

Géoarchéologie du niveau marin

Du déni à l'obsession

Christophe Morhange

(AMU, CEREGE, EPHE, SHP)

Jeudi 9 décembre 2021

17h00 - 19h30

MMSH - Salle Duby

Aix-en-Provence

Egalement en visioconférence ZOOM :

<https://univ-amu-fr.zoom.us/j/99068219958>

ID de réunion : 990 6821 9958

Code secret : 600543



Le site archéologique immergé de Baia par rapport au trait de côte actuel italien

Maquette Véronique Genonnet - CCC

Pré-réservation urgente :

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

Avec le soutien d'Arkaia

(50 euros/sem.)



Paolo Antonio Pirazzoli (1939-2017)



1830-33



Frontispiece of the original edition.

PRINCIPLES

-
GEOLOGY,

WITH

AN ATTEMPT TO EXPLAIN THE FORMER CHANGES
OF THE EARTH'S SURFACE,

BY REFERENCE TO CAUSES NOW IN OPERATION.

"

CHARLES LYELL, Esq., F.R.S.

PROFESSOR OF GEOLOGY, ETC., &c.

IN TWO VOLUMES.

Vol. I.

LONDON:

JOHN MURRAY, ALBEMARLE-STREET.

Au moins trois mythes fondateurs erronés

- **Mythe du fixisme** (Suess, inventeur du Gondwana et de Téthys, théorie fixiste des ponts continentaux)
- **Mythe d'un haut niveau marin** à l'Atlantique (post-glaciaire, Fairbridge, Optimum Climatique Holocène des palynologues)
- **Mythe des oscillations multiples durant l'Holocène** (Fairbridge, soviétiques en mer Noire, Collina-Girard et encoches...)

SUESS- débat CAYEUX-NEGRIS

Carte de répartition des viviers romains. 1. Santa Libera - 2. Bagni del Sarceno - 3. Bagni di Agrippa - 4. Piani di Spille - 5. Martanum - 6. Martanum - 7. Torre valdighia - 8. Martonca - 9. Martonca - 10. Martonca - 11. Martonca - 12. Martonca - 13. Martonca - 14. Martonca - 15. Martonca - 16. Martonca - 17. Martonca - 18. Martonca - 19. Piscis di Luccia - 20. Sporlonga - 21. Piscis di Astura - 22. Hadrumetum (Tunisie) Monastère des poissiers dans la Maison du Vugle

ARTE E ARCHEOLOGIA
STUDI E DOCUMENTI

4



GIULIO SCHMIEDT

ANTICHI PORTI D'ITALIA

GLI SCALI FENICIO-PUNICI I PORTI DELLA MAGNA-GRECIA

FIRENZE - COI TIPI DELL'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - ANNO 1975

VOL. 81, NO. 33

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH

NOVEMBER 20, 1976

Eustatic Sea Variation in the Last 2000 Years in the Mediterranean

M. CAPUTO AND L. PIERI

Schmiedt, Flemming
Pirazzoli, Blackman,...

Reports

Sea Level Variations in the Northwest Mediterranean During Roman Times

FACE DE LA TERRE

(Das Antlitz der Erde)

PAR

ED. SUÈSS

PROFESSOR EDUARD A. C. VON SUÈSS (AUSTRIA)
LEHRER FERDINAND DER ERDE IN PRAGUE
(ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN)

TRADUIT AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR ET ANNOTÉ

Sous la direction de

EMMANUEL DE MARGERIE

TOME II

Avec 2 cartes en couleur et 128 figures
dont 55 exécutées spécialement pour l'édition française.



Armand Colin & Cie, Éditeurs
Paris, 5, rue de Mézières

N° 86. — XVI^e année.

15 mars 1907.

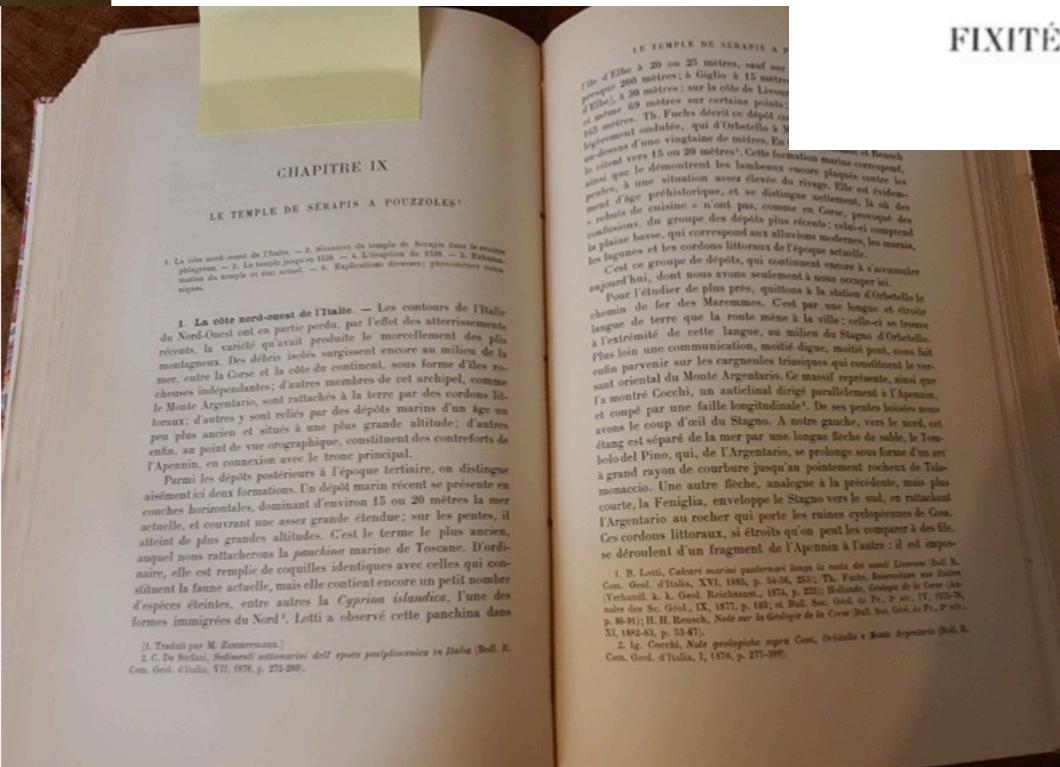
ANNALES

DE

GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

FIXITÉ DU NIVEAU DE LA MÉDITERRANÉE A L'ÉPOQUE HISTORIQUE



LE TEMPLE DE SERAPIS A POUZZOLE

1. La côte nord-ouest de l'Italie. — 2. Situation du temple de Serapis dans la rivière phénicienne. — 3. Le temple jusqu'en 1538. — 4. L'éruption de 1538. — 5. Reconstruction du temple et état actuel. — 6. Explications diverses : phénomènes vus au sujet.

1. La côte nord-ouest de l'Italie. — Les contours de l'Italie du Nord-Ouest ont en partie perdu, par l'effet des affaissements récents, la variété qu'avait produite le morcellement des plus montagneux. Des débris isolés subsistent encore au milieu de la mer, entre la Corse et la côte du continent, sous forme d'îles rocheuses indépendantes; d'autres membres de cet archipel, comme le Monte Argentario, sont rattachés à la terre par des cordons littoraux; d'autres y sont reliés par des dépôts marins d'un âge un peu plus ancien et situés à une plus grande altitude; d'autres enfin, au point de vue orographique, constituent des contre-forts de l'Apennin, en connexion avec le tronc principal.

Parmi les débris postérieurs à l'époque tertiaire, on distingue aisément ici deux formations. Un dépôt marin récent se présente en couches horizontales, dominant d'environ 15 ou 20 mètres la mer actuelle, et couvrant une assez grande étendue; sur les pentes, il atteint de plus grandes altitudes. C'est le terme le plus ancien, auquel nous rattachons la *pachina* marine de Toscane. D'ordinaire, elle est remplie de coquilles identiques avec celles qui constituent la faune actuelle, mais elle contient encore un petit nombre d'espèces éteintes, entre autres la *Cyprina islandica*, l'une des formes immigrées du Nord¹. Lotti a observé cette pachina dans

[1. Traduit par M. Zimmerman.]
2. C. De Stefanis, *Sedimenti anticostrui dell'epoca postglaciale in Italia* (Boll. R. Com. Geol. d'Italia, VII, 1876, p. 272-289).

LE TEMPLE DE SERAPIS A POUZZOLE.
L'île d'Elbe à 20 ou 25 mètres, sauf sur le plateau (à 200 mètres); à Giglio à 15 mètres d'altitude, à 50 mètres; sur la côte de Livourne et ailleurs, 40 mètres; sur certains points, 105 mètres. Th. Fuchs décrit ce dépôt comme étant un « dépôt ondulé, qui d'Orbetello à S. Vito descendait d'une vingtaine de mètres, mais qui, vers 15 ou 20 mètres ». Cette formation marine et breviale, ainsi que le démontrent les lambeaux qui la recouvrent, date d'une époque très récente. Elle est évidemment d'âge préhistorique, et ne distingue nettement, à ce qu'il paraît, de la plaine basse, qui correspond aux alluvions modernes, les marais, les lagunes et les cordons littoraux de l'époque actuelle.

C'est ce groupe de dépôts, qui n'existe encore à l'actuellement aujourd'hui, dont nous avons seulement encore à s'occuper ici.

Pour l'étudier de plus près, quittons à la station d'Orbetello le chemin de fer des Maremmes. C'est alors une longue et étroite langue de terre qui la route mène à la ville; celle-ci se trouve à l'extrémité de cette langue, au milieu du Stagno d'Orbetello. Plus loin une communication, moins digne, moins étroit, nous fait enfin parvenir sur les cargneules triadiques qui constituent le versant oriental du Monte Argentario. Ce massif représente, ainsi que l'a montré Cocechi, un anticlinal dirigé parallèlement à l'Apennin, et coupé par une faille longitudinale². De ses pentes boisées nous avons le coup d'œil du Stagno. À notre gauche, vers le nord, est étang séparé de la mer par une longue file de sable, le Tombolo del Pino, qui, de l'Argentario, se prolonge sous forme d'un arc à grand rayon de courbure jusqu'au pointement rocheux de Palomaccio. Une autre île, analogue à la précédente, mais plus courte, la Feniglia, enveloppe le Stagno vers le sud, en rattachant l'Argentario au rocher qui porte les ruines cyclopéennes de Cosa. Ces cordons littoraux, si étroits qu'on peut les comparer à des îles, se déroulent d'un fragment de l'Apennin à l'autre: il est impos-

1. R. Lotti, *Calcare marino postglaciale lungo la costa dei monti Livornesi* (Boll. R. Com. Geol. d'Italia, XVI, 1885, p. 53-58, 231); Th. Fuchs, *Brevis Notitia de la Geologie der Küste der Provinz Grosseto* (Verhandl. k. k. Geol. Reichshand., 1874, p. 222); Holländer, *Geologie der Corse (Analyses des Sc. Geol.)*, IX, 1877, p. 185; et Bull. Soc. Geol. de Fr., 2^e ser., XV, 1875-76, p. 86-91; H. H. Reussch, *Note sur la Géologie de la Corse* (Bull. Soc. Geol. de Fr., 2^e ser., XI, 1882-83, p. 33-47).

2. Ig. Cocechi, *Note geologiche sopra Cosa, Orbetello e Monte Argentario* (Boll. R. Com. Geol. d'Italia, I, 1876, p. 277-299).

1943

F. Benoit
C. Gouvernet
P. Mars

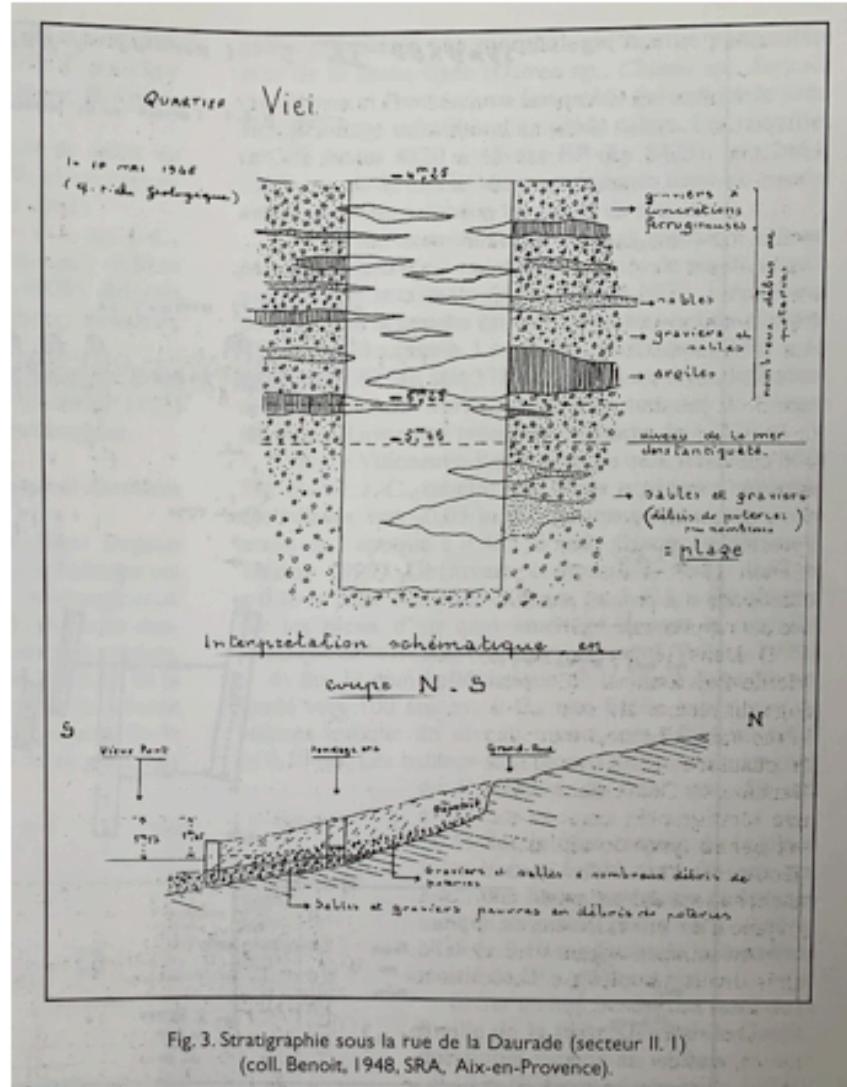


Vue des destructions et des zones en cours de fouilles archéologiques.
Cliché Collection F. Benoit, SPA, Aix.



Vue des destructions.

