



ROYAUME DU MAROC  
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT DU TRANSPORT DE LA LOGISTIQUE ET DE L'EAU

*Journées REFMAR*



---

# **RÉSEAU DES MARÉGRAPHES INSTALLES LE LONG DES CÔTES MAROCAINES**

**Naima HASSINE**  
Direction des Ports et du Domaine Public maritime

**Paris le 28 mars 2019**

1

**Introduction**

2

**Marégraphes gérés par la DPDPM.**

3

**Marégraphes gérés par la MR**

4

**Marégraphes gérés par la DMN**

5

**Marégraphes gérés par l'ANCFCC**

6

**Marégraphe gérés par le CNRST**

6

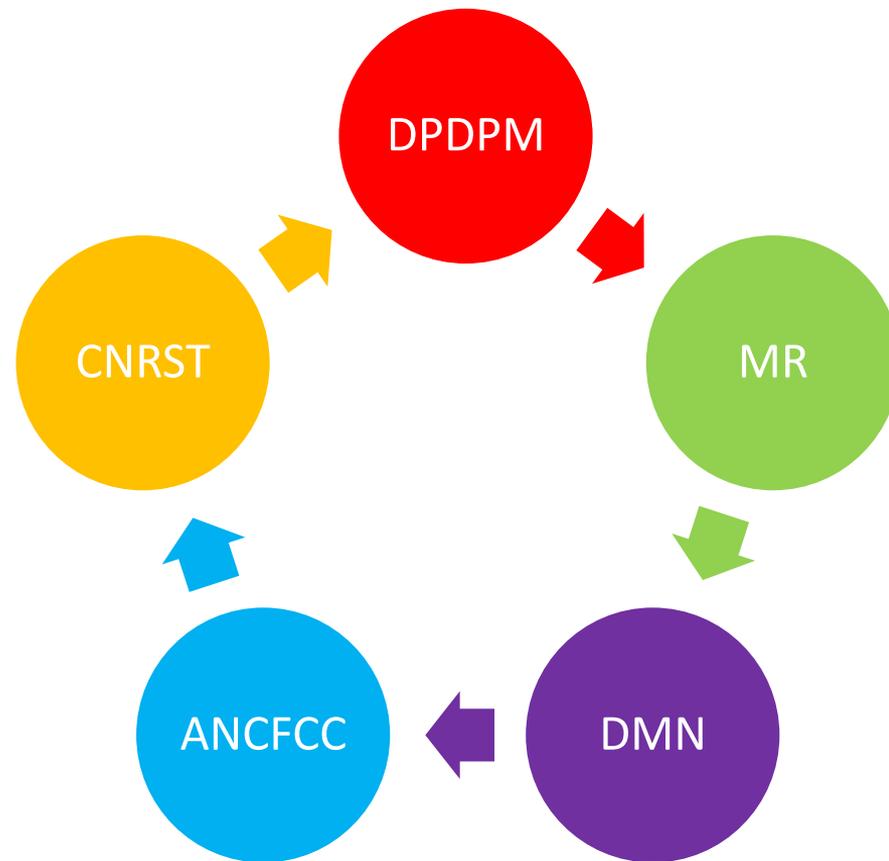
**Exemple d'utilisation des données des marégraphes**

# INTRODUCTION

Le Maroc : 3 500 km de Côtes, **Un Précieux capital** levier pour le développement économique avec des valeurs patrimoniales considérables mais un espace vulnérable.

