

Séminaire
commun

Chaire d'Archéosciences et d'Histoire de l'Environnement
de l'École Pratique des Hautes Études

Master of Maritime and Coastal Archaeology
de l'Université d'Aix-Marseille

Géoarchéologie du niveau marin

Du déni à l'obsession

Christophe Morhange

(AMU, CEREGE, EPHE, SHP)

Judi 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 Morphologie Géomnet - CC

École Pratique
des Hautes Études | PSL

BIO ARCHEOLOGIE GEO

école d'été
Initiation à la lecture des paysages littoraux sur la longue durée
De l'étage infralittoral aux estuaires

DINARD, 27 JUIN > 1^{er} JUILLET 2022
Centre de Géoécologie littorale

- Biologie marine
- Géomorphologie littorale
- Géoarchéologie et histoire de l'occupation des sols
- Perception des paysages
- Mobilité des rivages et vulnérabilités
- Anthropocène

Pré-réservation urgente :

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

Avec le soutien d'Arkaia

(50 euros/sem.)

RENSEIGNEMENTS & INSCRIPTIONS

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

02 99 46 10 72

www.cgel-dinard.fr



Paolo Antonio Pirazzoli (1939-2017)





Present state of the Temple of Serapis at Pozzuoli.

PRINCIPLES
—
GEOLOGY.

—

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

BY REFERENCE TO CAUSES NOW IN OPERATION.

—

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

FOR. SEC. TO THE GEOL. SOC., &c.

—

IN TWO VOLUMES.

Vol. I.

—

LONDON:

JOHN MURRAY, ALBEMARLE-STREET.

MDCCCXXXIII.

1830-33

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

LES VIVIERS ROMAINS DE LA CÔTE TYRRHÉNIENNE

Général Giulio SCHMIEDT

Dans le cadre de recherches sur l'évolution et la défense des côtes italiennes effectuées de 1969 à 1971, sous le patronage du Consiglio Nazionale delle Ricerche, une enquête (1) a permis de relever les données que fournissent les vestiges de viviers marins de l'époque romaine (2) pour déterminer le niveau de la Mer Tyrrhénienne dans l'Antiquité.

On a tenu compte des valeurs maxima et minima de la marée dans les parages et de la hauteur dont les structures étudiées devaient émerger pour être fonctionnelles. La valeur de la submersion est donnée par rapport au niveau moyen actuel de la mer (3).

Les viviers que nous étudions dans le présent article sont situés le long de la côte entre le promontoire de l'Argentario et celui de Scauri et dans les îles Ponziennes (Ponza et Ventotene).

Les canaux qui les alimentaient ou qui les reliaient entre eux étaient le plus souvent munis de dispositifs en commandant le passage. Ces dispositifs comprenaient un cadre en pierre creusé d'une gorge dans laquelle coulissait une vanne ou une grille; en latin l'ensemble s'appelait le *cataracta*; nous avons conservé ce mot car il n'existe pas de mot français qui lui corresponde exactement; bien entendu, aujourd'hui le cadre subsiste généralement seul.

1. cf. G. Schmiéd, *Il livello antico del Mar Tirreno*, Firenze, 1972.
 2. A ce sujet, cf. G. Cona, *Note sulle peschiere marine nel mondo romano*, de G. Schmiéd, op. cit., p. 218-221. In dernier lieu, M. Pirazzoli, *Les viviers à poissons romains en Méditerranée*, *Oriente*, V fasc. hors-série, 1979-80, p. 191-201.
 3. L'immersion par rapport au niveau moyen actuel a été calculée à partir de mesures directes, en tenant compte du niveau de la mer et de la pression barométrique au moment de l'observation. Pour calculer le niveau marin moyen on a choisi la pression barométrique de la marée adoptée par l'Institut géographique de la France et appliquée par l'Institut géographique de Milan. Voir, sur ce programme étudié par les auteurs, cf. F. Guidi, *Determinazione metriche* de G. Schmiéd, op. cit., p. 201-209.

Carte de répartition des viviers romains. 1. Santa Liberata - 2. Bagno del Saraceno - 3. Bagno di Agrippa - 4. Pian di Spille - 5. Marturan - 6. Marturan - 7. Torre vaticana - 8. Martocera - 9. Punta di Pavia - 10. Punta della Vipera - 11. Punta Giardola - 12. Giardola - 13. Torre Fava - 14. Abura - 15. Abura - 16. Porto Antico - 17. Piscine de Lucullus - 18. Sperlonga - 19. Formia - 20. Scauri - 21. Ponza - 22. Ventotene.