Archives
F. Benoit
1948
SRA Aix



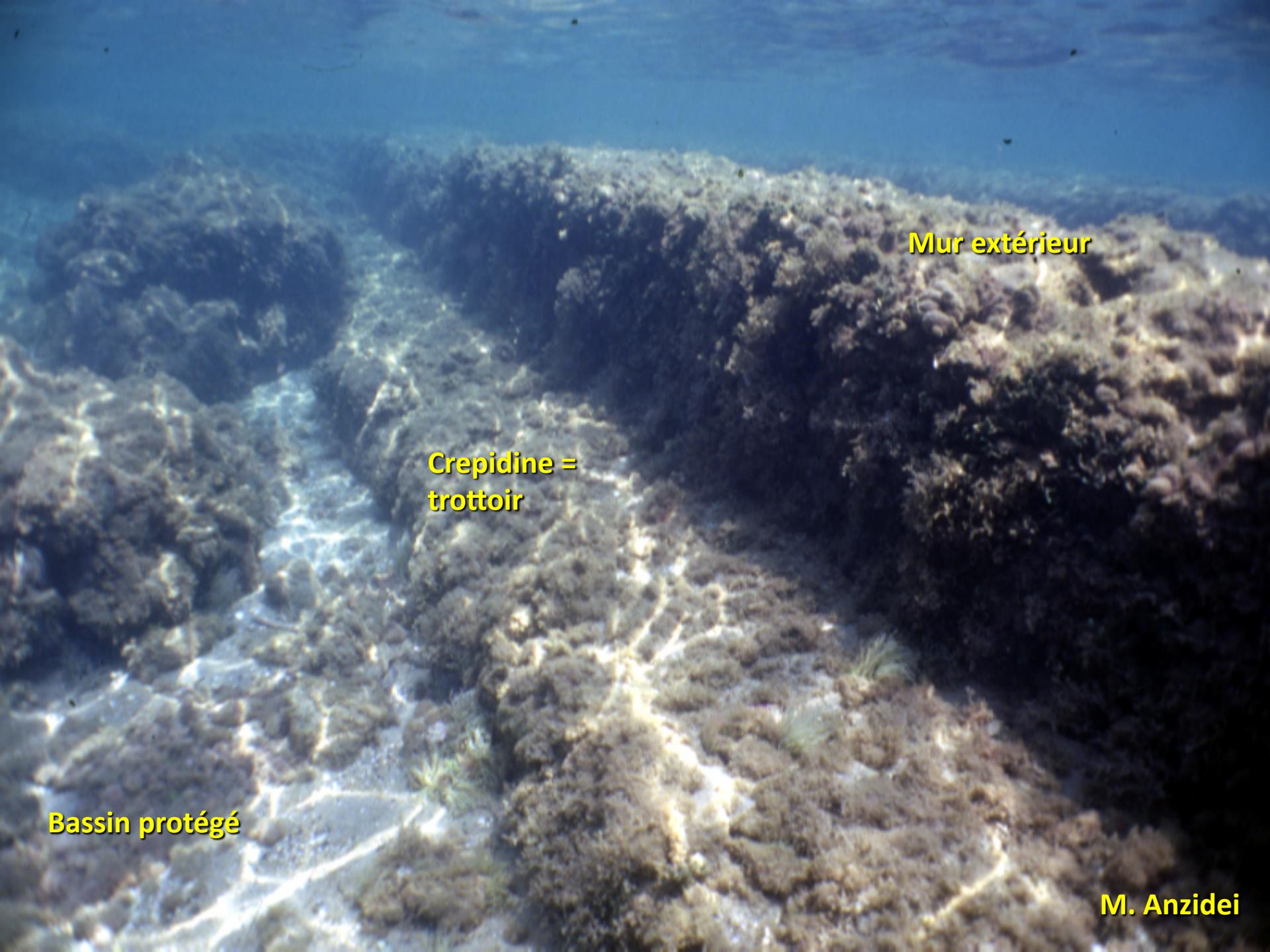


Vue aérienne oblique des fouilles de la Bourse.
On remarque le quai romain délimitant la darse de
la corniche du Vieux Port de Marseille.

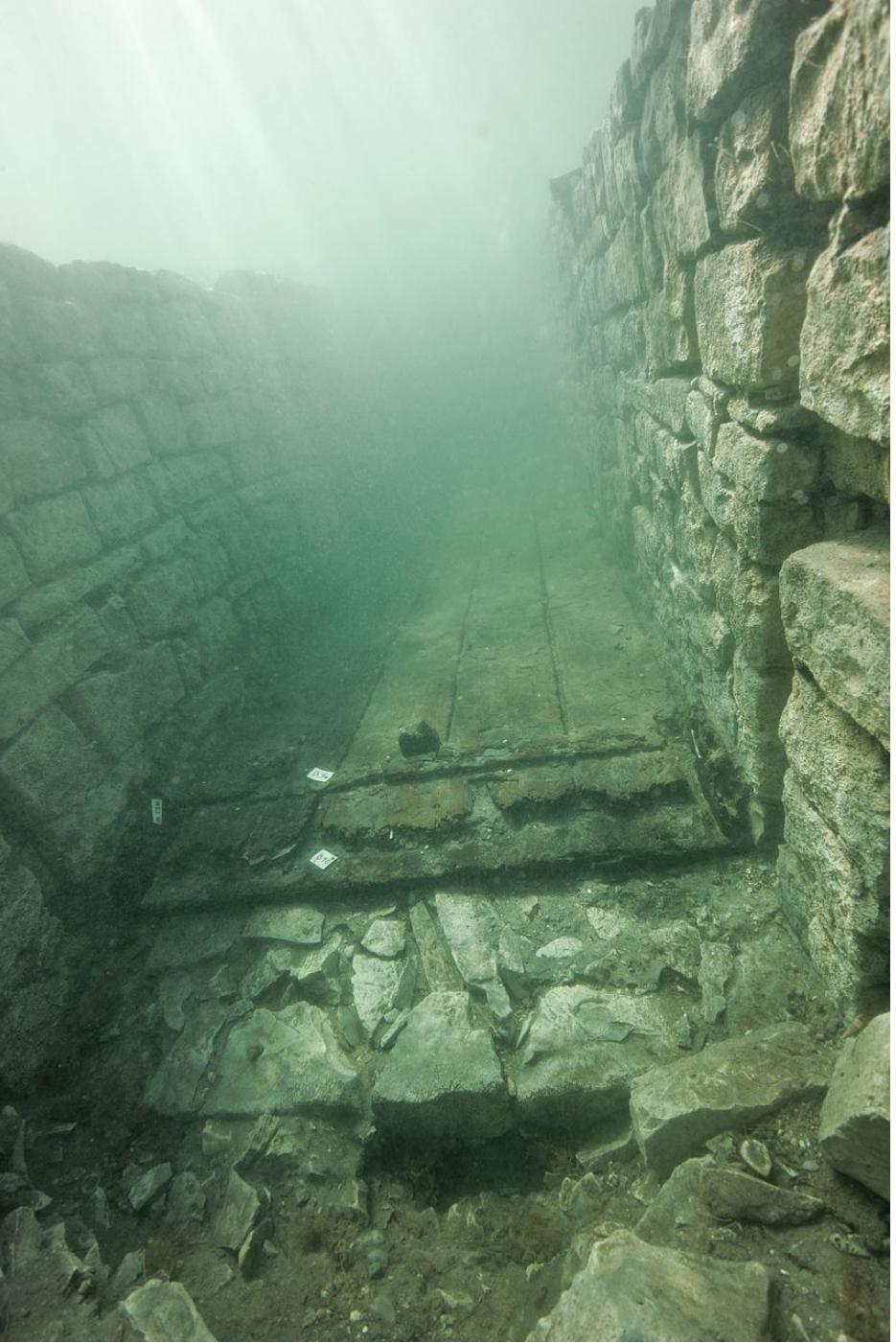
Sea Level Variations in the Northwest Mediterranean During Roman Times

Abstract. Archeological remains indicate an average rise of sea level of 7.5 centimeters per 100 years from 300 B.C. to A.D. 150. At A.D. 0 mean sea level was about 0.5 meter below the present value. Eustatic fluctuations have not exceeded 0.15 meter.

P. Pirazzoli, 1976, Science



M. Anzidei



BUSUJA
M. B. Carre, 2012

Etagement archéologique

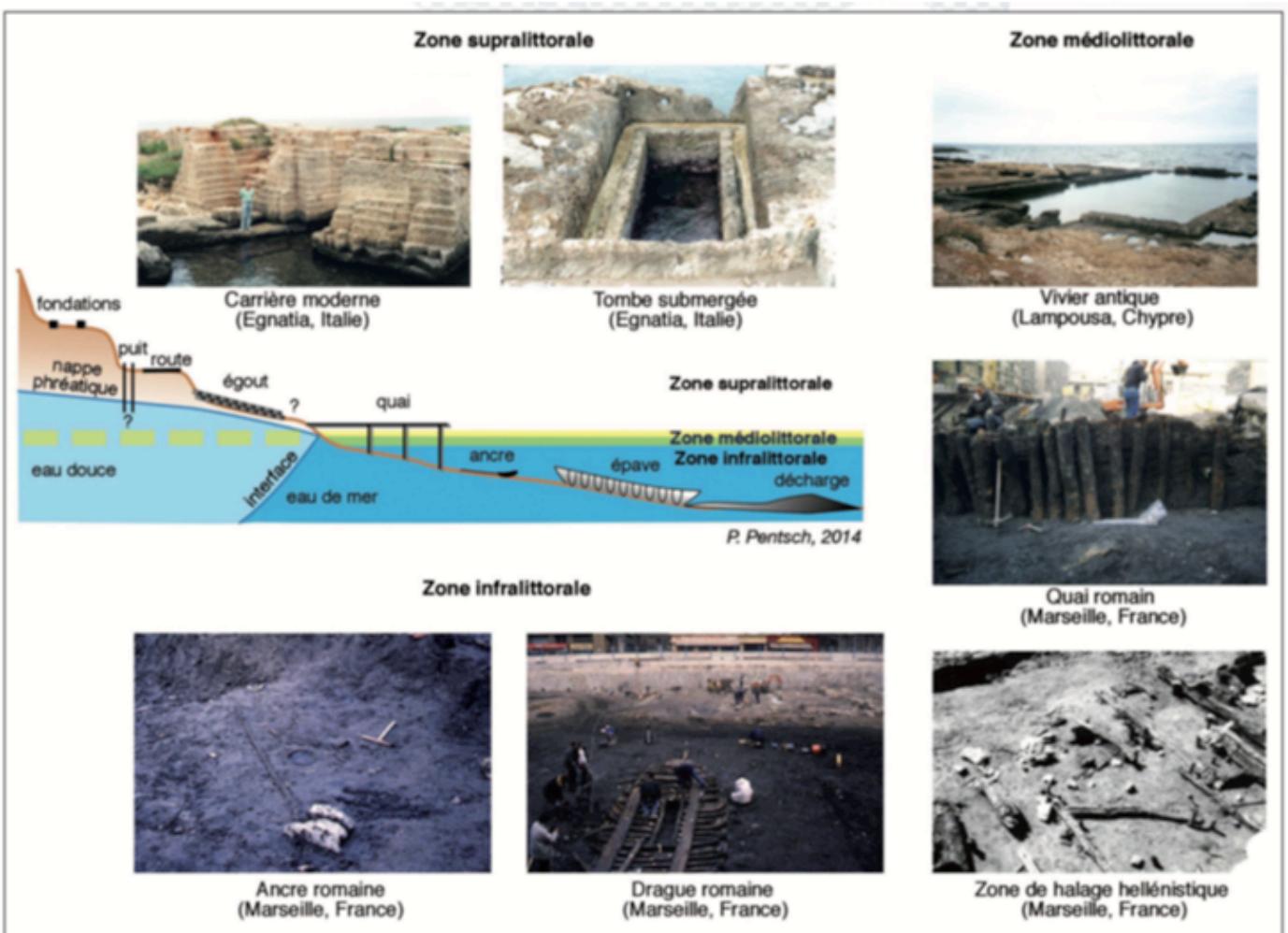


Fig. 1-6. – Zonation des vestiges archéologiques de part et d'autre du niveau marin.



VIVIER FREJUS-KIPLING (1 AD)

Marine organisms up tu -40 cm NGF +/-10cm
Channel and gate down to -60 cm NGF +/-10
Base of the basin -250 cm NGF +/-10cm









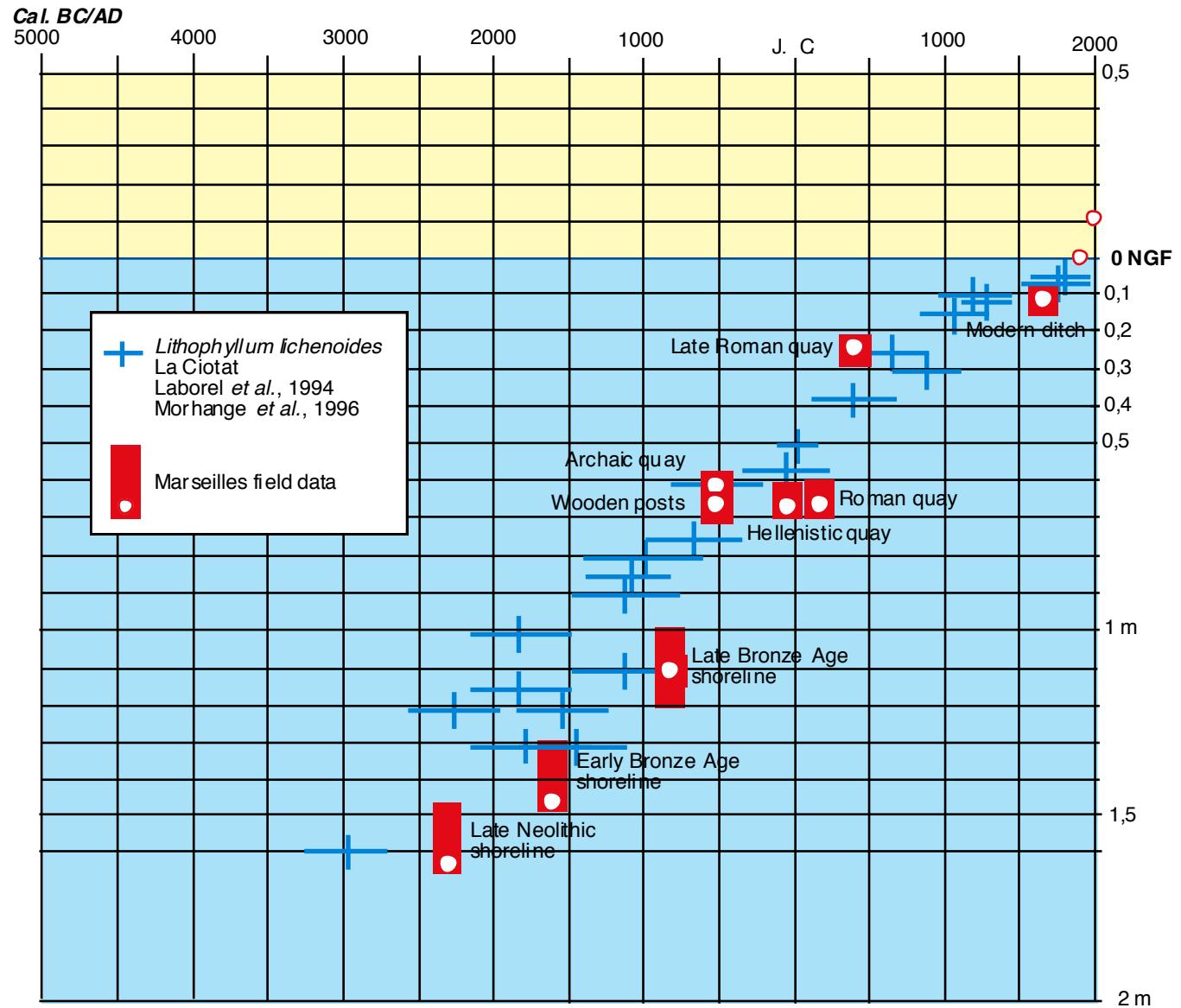
MARSEILLE, 70 +/- 5 cm below biological MSL in 525 +/- 15 BC



