Journées REFMAR
Réseaux de référence des observations marégraphiques

Quelle qualité pour les prédictions de marée ? Quels sont les facteurs influençant leur qualité ?

Nicolas Weber, SHOM – département hydrodynamique côtière,
nicolas.weber@shom.fr

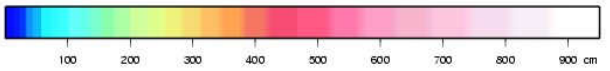
SHOM
L'océan à la carte

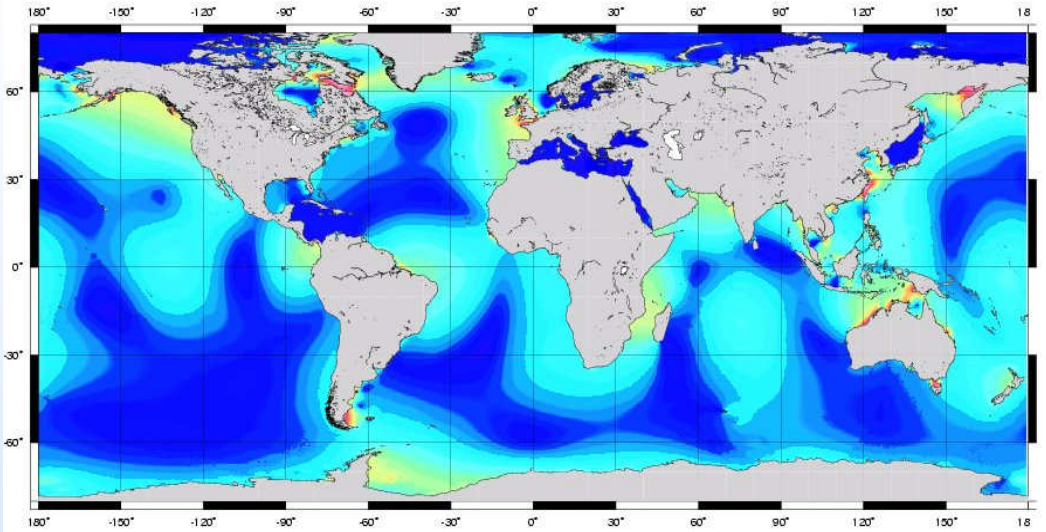
Sommaire

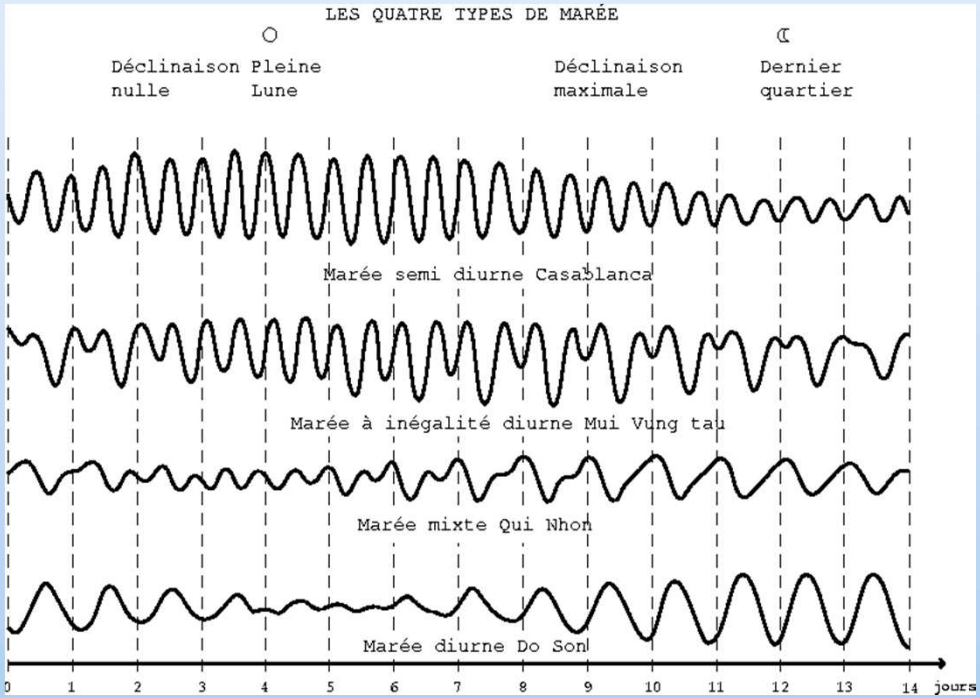
1. Rappels sur la complexité de la marée
2. Les observations de marée
3. Les constantes harmoniques
4. La gestion par le SHOM

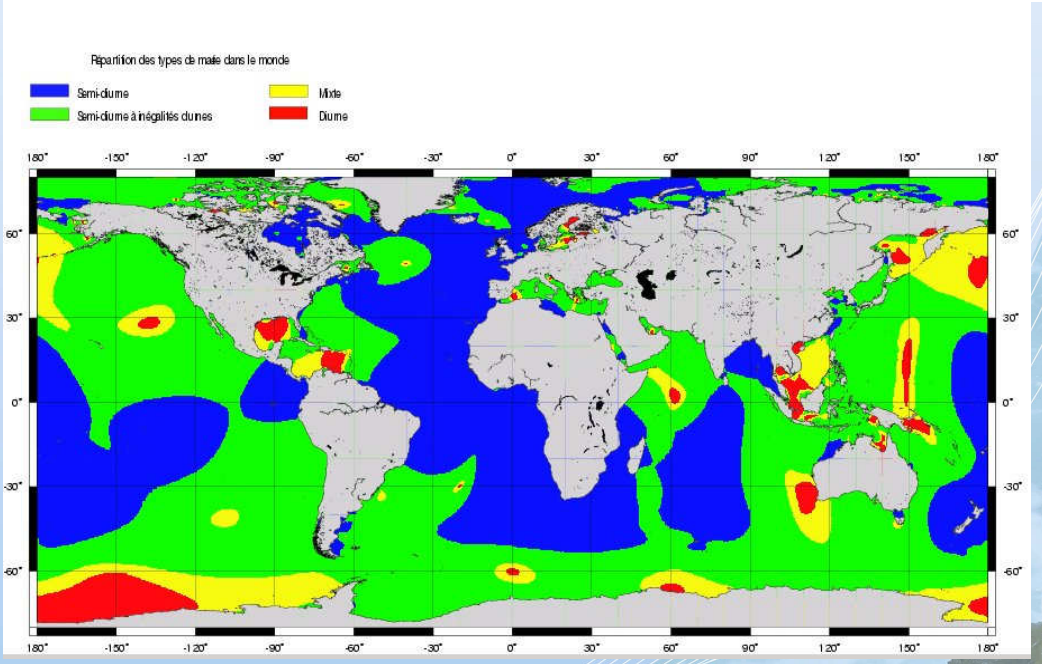
La complexité de la marée

Grande complexité de la marée :



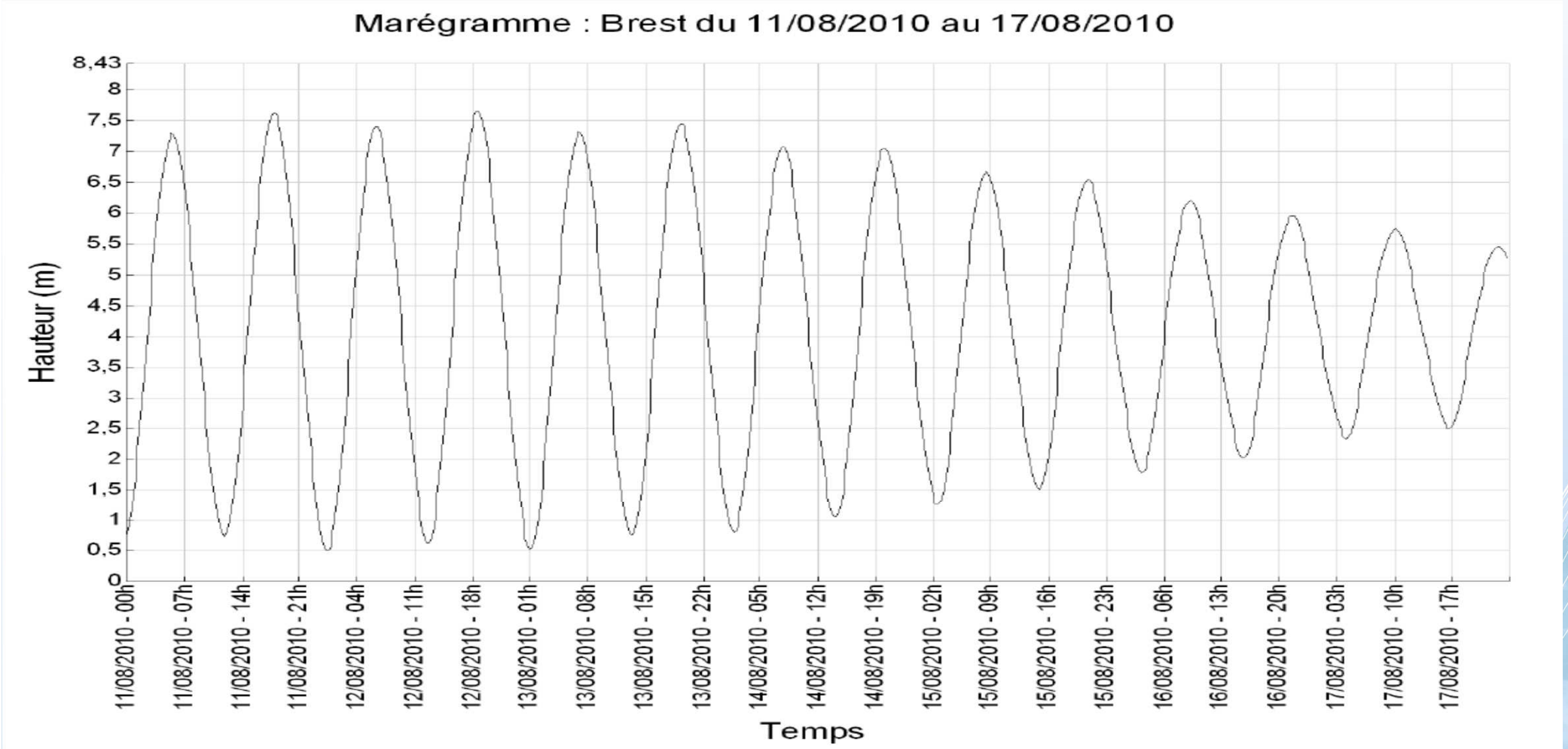






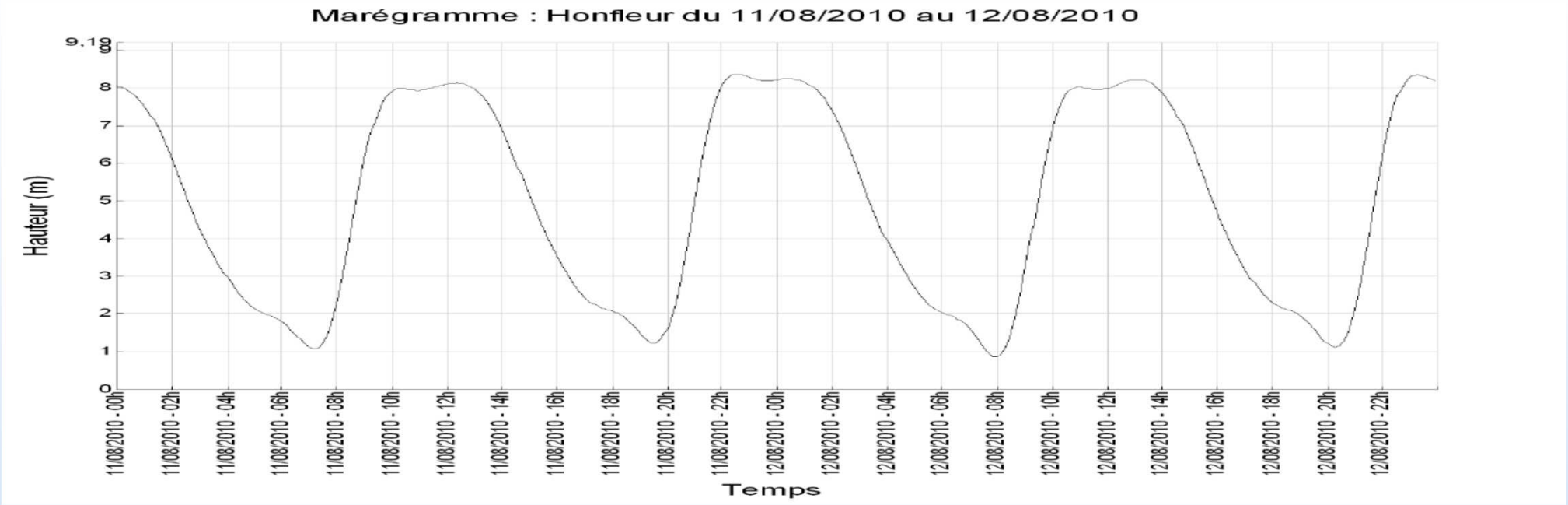
SHOM
L'océan à la carte

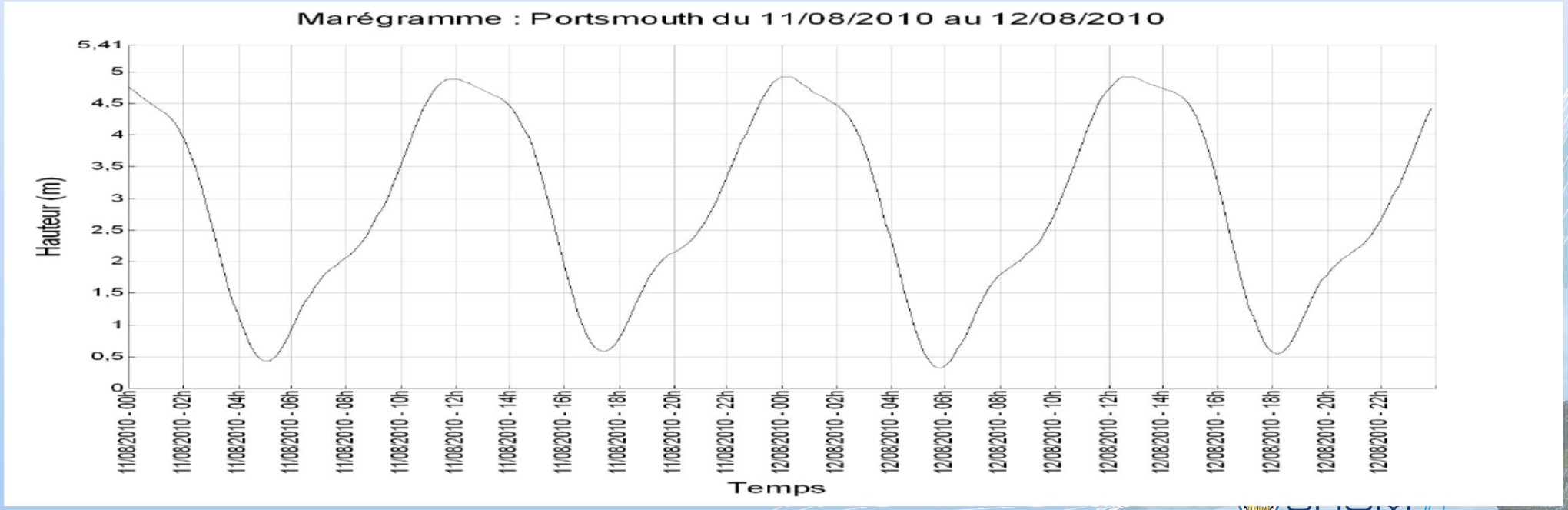
La complexité de la marée (suite)



