



La Rochelle, 22-24 novembre 2006

SHD, Marine Brest. OA 1994-1 : Embarquement au port de Brest dédié à l'Académie de Marine par Ozanne l'ainé [Nicolas Ozanne, ingénieur de la marine]. Gravure vers 1750.

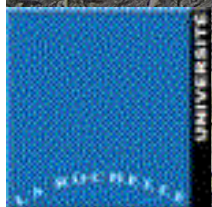
Retour sur 300 ans d'observations du niveau de la mer à Brest

Nicolas Pouvreau¹, Bernard Simon², Guy Wöppelmann¹.

¹ CLDG ; ² SHOM

Partenaires scientifiques

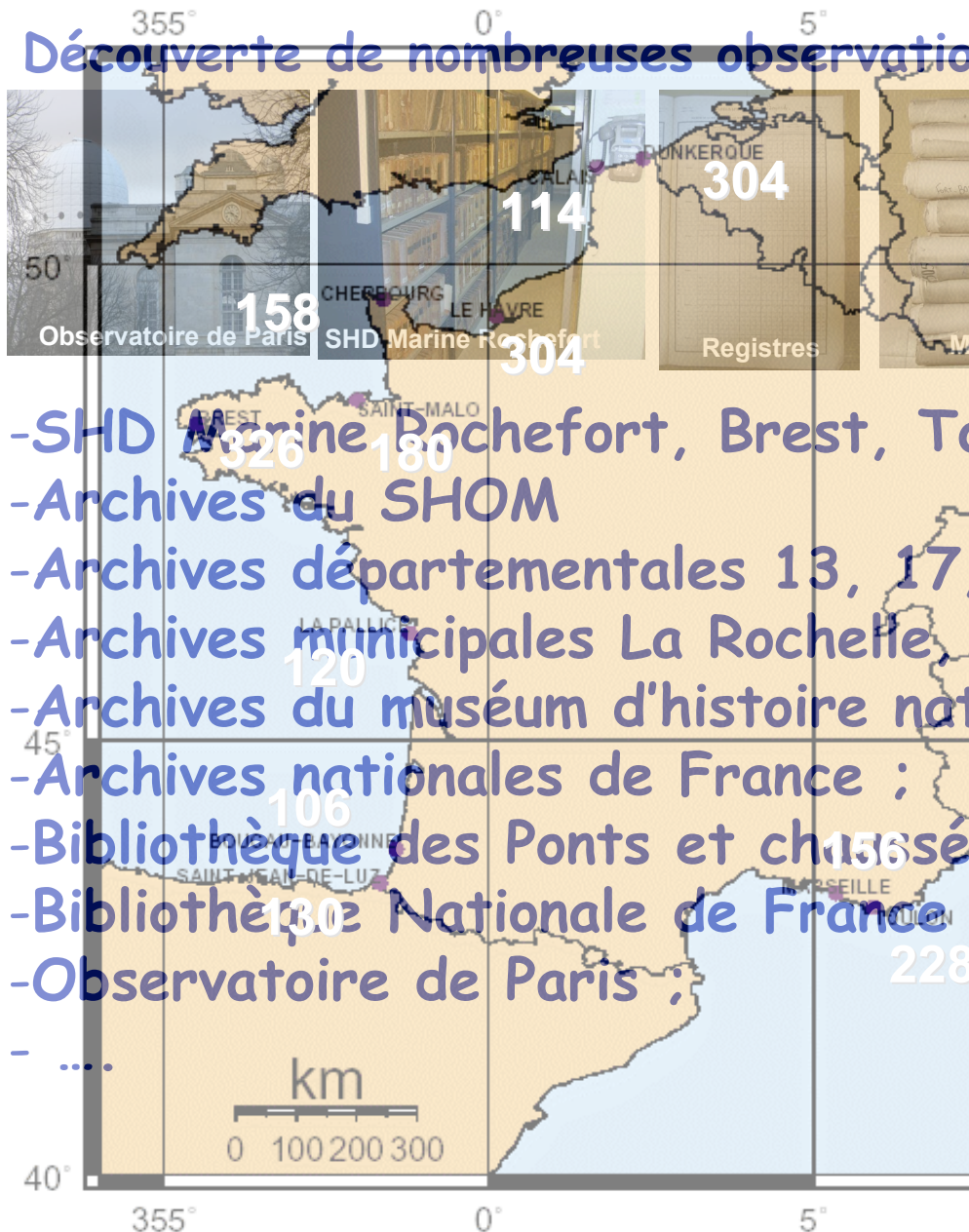
Soutiens structurant





Bilan de l'enquête dans le cadre du G2

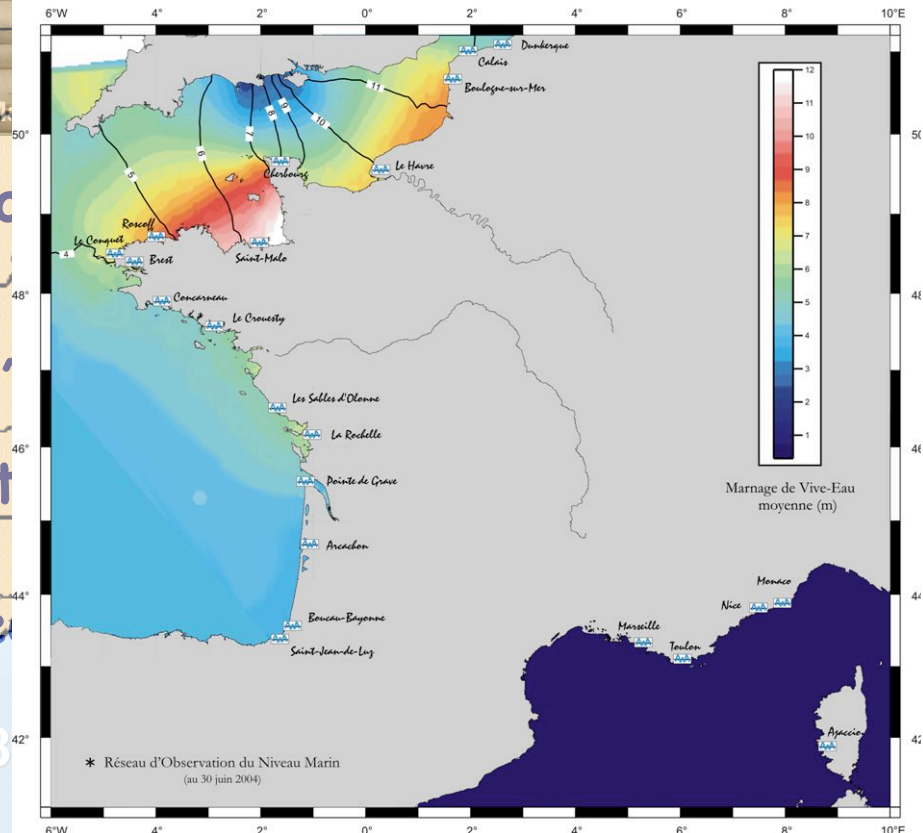
Découverte de nombreuses observations



- SHD Marine Rochefort, Brest, Toulon
- Archives du SHOM
- Archives départementales 13, 17, 22
- Archives municipales La Rochelle, Brest
- Archives du muséum d'histoire naturelle de Paris
- Archives nationales de France ;
- Bibliothèque des Ponts et Chaussées
- Bibliothèque Nationale de France
- Observatoire de Paris ;
- ...



Le réseau RONIM*





- 1- Observations disponibles aujourd'hui à Brest ;**
- 2- Caractérisation des observations ;**
- 3- Evolution de l'onde semi-diurne M2 de la marée à Brest de 1846 à 2005 ;**
- 4- Stabilité du zéro marégraphique**



Première partie :

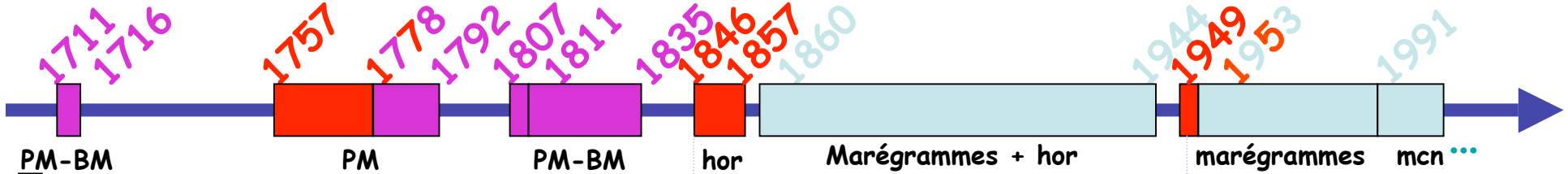
Quelles observations sont aujourd'hui disponibles à Brest ?

G. Wöppelmann, N. Pouvreau, B. Simon (2005). Brest sea level record : a time series construction back to the early 18th century. Ocean Dynamics (in press)

N. Pouvreau, B. Martin, B. Simon, G. Wöppelmann (2006). Évolution de l'onde semi-diurne M2 de la marée à Brest de 1846 à 2005. CRAS, Vol. 338, N°11, pp. 802-808.



Inventaire des observations : Nature et type des observations des hauteurs du niveau de la mer



PM-BM

PM

PM-BM

hor

Marégrammes + hor

marégrammes

mcn ...

