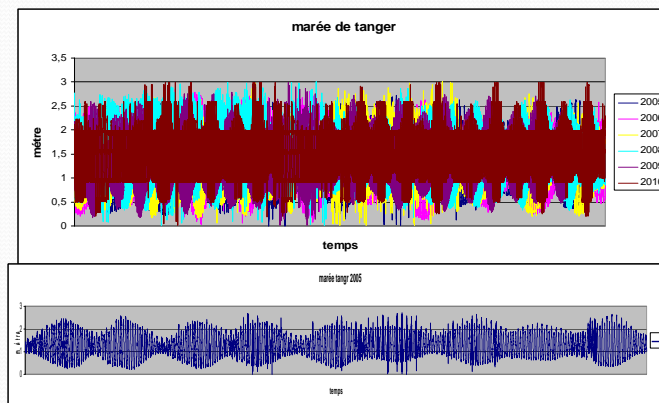
En entrée ,il utilise les données du fichier analyse et système horaire du port et ses coordonnées géographiques.

En sortie il donne la prédiction de la marée suivant la période demandée.



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Variation annuelle des marées

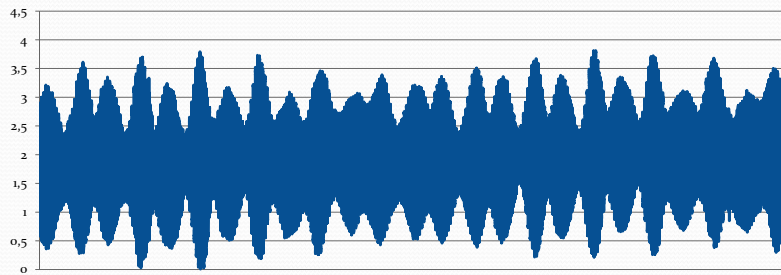


Niveau moyen = 1,40 m
Vive -eau= 2,40 morte-eau= 0.80m



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

Port de Mohammedia

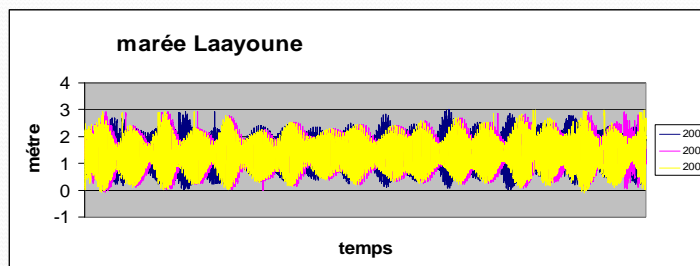


Niveau moyen = 2 m
Vive -eau= 3,50 morte-eau= 1,5m



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

marée Laayoune



Niveau moyen = 1,50 m
Vive -eau= 2,60 morte-eau= 1m



Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- **Analyse du niveau moyen de la mer**

Il est difficile de réaliser une mesure directe du **niveau moyen** de la mer. L'altimétrie satellitale permet néanmoins de rapporter l'altitude de la mer à un référentiel terrestre (géoïde ou système géodésique). On peut aussi mesurer la variation du **niveau moyen** en fonction du temps. Cette variation sert d'indication notamment sur le réchauffement climatique. Toutefois, il n'est pas possible d'effectuer une mesure directe des variations du **niveau moyen**. En effet de nombreuses perturbations affectent les mesures avec notamment dans l'ordre d'importance, la marée, les effets de la pression atmosphérique ,la houle , ...

- Ces perturbations sont dites hautes fréquences, car leur signature est rapide dans le temps : quelques secondes pour les vagues et quelques heures (jours) pour les marées.
- Afin d'obtenir une estimation de la variation du **niveau moyen** dans le temps, il est nécessaire de soustraire ces perturbations et de posséder un enregistrement de grande qualité et de longue durée (1 an minimum) .

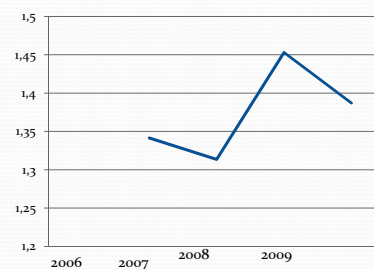


Hydrographie :collecte des données ,suivi du niveau de la mer

- **Niveau moyen selon mesures marégraphiques**

- **Cas de Tanger**

Le niveau moyen calculé à partir des mesures marégraphique ne dégage pas Une tendance nette permettant D'avoir un avis sur sa variation





Merci pour votre attention