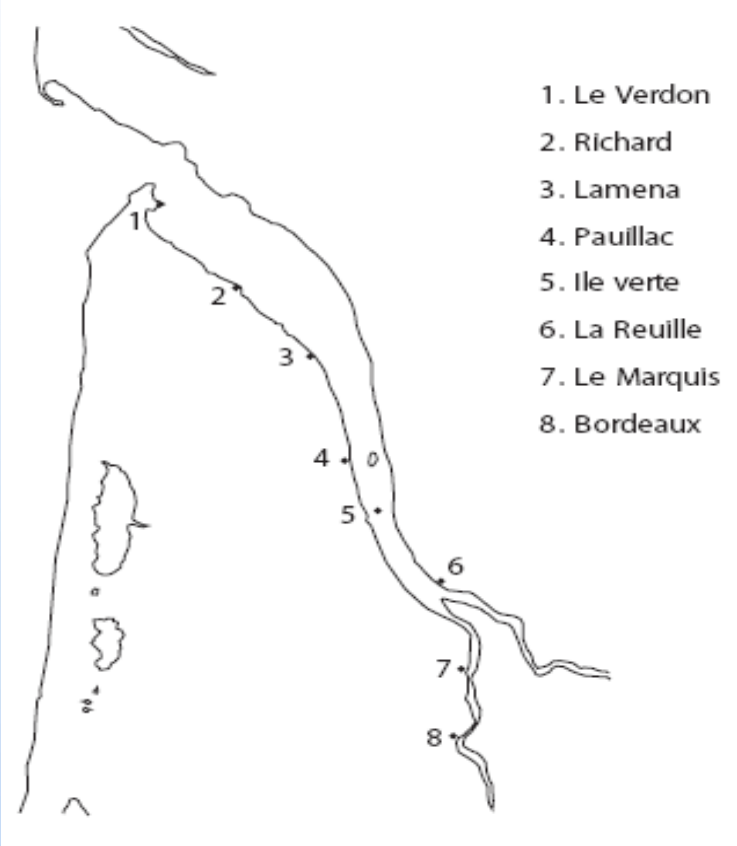
SHOM
L'océan à la carte

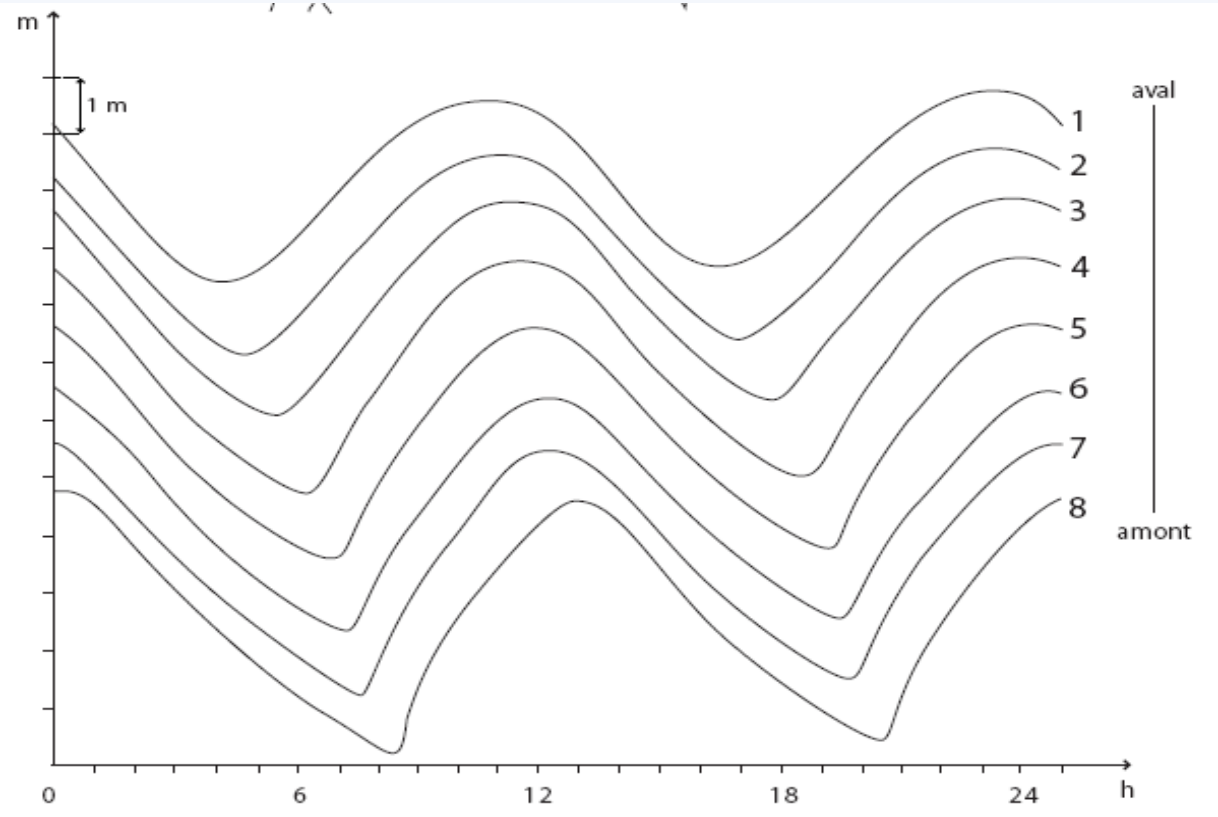
La complexité de la marée (suite)



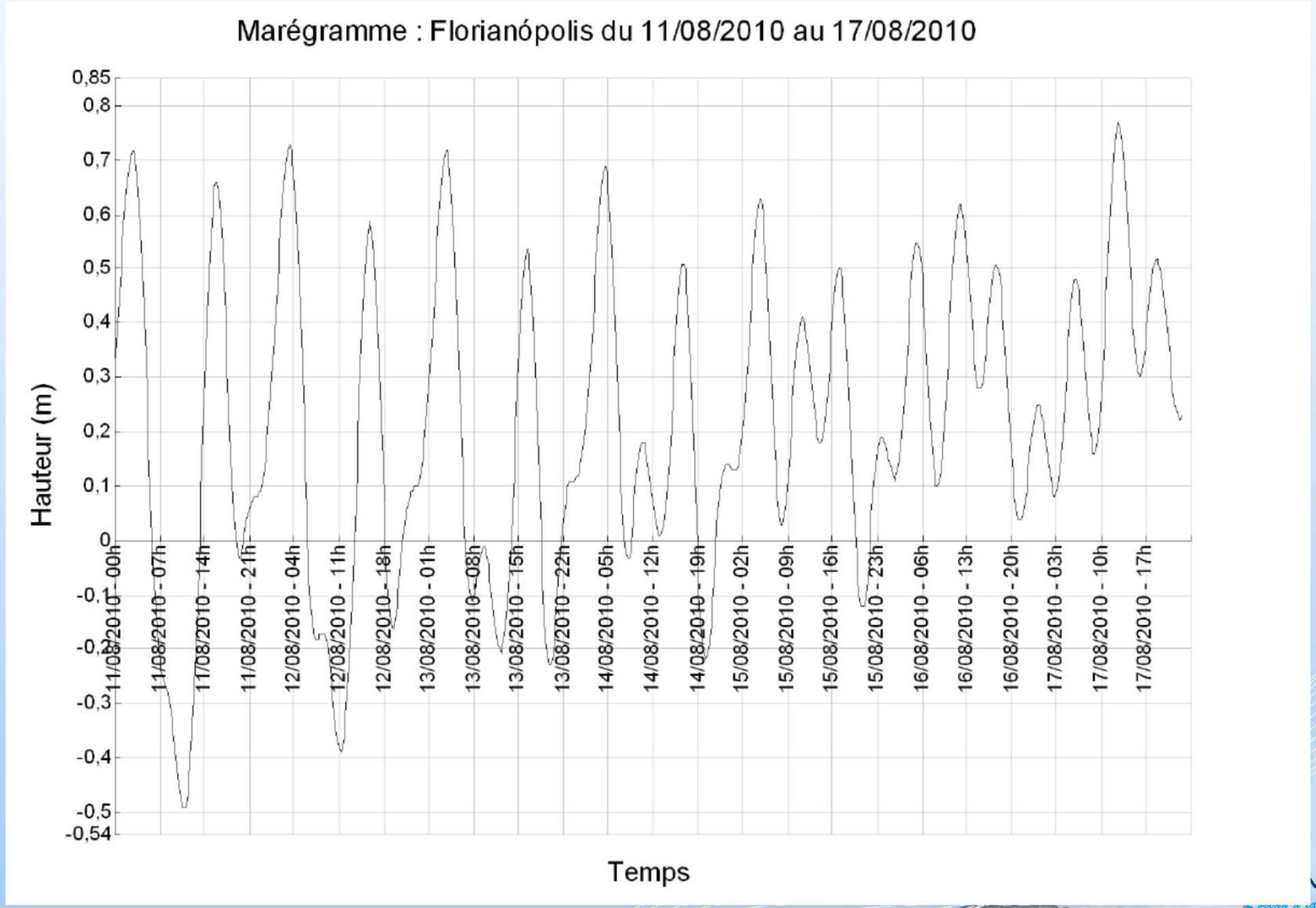


La complexité de la marée (suite)





La complexité de la marée (suite)



La complexité de la marée (suite)

De multiples applications :

Parallèlement à leur utilisation classique destinées à la navigation maritime, les prédictions de marée sont employées pour bon nombre d'autres applications.

En effet, des prédictions fiables, référencés, à jour, sont primordiales :

- pour la réduction de sondages hydrographiques ;
- la réalisation de travaux maritimes (périodes d'intervention, calibrage des ouvrages...),
- les systèmes d'alertes aux ondes de tempêtes et aux tsunamis,
- la modélisation hydrodynamique (surcotes, risques littoraux...).

SHOM
L'océan à la carte

Toutefois, toutes les prédictions ont elles la même qualité ?

Existe-t-il des différences notables ?

Quels sont les éléments qui vont influencer la qualité de ces prédictions de marée ?

Il s'agit ici de montrer que de nombreux facteurs peuvent influencer la qualité des prédictions de marée et s’écarter de façon importante de la marée réellement observée.

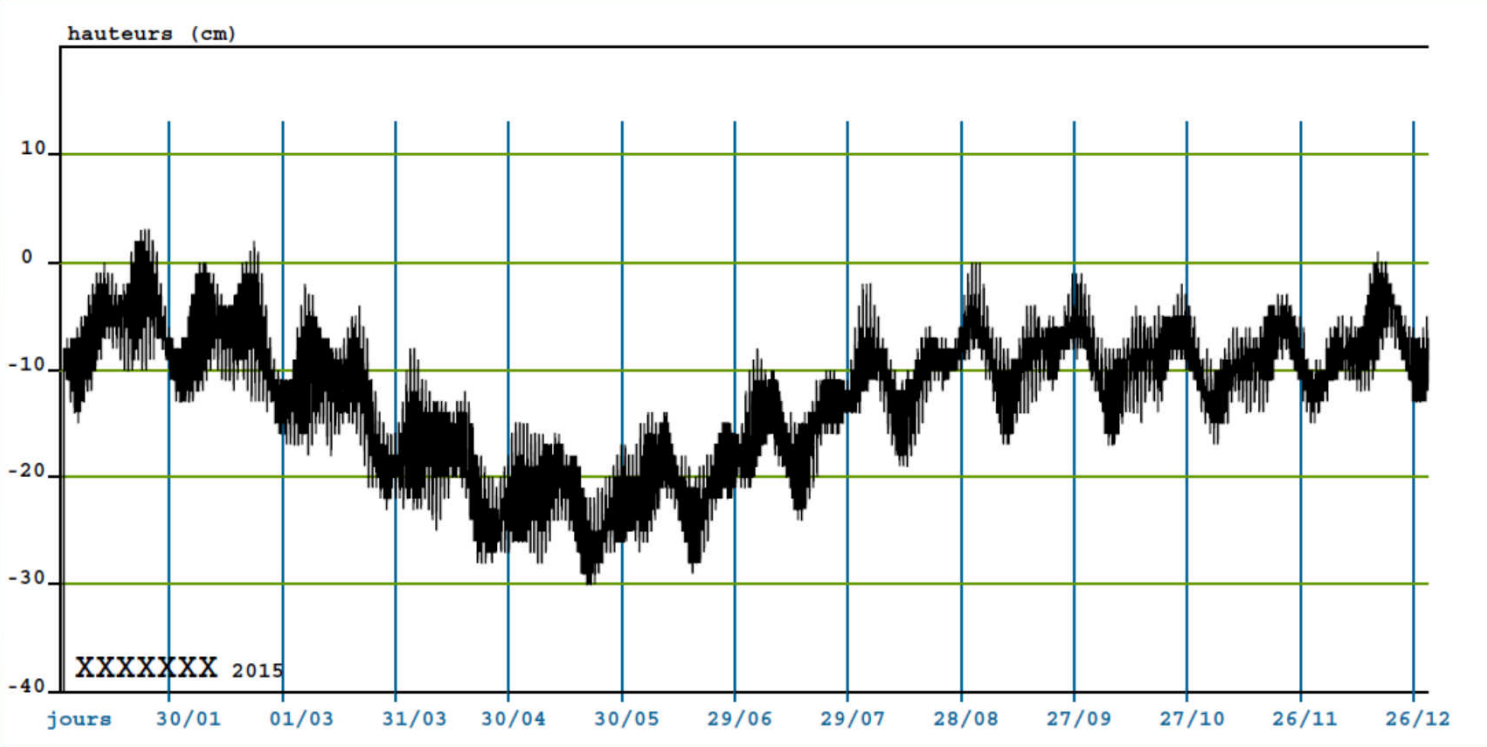
SHOM
L'océan à la carte

Rôle des observations de hauteurs d'eau

Acquérir des observations de hauteur d'eau est primordiale pour caractériser la marée et définir les constantes harmoniques d'un site. Mais cela nécessite :

- **de longues observations de hauteurs d'eau : celles-ci permettent la détermination de toutes les ondes y compris les ondes de longues périodes (annuelles, bisannuelles) ;**

Exemple 1 : Port-Tudy (comparaison constantes Harmoniques calculées à partir de 6 mois de prédictions / 10 ans