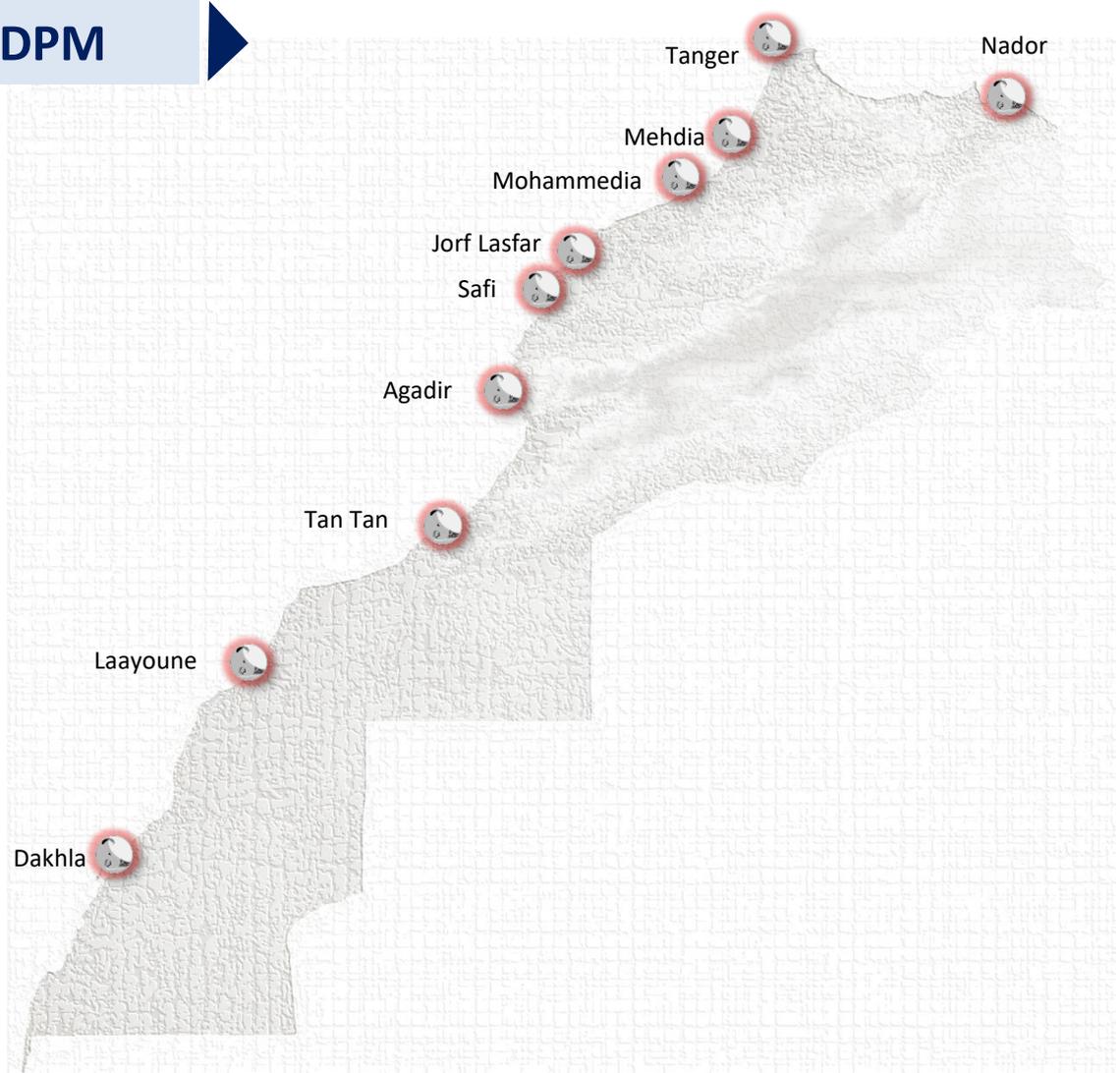


# GESTIONNAIRES DES MARÉGRAPHES



# MAREGRAPHES GERES PAR LA DPDPM

Marégraphe	Année d'installation
Nador	2005
Tanger	2005
Mehdia	2004
Mohammedia	2006
Jorf lasfar	2004
Safi	2004
Agadir	2006
Tan Tan	2006
Laayoune	2003
Dakhla	2007



# MAREGRAPHES GERES PAR LA DPDPM

## Caractéristiques des marégraphes

Une Centrale électronique d'acquisition des données (AURORE 200).

Un capteur Radar de type VEGAPULS 51 ou 65, permettant le captage des mesures du niveau d'eau par procédé de battement d'ondes électromagnétiques sans contact avec l'eau.

Cartouche IEL 2Mo.

Intervalle d'enregistrement: 15mn; 1mn

## Utilisation des données des marégraphes

Calcul des zéros hydrographiques.

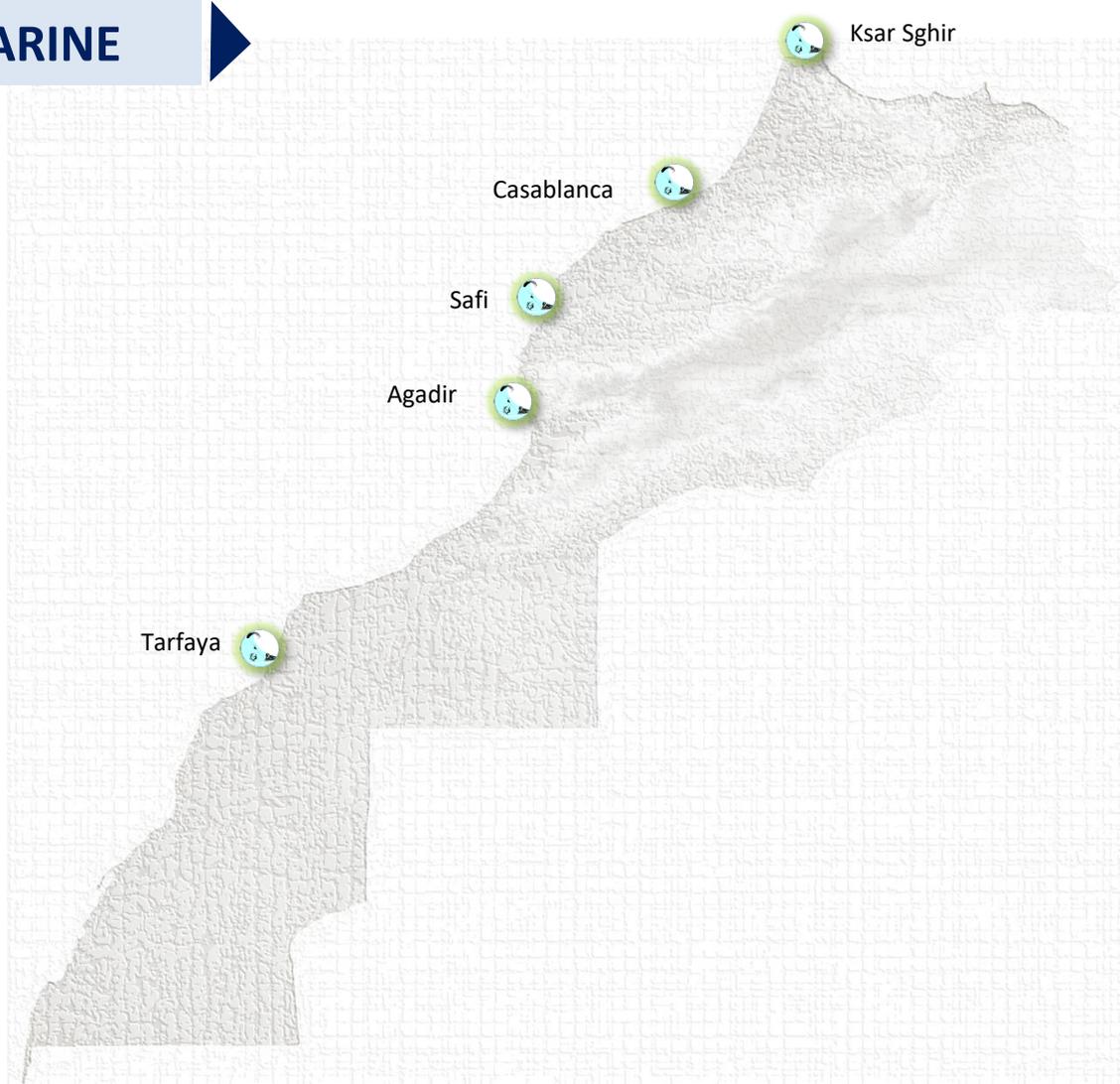
Conception des projets portuaires et maritimes.