ARTE E ARCHEOLOGIA
STUDI E DOCUMENTI

4

IL LIVELLO ANTICO DEL MAR TIRRENO

TESTIMONIANZE DEI RESTI ARCHEOLOGICI

a cura di G. Schmiéd
con la collaborazione di
M. Caputo, G. Cona, F. Guidi, M. Pellegrini, L. Pieri

FIRENZE
LEO S. OLSCHKI EDITORE
MCMLXXII

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

Reports

Sea Level Variations in the Northwest Mediterranean During Roman Times

Schmiéd, Flemming
Pirazzoli, Blackman,...

ANNALES DE GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

FIXITÉ DU NIVEAU DE LA MÉDITERRANÉE

A L'ÉPOQUE HISTORIQUE

FACE DE LA TERRE

(Das Antlitz der Erde)

PAR
ED. SUESS

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE À L'UNIVERSITÉ DE VIENNE (AUTRICHE)
CHAIR DE GÉOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

TRADUIT AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR ET AGRÉÉ

SOUS LA DIRECTION DE
EMMANUEL DE MARGERIE

TOME II

Avec 2 cartes en couleur et 428 figures
dont 83 reproduites spécialement pour l'édition française.



Armand Colin & C^o, Éditeurs
Paris, 5, rue de Mézières

CHAPITRE IX

LE TEMPLE DE SÉRAPIS À POZZUOLI¹

1. La côte nord-ouest de l'Italie. — 2. Situation du temple de Sérapis dans la section pléistocène. — 3. Le temple jusqu'en 1828. — 4. L'éruption de 1538. — 5. L'édification du temple et son état actuel. — 6. Explications diverses; photographies comparatives.

1. La côte nord-ouest de l'Italie. — Les contours de l'Italie du Nord-Ouest ont en partie perdu, par l'effet des altérations du récents, la variété qu'avait produite le morcellement des plus montagneux. Des débris isolés surgissent encore au milieu de la mer, entre la Corse et la côte du continent, sous forme d'îles rochers 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 contreforts de l'Apennin, en connexion avec le tronçon principal.

Parmi les dépôts 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 rattacherons la *panchina* 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 *panchina* dans

(1. Traduit par M. Zimmermann.)

2. C. De Stefani, *Sedimenti sottomarini dell'epoca postpliocena in Italia* (Bull. R. Com. Geol. d'Italia, VII, 1876, p. 270-280).

LE TEMPLE DE SÉRAPIS A P...

l'île d'Elbe à 20 ou 25 mètres, sans dépasser 200 mètres; à Giglio à 15 mètres d'Elbe), à 30 mètres sur la côte de Livorno et même 63 mètres sur certains points; et même 70 mètres. Th. Fuchs décrit ce dépôt en 1828, sous le nom de *panchina*, qui d'Orbello à 10 mètres au-dessous d'une vingtaine de mètres. Elle est élevée vers 15 ou 20 mètres². Cette formation marine correspond, ainsi que le démontrent les lambeaux encore placés contre les pentes, à une situation assez élevée du rivage. Elle est évidemment d'âge préhistorique, et se distingue nettement, la où des « rebuts de cuisine » n'ont pas, comme en Corse, provoqué des confusions, du groupe des dépôts plus récents; celui-ci comprend 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 continuent encore à s'accroître aujourd'hui, dont nous avons seulement à nous occuper ici. Pour l'étudier de plus près, quittons à la station d'Orbello le chemin de fer des Maremmas. C'est par une longue et étroite langue de fer que la route mène à la ville; celle-ci se trouve à l'extrémité de cette langue, au milieu du Stagno d'Orbello. Plus loin une communication, moitié digue, moitié pont, nous fait enfin parvenir sur les cargoneaux trisiques qui constituent le versant oriental du Monte Argentario. Ce massif représente, ainsi que nous l'a montré Cocchi, un anticlinal dirigé parallèlement à l'Apennin, et coupé par une faille longitudinale³. De ses pentes boisées nous avons le coup d'œil du Stagno. À notre gauche, vers le nord, cet étang est séparé de la mer par une longue flèche de sable, le Tomolo del Pino, qui, de l'Argentario, se prolonge sous forme d'un arc à grand rayon de courbure jusqu'au pointement rocheux de Talamonaccio. Une autre flèche, 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 Gosa. Ces cordons littoraux, si étroits qu'on peut les comparer à des fils, se déroulent d'un fragment de l'Apennin à l'autre; il est impos-