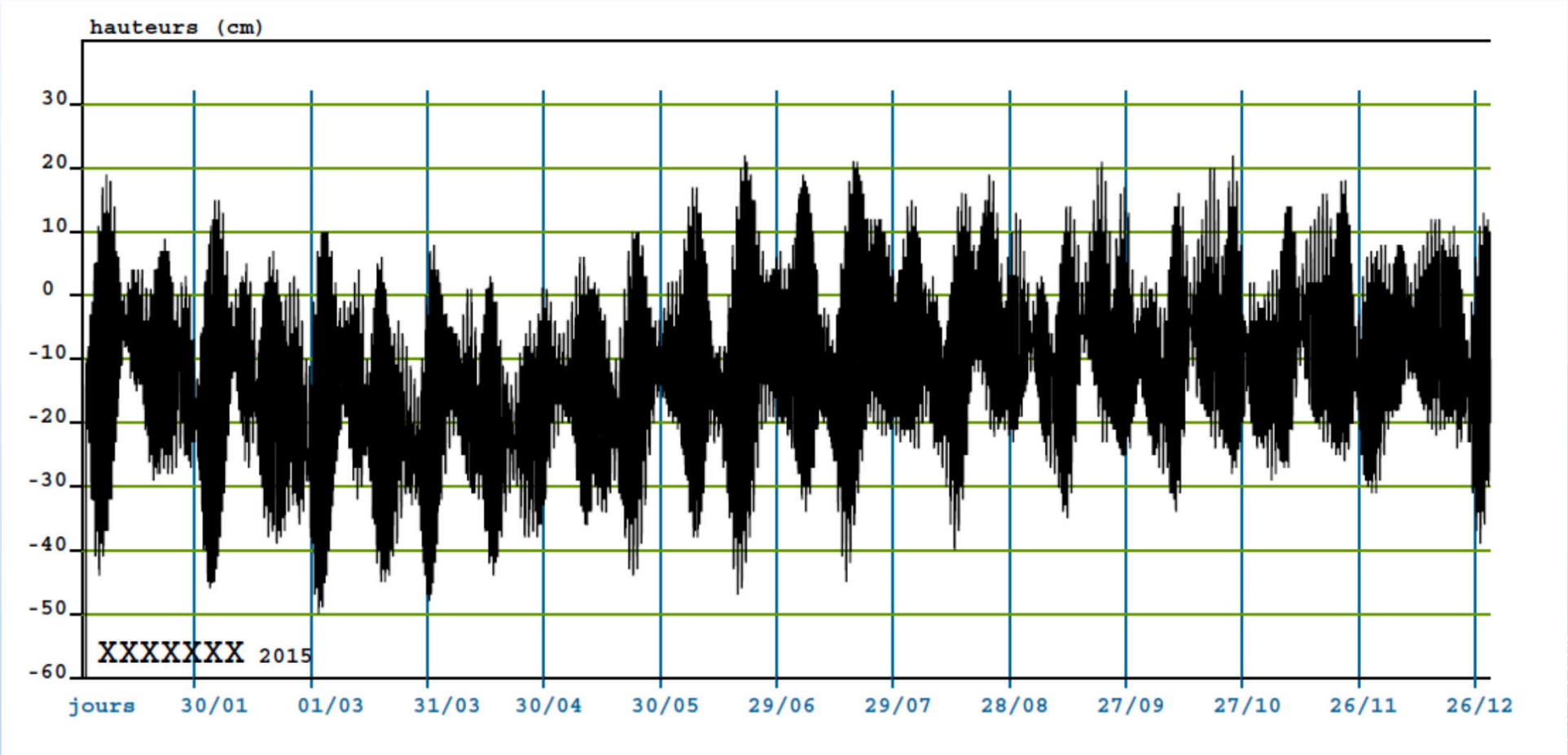


Écarts horaires max : env. 4min

Écarts hauteurs max : env 30 cm

SHOM
L'océan à la carte

Exemple 2 : Saint-Malo (comparaison constantes Harmoniques calculées à partir de 6 mois de prédictions / 10 ans

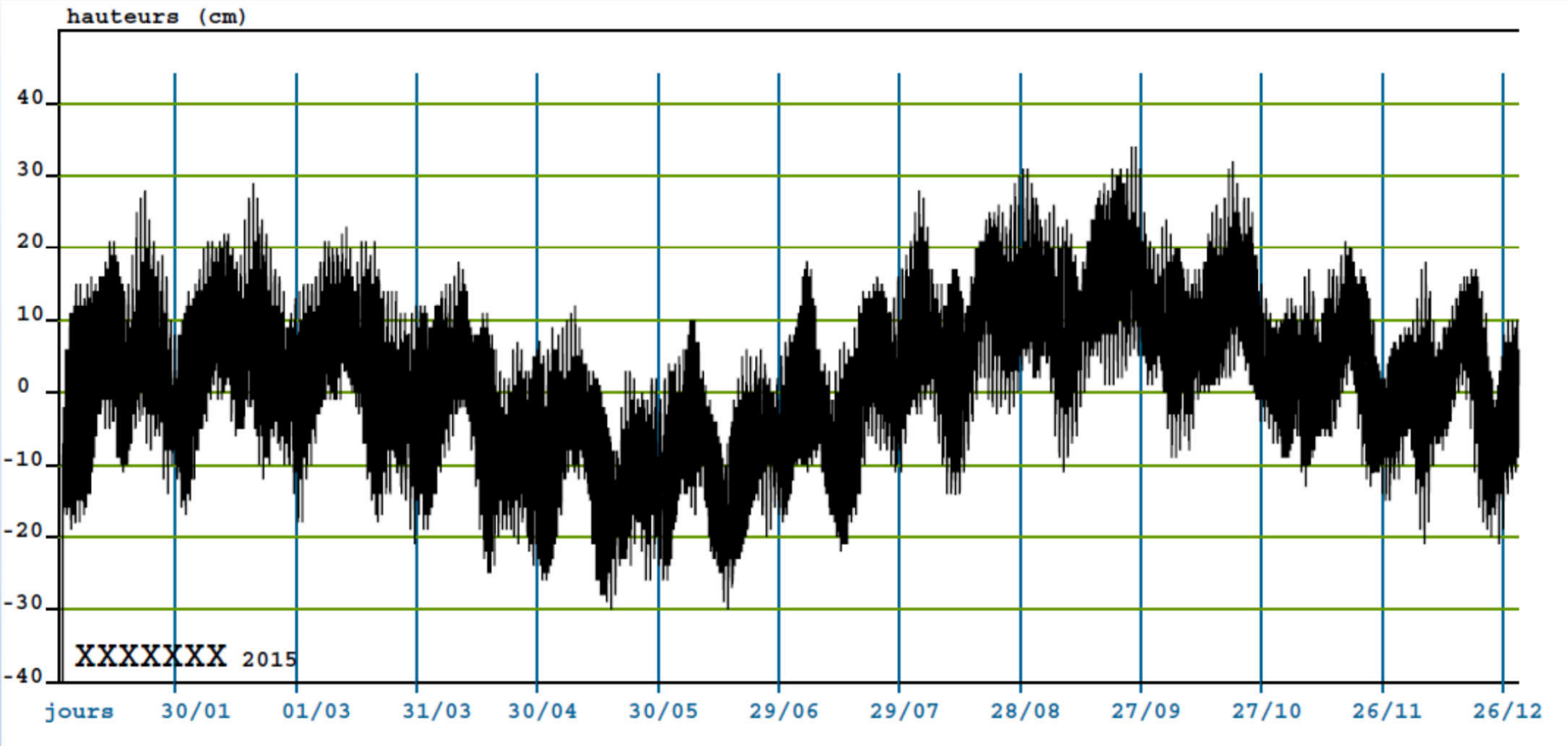


Écarts horaires max : env. 8min

Écarts hauteurs max : env. 40 cm

SHOM
L'océan à la carte

Exemple 3 : Le Havre (comparaison constantes Harmoniques calculées à partir de 6 mois de prédictions / 10 ans



Écarts horaires max : env. 9min

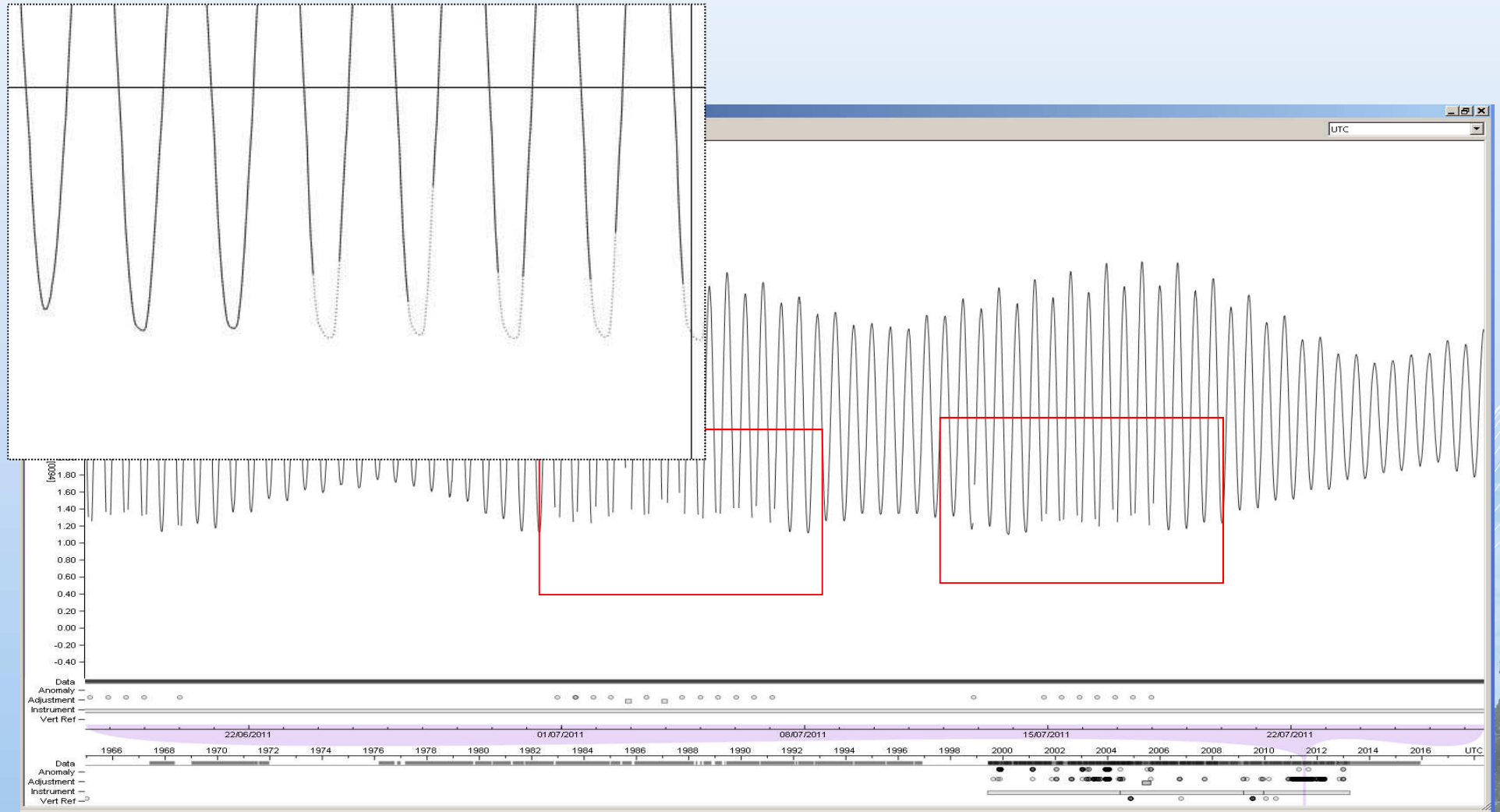
Écarts hauteurs max : env. 45 cm

SHOM
L'océan à la carte

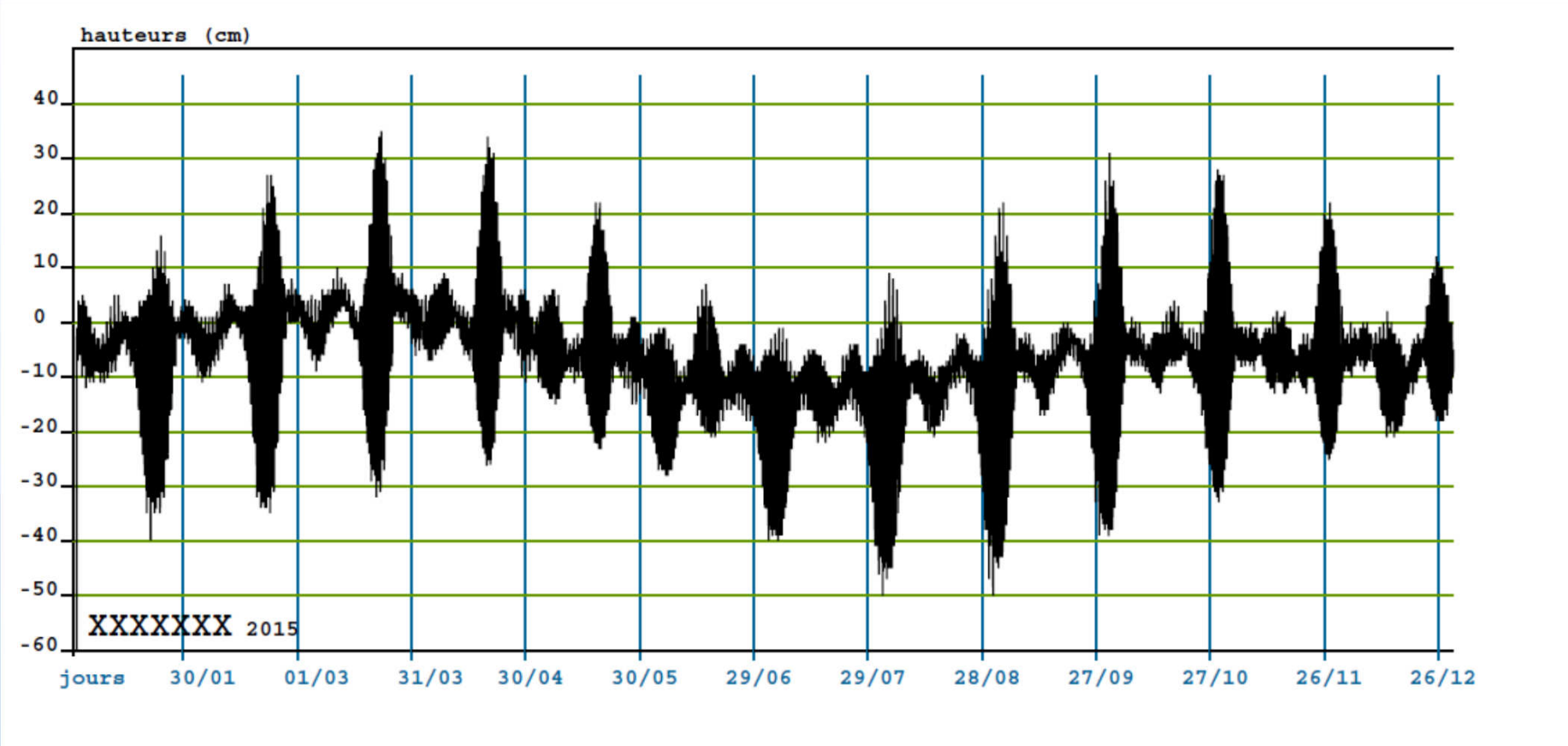
Rôle des observations de hauteurs d'eau (suite)

L'enregistrement de tout le cycle de marée y compris les basses mers, ce qui permet d'accéder également aux ondes de période plus courtes (quart, sixième diurnes) qui sont parfois déterminantes dans des milieux estuariens (effets de tenue du plein ou de basse mer, asymétrie prononcée entre le montant et le perdant...) ;