Travaux de fins d'études



# MAREGRAPHES GERES PAR LA MARINE

Marégraphe	Année d'installation
Ksar Sghir	2017
Casablanca	
Safi	Fin 2018
Agadir	2017
Tarfaya	2017





## Caractéristiques des marégraphes

**Marégraphe de marque EOPM**

**Type de capteur : à pression**

**Intervalle d'enregistrement : 5 et 7 mn**

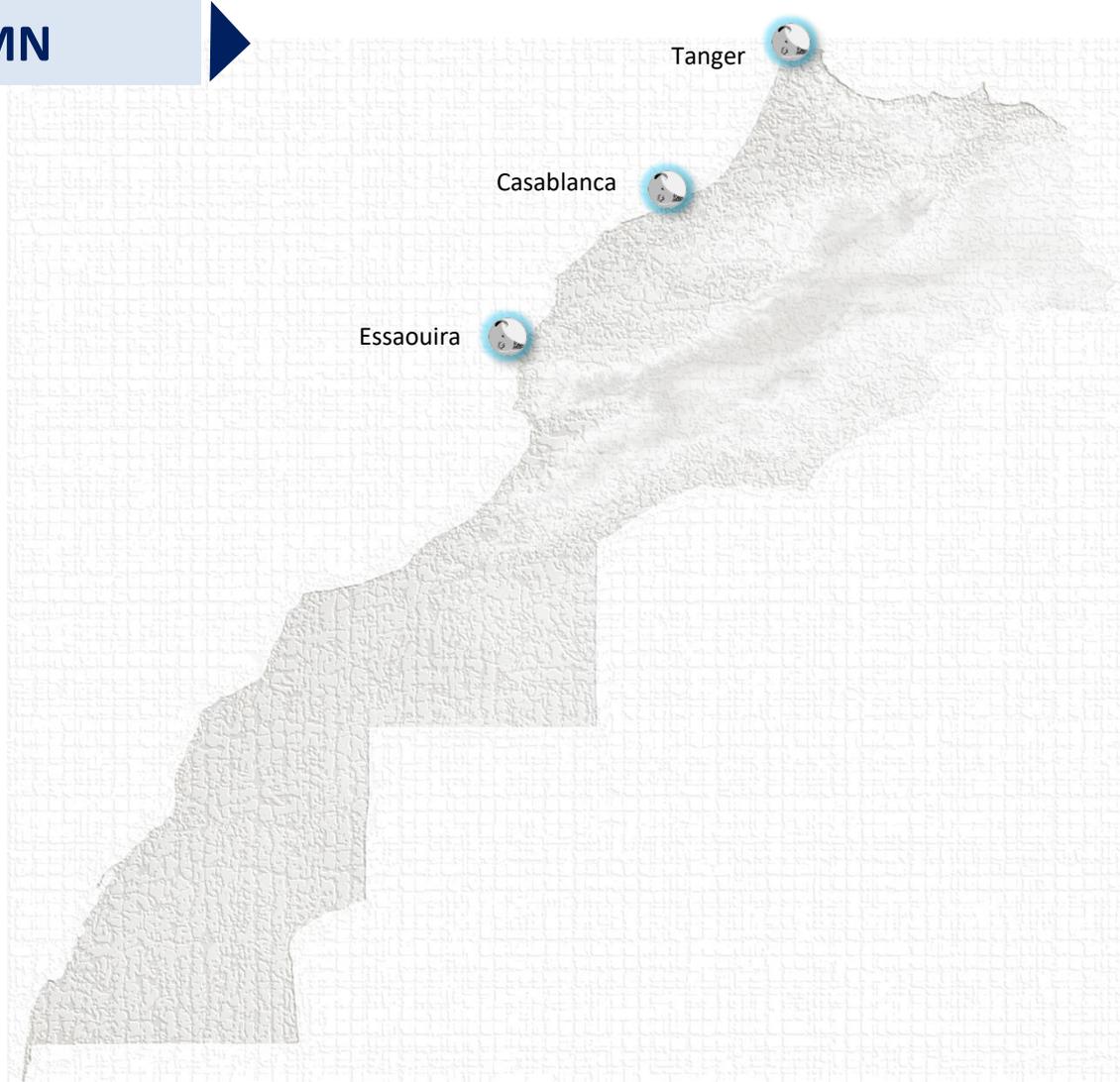
## Utilisation des données des marégraphes

La réduction des sondes des levés bathymétriques.

L'actualisation des constantes harmoniques pour la prédiction de la marée.

# MAREGRAPHES GERES PAR LA DMN

Marégraphe	Année d'installation
Tanger	2012
Casablanca	2012
Essaouira	2012



# MAREGRAPHES GERES PAR LA DMN

## Caractéristiques des marégraphes

Une Centrale électronique d'acquisition et de traitement des données (WarshLogV 10A)).