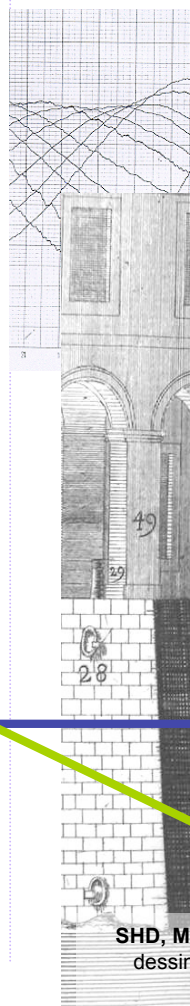
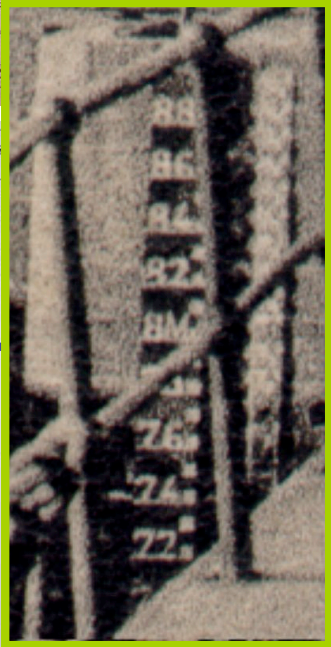
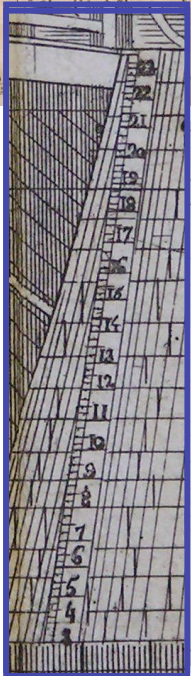
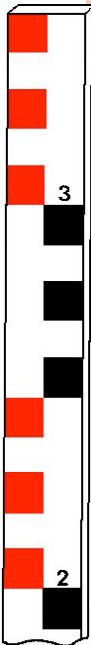
Observations numérisées (SHOM \(\diamond\) SONEL)

Observations nouvellement numérisées

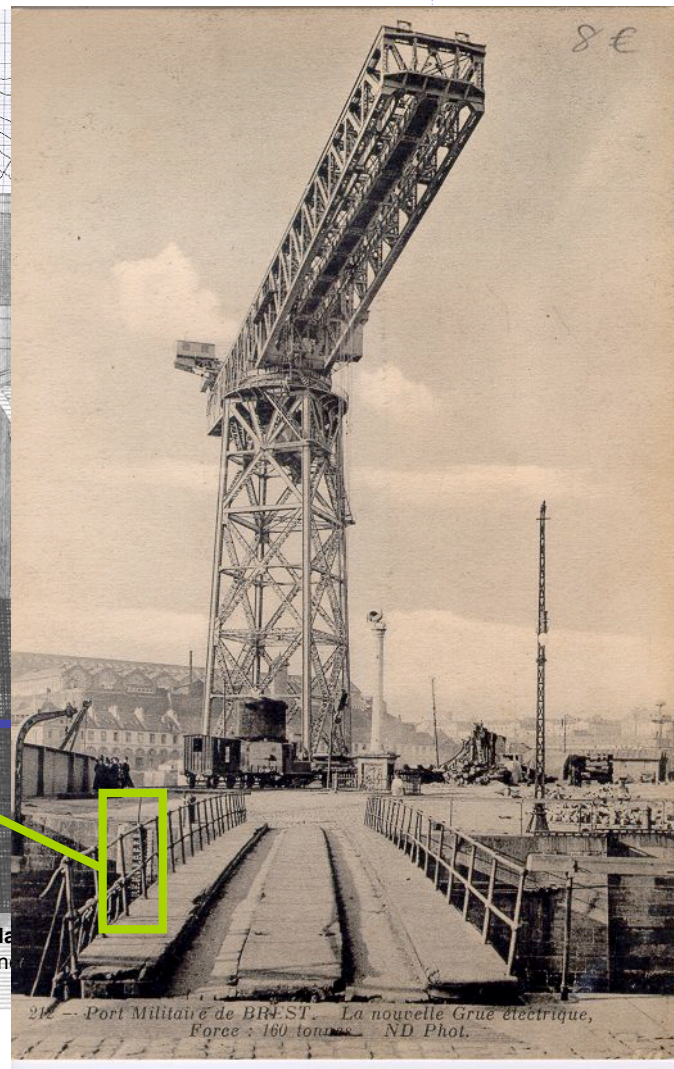
Observations "inédites"

ANNÉE 1820. — OBSERVATIONS FAITES AU BASSIN DE BREST. 117

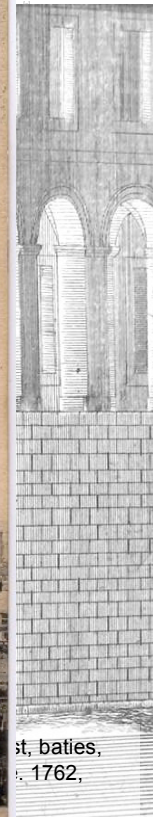
HEURE	HAUTEUR MAX.	HAUTEUR MIN.	HAUTEUR MOY.	HAUTEUR MAX.	HAUTEUR MIN.	HAUTEUR MOY.
1	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00
2	1.15	0.95	1.05	1.15	0.95	1.05
3	1.20	1.00	1.10	1.20	1.00	1.10
4	1.25	1.05	1.15	1.25	1.05	1.15
5	1.30	1.10	1.20	1.30	1.10	1.20
6	1.35	1.15	1.25	1.35	1.15	1.25
7	1.40	1.20	1.30	1.40	1.20	1.30
8	1.45	1.25	1.35	1.45	1.25	1.35
9	1.50	1.30	1.40	1.50	1.30	1.40
10	1.55	1.35	1.45	1.55	1.35	1.45
11	1.60	1.40	1.50	1.60	1.40	1.50
12	1.65	1.45	1.55	1.65	1.45	1.55
13	1.70	1.50	1.60	1.70	1.50	1.60
14	1.75	1.55	1.65	1.75	1.55	1.65
15	1.80	1.60	1.70	1.80	1.60	1.70
16	1.85	1.65	1.75	1.85	1.65	1.75
17	1.90	1.70	1.80	1.90	1.70	1.80
18	1.95	1.75	1.85	1.95	1.75	1.85
19	2.00	1.80	1.90	2.00	1.80	1.90
20	2.05	1.85	1.95	2.05	1.85	1.95
21	2.10	1.90	2.00	2.10	1.90	2.00
22	2.15	1.95	2.05	2.15	1.95	2.05
23	2.20	2.00	2.10	2.20	2.00	2.10
24	2.25	2.05	2.15	2.25	2.05	2.15
25	2.30	2.10	2.20	2.30	2.10	2.20
26	2.35	2.15	2.25	2.35	2.15	2.25
27	2.40	2.20	2.30	2.40	2.20	2.30
28	2.45	2.25	2.35	2.45	2.25	2.35
29	2.50	2.30	2.40	2.50	2.30	2.40
30	2.55	2.35	2.45	2.55	2.35	2.45



SHD, Ma dessin



216 — Port Militaire de BRÉST. — La nouvelle Grue électrique, Force : 160 tonnes. ND Phot.

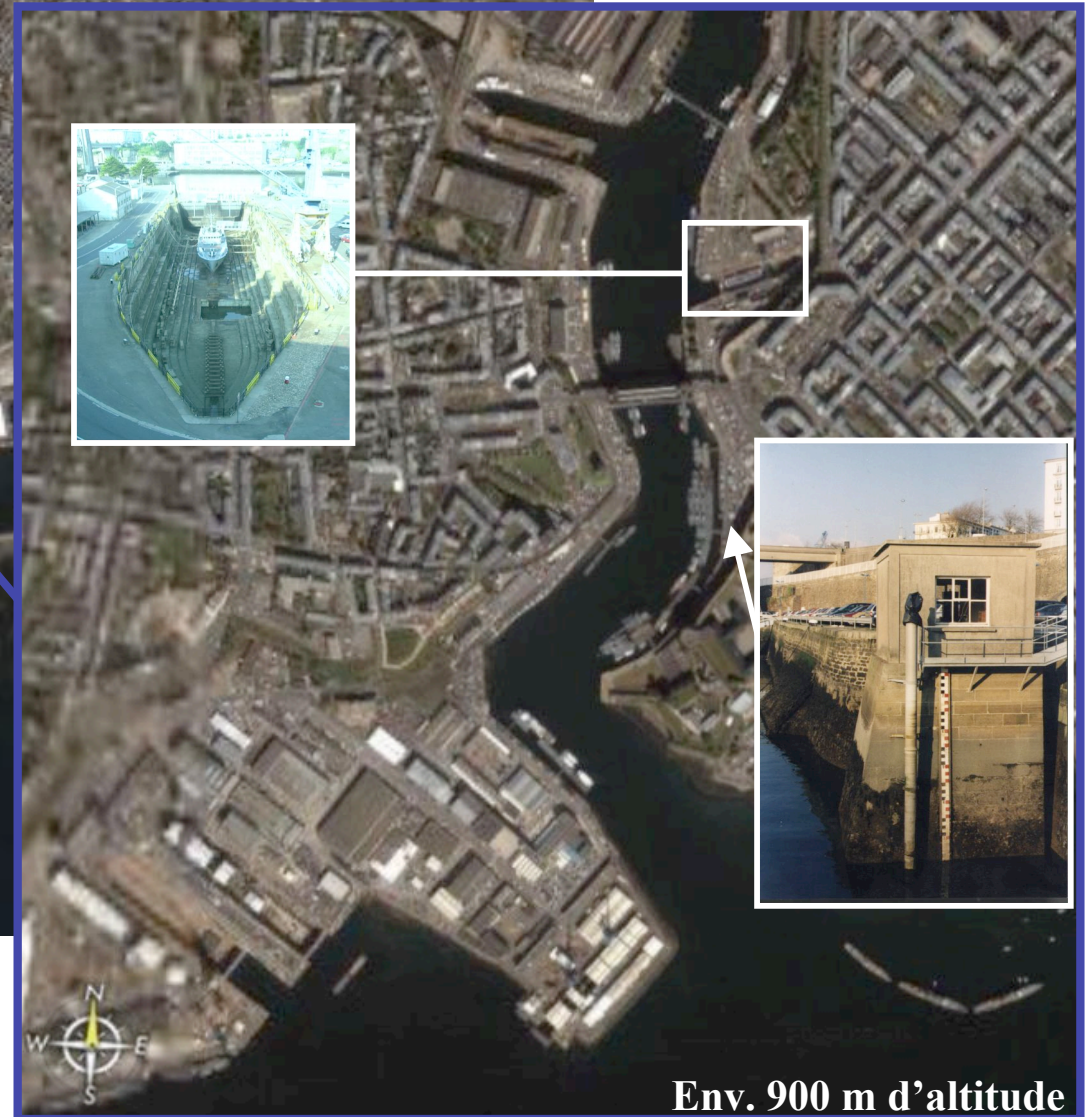


it, baties, 1762,



Situation géographique - Évolution historique des observatoires du niveau de la mer à Brest