Exemple : le cas Boucau Bayonne



Exemple : Boucau-Bayonne (comparaison constantes harmoniques sur 1 an avec écrêtage des BM en VE fréquente (2011)

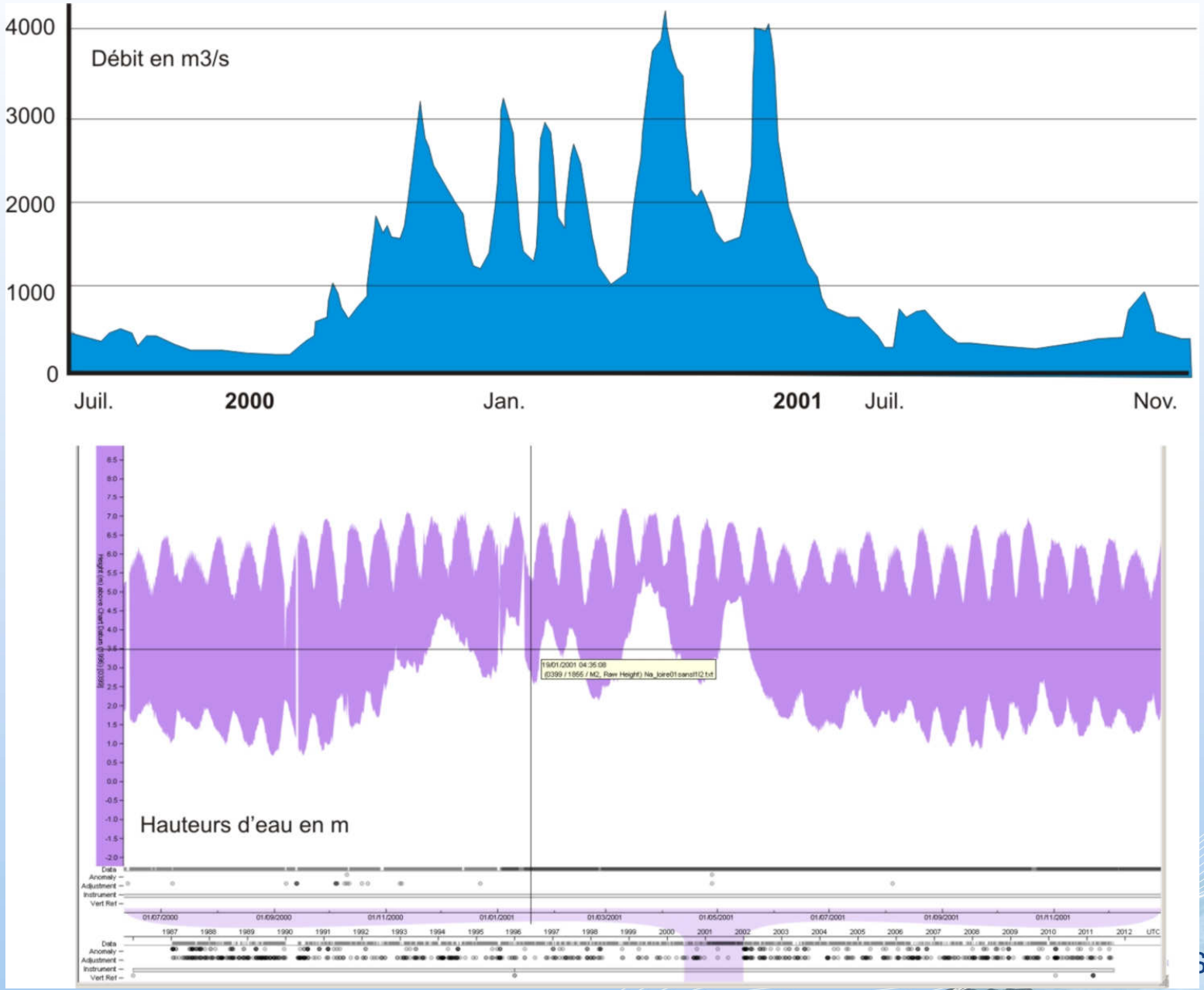


Écarts horaires max : env. 8min

Écarts hauteurs max : env. 40 cm

Rôle des observations de hauteurs d'eau (suite)

Cas des estuaires : exemple La Loire à Nantes

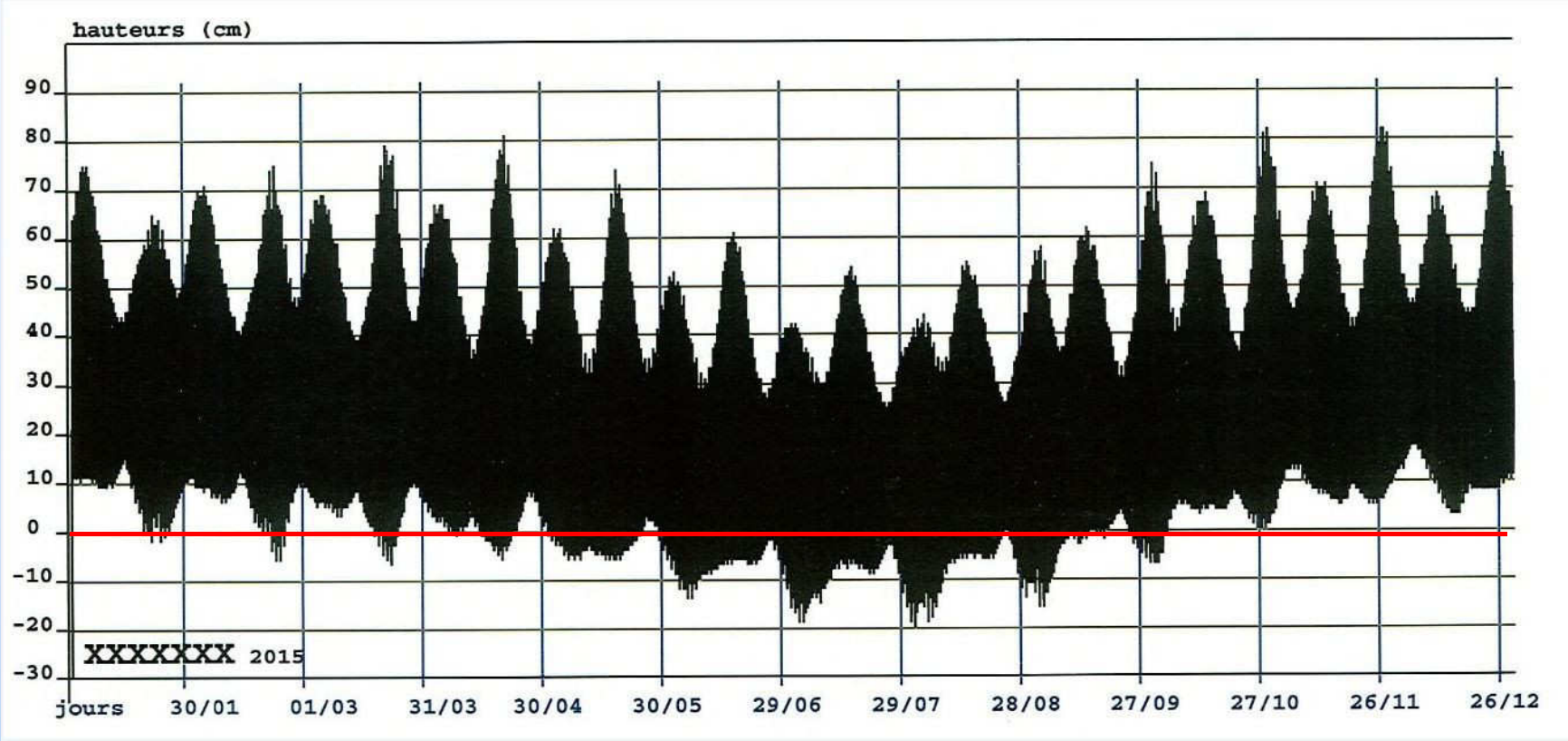


Observatoires du

NANTES SAINT-NAZAIRE PORT

SHOM
L'océan à la carte

Exemple : Cas de Nantes (comparaison constantes harmoniques calculées « avec ou sans crues »



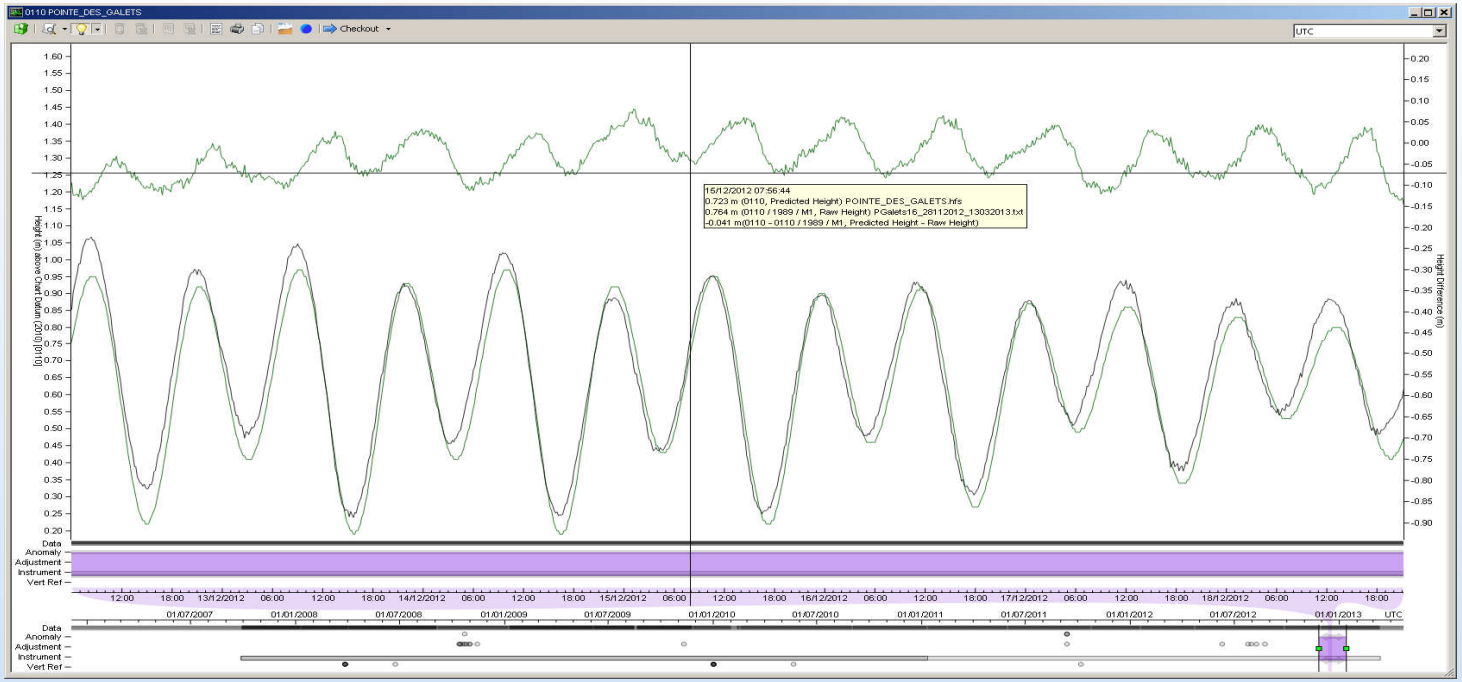
Rôle des observations de hauteurs d'eau (suite)

Effets du pas d'échantillonnage des observations

Exemple :

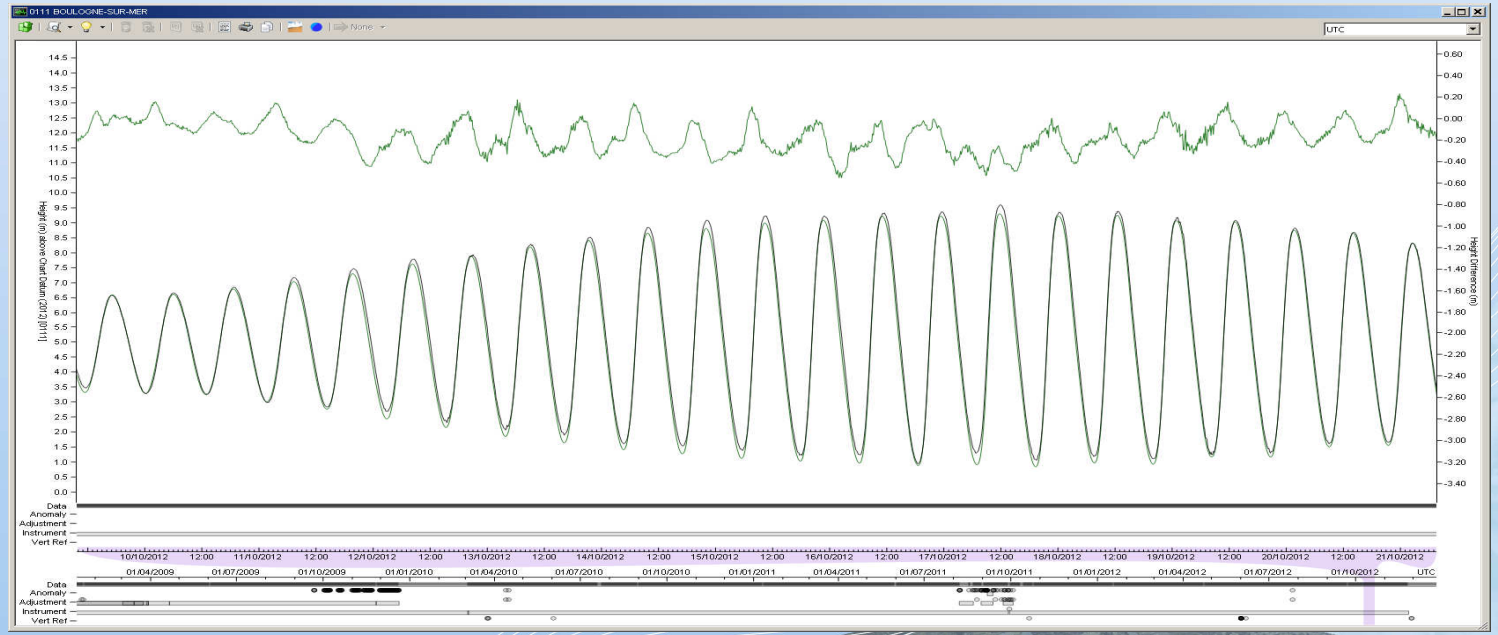
Pointe des Galet

(La Réunion)



Exemple :