Un capteur Radar de type VEGAPULS 65,

Les données sont téléchargeables par liaison RS232

## Utilisation des données des marégraphes

suivi de la marée en temps quasi réel en particulier en cas de fortes vagues et houles pour prévenir les risques de submersion et pour les études climatologiques.



# MAREGRAPHES GERES PAR L'ANCFCC

Marégraphe	Année d'installation
Casablanca	2013

## Caractéristiques du marégraphe

Marégraphe MCN

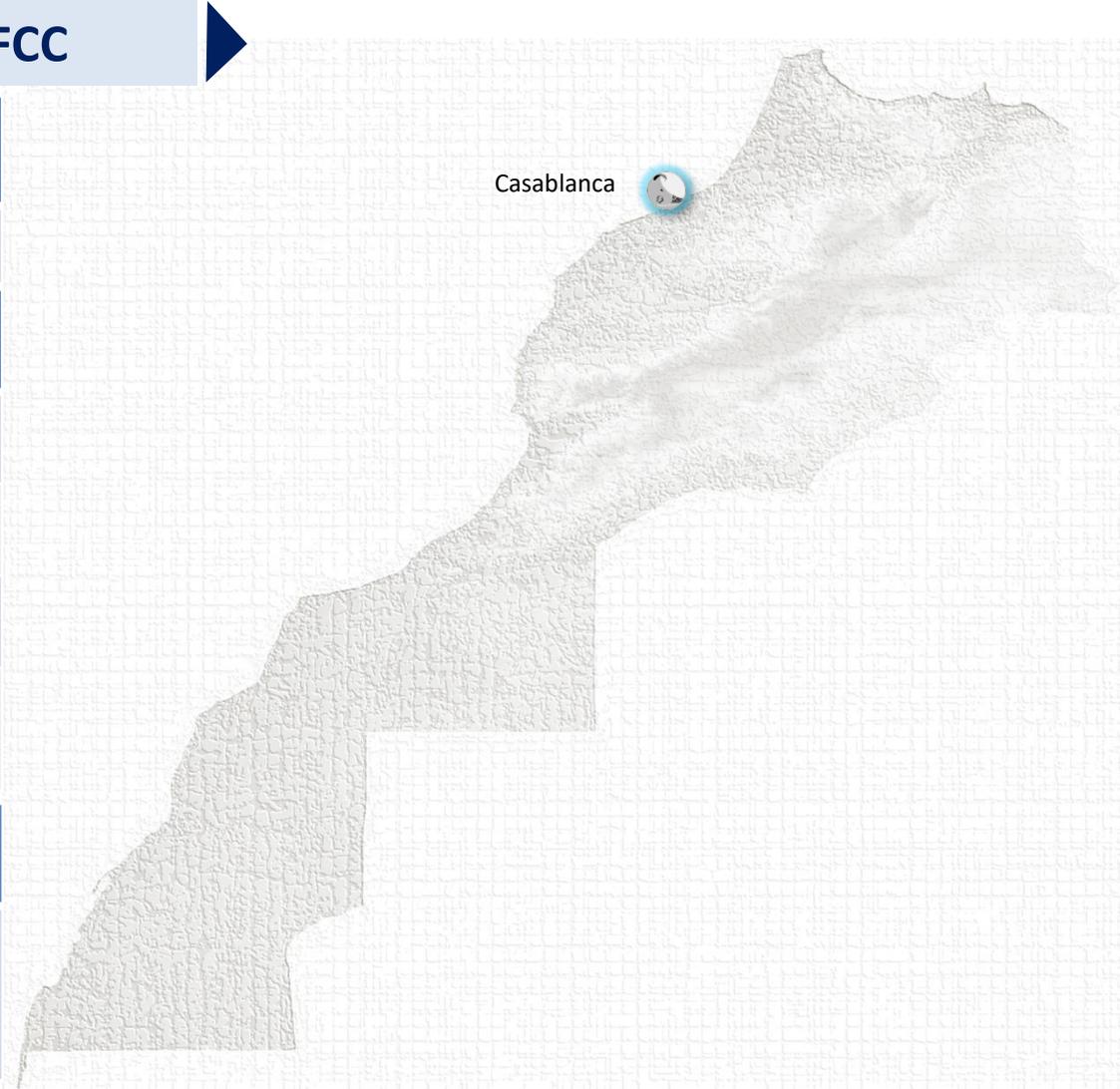
Capteur Radar de type VEGAPULS 65

Intervalle d'enregistrement: 10mn

Les données sont transmises en temps réel par ADSL

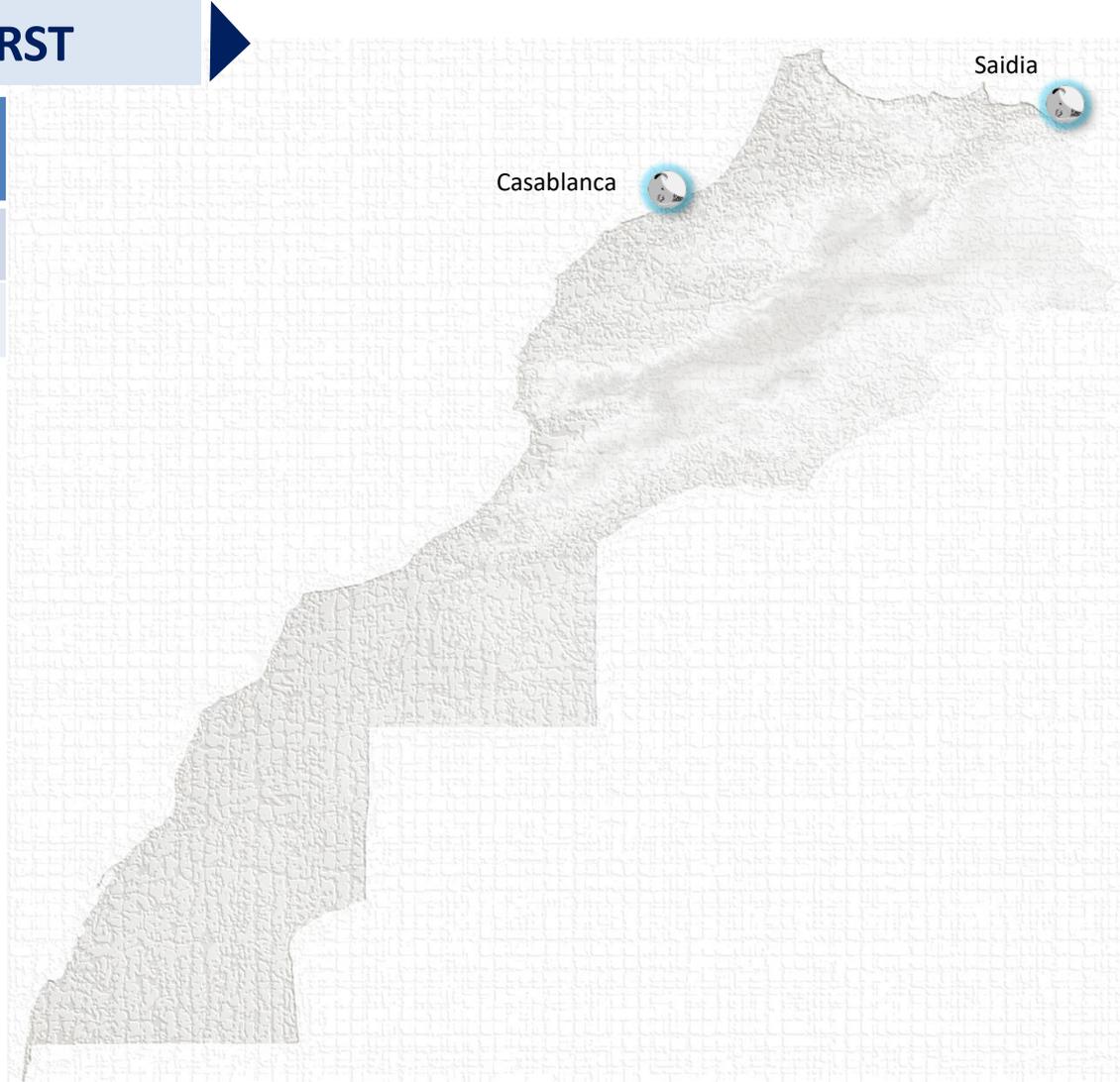
## Utilisation des données

Calcul du Niveau Moyen de la mer qui sert pour le rattachement du réseau de nivellement marocain.



# MAREGRAPHES GERES PAR LE CNRST

Marégraphe	Année d'installation
Casablanca	Fin 2009
Saidia	



# MAREGRAPHES GERES PAR LE CNRST

## Caractéristiques des marégraphes

Une Centrale d'acquisition et de traitement des données (OTT netDL (Saidia) et Logosens2 (Casablanca)).

Capteurs Radar de marque OTT RLS,

Les données sont transmises en temps réel par ligne 3G

## Utilisation des données des marégraphes

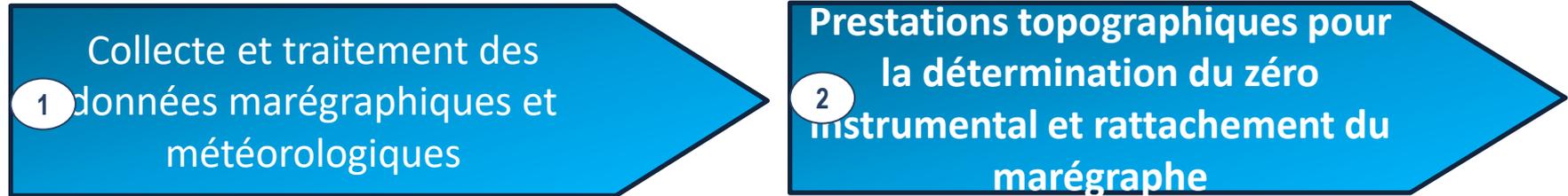