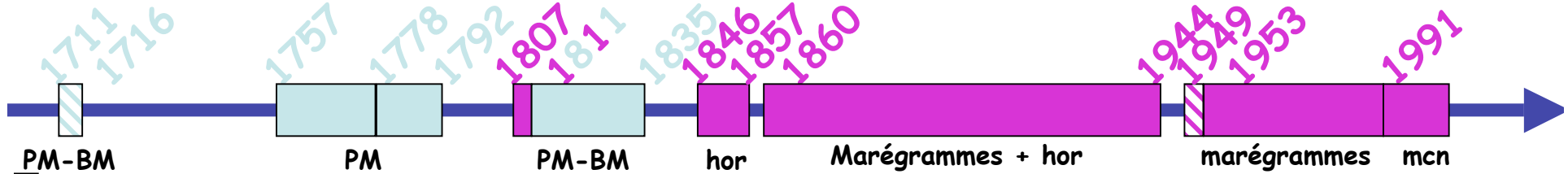
Env. 5600 m d'altitude



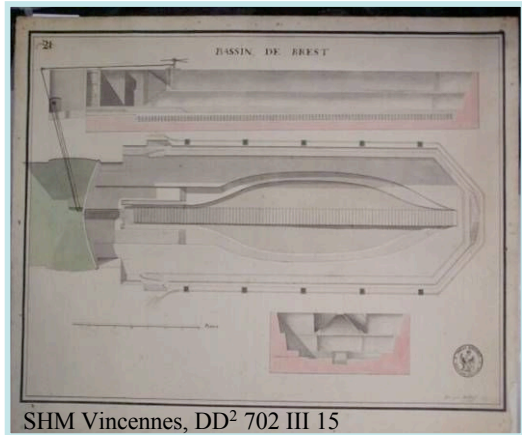
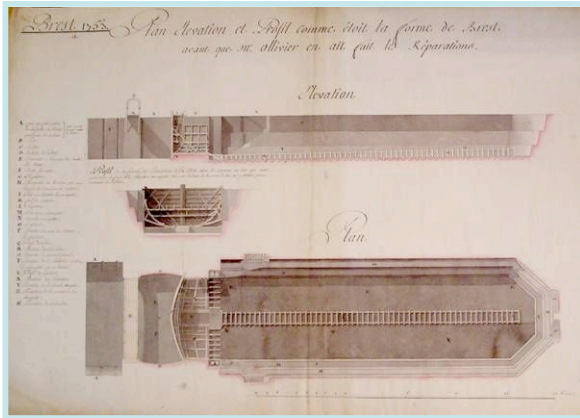
Env. 900 m d'altitude



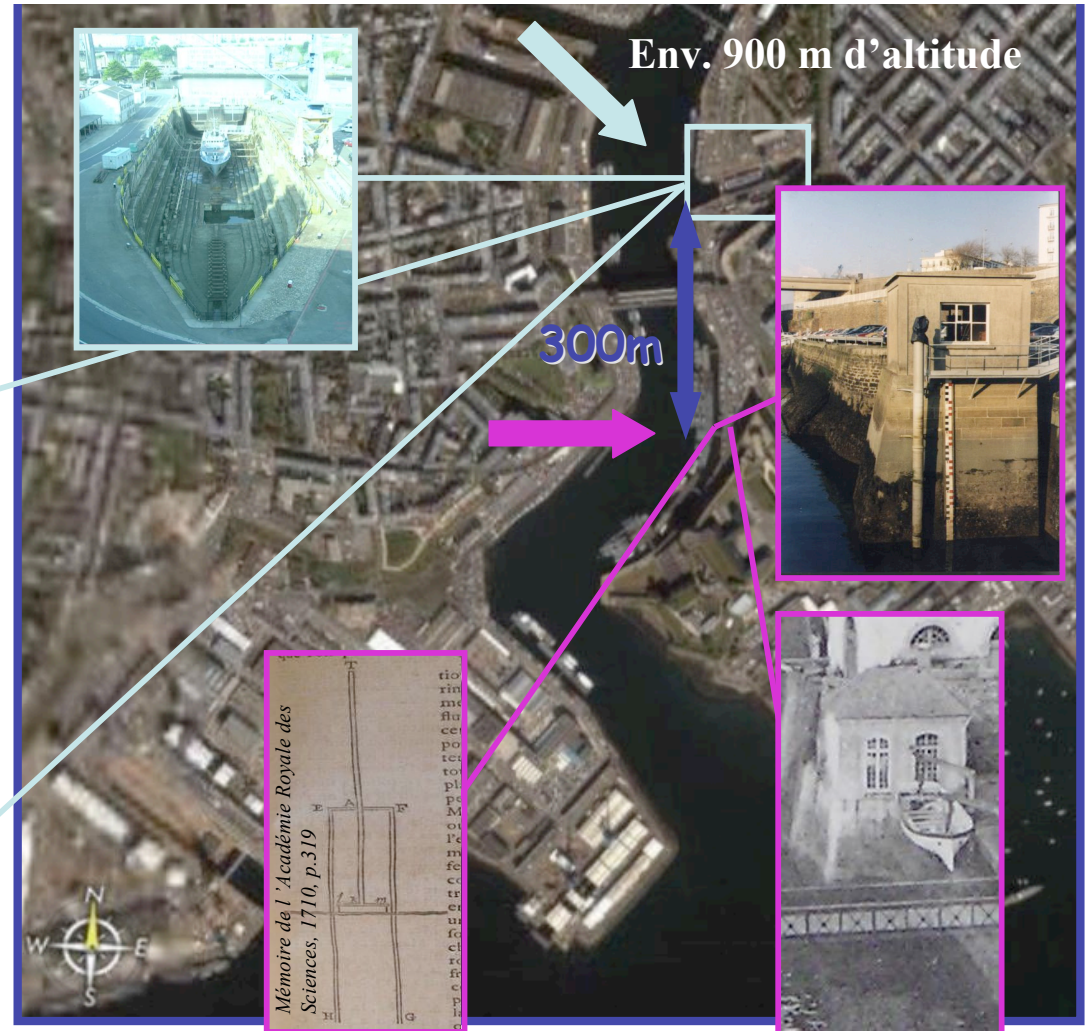
Situation géographique - Évolution historique des observatoires du niveau de la mer à Brest



- Observations faites au bassin de Tourville
- Observations faites à la mâture
- Localisation supposé



SHM Vincennes, DD² 702 III 15



Mémoire de l'Académie Royale des Sciences, 1710, p. 319





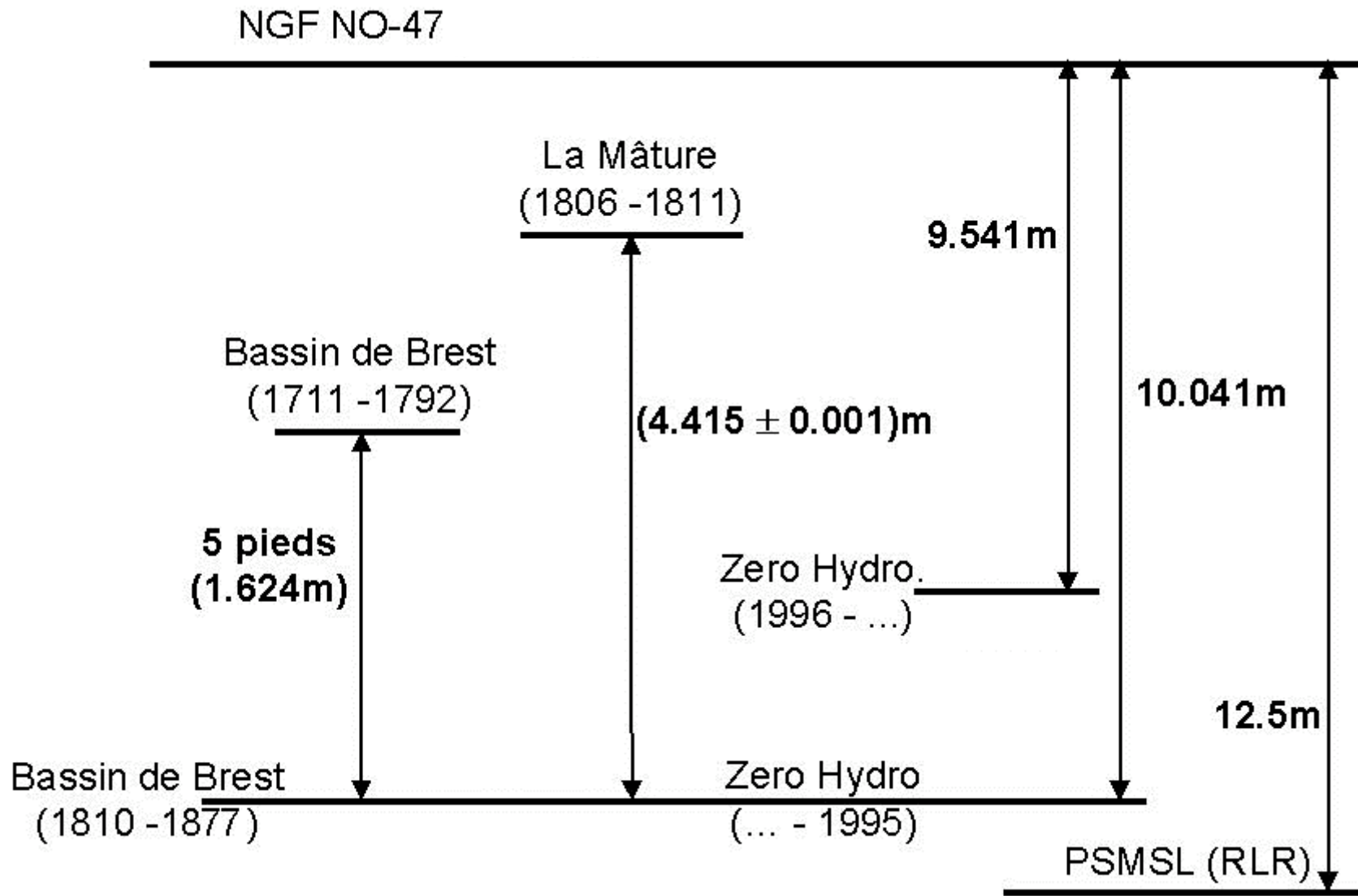
Deuxième partie :