Boulogne-sur-Mer



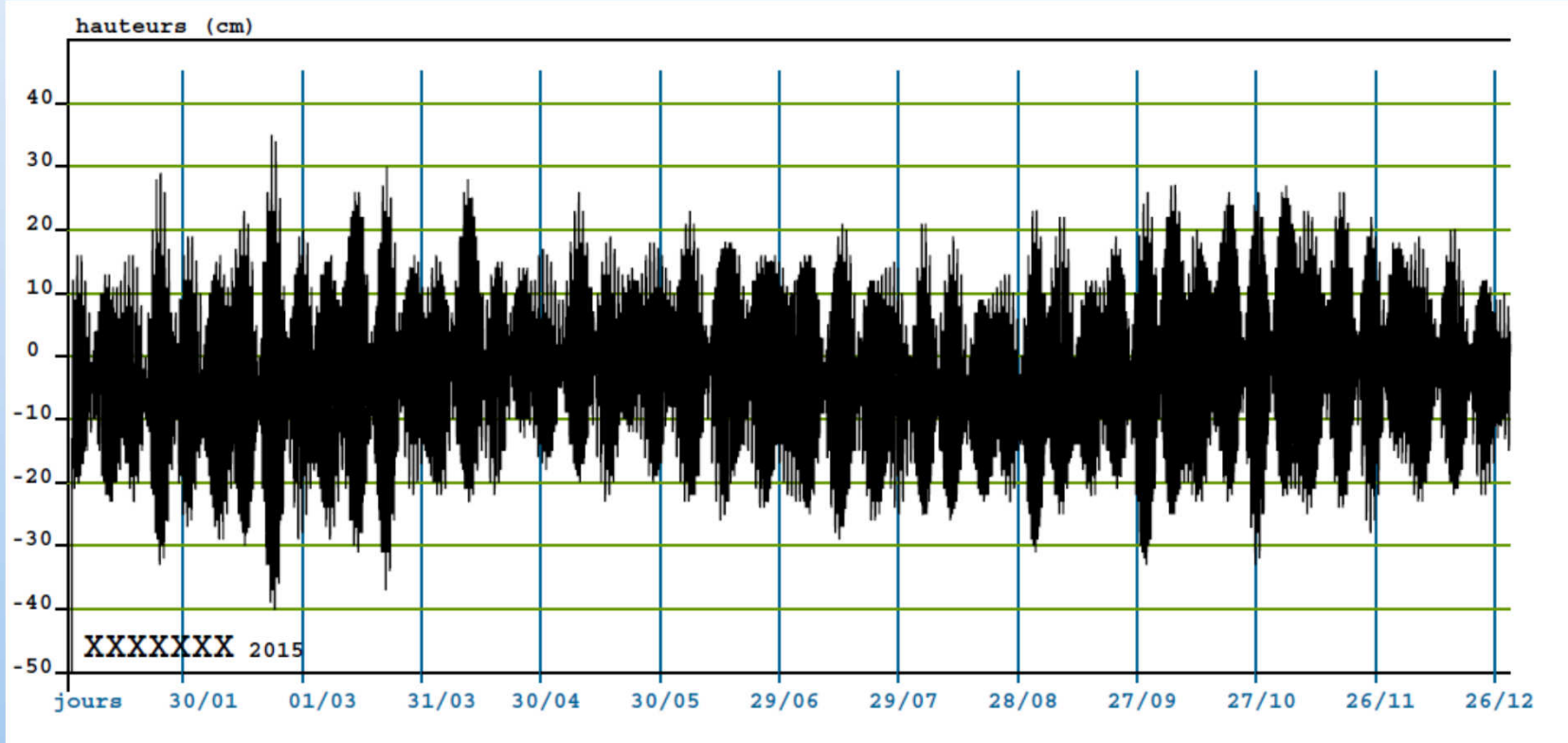
Rôle des constantes harmoniques

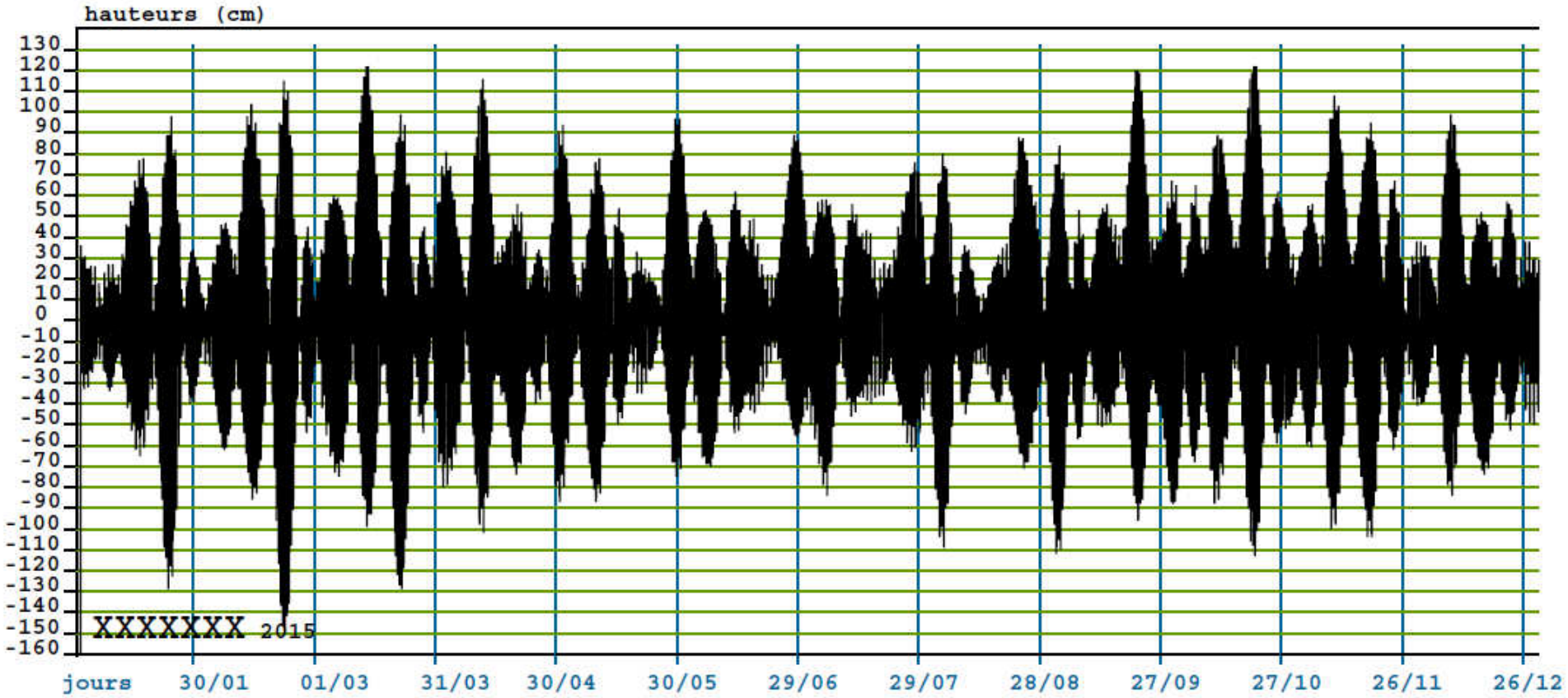
Le nombre d'ondes prises en compte pour le calcul des prédictions : Le SHOM et les services hydrographiques officiels utilisent 143 ondes. Des calculs réalisés avec un nombre limité d'harmoniques négligent alors certains aspects de la marée et entraînent des différence pouvant atteindre plusieurs dizaine de centimètre en hauteur et dizaine de minutes en heure ;

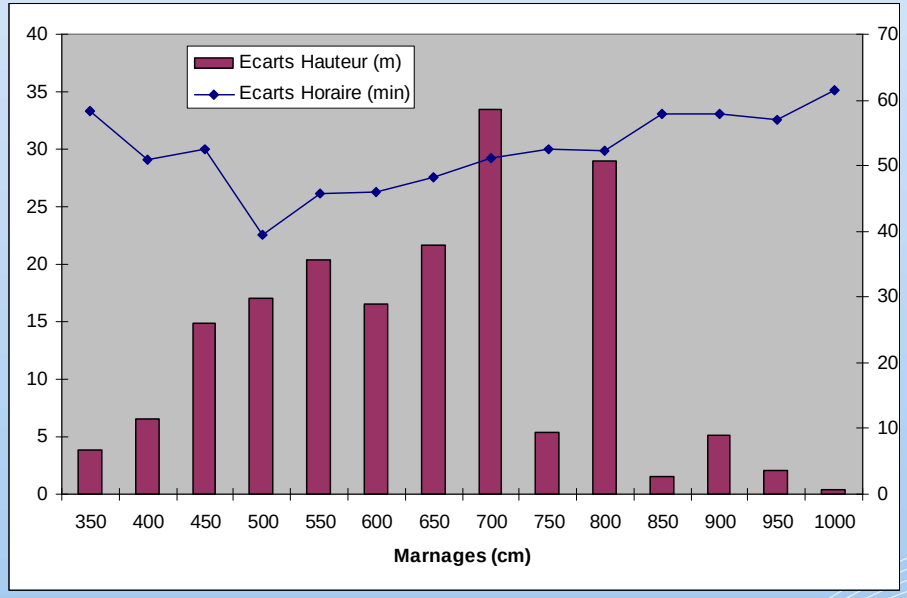
Exemple : Port Tudy (12 ondes type TGPM)

Écarts en hauteur : 10 cm

Écarts horaires : moy : 50 min (82 min max!)