Élaboration d'un système d'alerte précoce contre les tsunamis

**NB:** un marégraphe est également installé à Saidia par le Centre Commun de recherche lié au système GLOSS.



# EXEMPLE D'UTILISATION DES DONNÉES: ACTUALISATION DU ZÉRO HYDROGRAPHIQUE DU PORT DE NADOR

Le déroulement de l'étude s'est fait comme suit :



## Méthodologie d'exécution de l'étude : Collecte et traitement des données marégraphiques et météorologiques.

1. Acquisition des données (vents et pressions) nécessaires et en particulier s'en assurer qu'elles sont utilisables.
2. Analyse harmonique des enregistrements marégraphiques :
  - ✚ tracé des signaux de marée enregistrés,
  - ✚ filtrage des signaux par un filtre numérique de Butterworth à réponse impulsionnelle infinie.
  - ✚ Identification du contenu fréquentiel au moyen d'une transformation de Fourier numérique de la totalité des enregistrements disponibles,
  - ✚ décomposition des signaux en séries de Fourier, sur la base fréquentielle identifiée, pour obtenir l'ensemble des harmoniques qui représentent l'essentiel de l'énergie du signal (95% ou 99% par exemple selon la forme des signaux),
  - ✚ Identification du niveau moyen des signaux et des niveaux bas correspondant à la définition du zéro hydrographique.