Caractérisation des observations

G. Wöppelmann, N. Pouvreau, B. Simon (2005). Brest sea level record : a time series construction back to the early 18th century. Ocean Dynamics (in press)



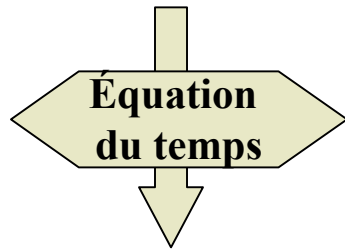
Relation entre les différentes séries de mesures



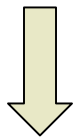


Question de temps : du temps solaire vrai au temps universel

Temps Solaire
Vrai



Temps Solaire
Moyen



Temps
Civil



Temps
Universel

**Temps utilisés pour les observations
du niveau de la mer à Brest :**

- De 1692 à 1828 : Temps Solaire Vrai
- De 1828 à 1837 : Temps Solaire Moyen
- De 1846 à 1897 : Temps Solaire Vrai
- De 1898 à 1914 : Temps Solaire Moyen
- De 1898 à 1991 : Temps Civil
- Depuis 1991 : Temps Universel



Troisième partie :

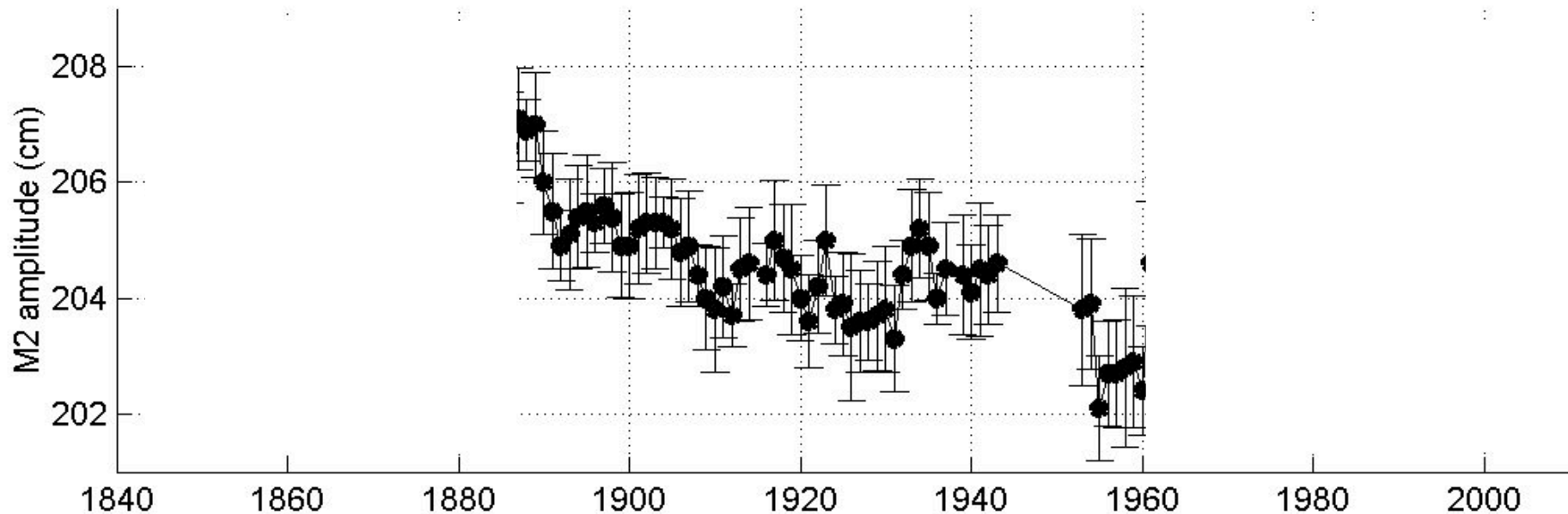
Evolution de l'onde semi-diurne M2 de la marée à Brest de 1846 à 2005

N. Pouvreau, B. Martin, B. Simon, G. Wöppelmann (2006). Évolution de l'onde semi-diurne M2 de la marée à Brest de 1846 à 2005. CRAS, Vol. 338, N°11, pp. 802-808.



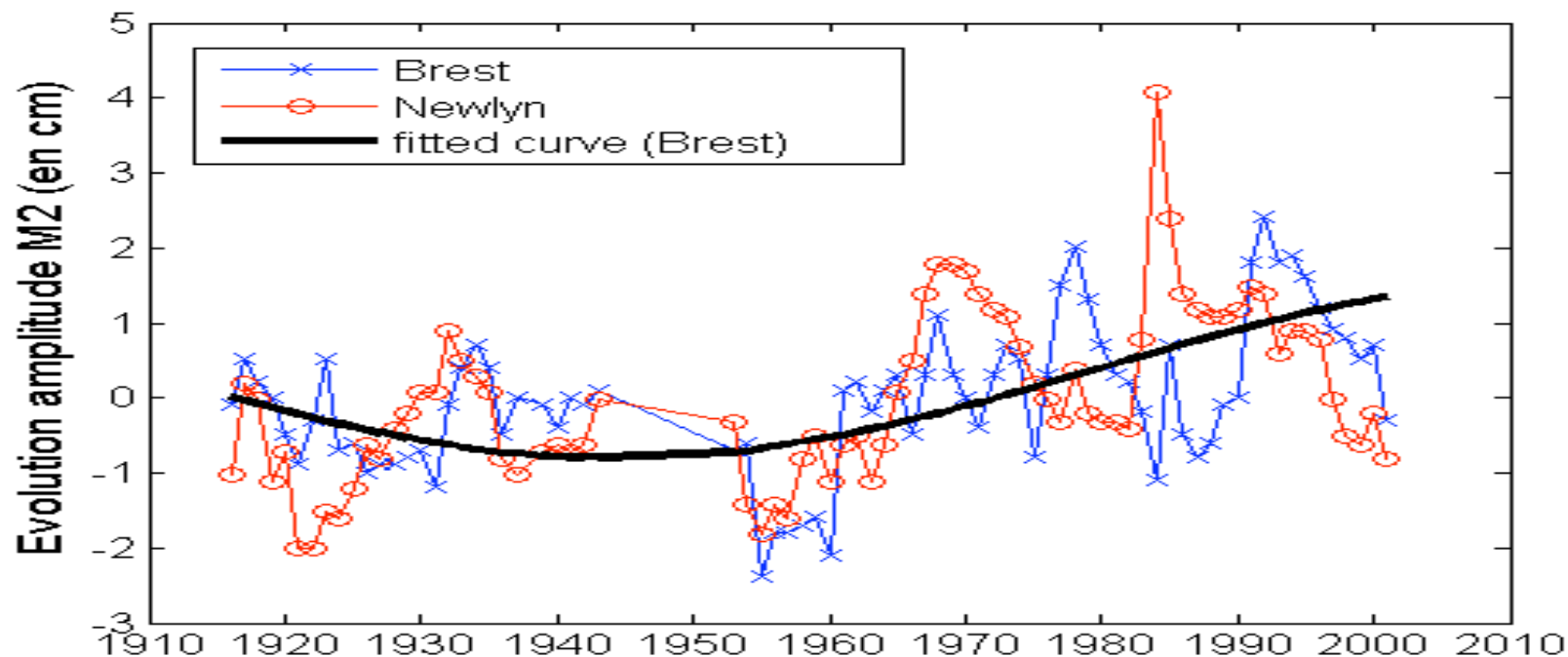
Évolution de l'amplitude de l'onde de marée M2 à Brest

- Cartwright (1972) concluait à une diminution significative et régulière de l'amplitude de l'onde M2 (1% par siècle)



- Si phénomène périodique :
 - Période : 141 ± 5 ans
 - Amplitude : 11 ± 1 cm

(Résultat obtenu par un ajustement non linéaire en amplitude de la période et de la phase d'une fonction sinusoïdale en appliquant l'algorithme de Levenberg-Marquardt)



La courbe sinusoïdale provient de l'ajustement non linéaire des valeurs de Brest seules.

-1916-2001 augmentation de l'onde M2 : 15 +/- 4 cm/siècle à Brest
21 +/- 4 cm/siècle à Newlyn