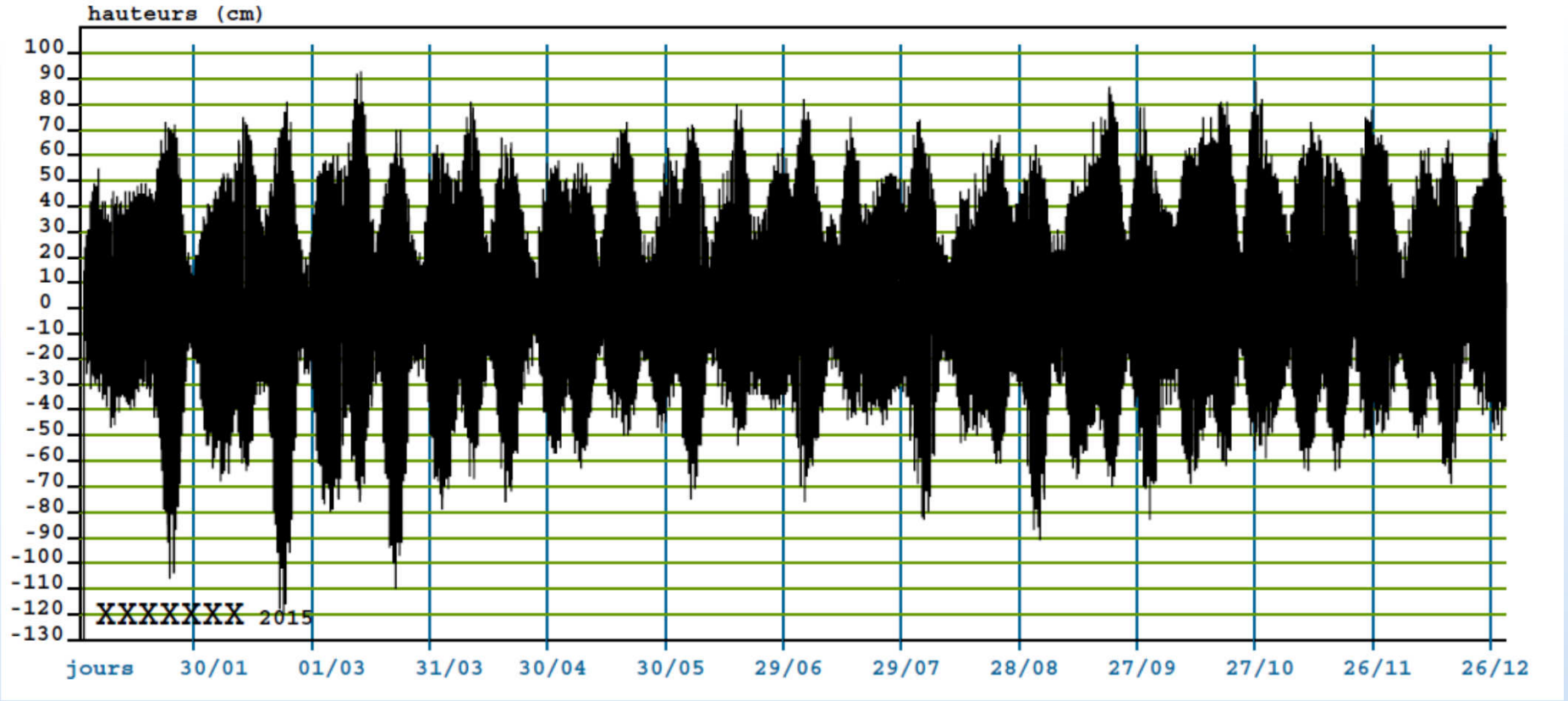


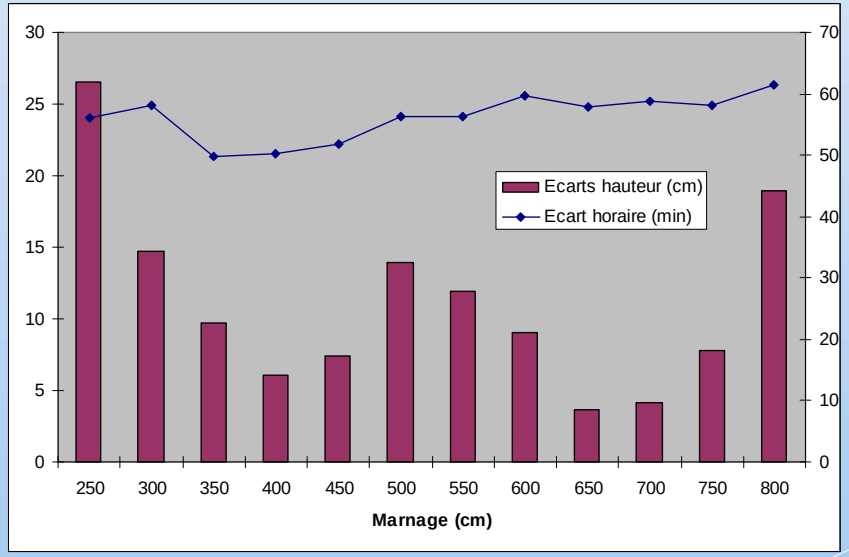
Exemple : Saint-Malo

Écarts hauteurs max.: max 95 cm

Écarts horaires max.: 79 min

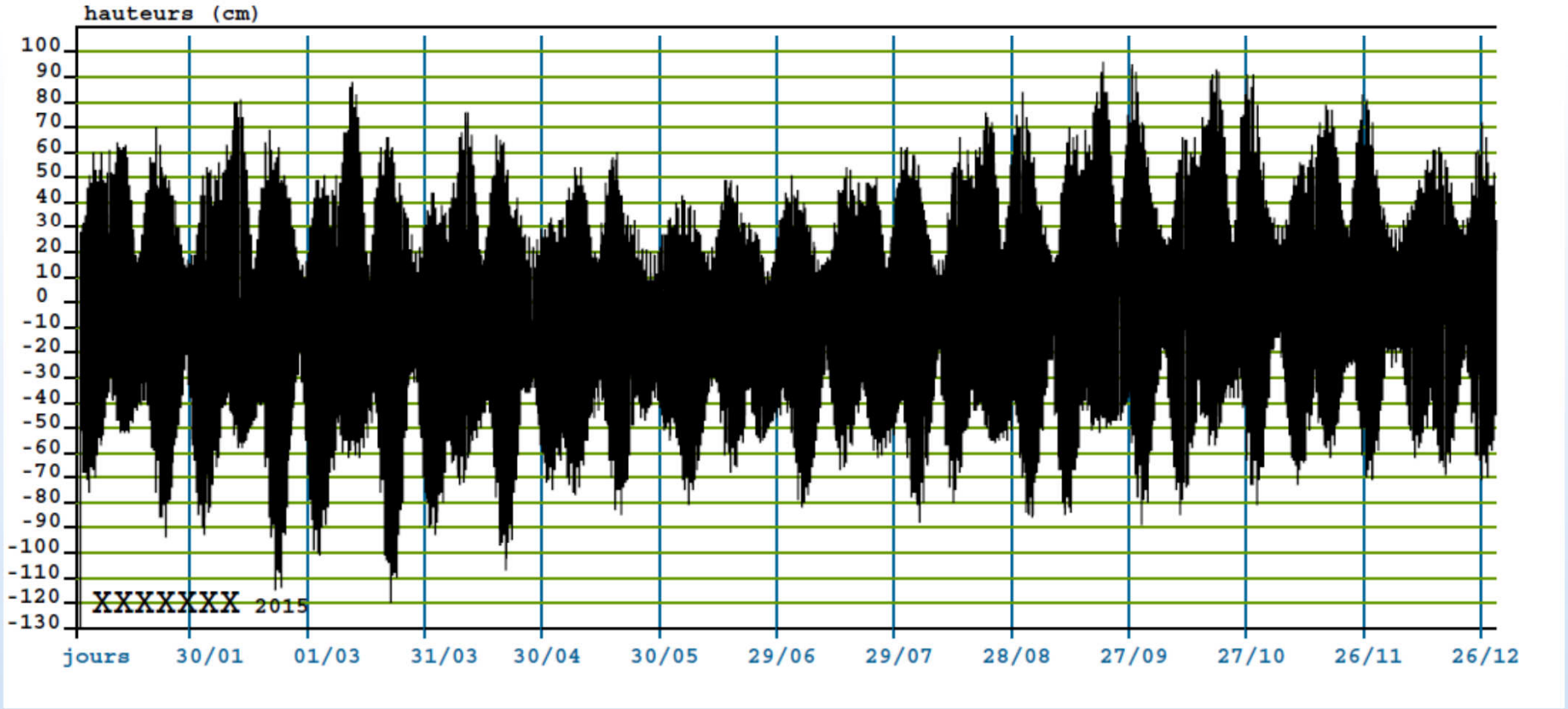
SHOM
L'océan à la carte

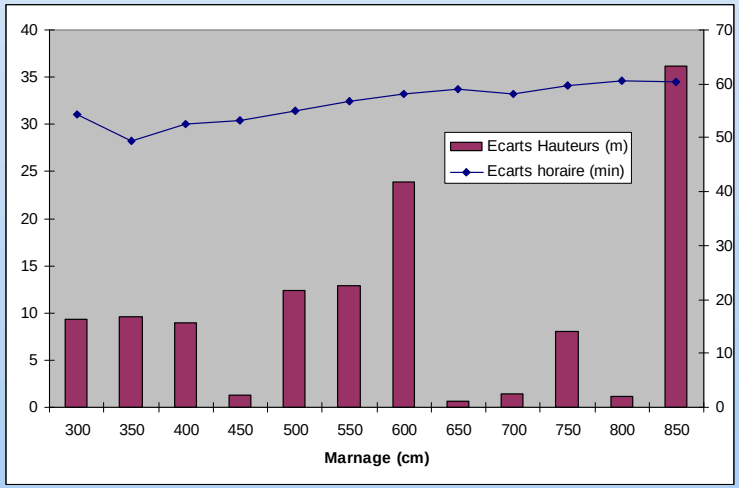




Exemple : Le Havre
Écarts hauteurs max. : max 90 cm
Écarts horaire max. : 71 min

SHOM
L'océan à la carte



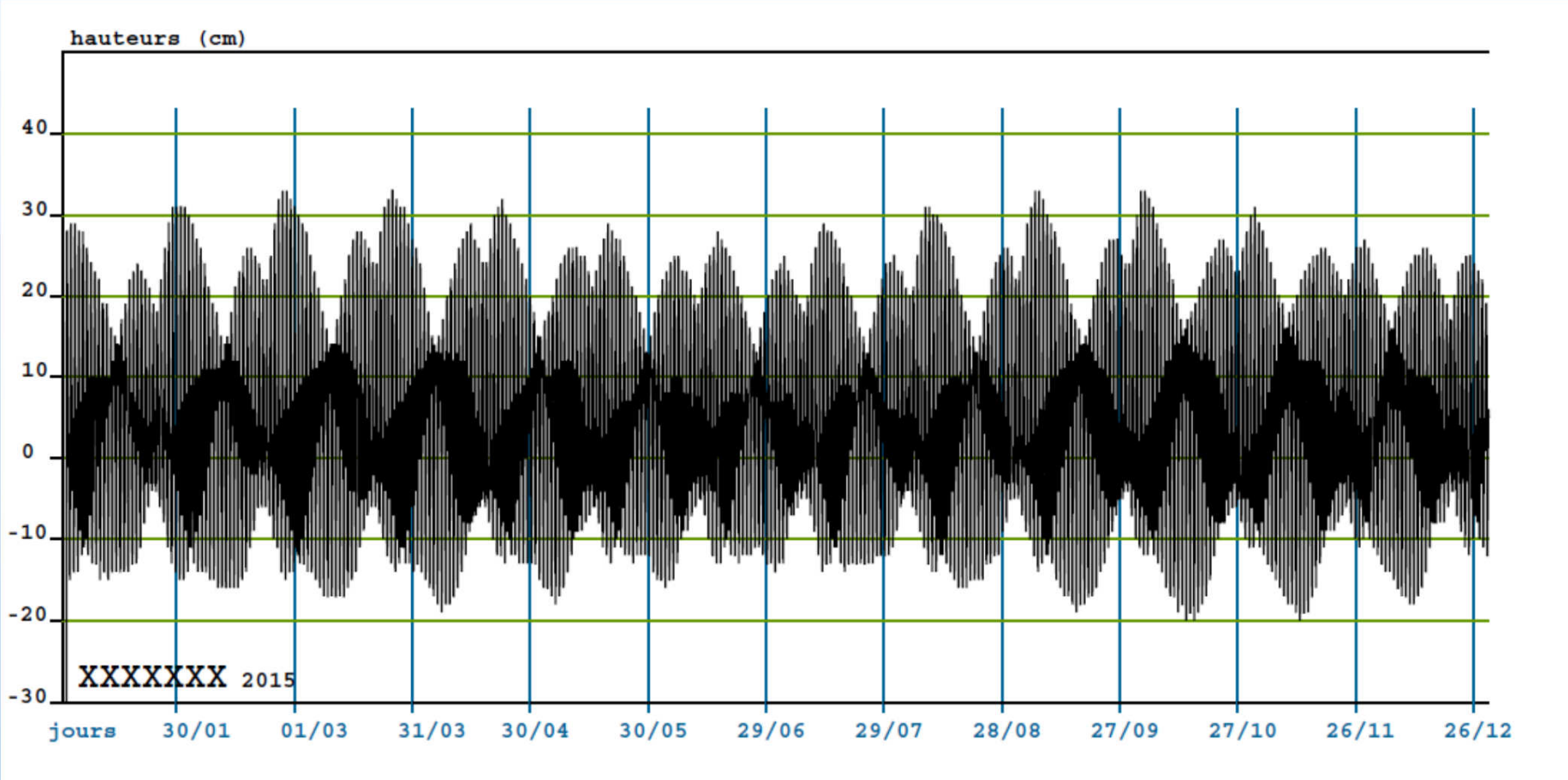


Le Havre (liste type FES)
Écarts hauteurs max.: max 95 cm
Écarts horaires max.: 70 min

Rôle des constantes harmoniques (suite)

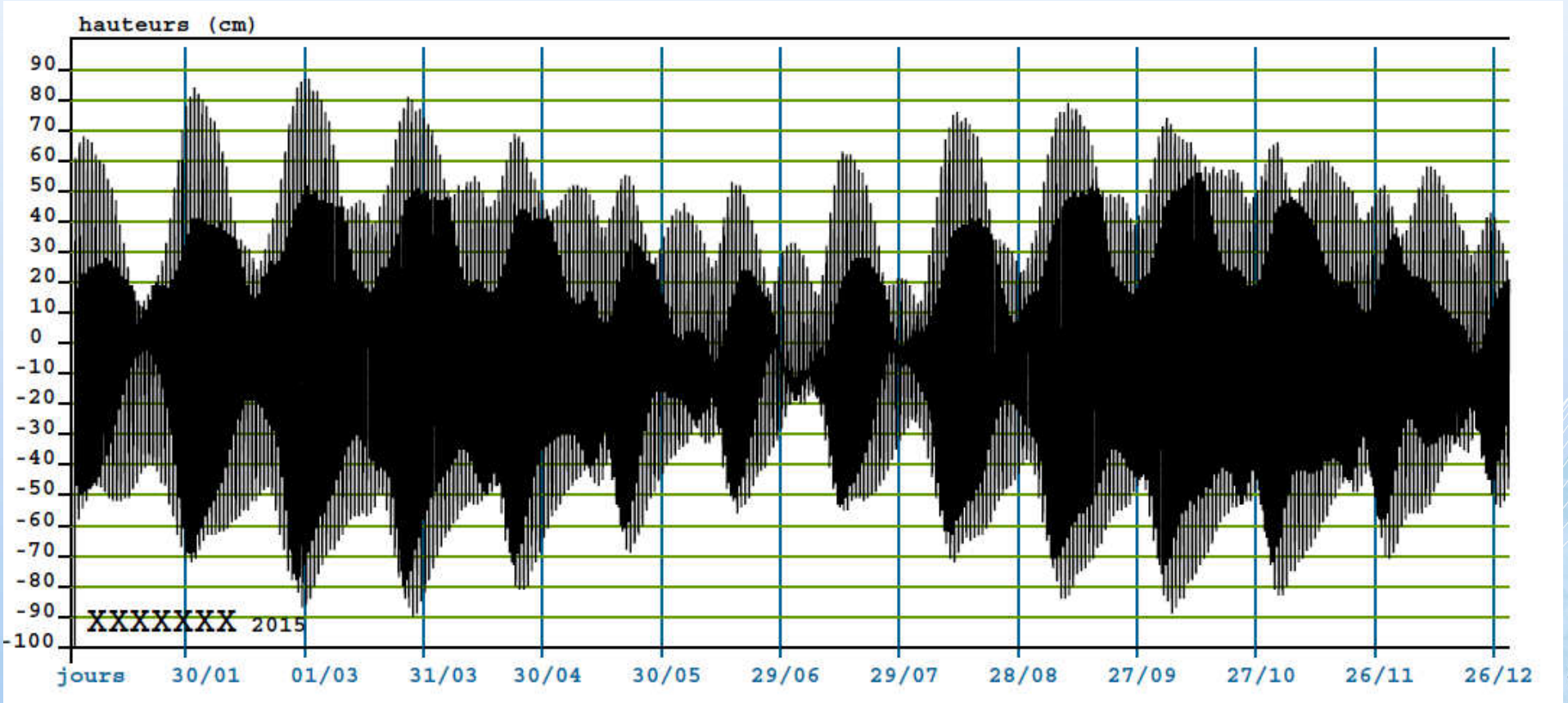
- **Les corrections nodales** (correction à appliquer aux constantes harmoniques pour tenir compte des variations des éléments de l'orbite lunaire) :

Exemple : Port-tudy
Écarts hauteurs max.: max 71 cm
Écarts horaires max.: 40 min



Rôle des constantes harmoniques (suite)

Saint-Malo
Ecarts en hauteur max.: max 101 cm
Ecart horaire max.: 91 min



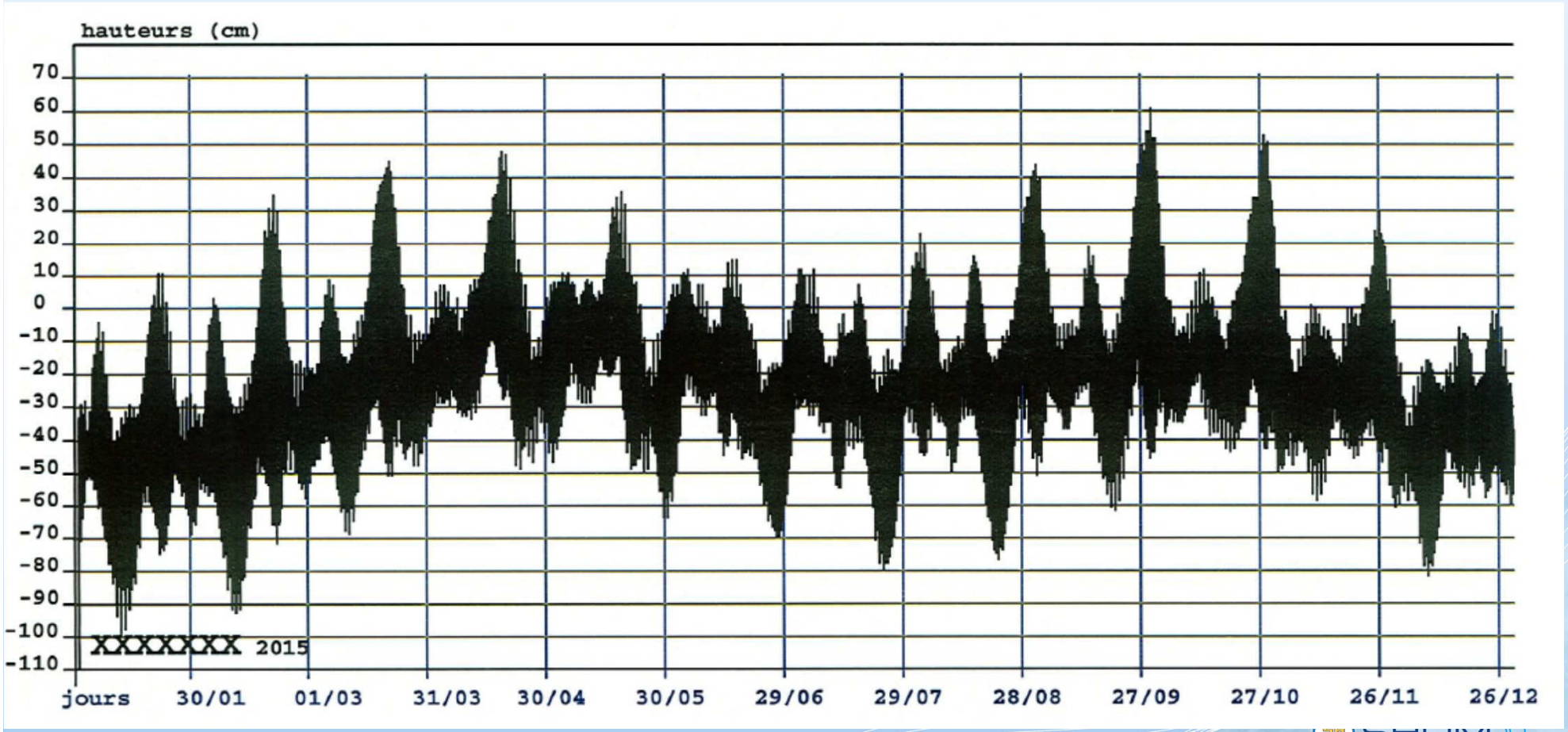
SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)