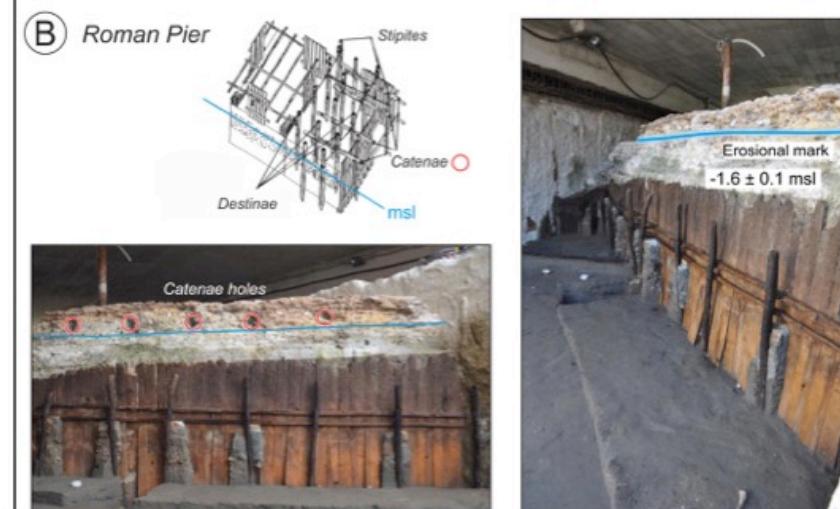
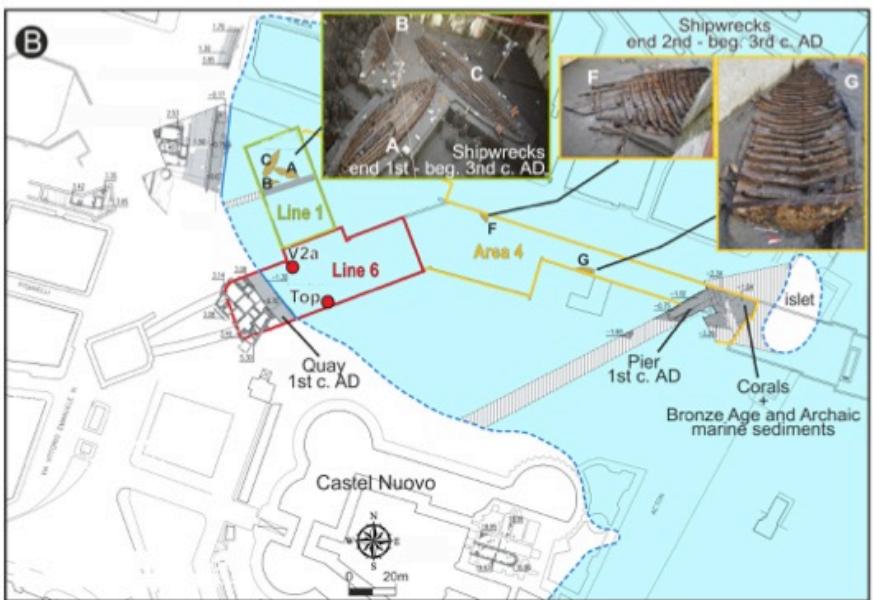
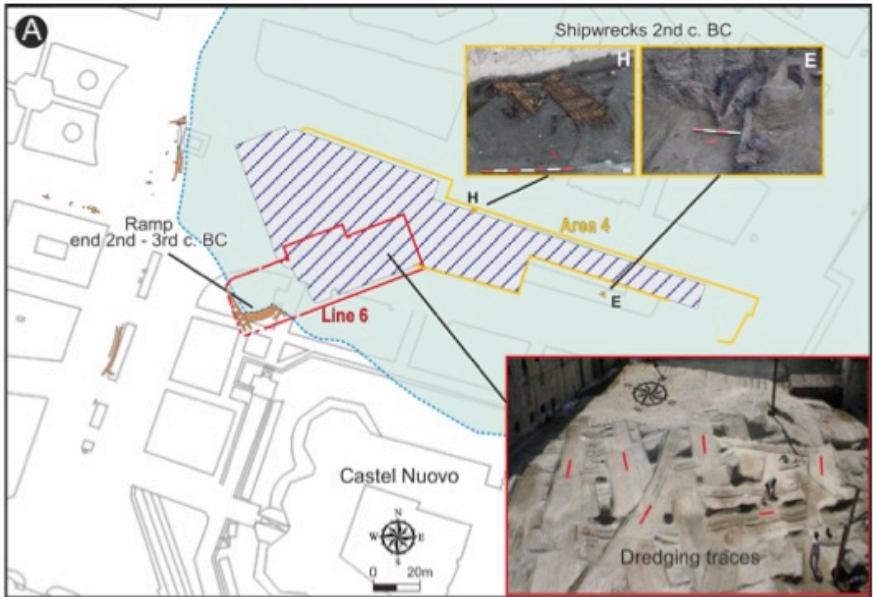
Marseille
Jules Verne



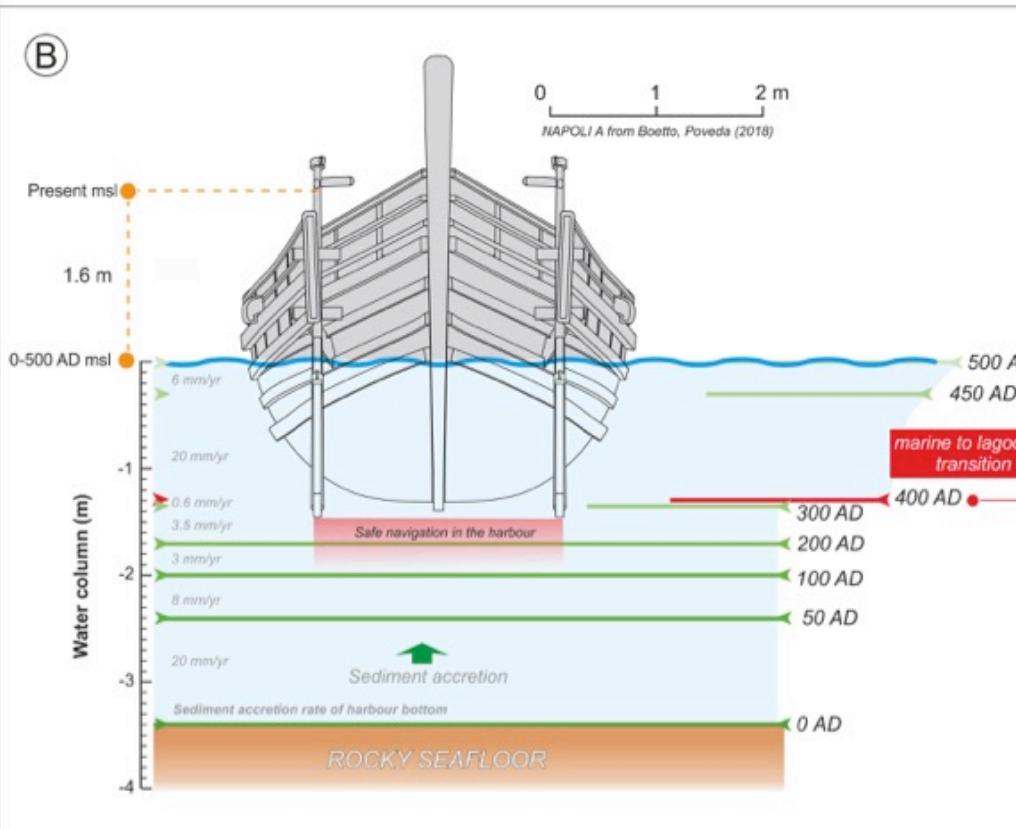
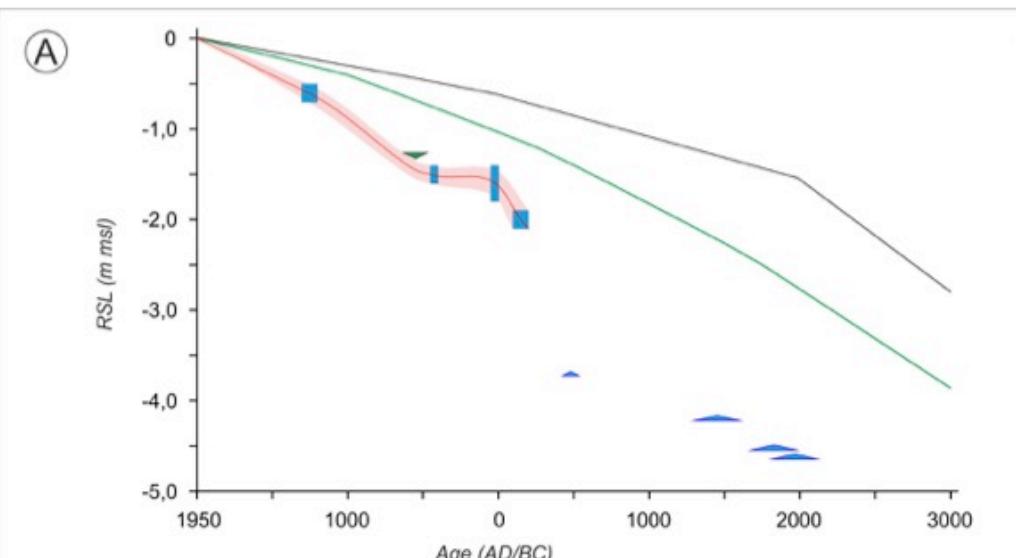
Relative sea level changes in Marseilles



NAPLES



Naples, 2019, Vacchi M.,
 Russo-Ermolli E.,
 Morhange C... Millennial
 variability of rates of sea-
 level rise in the ancient
 harbour of Naples (Italy,
 western Mediterranean
 Sea), *Quaternary Research*,
 93, pp. 284–298.



Phalasarna
365 AD





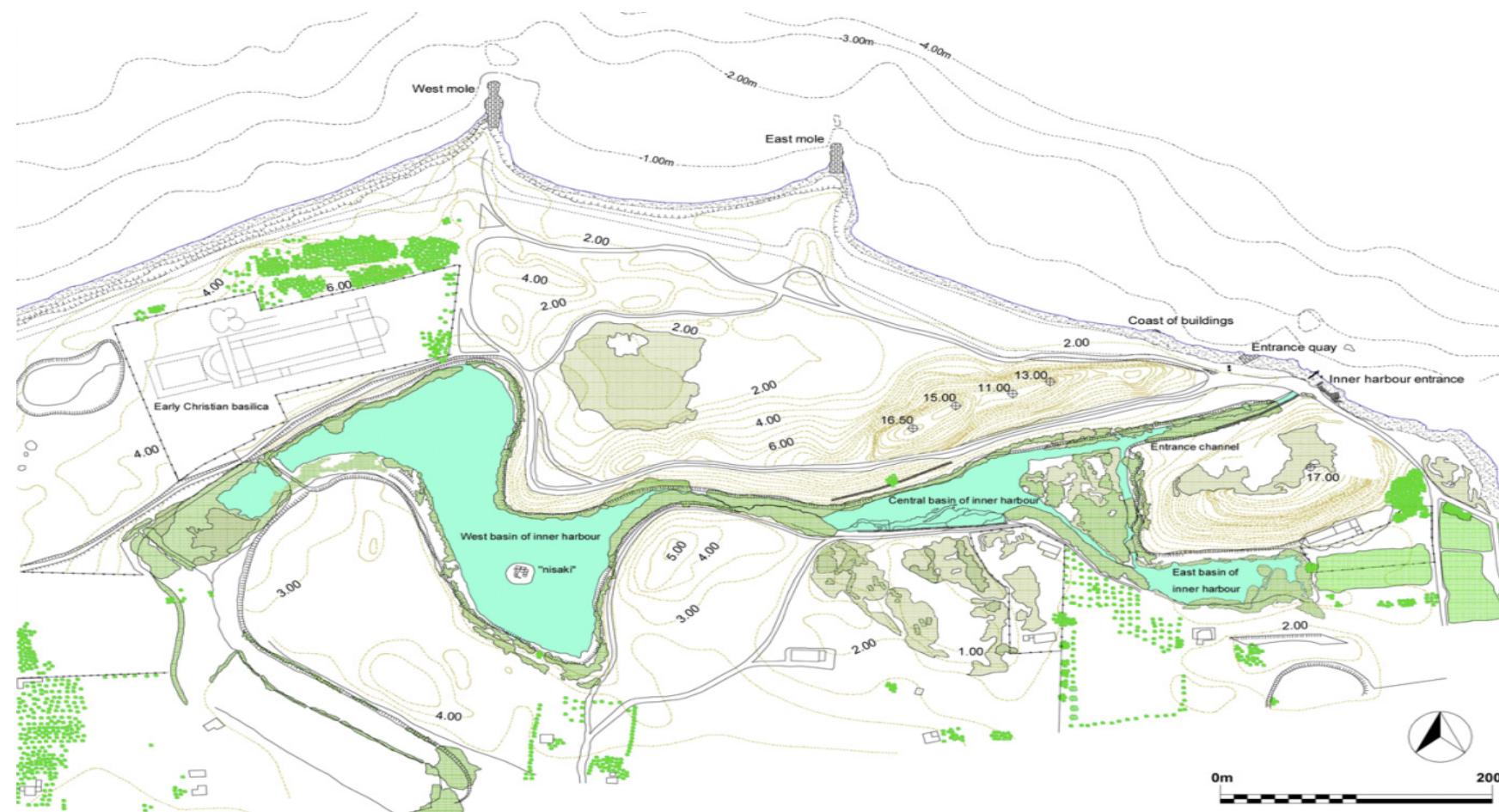
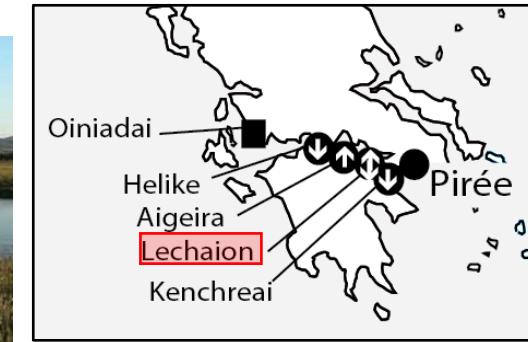
Lechaion, uplift 1,2 m, ca. 340 cal. BC
Balanus

Phalasarna, uplift 10 m, 365 AD.