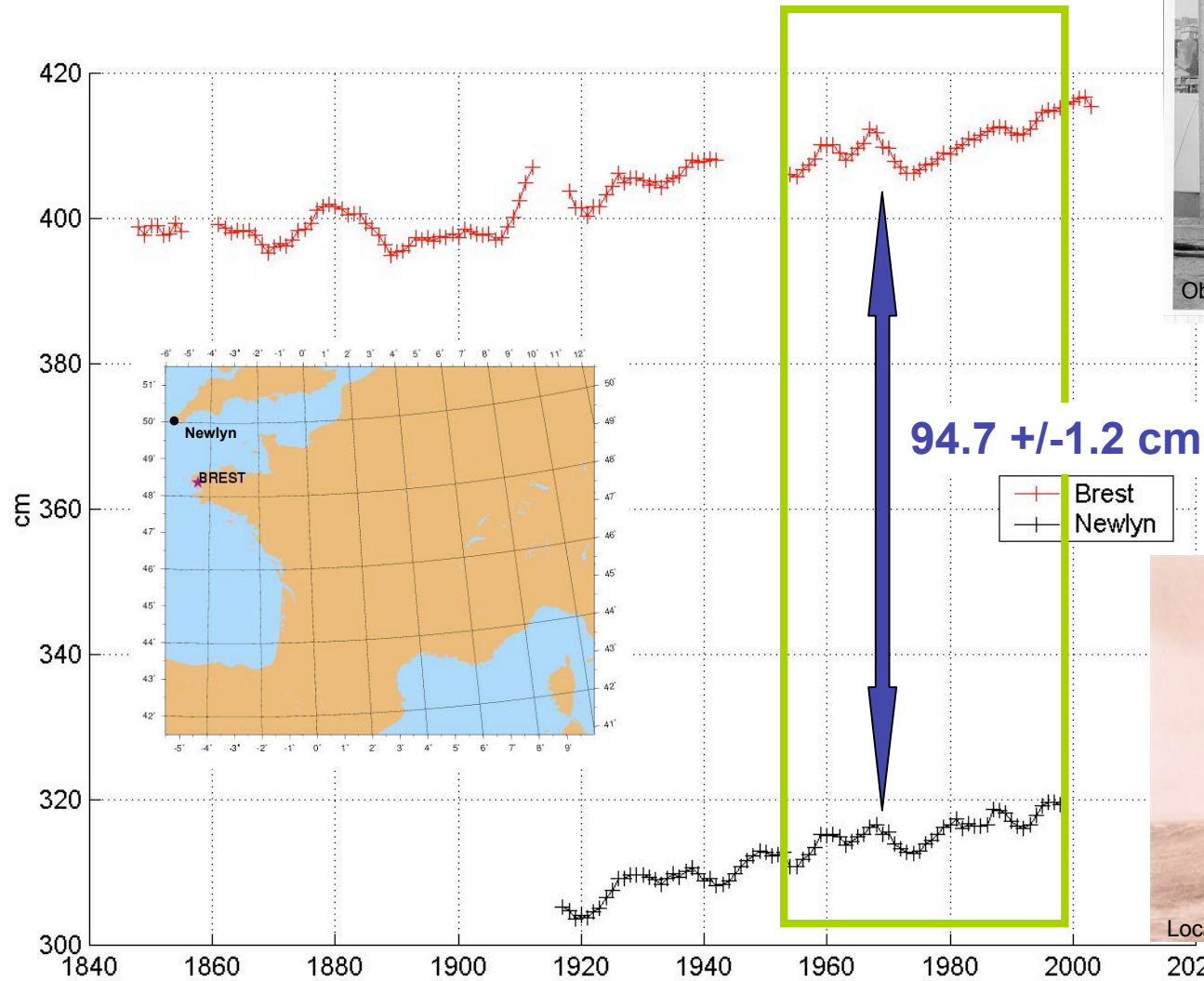
Stabilité du zéro marégraphique





Comparaison des moyennes mobiles annuelles sur 5 ans des MSL

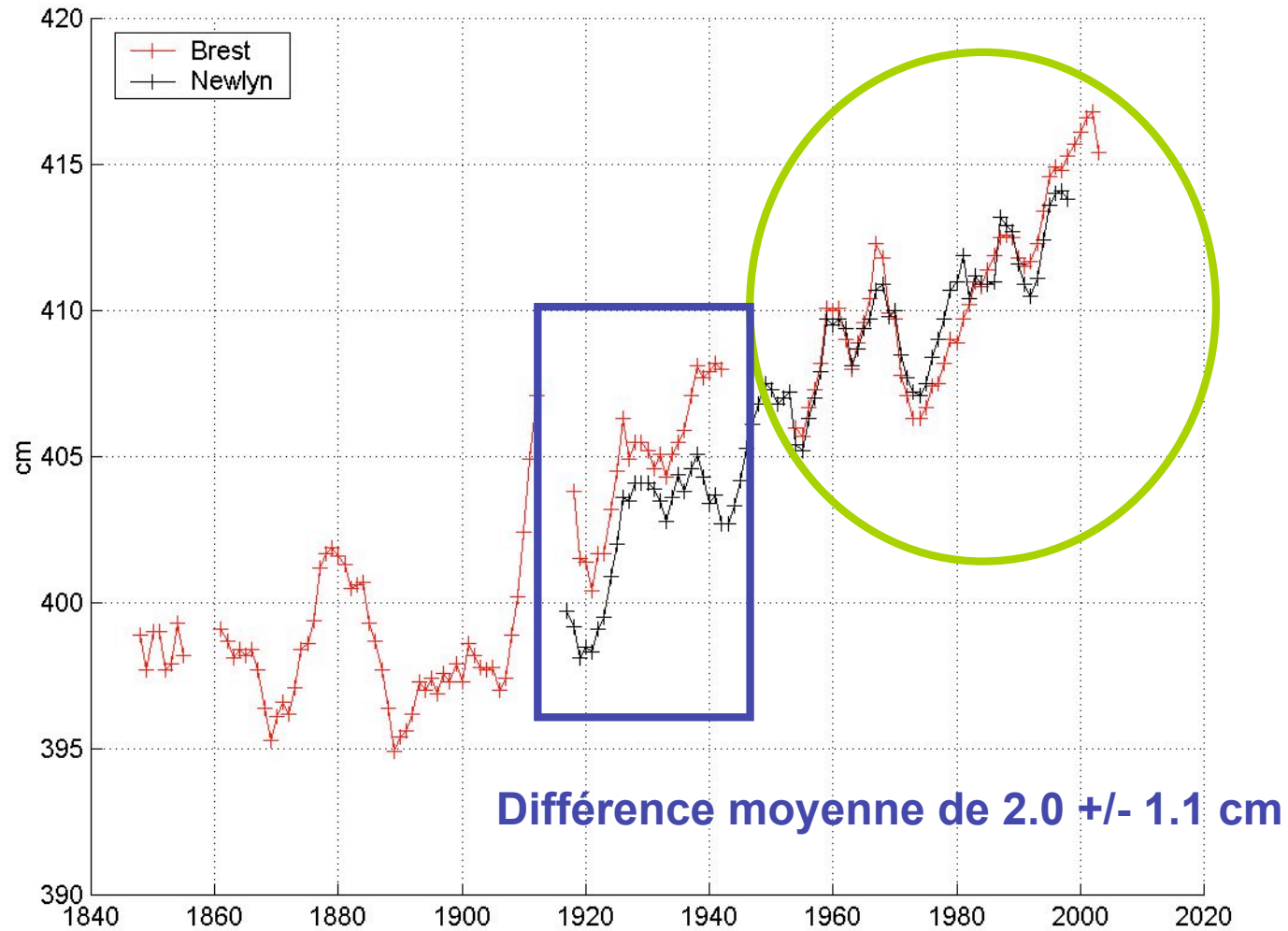
Brest vs Newlyn  University of Hawai'i
Sea Level Center