La méthode de détermination des constantes harmoniques

analyse harmonique (par liste prédéfinie), concordance par espèces...) ;

exemple : Nantes comparaison analyse harmonique / concordance par espèces)



Rôle des constantes harmoniques (suite)

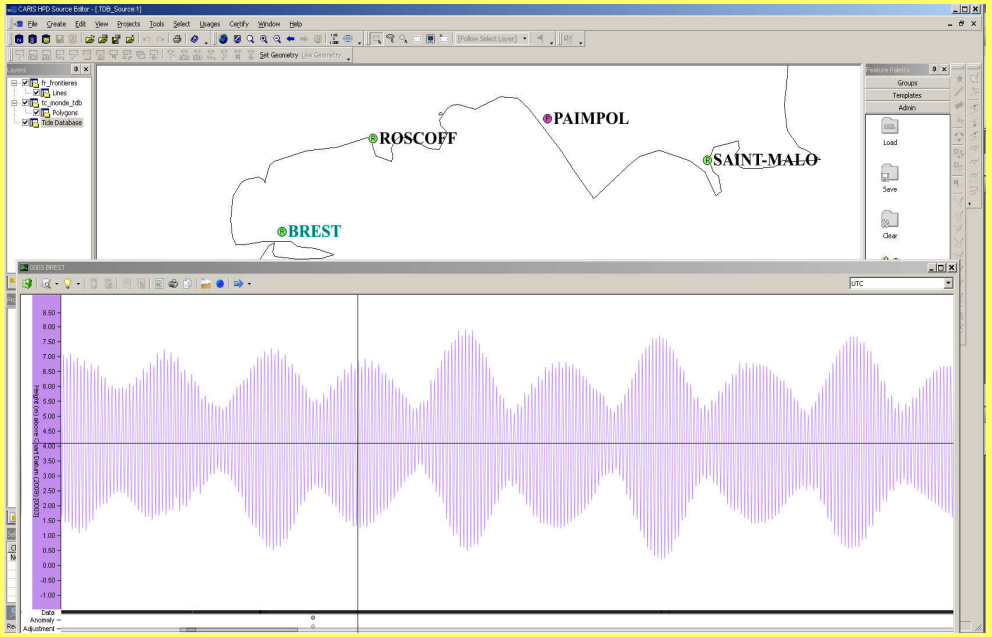
La mise à jour des constantes harmonique lié à une amélioration de la connaissance ou aux évolutions morphologiques ;

SHOM
L'océan à la carte

Mise à jour des constantes au SHOM

Observations

Validation - Archivage TDB



BD Constantes harmoniques

BD des valeurs caractéristiques

BD Zéro Hydro - RAM

BD Constantes Harmoniques Millésimées

… | 2012 | 2013 | 2014 | 2015

MàJ en continue

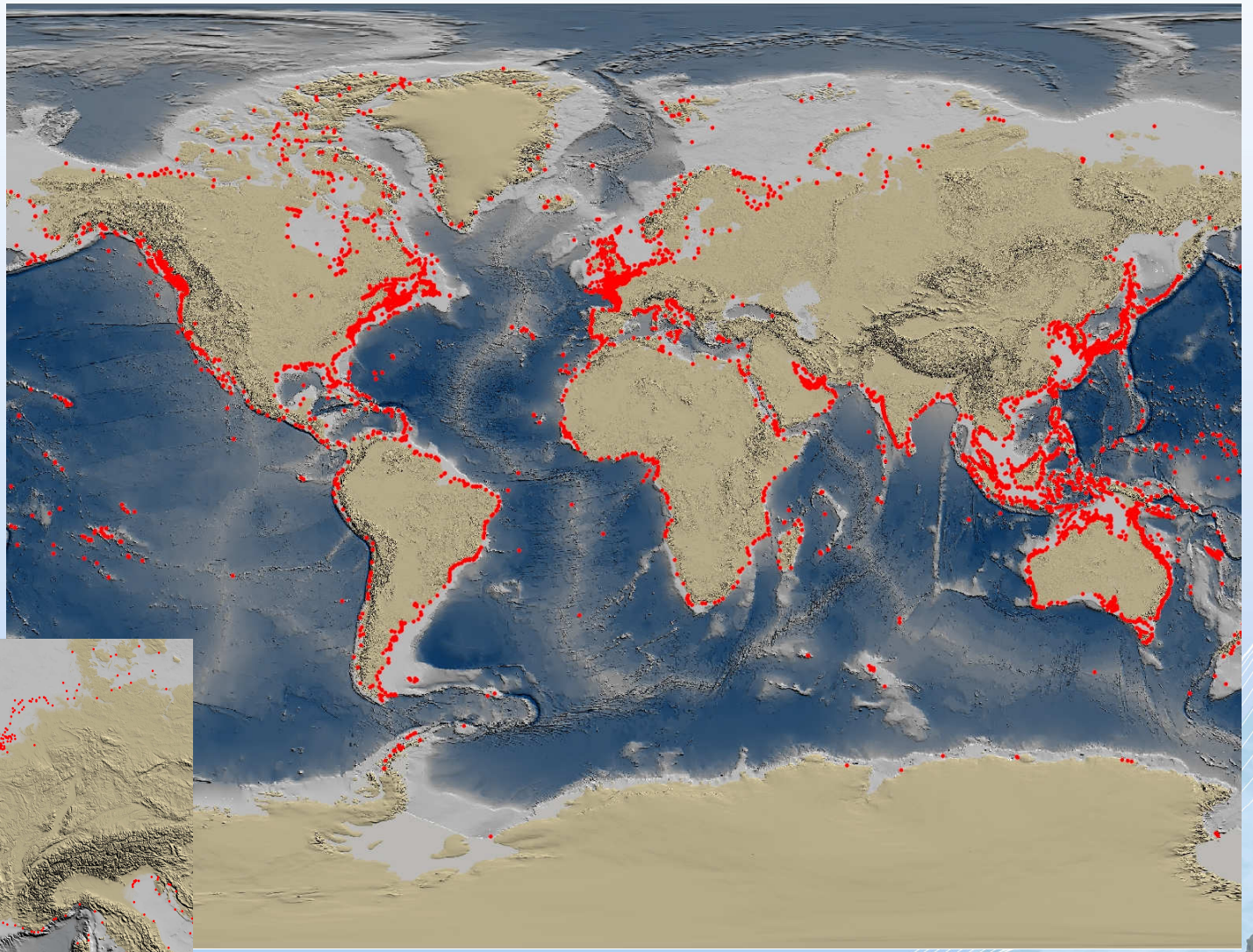
Archivage annuel

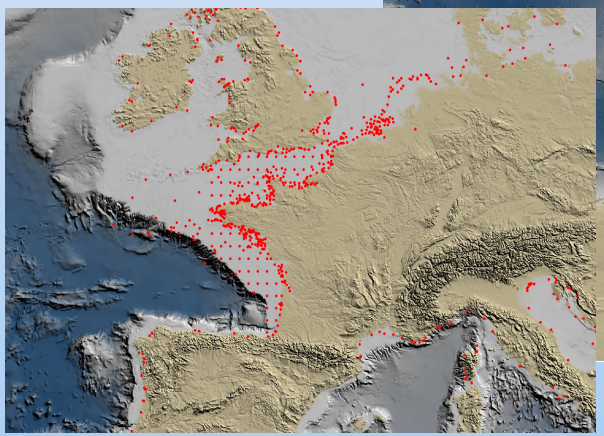
Pour la production des produits officiels

Référence= ZH

Rôle des constantes harmoniques (suite)

Base de donnée de marée du SHOM

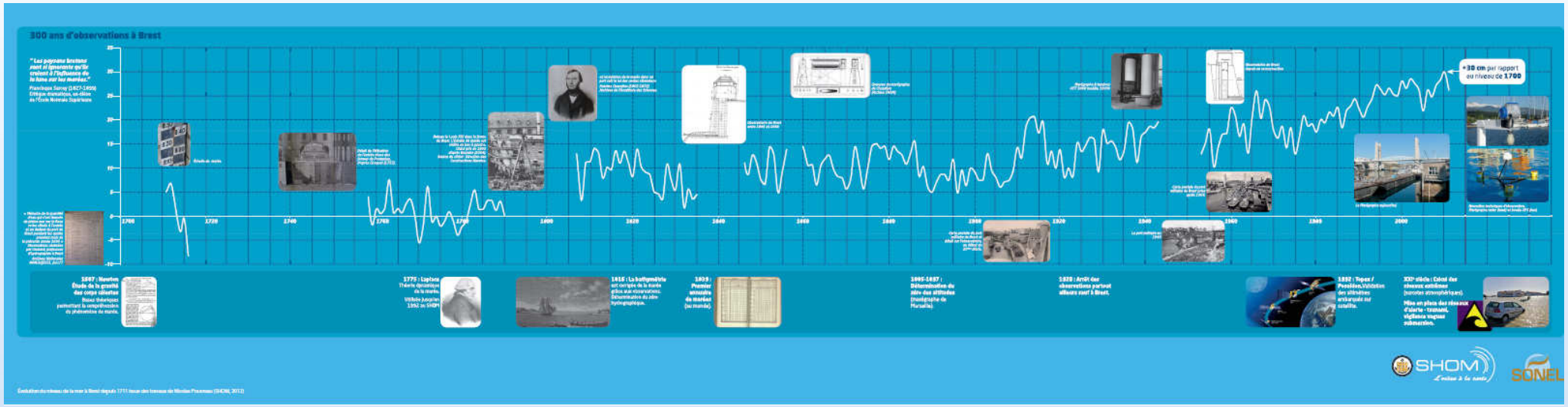


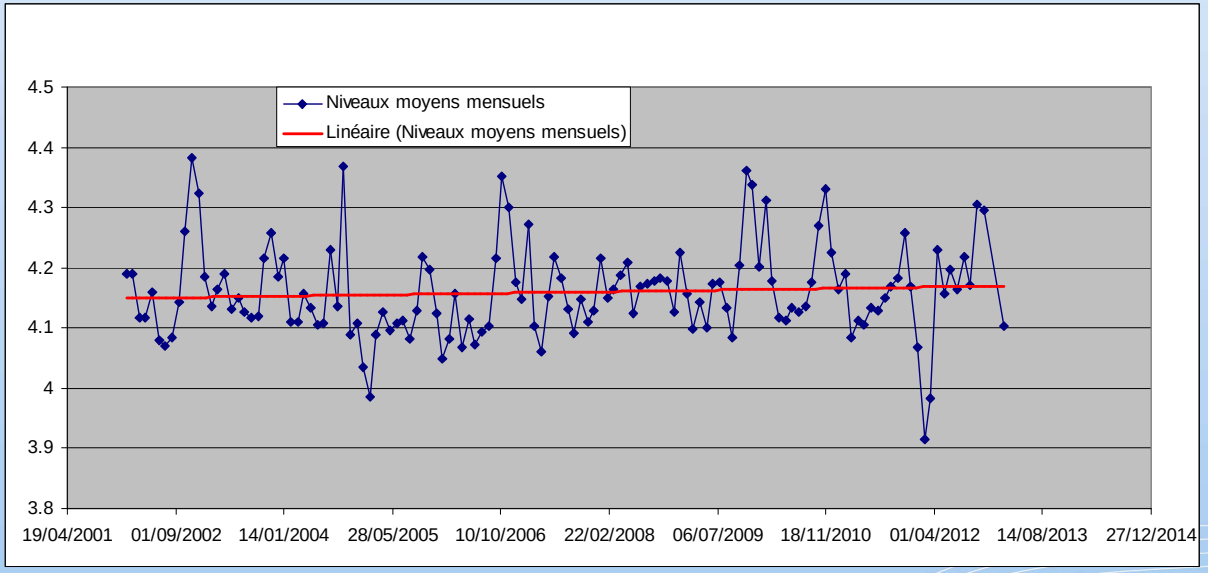


SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)

Choix du niveau moyen :





Exemple de Brest

SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)

Le référencement par rapport au zéro hydrographique ;

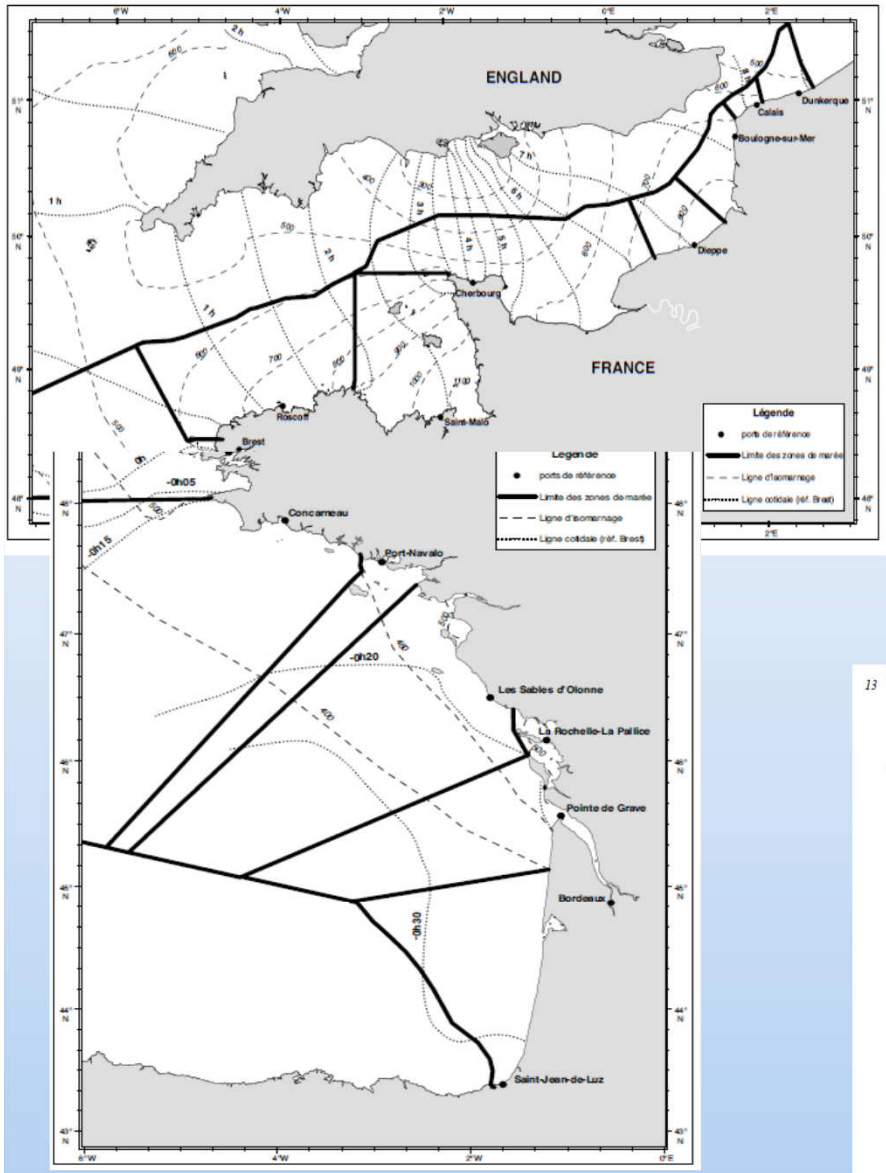
La différence PBMA /ZH

- *<u>Le niveau des plus basses mers astronomiques</u>*
  - Il résulte d'un calcul (formule harmonique)
  - Deux difficultés:
    - Précision du calcul variable selon la qualité et la quantité des mesures
    - D'autres phénomènes (météorologiques, océanographiques) se superposent à la marée astronomique
  - Par conséquent, c'est une notion approximative, mais une fois calculé, le PBMA peut servir à situer le ZH.