## Méthodologie d'exécution de l'étude : Collecte et traitement des données marégraphiques et météorologiques

### 3. Analyse des fluctuations résiduelles.

Les écarts entre les signaux enregistrés et les signaux prédits par les harmoniques de la marée astronomique sont dus à la marée météorologique :

- ✚ tracé des signaux de pression et de vent enregistrés,
- ✚ filtrage des observations de la pression atmosphérique et du vent avec un filtre récursif de Butterworth et à leur validation.
- ✚ identification du contenu fréquentiel au moyen d'une transformation de Fourier numérique de la totalité des enregistrements (recherche de seiches),
- ✚ recherche des concomitances des minima des signaux des marées astronomiques et météorologiques pour éviter les fausses interprétations entre marée et décote.

### 4. La redéfinition du zéro hydrographique dans le port concerné

# Méthodologie d'exécution de l'étude : Prestations topographiques

## 1. Détermination du zéro instrumental du marégraphe:

- En exploitant les enregistrements d'un autre marégraphe temporaire installé par le consultant à coté du marégraphe permanent ,
- En installant une surface fixe au dessous du marégraphe permanent.

## 2. Rattachement du marégraphe au réseau NGM:

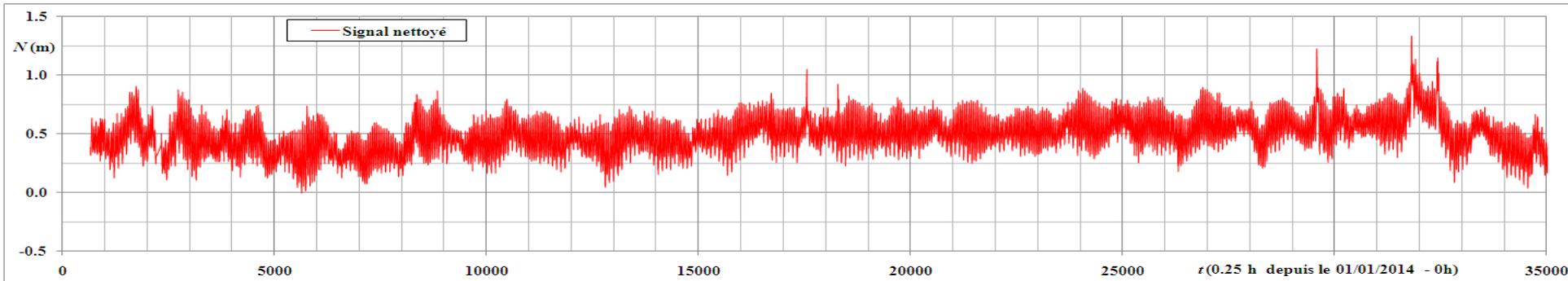
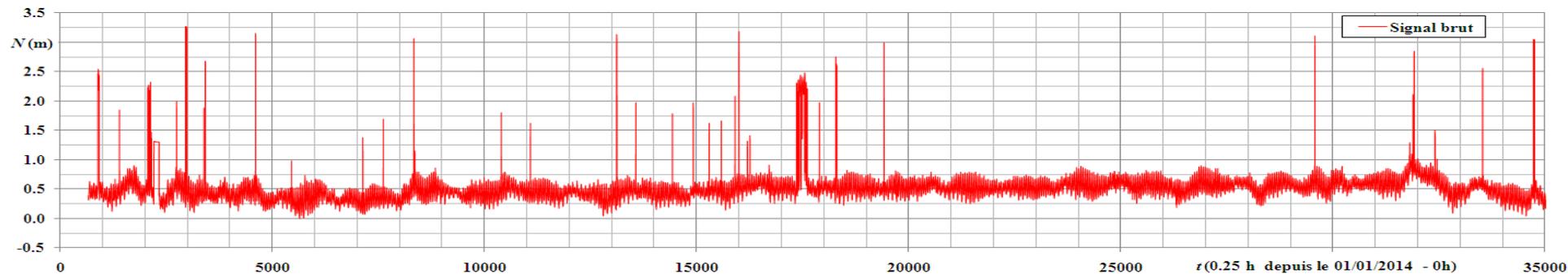
- 5 repères de marée ont été créés moyennant un nivellement géométrique et matérialisées dans un rayon ne dépassant pas 0,8 km.
- Des observations GNSS ont été aussi réalisées pour déterminer la position du zéro hydrographique par rapport à l'ITRF



## Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: Données disponibles

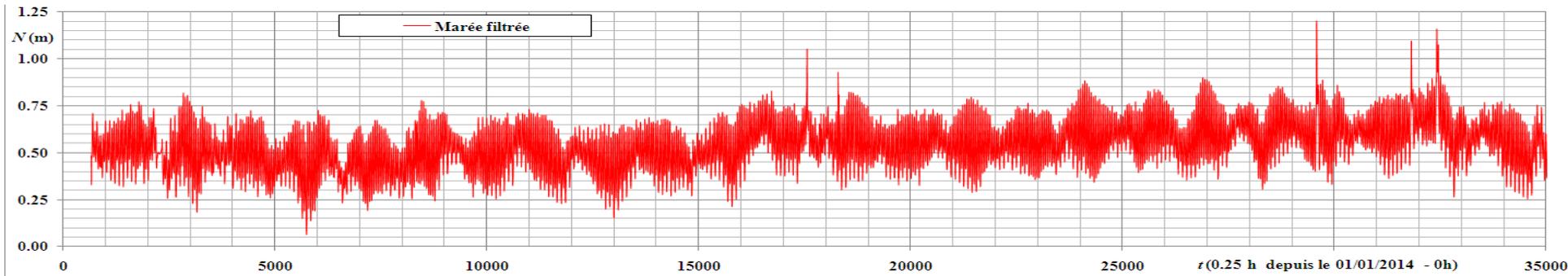
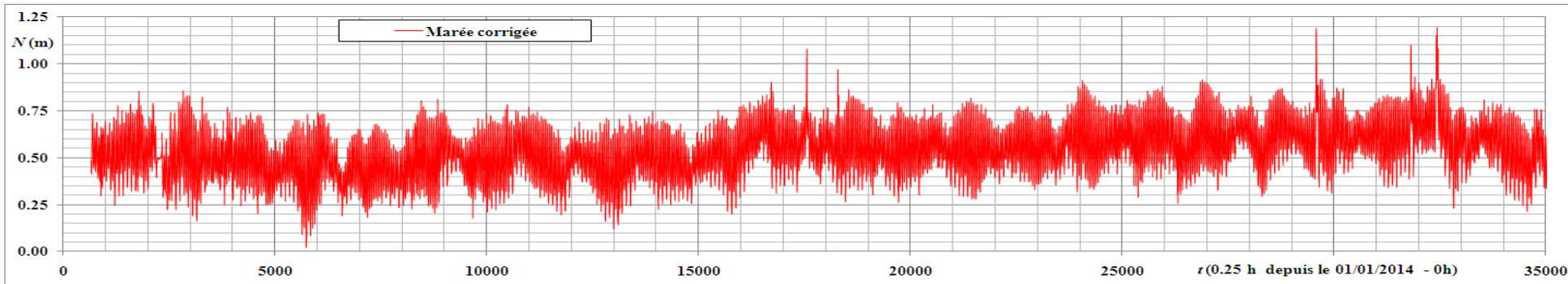
Port	Latitude	Longitude	Altitude station (m)	Périodes		
				Niveau	Pression	Vent
Nador	N35°17'	W02°55'	178.0	01/05 - 06/09 06/11 - 01/16	2014	2014

# Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: Traitement des données



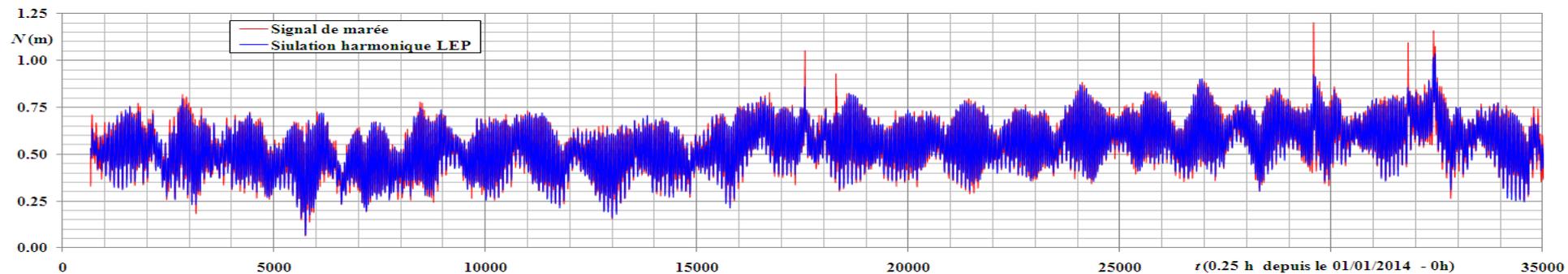
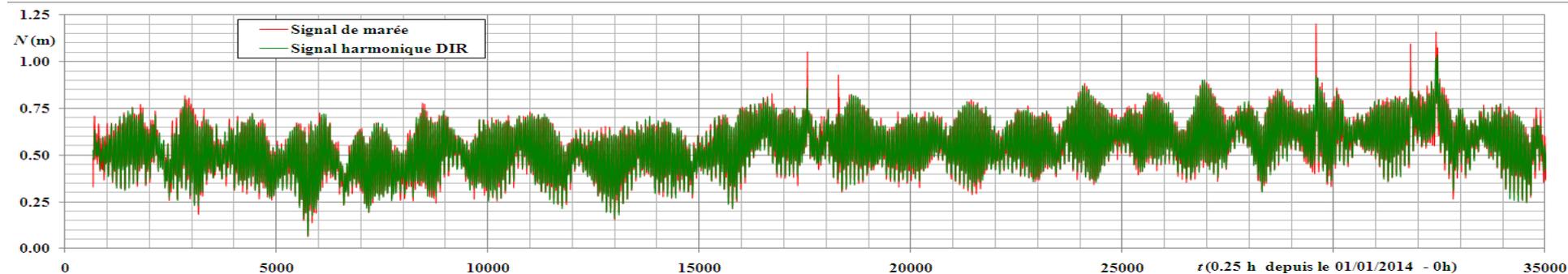
Niveau d'eau à Nador du 08/01/2014 à 00h au 01/01/2015 à 00h

# Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: Traitement des données



Niveau d'eau à Nador du 08/01/2014 à 00h au 01/01/2015 à 00h

# Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: identification des composantes de la marée.