Comparaison des moyennes mobiles annuelles sur 5 ans des MSL

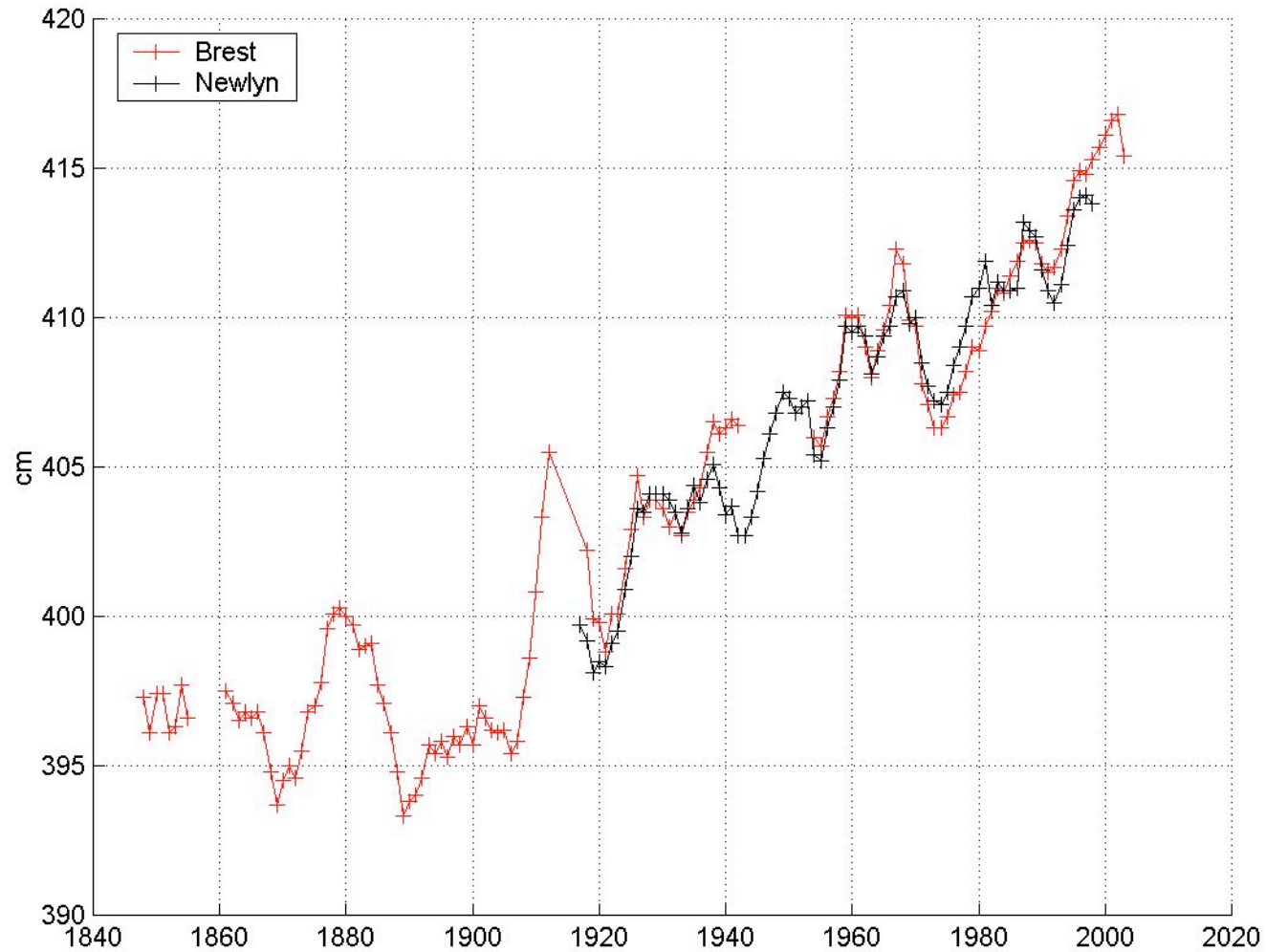
Brest vs Newlyn





Comparaison des moyennes mobiles annuelles sur 5 ans des MSL

Brest vs Newlyn



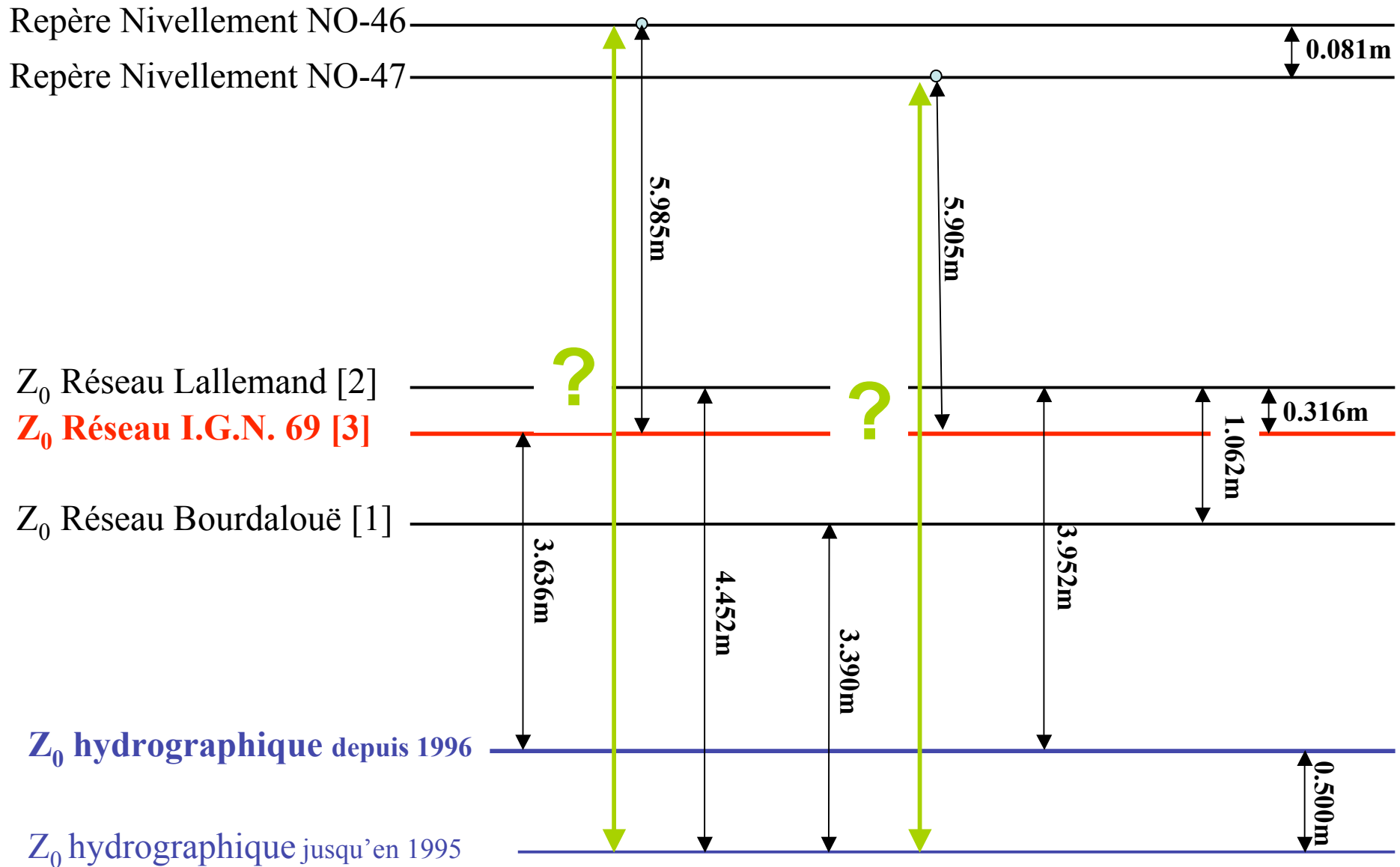


Question ?

Est-ce que le zéro du marégraphe installé après guerre diffère de celui qui était en place depuis 1846 ?

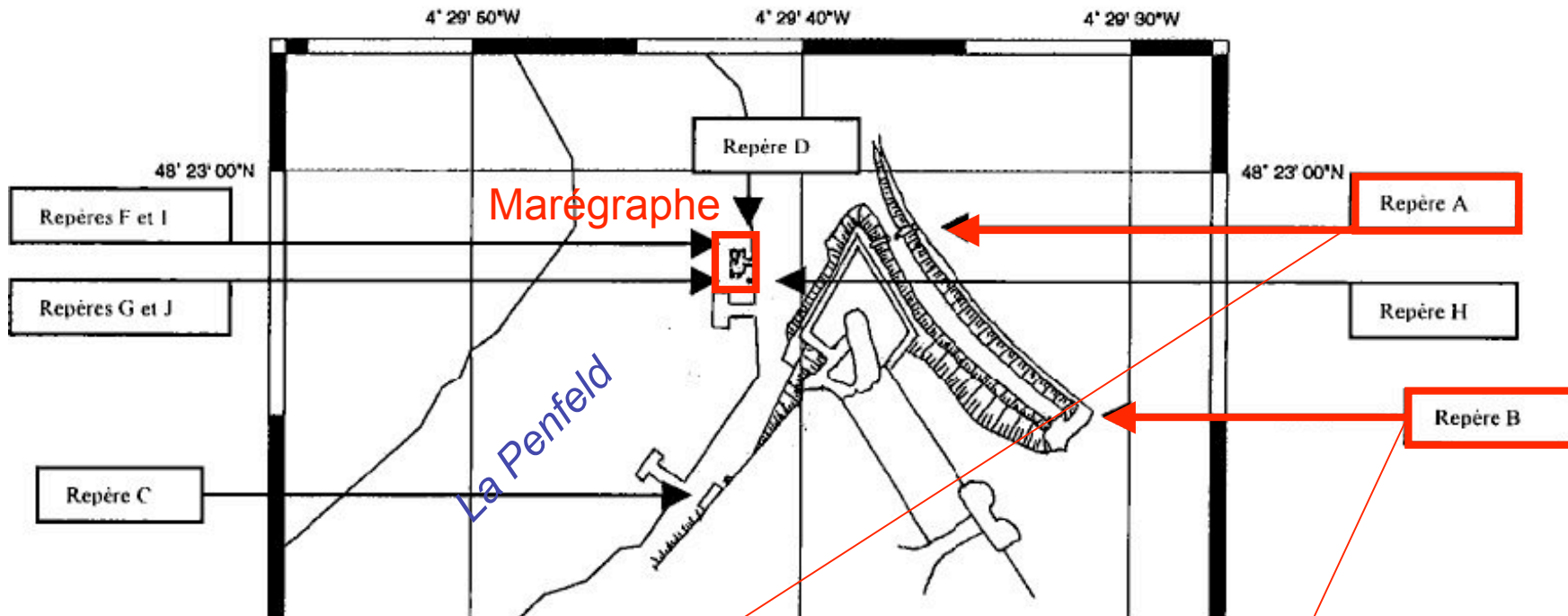


Relation entre les différents référentiels - repères





Présentation des repères IGN NO-46 et NO-47



Repère A [SHOM] ; NO-47 [IGN]

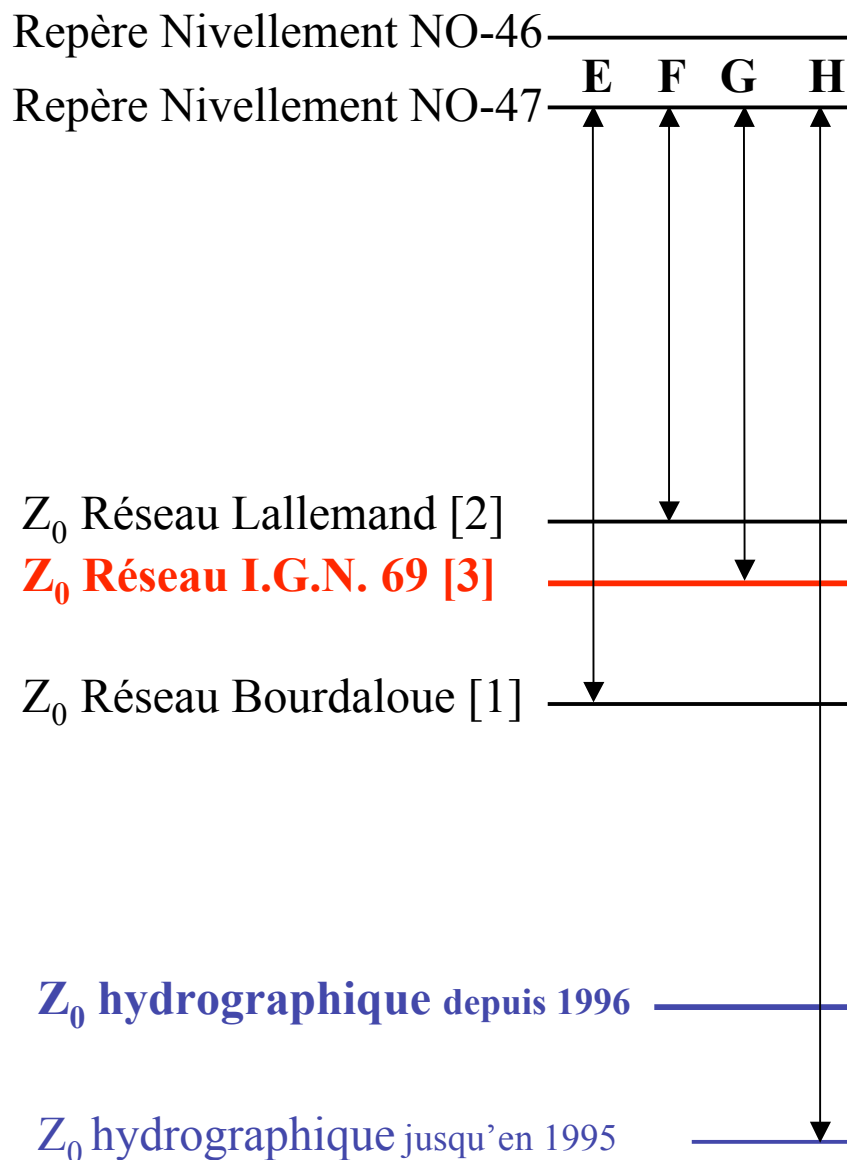


Repère B [SHOM] ; NO-46 [IGN]