Delta R 148 +-40 (Piraeus) 2 sigma 43 BC-223 AD
Poz-78275 2410 ± 30 BP (Vermetus triqueter)

Lechaion (W. Corinth)

Mourtzas et al., 2013



Boumerdes
2003



M. Meghraoui

Canaletto et les veduta



Camuffo

Sources picturales QUANTITATIVES

Peintures «réelles».

Trois peintres ont réalisé des vues précises en utilisant une *chambre noire*



Véronèse
(1528-1588)



Canaletto (1697-1768)



Le neveu
Bernardo Bellotto
(1720-1780)

Du tableau au niveau de la mer



L'utilisation de la *chambre noire* peut fournir une «image» du passé.

Le niveau marin moyen biologique est fourni par le front des **algues** qui sont un **marqueur biologique** du niveau de marée moyenne qui intègre la hauteur des vagues et l'énergie.

Canaletto et Bellotto ont reproduit avec précision cette limite supérieure des algues.



La limite supérieure des algues vertes est nommé *Commune Marin* (CM)= niveau moyen de la mer.

Camuffo

Etude avec les hommes-grenouilles de la Police de Venise

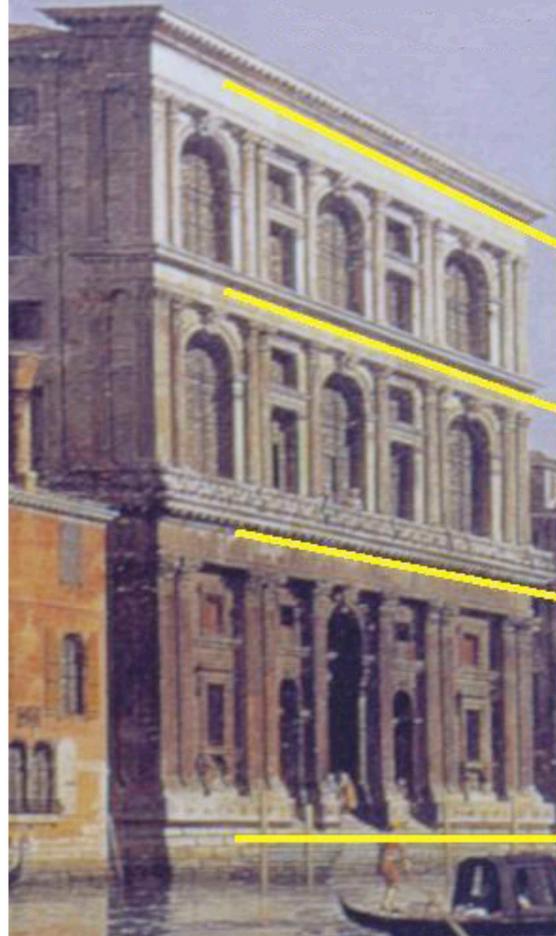


Camuffo, 2019

Palais Grimani

Canaletto, 1735

7 marches - 79 ± 12 cm



Photographie, 1880-90

5 marches - 43 ± 10 cm



2002: 2 marches



Déplacement des algues 1735-2002: 79 ± 12 cm

Camuffo

Hausse relative du niveau de la mer à Venise

Incertitudes: variabilité interannuelle de la houle et du front des algues: Déviation Standard 3.8 cm. Mesure des détails ± 11 cm

69 ± 11 cm

- 5 ± 1 cm

- 3 ± 0.1 cm

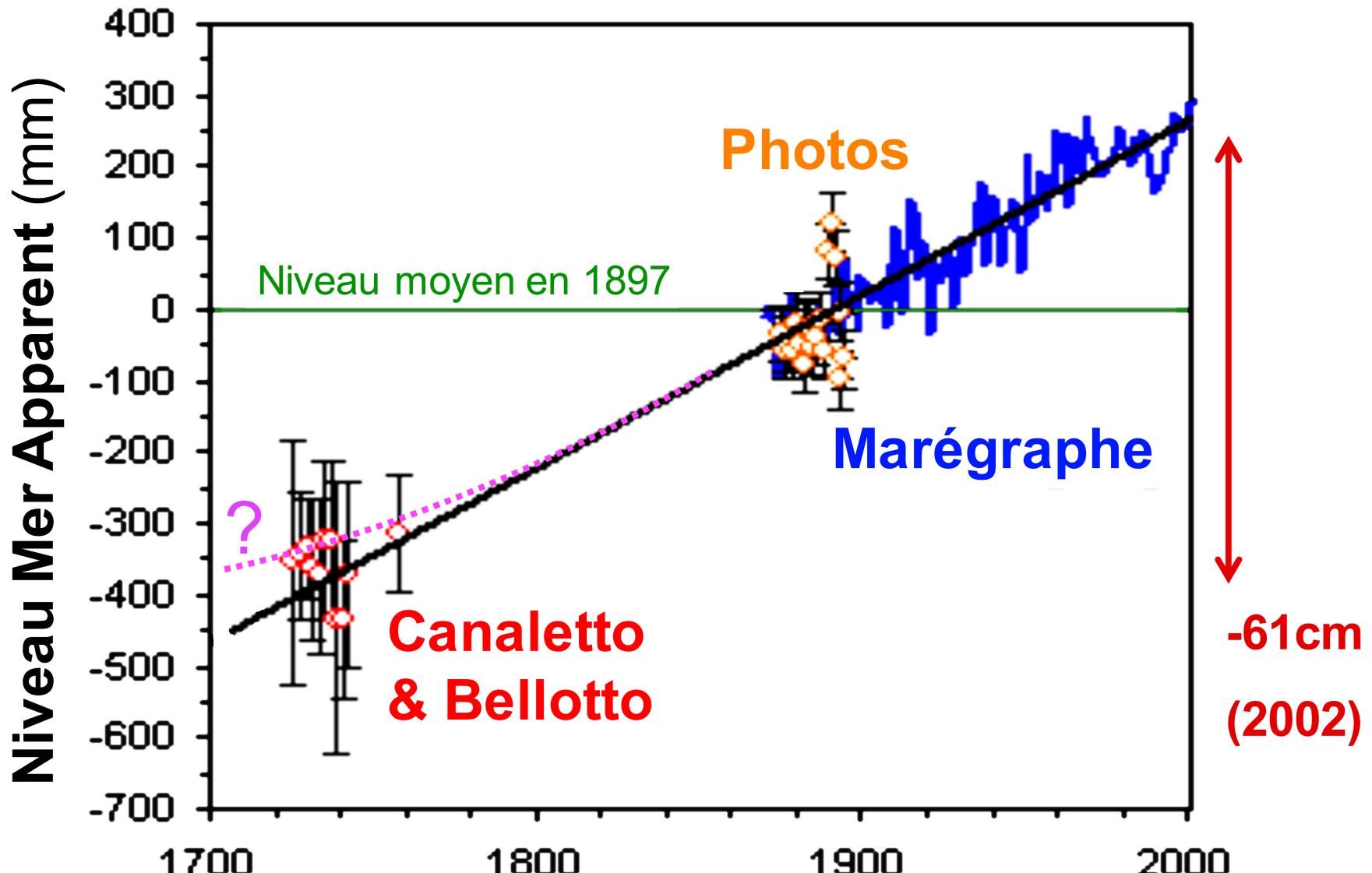
61 ± 12 cm

**Moyenne des déplacements des algues
observés (12 tableaux)**

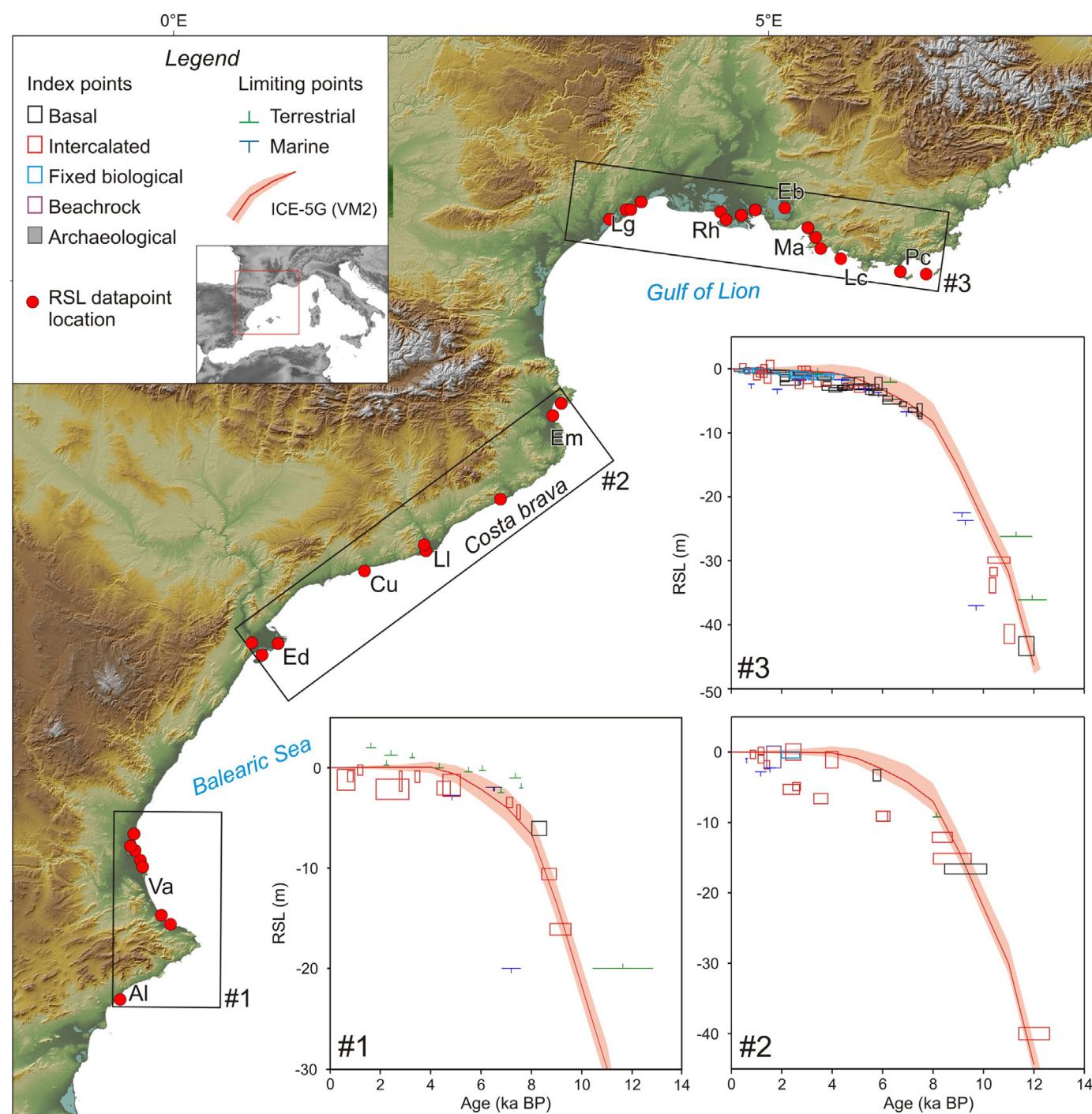
Différence entre les vagues des bateaux à rames
(XVIII siècle) et des bateaux à moteur

Amplification de l'amplitude des houles et marées
du fait des dragages des canaux