- *<u>Le zéro hydrographique (ZH)</u>*
  - niveau de référence, commun aux cartes marines et aux annuaires de marée, à partir duquel sont comptées positivement vers le bas, les sondes des cartes et positivement vers le haut, les hauteurs de marée
  - Selon les recommandations de l'OHI, le ZH doit être voisin du niveau des plus basses mers astronomiques

SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)



- En pratique, le ZH peut s ’écarter notablement du PBMA pour les raisons suivantes
  - Connaître précisément le PBMA n’est pas trivial (durée d’observation importante, méthode de calcul)
  - Le niveau de la mer a augmenté depuis l’époque où a été déterminé le ZH
  - la modification du ZH est une opération délicate car elle implique la mise à jour simultanée de toutes les cartes et ouvrages concernés. Donc c’est une opération rare que l’on ne renouvelle que lorsqu’il est très éloigné du PBMA (plus de 50 cm).

13

Nmr	Zone	Port de référence	Situation du zéro hydrographique (1) (2)	Hauteur des plus grandes basses mers théoriques (2)
①	Abords de Dunkerque	Dunkerque	-2,693 m IGN 69	0 cm
②	Abords de Calais	Calais	-3,455 m IGN 69	10 cm
③	Abords de Boulogne-sur-Mer	Boulogne-sur-Mer	-4,388 m IGN 69	40 cm
④	Abords de Dieppe	Dieppe	-4,448 m IGN 69	-5 cm
⑤	Abords de Cherbourg et du Havre	Cherbourg	-3,285 m IGN 69	30 cm
⑥	Abords de Saint-Malo	Saint-Malo	-6,289 m IGN 69	0 cm
⑦	Entrée de la Manche	Roscoff	-4,764 m IGN 69	15 cm
⑧	Abords de Brest	Brest	-3,635 m IGN 69	25 cm
⑨	Abords d'Audierne, Concarneau et Lorient	Concarneau	-2,534 m IGN 69	15 cm
⑩	Abords de Port-Navalo	Port-Navalo	-2,625 m IGN 69	0 cm
⑪	Abords des Sables-d'Olonne et de la Loire	Les Sables d'Olonne	-2,831 m IGN 69	0 cm
⑫	Pertuis Charentais	La Rochelle-Pallice	-3,504 m IGN 69	15 cm
⑬	Abords de la Gironde	Pointe de Grave	-2,831 m IGN 69	50 cm
⑭	Abords d'Arcachon et de Cap Breton	Saint-Jean-de-Luz	-2,171 m IGN 69	0 cm

SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)

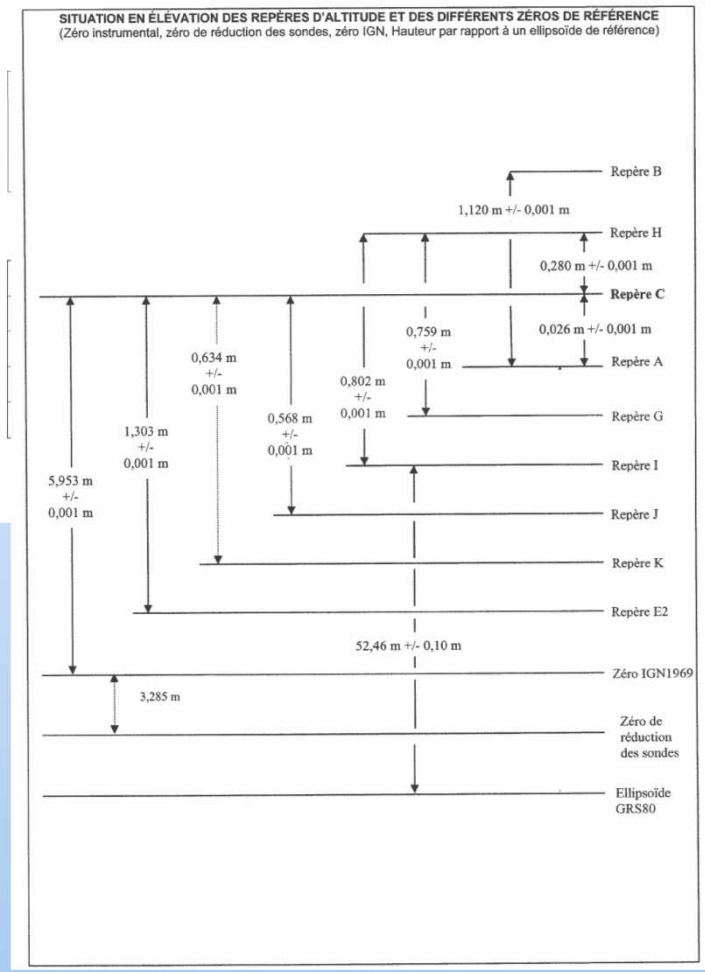
SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE

N° EPSHOM : 1731

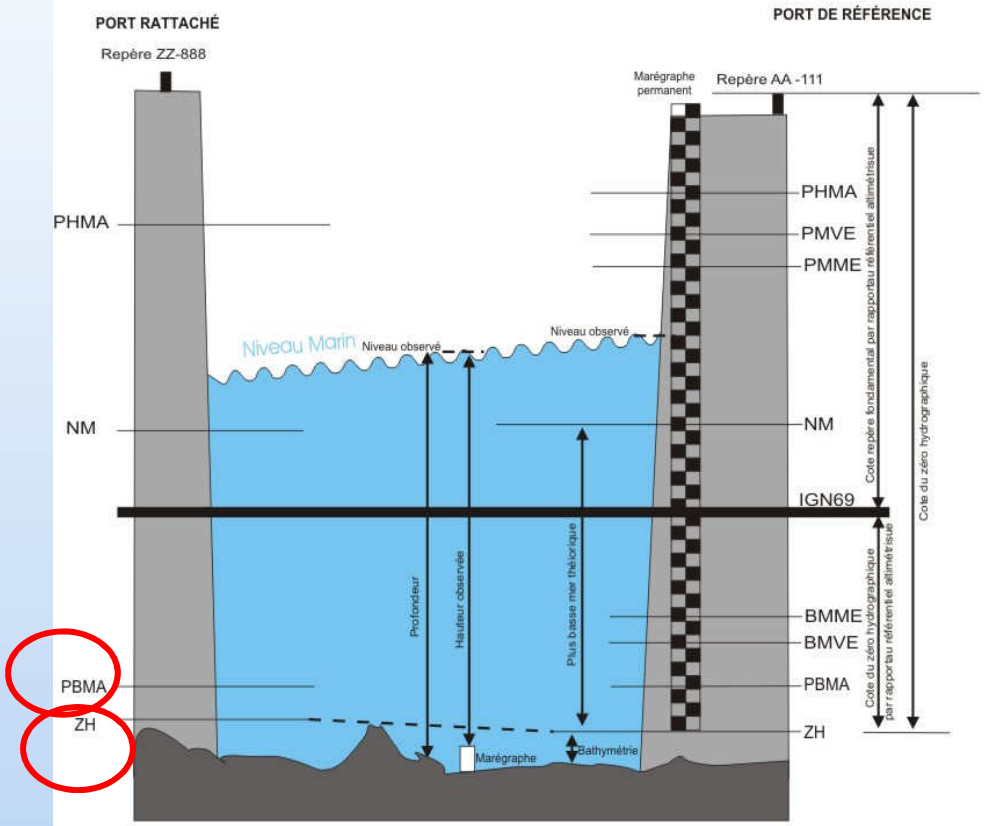
FICHE D'OBSERVATOIRE DE MARÉE

PAYS - RÉGION – TERRITOIRE	:	France
NOM DU LIEU (toponymie carte marine)	:	CHERBOURG
NOM DE L'OBSERVATOIRE (site)	:	**CHERBOURG PORT**
POSITION LATITUDE	:	49°39,1' N
POSITION LONGITUDE	:	001°38,1' W
POSITION Système géodésique	:	RGF93

SITUATION EN ÉLÉVATION DES REPÈRES D'ALTITUDE ET DES DIFFÉRENTS ZÉROS DE RÉFÉRENCE
(Zéro instrumental, zéro de réduction des sondes, zéro IGN, Hauteur par rapport à un ellipsoïde de référence)



Cas des marées de type semi-diurne à égalité diurne

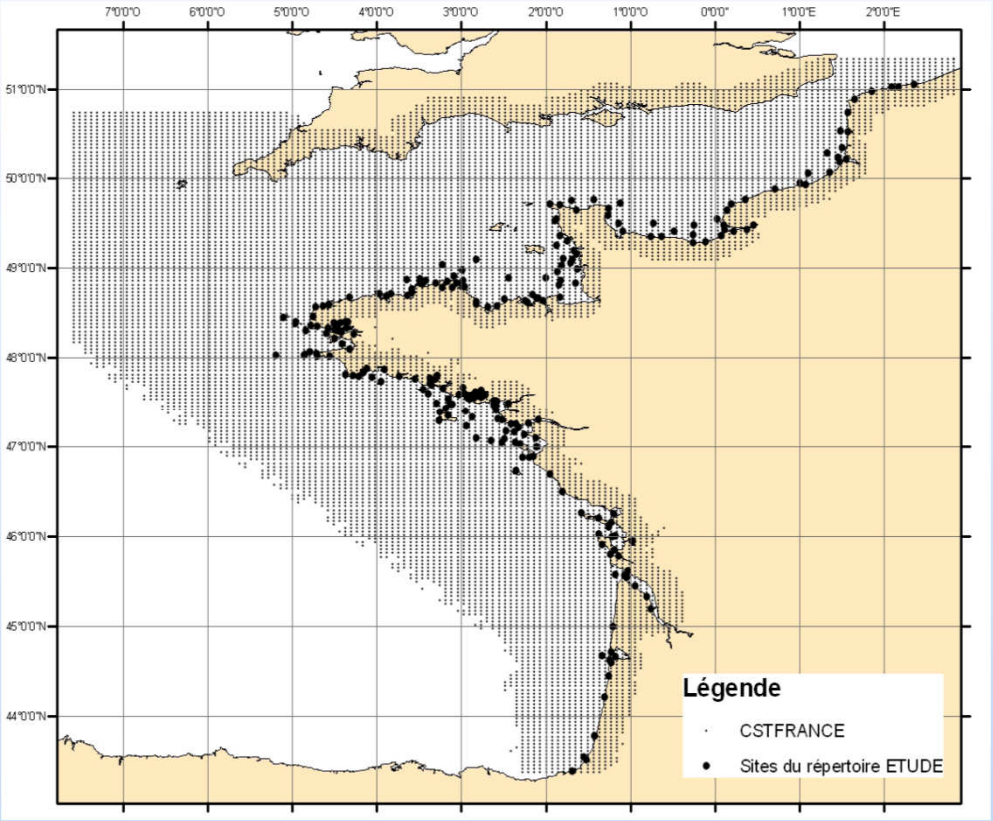


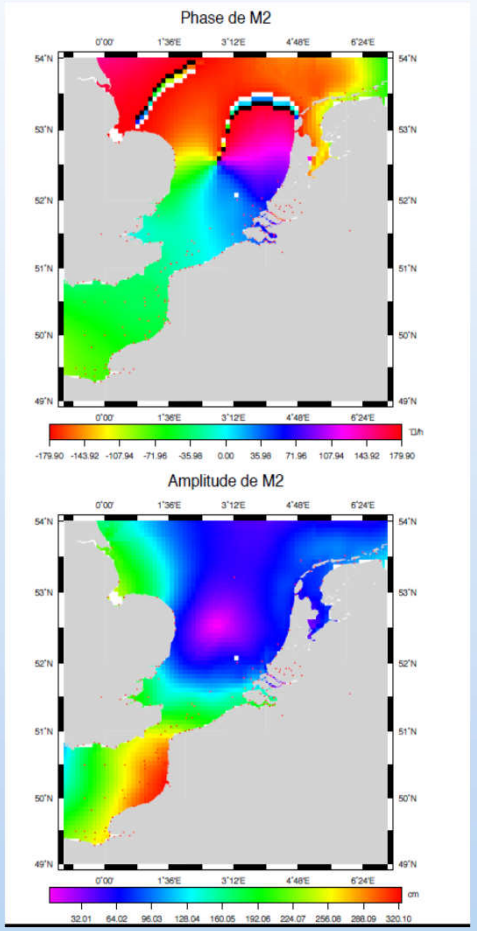
PHM : Niveau des plus hautes mers astronomiques *(HAT)*.
PMVE : Niveau des plus hautes mers de vives-eaux *(MHWS)*.
PMME : Niveau des plus hautes mers de mortes-eaux *(MHWN)*.
BMME : Niveau des plus basses mers de mortes-eaux *(MLWN)*.
BMVE : Niveau des plus basses mers de vives-eaux *(MLWS)*.
PBM : Niveau des plus basses mers astronomiques *(LAT)*.
NM : Niveau moyen *(MSL)*.
ZH : Zéro hydrographique *(CD)*.

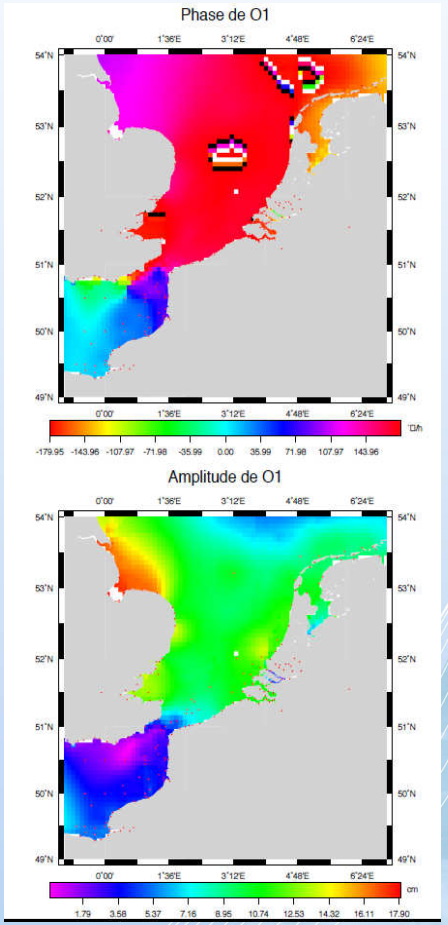
SHOM
L'océan à la carte

Rôle des constantes harmoniques (suite)

Le niveau de référence des modèles de marée







La gestion par le SHOM

Le SHOM, en tant que service hydrographique et organisme de référence dans le domaine de la marée, recueille et archive, dans toutes les mers du monde, des observations de marée lui permettant d'actualiser continuellement sa connaissance et ainsi mettre à disposition des usagers divers produits et services de prédiction de marée, les plus justes et fiables possibles.

Merci de votre attention

SHOM
L'océan à la carte