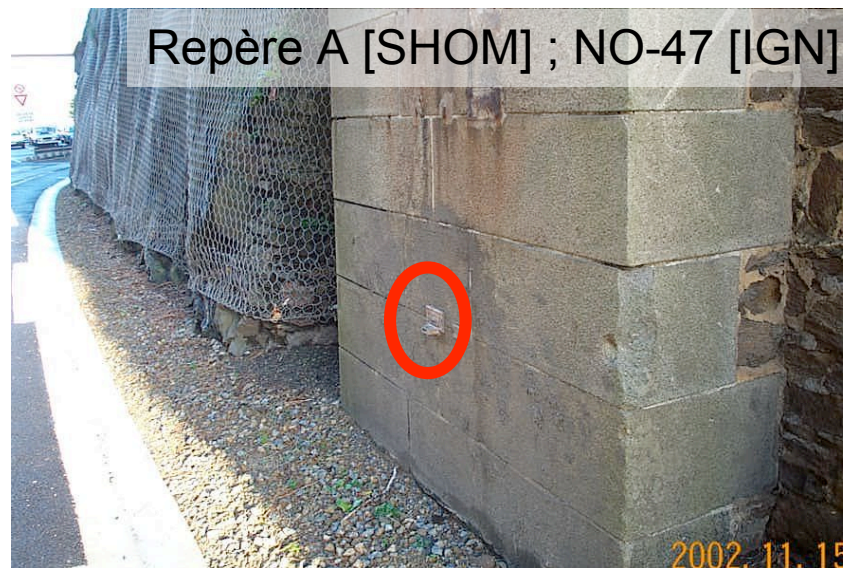




Rattachement du zéro hydrographique au repère NO-47

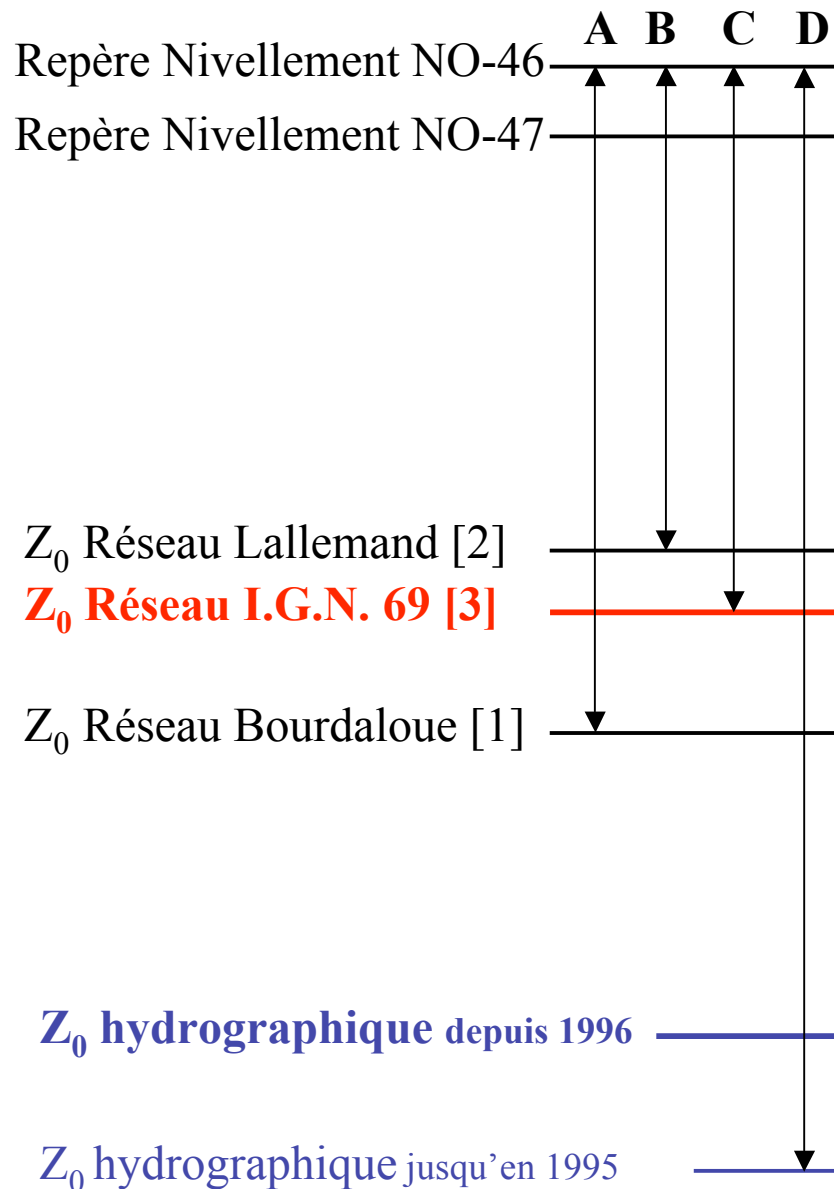


		1864	1959 -60	1967	1975	1977	1994	1997
		[1]*	[6]	[7]	[8]*	[9]	[10]	[11]
NO-47	E	6.650	6.651	6.651	6.651	6.651	6.651	6.651
	F	5.588	5.589	5.589	5.589	5.589	5.589	5.589
	G	5.904	5.905	5.905	5.905	5.905	5.905	5.905
	H	10.042	10.041	10.041	10.041	10.041	10.041	10.041

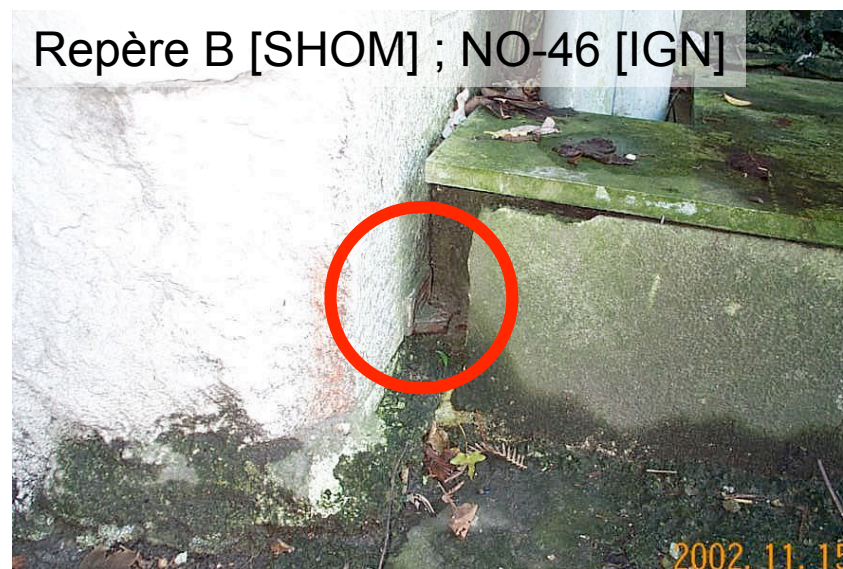




Rattachement du zéro hydrographique au repère NO-46



		1944	1959 -60	1967	1975	1977	1994	1997
		[5]	[6]	[7]	[8]*	[9]	[10]	[11]
NO-46	A	6.732	6.732	6.732	6.732	6.732	6.731	6.731
	B	5.670	5.670	5.670	5.670	5.670	5.669	5.669
	C	5.986	5.986	5.986	5.986	5.986	5.985	5.985
	D	10.122	10.122	10.122	10.122	10.122	10.122	10.122



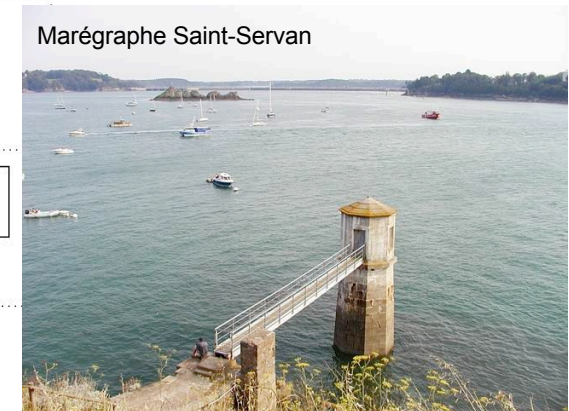
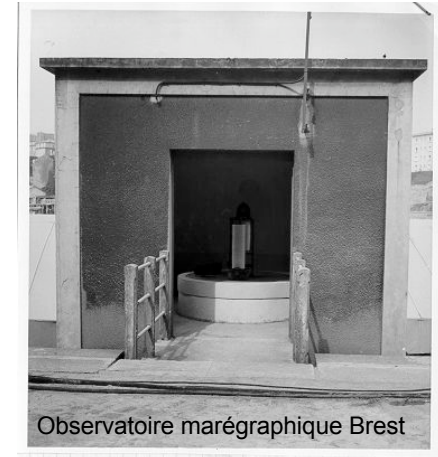
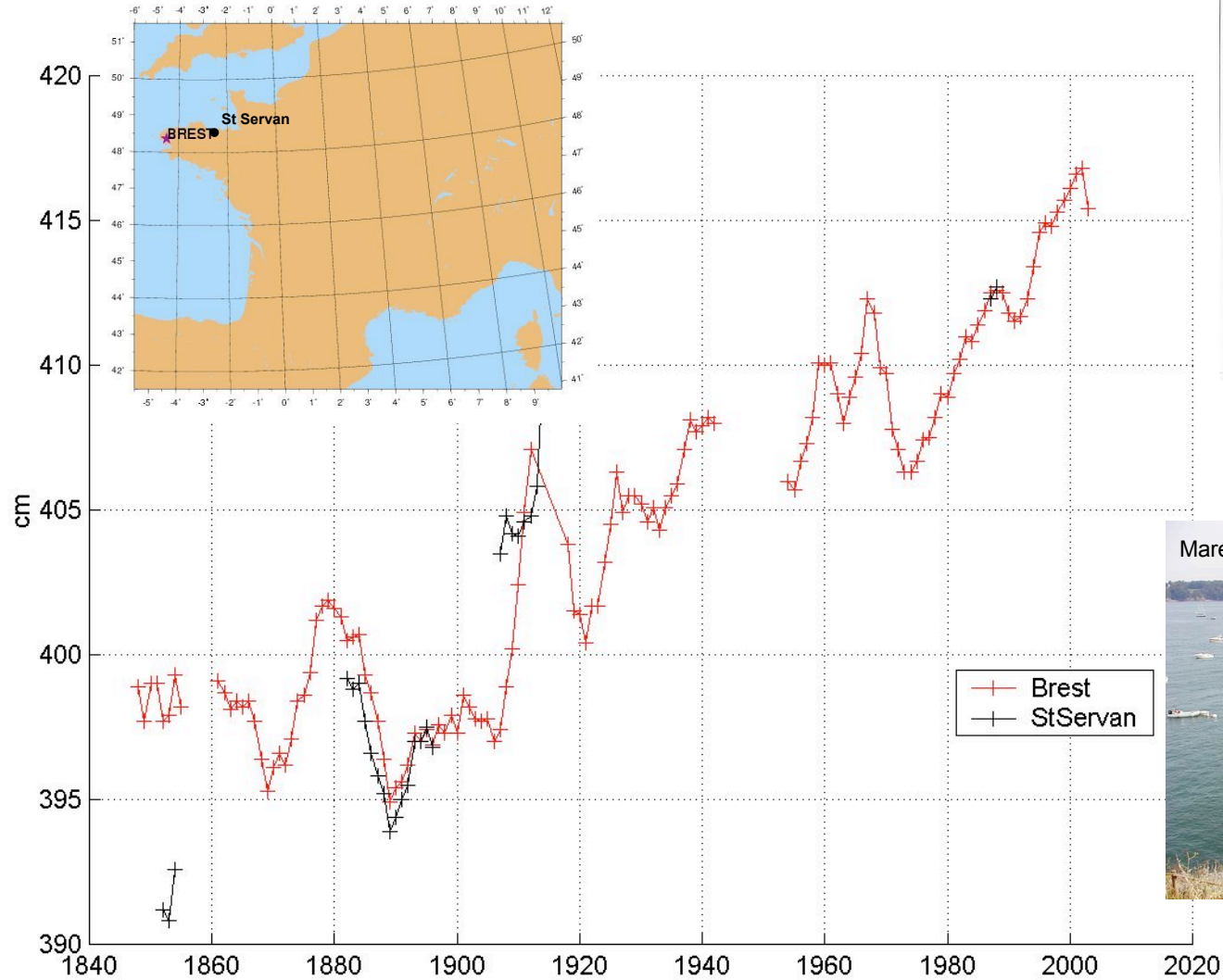