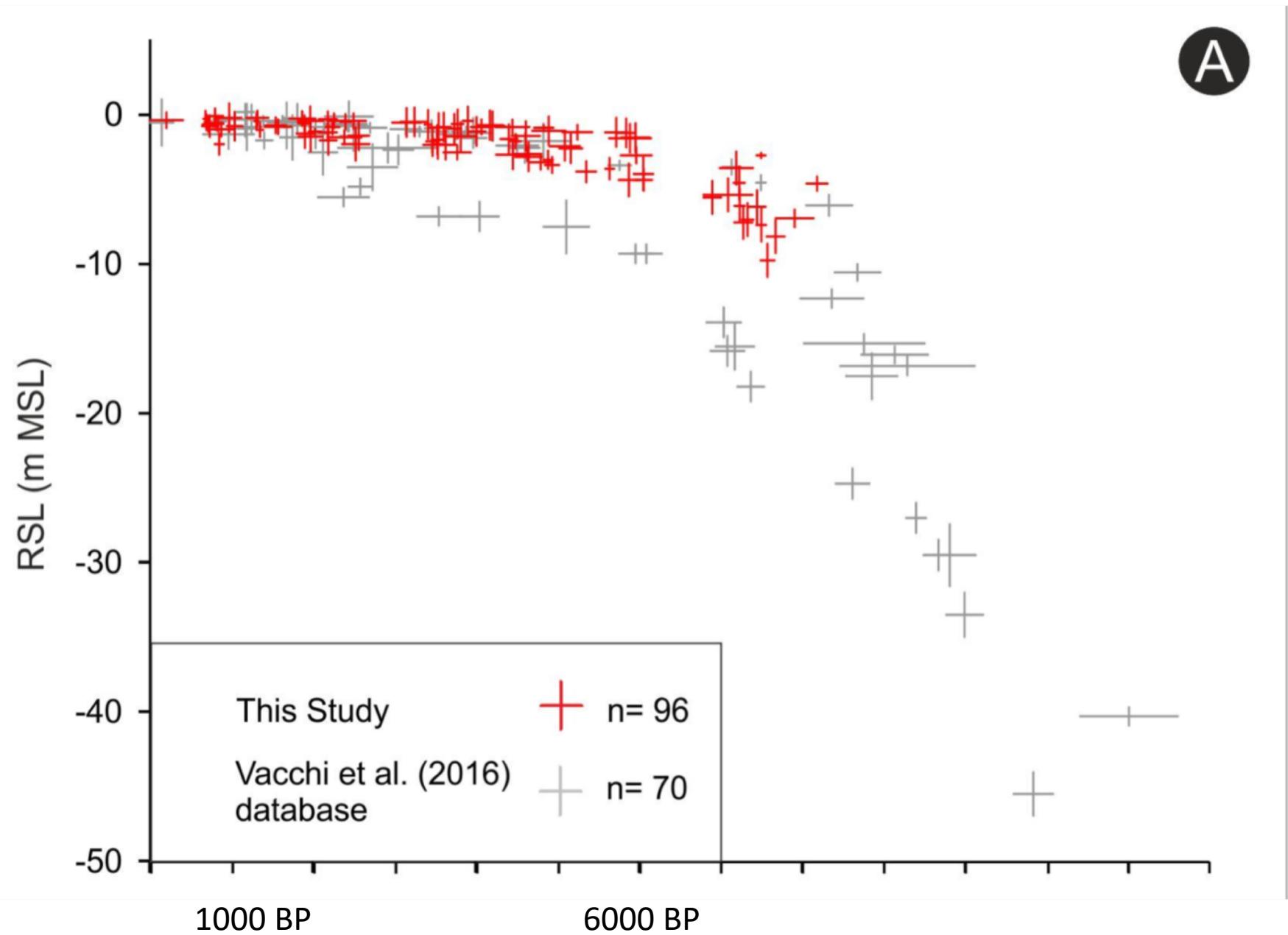
Hausse relative de la mer

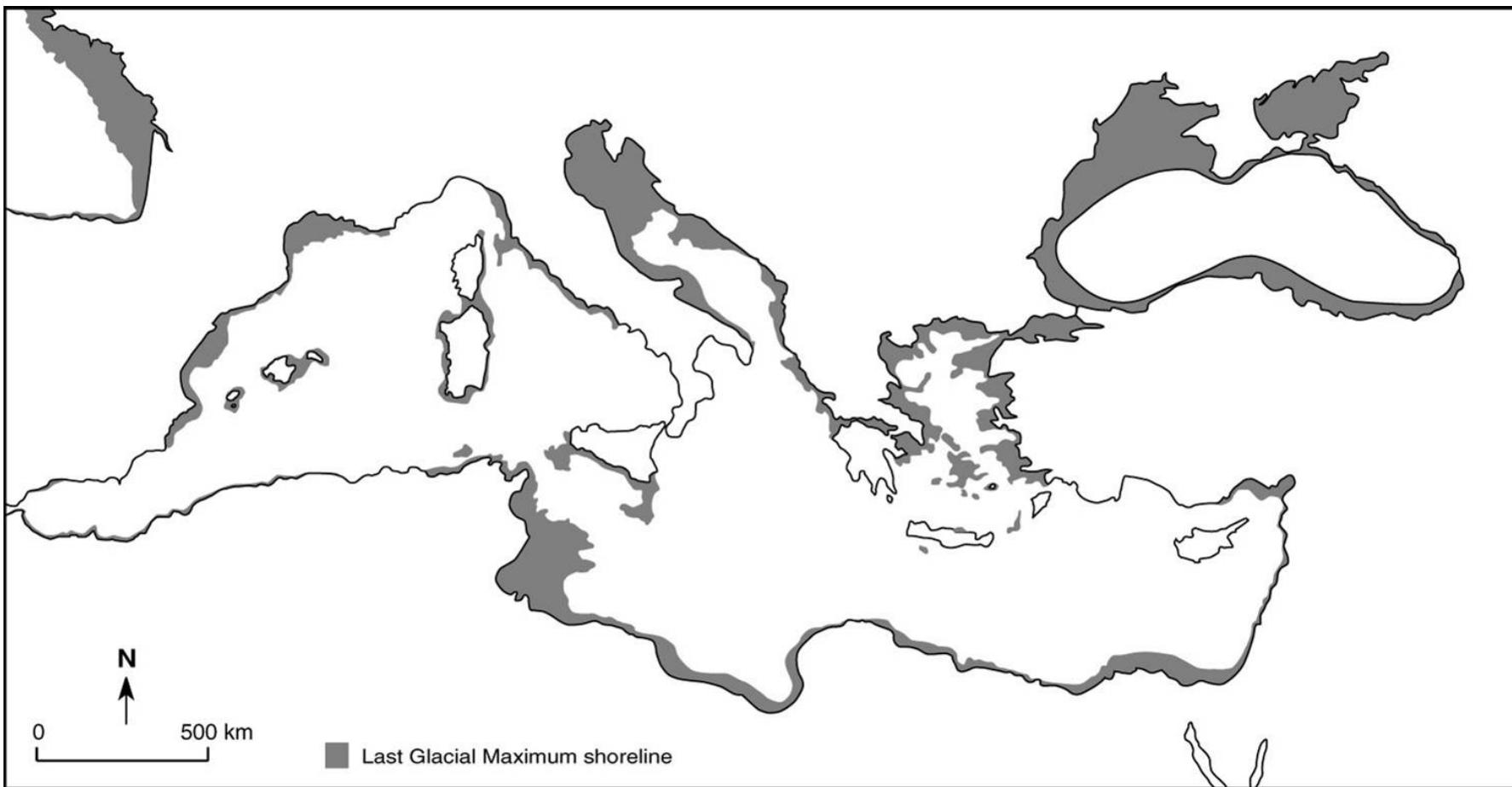


Vacchi et al., 2016
Multiproxy assessment of
Holocene relative sea-level
changes in the western
Mediterranean: Sea-level
variability, Earth-Science
Reviews



A





Last Glacial Maximum shorelines (18,000 BP)

Boroffka et al.,
2006

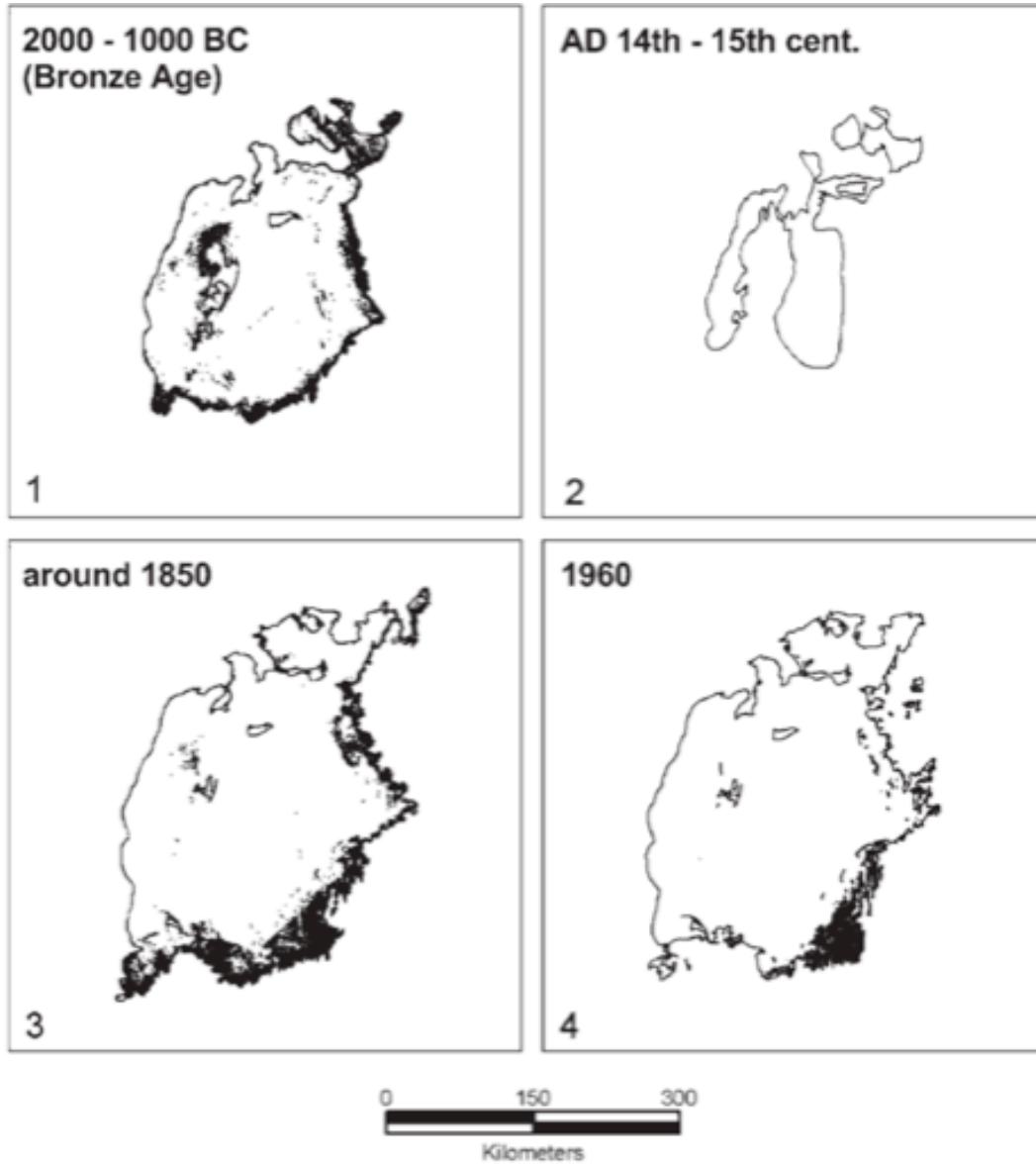


Figure 5. Extent of the Aral Sea for different periods: (1) Water level of 42–43 m a.s.l. during the Bronze Age, (2) water level of 30/31 m a.s.l. during 14th–15th centuries and again in 2002, (3) assumed maximum water level of 54 m a.s.l. around 1850, (4) water level at 53 m a.s.l. before 1960s. Black areas represent shallow water with numerous small islands. Note that images do not show a continuous succession. Databases: 1, 2: GIS-based model according to field results, 3: Digitization based on current satellite images, 4: Digitization by S. Krivonogov.

*Géoarchéologie des
submersions et des transgressions
Marseille, Alexandrie, Pouzzoles*

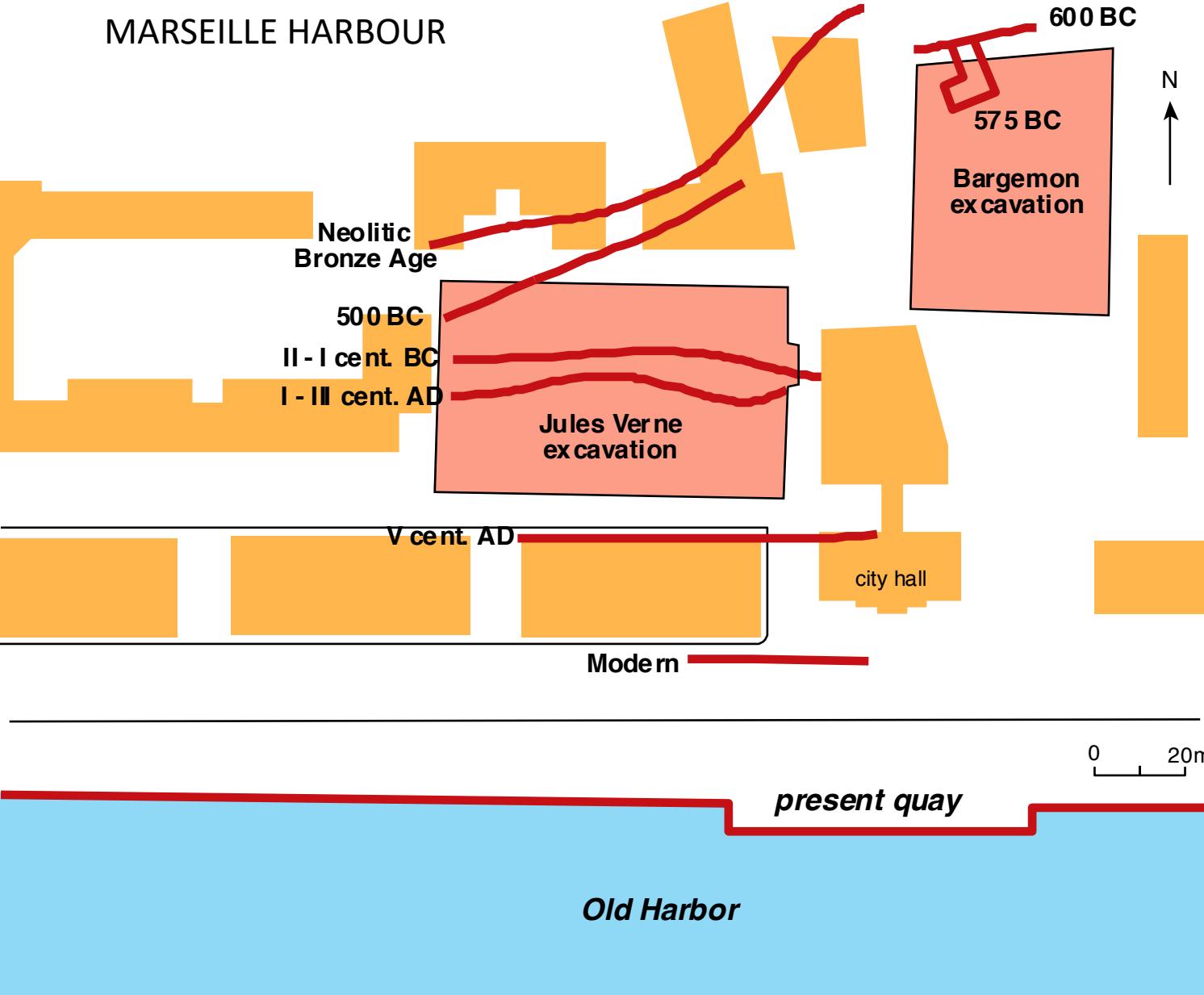
Définitions

- **Submersion marine** = **inondation temporaire de la zone côtière** lors d'évènements météorologiques (tempête, forte dépression, vent de mer) ou océanographiques (houle, marée, tsunami) inhabituels. Transfert d'eau et parfois de sédiments vers le continent.
- Impacts : **modifications du trait de côte** dépendant de **l'énergie des vagues** et des **surcôtes**. Création de brèches dans les dunes ou les digues.
- La submersion marine se distingue de la transgression marine par son aspect éphémère (quelques heures/jours). À l'échelle des temps géologiques, **une succession de submersions marines de plus en plus envahissantes indique une transgression marine**.