Marée: signal harmonique avec quadrature directe et quadrature Lanczos et Prony

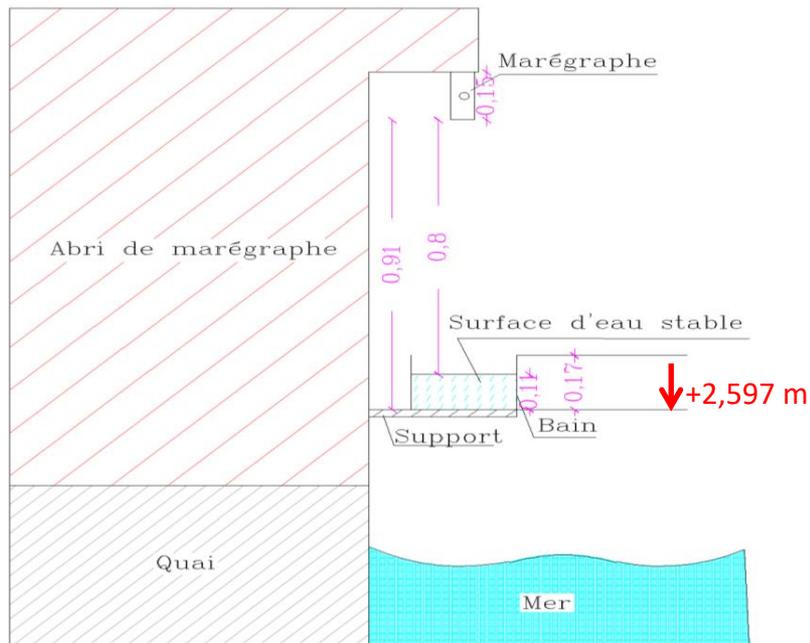
## Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: Prédiction des niveaux d'eau

	Quadrature directe			Quadrature LEP		
Nombre de composantes	222			222		
Ecart d'énergie	5.16%			5.120%		
Nombre d'années	10	20	50	10	20	50
Minimum	0.0666	0.0662	0.0654	0.0671	0.0671	0.0671
Moyenne	0.5396	0.5349	0.5630	0.5405	0.5363	0.5730
Maximum	1.0372	1.0372	1.0373	1.0390	1.0405	1.0454

# Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: détermination du zéro instrumental

Heure HH:MM	Lectures			Calculs				
	Marégraphie MAPPING (m)	Marégraphie DPDPM (m)	Ecart entre quai et SL (m)	Cote SL (Quai 2.207) (m NGM)	Marégraphie MAPPING (m NGM)	Marégraphie DPDPM (m NGM)	Marégraphie DPDPM (m)	Marégraphie DPDPM (m NGM)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = 2.207 + (4)	(6) = (5) - (2)	(7) = (5) - (3)	(8) = (2) + 0.30 4	(9) = (5) - (8)
11:40	0,3	-	-2.070	0,137	-0,163	-	0,604	-0,467
11:50	0,34	-	-2.150	0,057	-0,283	-	0,644	-0,587
12:00	0,28	0,55	-2.060	0,147	-0,133	-0,403	0,584	-0,437
12:10	0,33	-	-2.100	0,107	-0,223	-	0,634	-0,527
12:20	0,27	-	-2.090	0,117	-0,153	-	0,574	-0,457
12:30	0,31	0,62	-2.150	0,057	-0,253	-0,563	0,614	-0,557
12:40	0,29	-	-2.110	0,097	-0,193	-	0,594	-0,497
12:50	0,27	-	-2.150	0,057	-0,213	-	0,574	-0,517
13:00	0,3	0,6	-2.150	0,057	-0,243	-0,543	0,604	-0,547
13:10	0,3	-	-2.130	0,077	-0,223	-	0,604	-0,527
13:20	0,3	-	-2.170	0,037	-0,263	-	0,604	-0,567
13:30	0,29	0,58	-2.180	0,027	-0,263	-0,553	0,594	-0,567
13:40	0,24	-	-2.160	0,047	-0,193	-	0,544	-0,497
13:50	0,3	-	-2.220	-0,013	-0,313	-	0,604	-0,617
14:00	0,21	0,61	-2.180	0,027	-0,183	-0,583	0,514	-0,487
14:10	0,27	-	-2.220	-0,013	-0,283	-	0,574	-0,587
14:20	0,2	-	-2.190	0,017	-0,183	-	0,504	-0,487
14:30	0,22	0,51	-2.260	-0,053	-0,273	-0,563	0,524	-0,577
14:40	0,19	-	-2.270	-0,063	-0,253	-	0,494	-0,557
14:50	0,21	-	-2.230	-0,023	-0,233	-	0,514	-0,537
15:00	0,21	0,52	-2.220	-0,013	-0,223	-0,533	0,514	-0,527
15:10	0,2	-	-2.220	-0,013	-0,213	-	0,504	-0,517
15:20	0,18	-	-2.300	-0,093	-0,273	-	0,484	-0,577
15:30	0,13	0,51	-2.320	-0,113	-0,243	-0,623	0,434	-0,547
15:40	0,19	-	-2.350	-0,143	-0,333	-	0,494	-0,637
	0,253	0,563	-2.186	0,021	-0,232	-0,546	0,557	-0,536

## Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: détermination du zéro instrumental du marégraphe permanent.



Nom de la station d'acquisition : 00000  
 N° de série de la centrale : NON U  
 Nom du capteur : Hauteur1 radar  
 Unité de mesure : m

Date et heure	Mesure maximale	Mesure instantanée	Mesure instantanée
21/09/17 10:45:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 11:00:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 11:15:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 11:30:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 11:45:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 12:00:00	3,26	3,25	3,25
21/09/17 12:15:00	3,25	3,25	3,25
21/09/17 12:30:00	3,25	3,25	3,25
21/09/17 12:45:00	3,25	3,25	3,25
21/09/17 13:00:00	3,26	3,26	3,26

Zéro instrumental marégraphe : -0,543 NGM

## Résultats préliminaires de l'étude du port de Nador: détermination du zéro Hydrographique

Niveau plus bas	+ 0,067m/ zéro instrumental marégraphe
Correction à apporter du fait du vent	-0,017m
Position du zéro instrumental/NGM	-0,536
Précision de calcul	+/- 4,7cm
<b>Position zéro hydrographique/NGM</b>	<b>-0,533m</b>



***Merci pour votre attention***