Sources bibliographiques

- [1] Courtier, 1934. Données numériques concernant les marées des côtes de France. Service Hydrographique de la Marine.
- [1]* extrait : "En 1864, Bourdaloue a donné les cotes suivantes de repérage, au-dessus du zéro de nivellement Bourdaloue"
- [2] Renaud, 1897. Note au sujet du marégraphe de Brest.
- [3] Lallemand, Ingénieur en chef des mines, Directeur du Service du Nivellement général de la France 17/10/1900.Lettre à M. Renaud, Ingénieur hydrographe en Chef de la Marine.
- [4] Lallemand, Ingénieur en chef des mines, Directeur du Service du Nivellement général de la France 16/03/1903.Lettre à M. Rollet de l'Isle, Directeur d'hydrographe au Service hydrographique de la Marine.
- [5] Dépliant N.G.F 1er ordre, Planche LXIV, section N0, De Brest à Landerneau, nivelée en 1889, mise à jour le 25 avril 1944.
- [6] Mannevy, 1971. Mission Hydrographique des côtes de France. Annales hydrographiques.
- [7] Fiche d'observatoire de marée du 30/04/1967.
- [8] Fiche d'observatoire de marée du 16/12/1975. [8]* extrait : "Repère non retrouvé" (il s'agit du repère NO-47).
- [9] Fiche d'observatoire de marée du 14/10/1977.
- [10] Fiche d'observatoire de marée du 14/03/1994.
- [11] Fiche d'observatoire de marée du 30/06/1997.

Nota : - les hauteurs en gras sont celles lues sur les documents ;
- les autres hauteurs ont été calculées ;
- pour les années en **bleu**, nivellement effectué par le Service Hydrographique ;
- pour les années en **marron**, nivellement effectué par le Service du Nivellement Général de la France.

Brest vs Saint-Servan

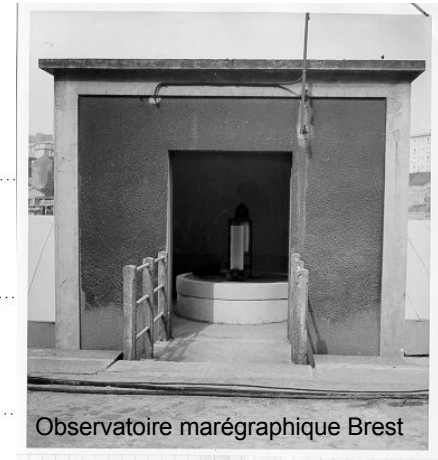
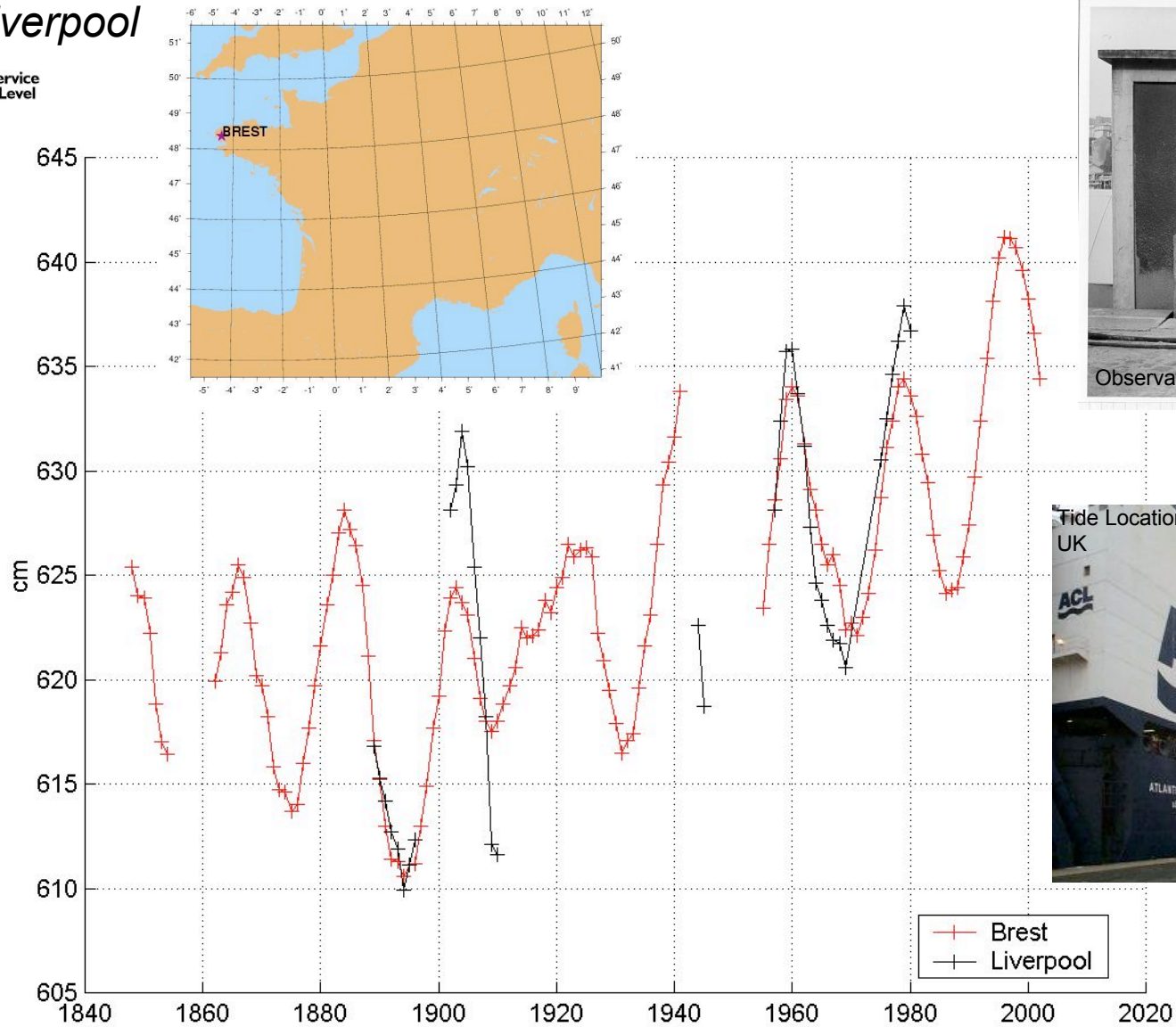




Comparaison des moyennes mobiles annuelles sur 5 ans des MHW

Brest vs Liverpool

Permanent Service
for Mean Sea Level





Conclusions :

- ➔ Découverte de nouvelles données à Brest ;
 - ➔ Mise en forme numérique ;
 - ➔ Mise en place d'outils et méthodes pour évaluer leur qualité ;

- ➔ Question sur les ondes semi diurnes ;

- ➔ Le zéro des marégraphes entre l'avant et l'après guerre est confondu ;
 - ➔ Étude des tendances séculaires ;

- ➔ Quid sur les observations météorologiques (1842-1944) ;





XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Repères nivellement N0-46 & NO-47 :

		1864	1889	1897	1900	1903	1944	1959-60	1967	1975	1977	1994	1997
		[1]*	[3]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]*	[9]	[10]	[11]
NO-46	A						6.732	6.732	6.732	6.732	6.732	6.731	6.731
	B						5.670	5.670	5.670	5.670	5.670	5.669	5.669
	C						5.986	5.986	5.986	5.986	5.986	5.985	5.985
NO-47	D							10.122	10.122	10.122	10.122	10.122	10.122
	E	6.650						6.651	6.651	6.651	6.651	6.651	6.651
	F	5.588						5.589	5.589	5.589	5.589	5.589	5.589
Z ₀	G	5.904						5.905	5.905	5.905	5.905	5.905	5.905
	H	10.042						10.041	10.041	10.041	10.041	10.041	10.041
	I	3.392	3.3908	3.387	3.3887	3.390		3.390	3.390	3.390	3.390	3.390	3.390
	J	4.454	4.4528	4.449	4.4507	4.452		4.452	4.452	4.452	4.452	4.452	4.452
	K												4.126

Nota : - les hauteurs en gras sont celles lues sur les documents ;
 - les autres hauteurs ont été calculées ;
 - pour les années en **bleu**, nivellement effectué par le Service Hydrographique ;
 - pour les années en **marron**, nivellement effectué par le Service du Nivellement Général de la France.