3 études de cas assez significatives

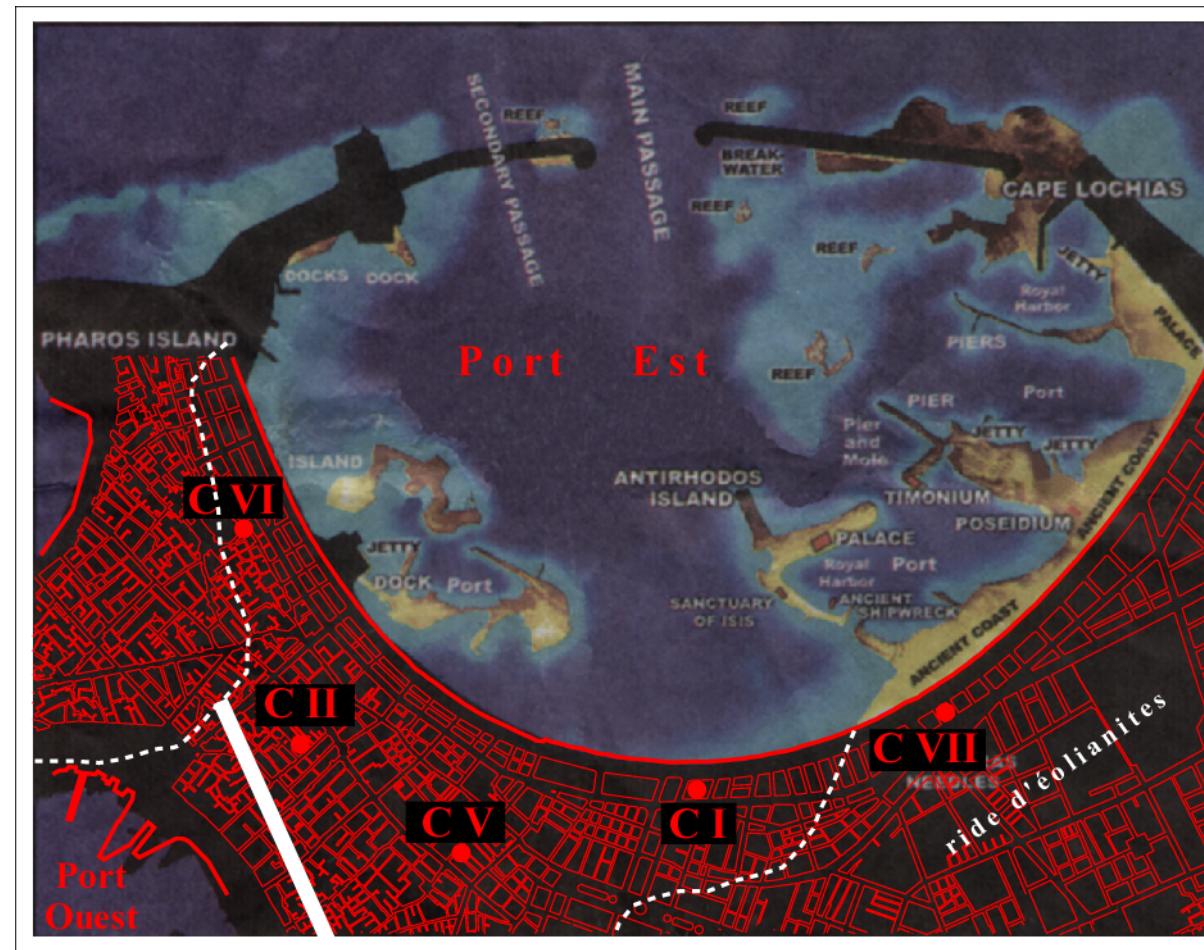
- Marseille : Absence de submersion car budget sédimentaire positif
- Alexandrie : Submersion « catastrophique » de 6 m ca. VIII°- IX° AD
- Pouzoles : Yoyo d'origine volcanique.

MARSEILLE HARBOUR

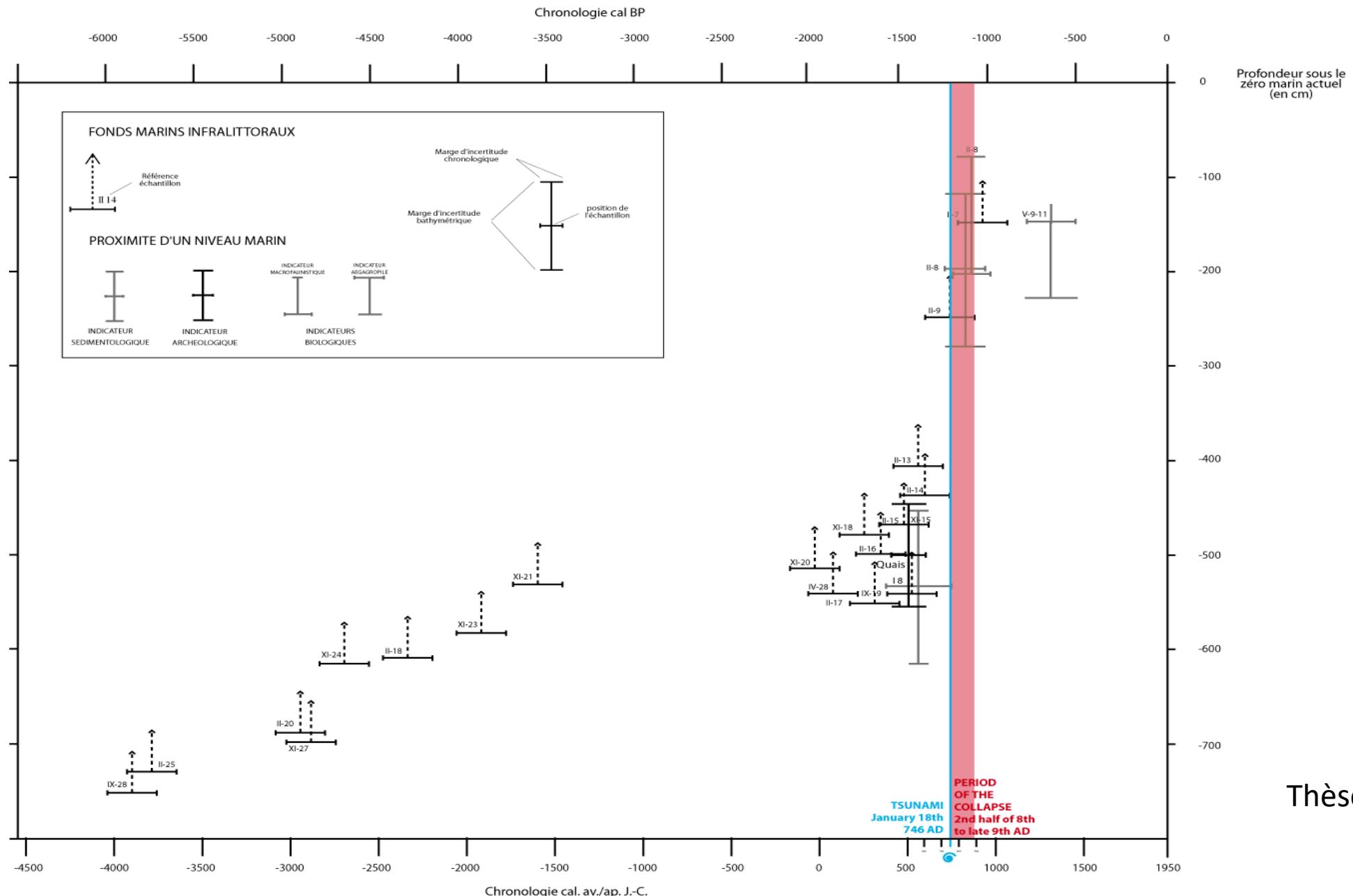


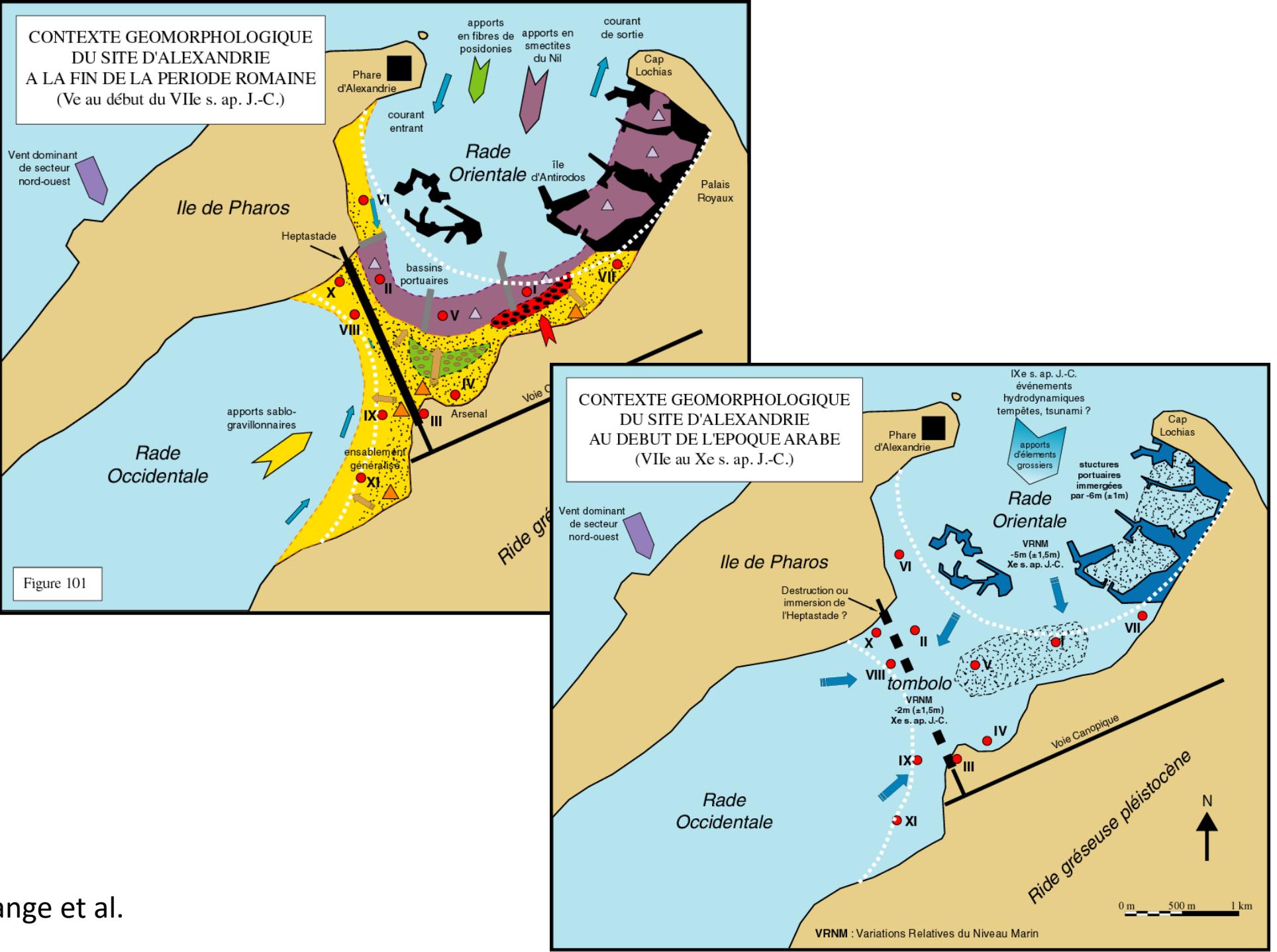


Goddio, Empereur....



Alexandrie d'Egypte

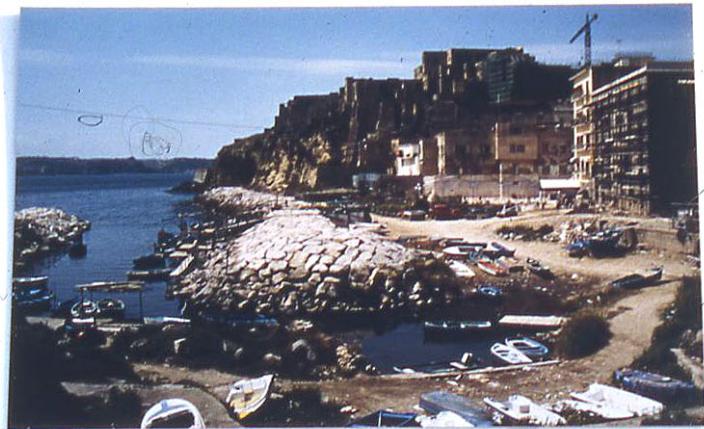




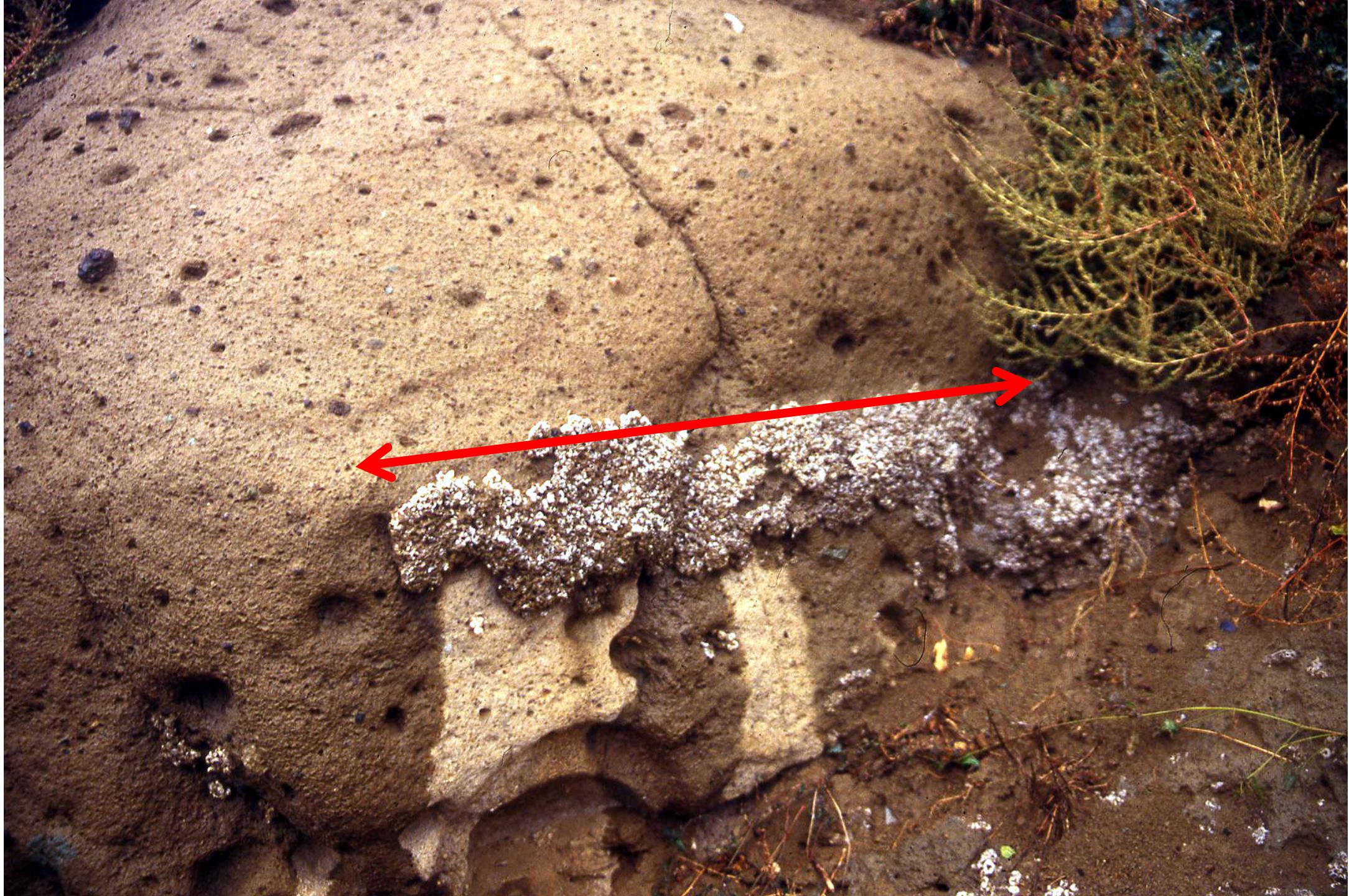


POZZUOLI





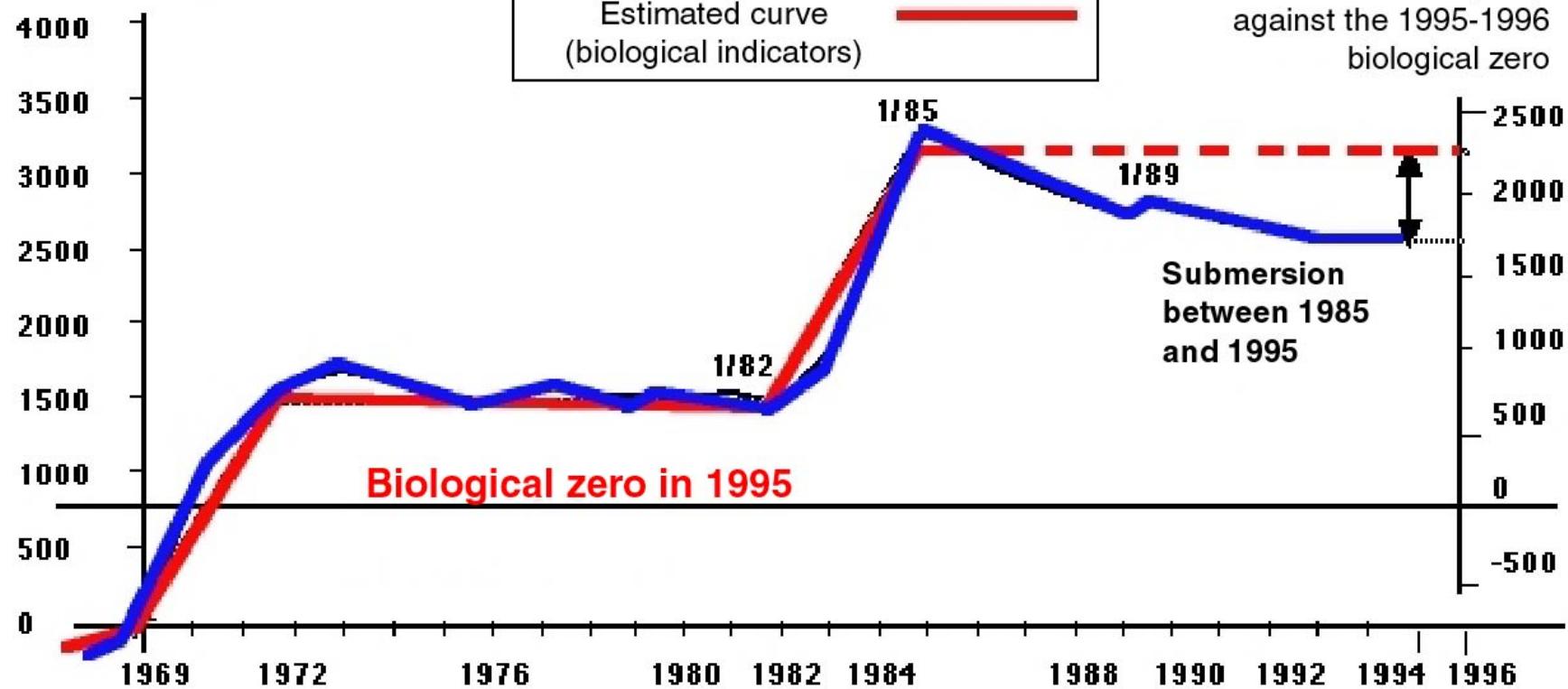


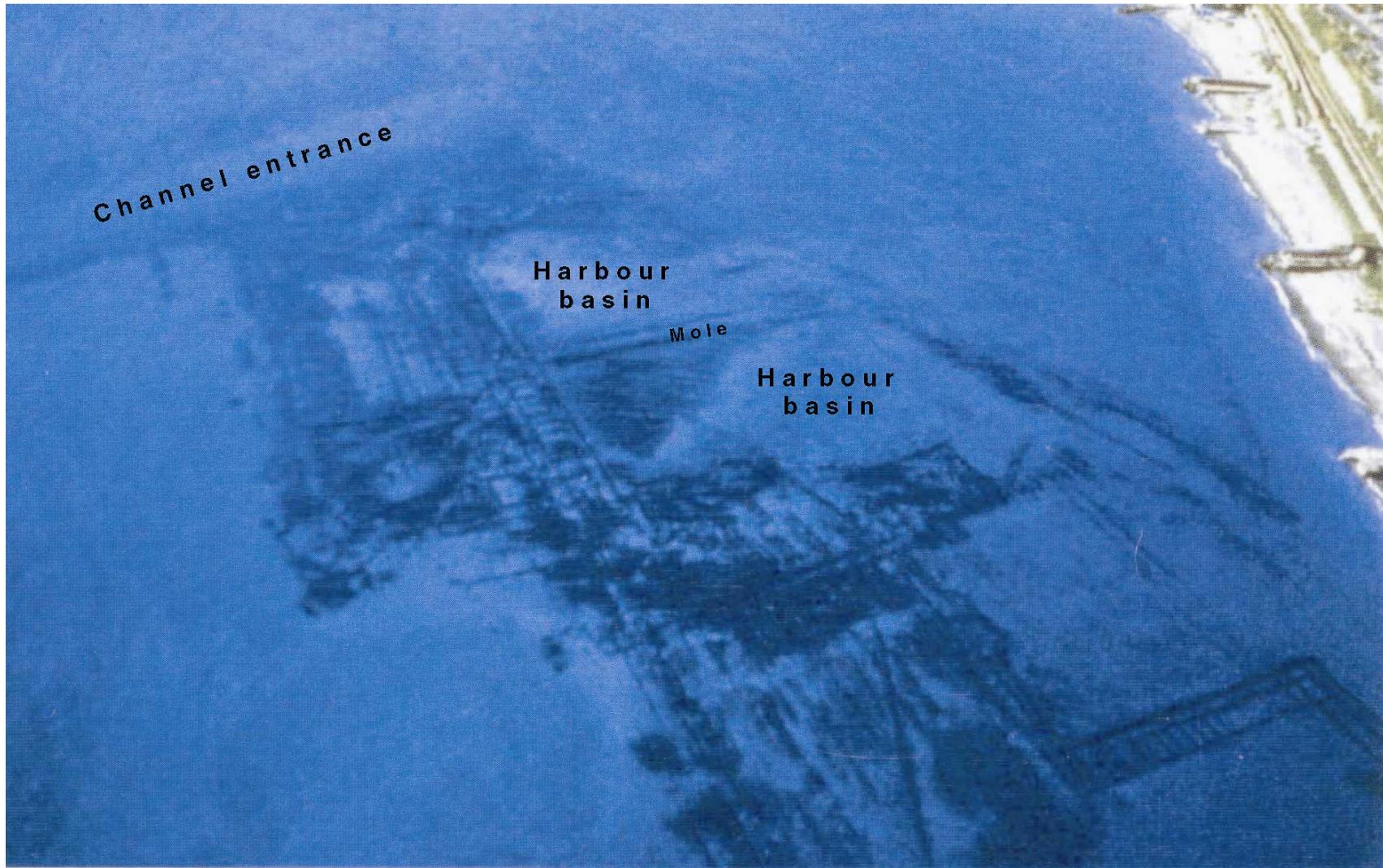


Measured altitudes (mm)
against the 1968
tide gauge datum

Measured curve
(Osservatorio Vesuviano)
Estimated curve
(biological indicators)

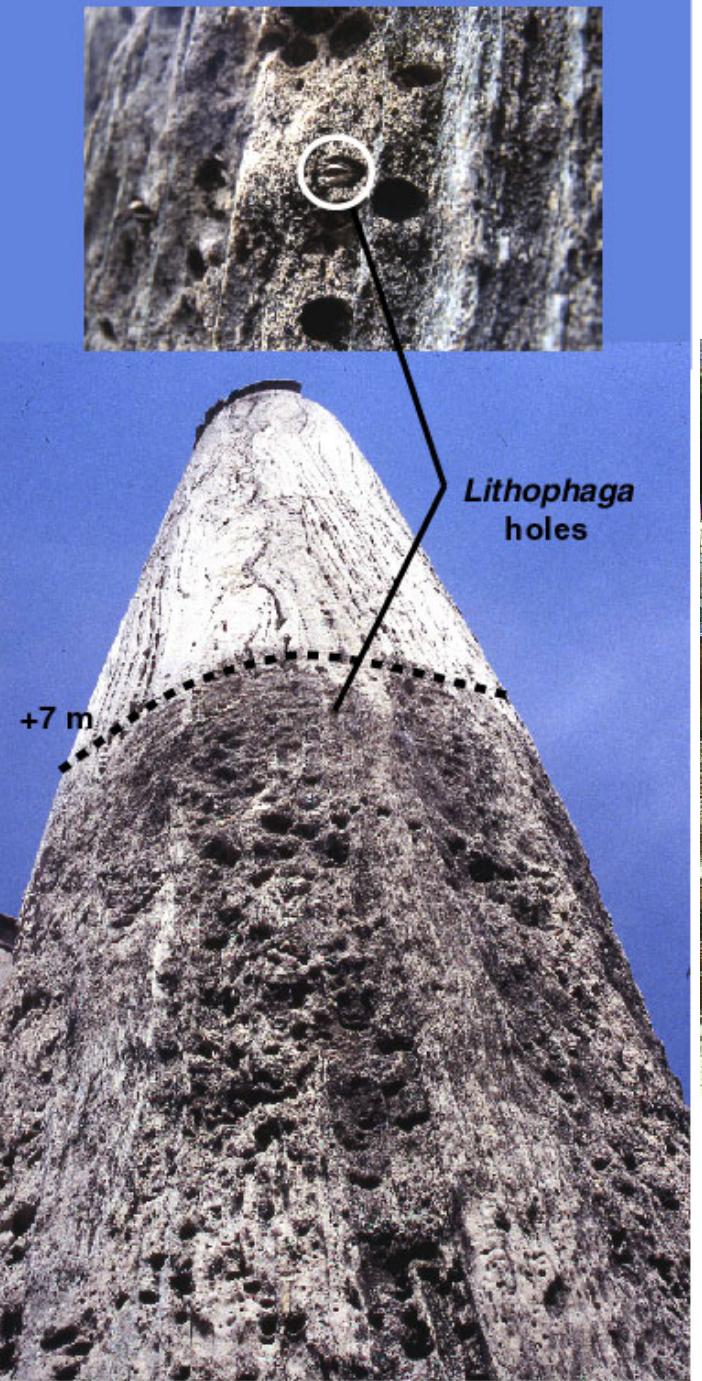
Measured altitudes (mm)
against the 1995-1996
biological zero





The drowned harbour (-7 m) of Portus Julius near Naples, southern Italy

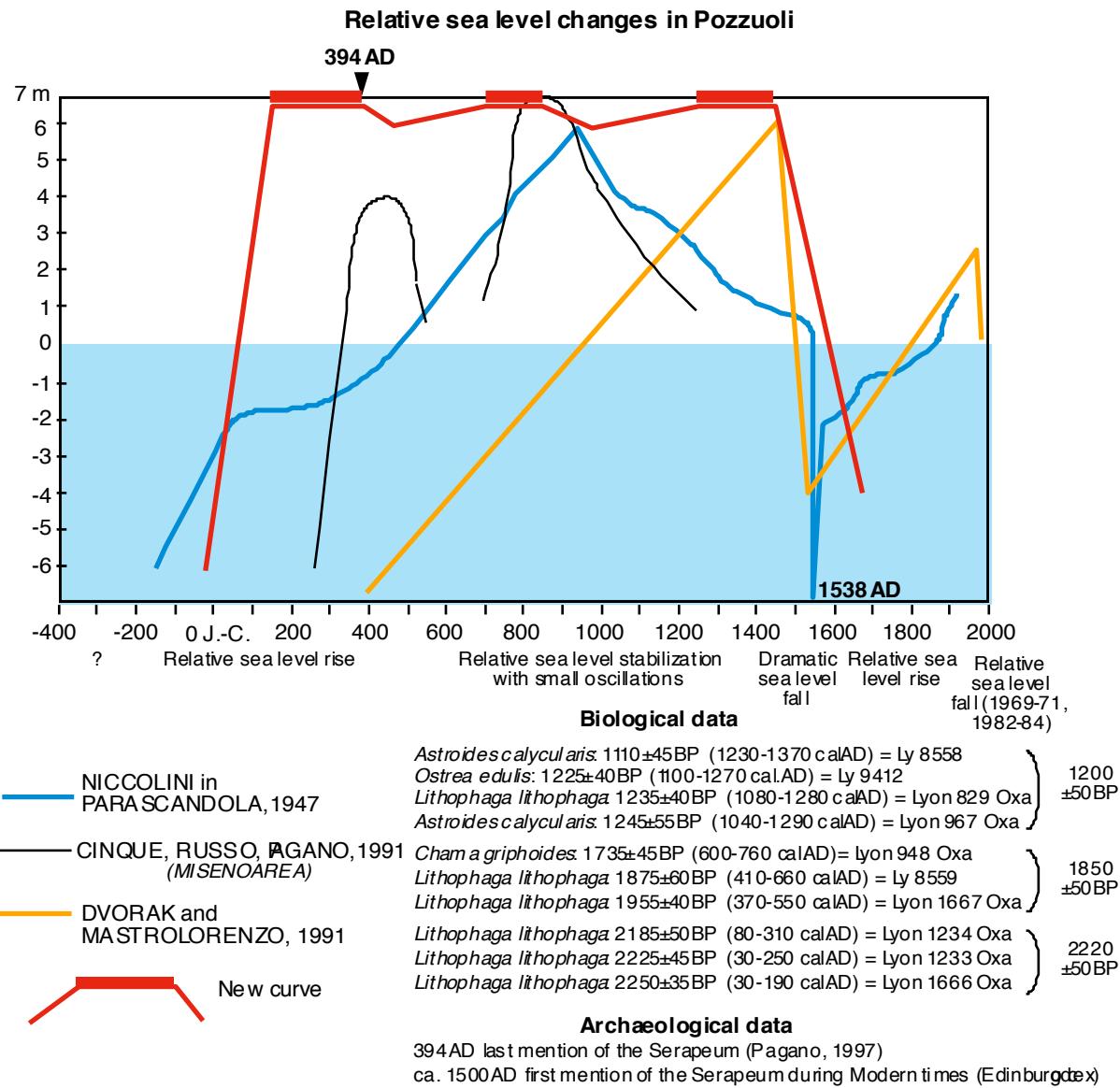




Monte Nuovo 1538



POZZUOLI, marché romain



Variations relatives du niveau de la mer représentent rarement un risque naturel depuis 2000 ans

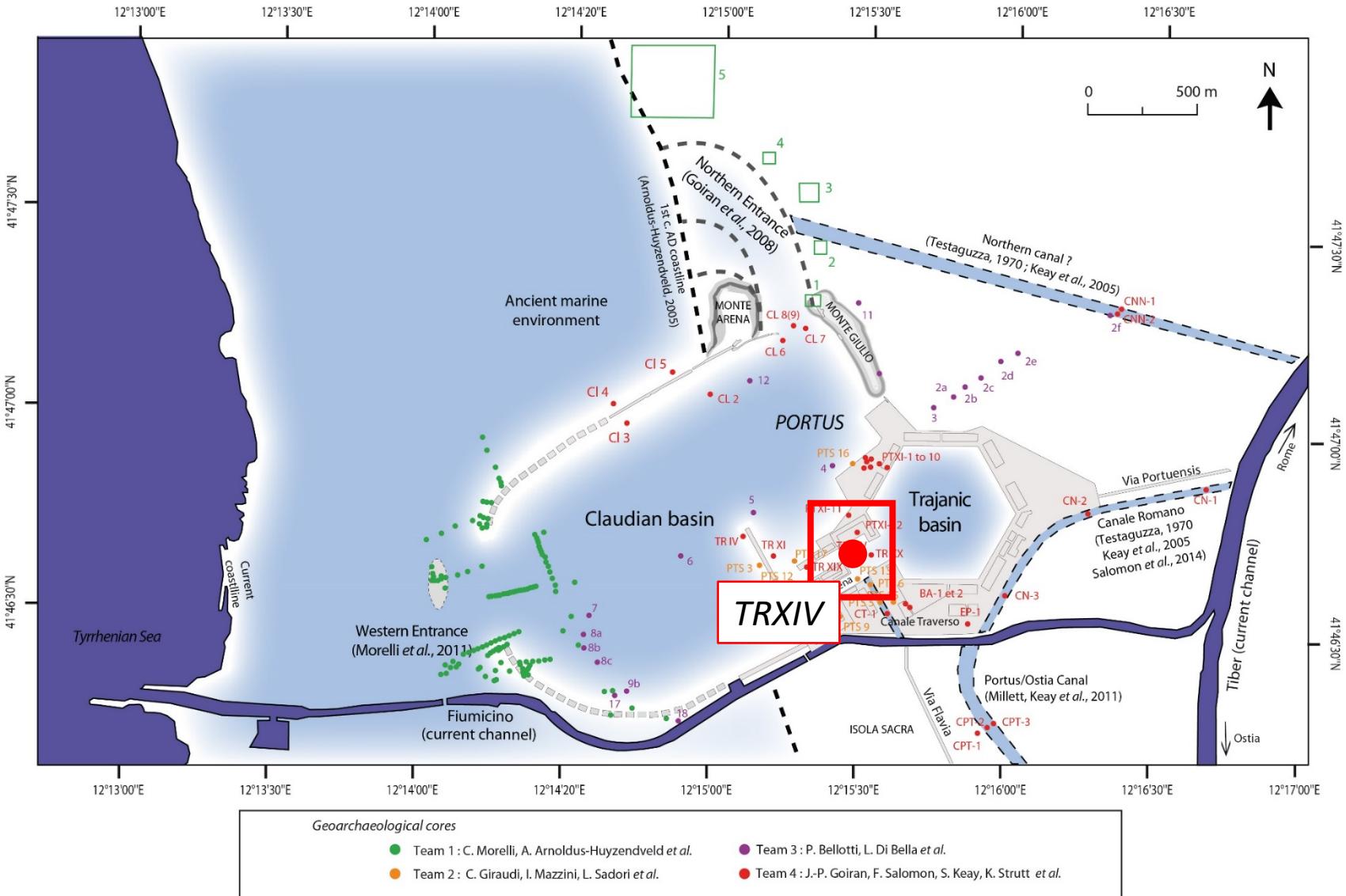
(sauf Pozzuoli, Phalasarna, Alexandrie...)

Estimation des colonnes d'eau

(60 cm vers 525 av. J.-C. à Marseille ;
Rome, bassin de Claude 7 m; Fréjus...)

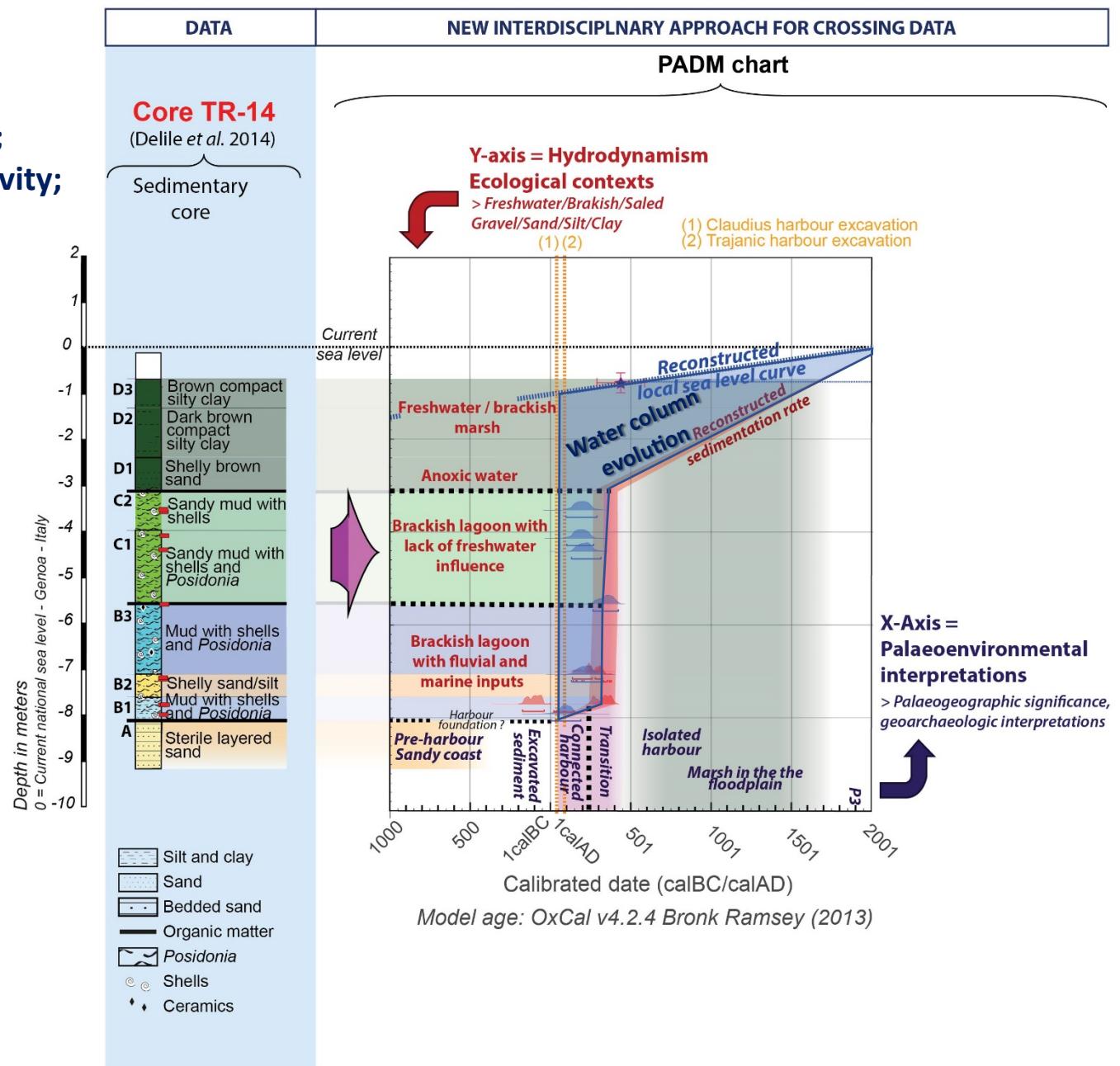
Utilisation des indicateurs biologiques
permet une précision centimétrique

Construction of a Palaeo-environmental Age-Depth Model (PADM chart)



Construction of a Palaeoenvironmental Age-Depth Model (PADM chart)

- (1) Sediment archive availability;
- (2) Degree of exposure/connectivity;
- (3) Time span recorded in the sediments;
- (4) Water column evolution;



Maintaining the operability of the harbour basin: Navigability

HARBOUR OPERATORS

HARBOUR SYSTEM

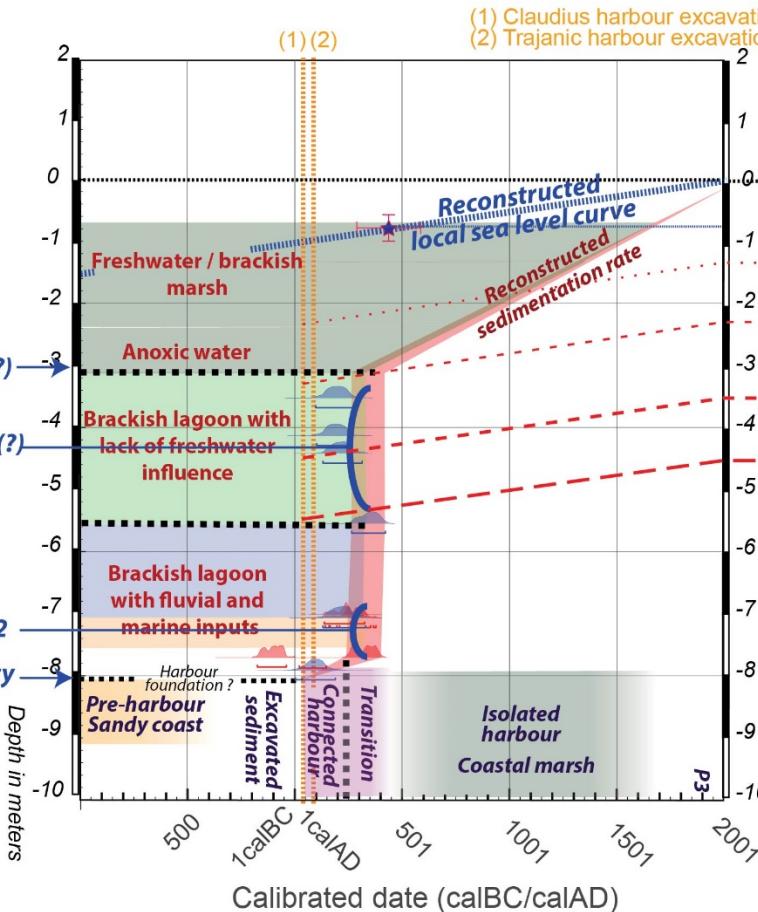
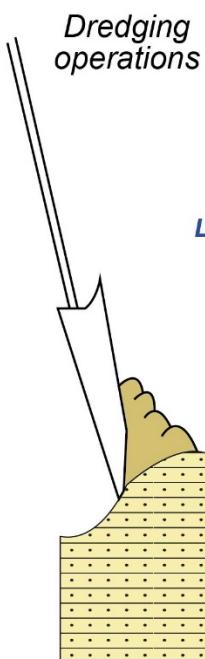
HARBOUR SERVICE USERS

(1) PADM chart - Potential navigability across time

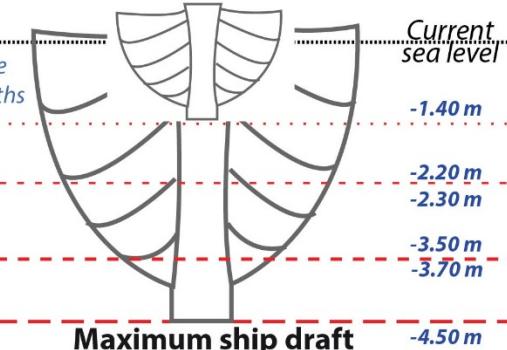
(2) Dredgings

Interdisciplinary chart
Core TR-14

(3) Ship and draught
Naval archaeology



Reconstructed range of Roman ship drafts
(1st c. BC - 5th c. AD) =
From -1.40 to -4.50m



Types of Roman ships considered
(1st c. BC - 5th c. AD)

- Fiumicino 1 (4th-5th c. AD)
Caudicaria
70 t
- Bourse de Marseille (AD 190-220)
Gassend, 1982
150 t
- Madrague de Giens (70-65 BC)
Pomey oral comm. in Boetto 2010
Pomey and Rieth, 2005
350/500 t
- Alexandrine ships Isis 2nd c. AD
Pomey and Tchernia, 1978
1000/1200 t

Pré-réservation urgente :

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

Avec le soutien d'Arkaia

(50 euros/sem.)