1. B. Lotti, *Calcei marini quaternari lungo la costa del monte Argentario* (Bull. R. Com. Geol. d'Italia, XVI, 1883, p. 34-36, 233); Th. Fuchs, *Beobachtungen von Italien* (Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst., 1874, p. 221); *Bull. Soc. Geol. de France* (Annuaire des Sc. Geol.), IX, 1871, p. 143; et *Bull. Soc. Geol. de France*, 2^e ser., IV, 1876, p. 86-91; H. H. Rowland, *Note sur la Géologie de la Corse* (Bull. Soc. Geol. de France, XI, 1882-83, p. 53-47).

2. Ig. Cocchi, *Note geologiche sopra Gosa, Orbello e Monte Argentario* (Bull. R. Com. Geol. d'Italia, I, 1876, p. 277-307).

1943

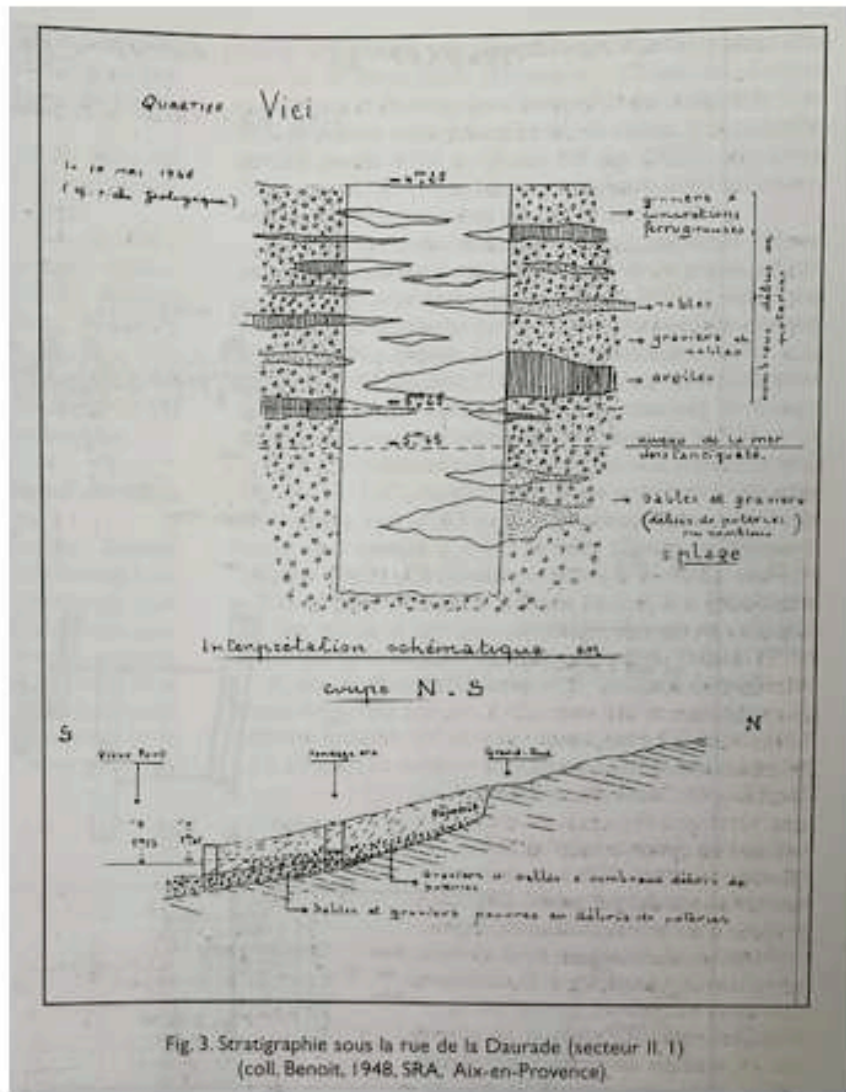
F. Benoit
C. Gouvernet
P. Mars



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



Vue des destructions.



Archives
F. Benoit
1948
SRA Aix

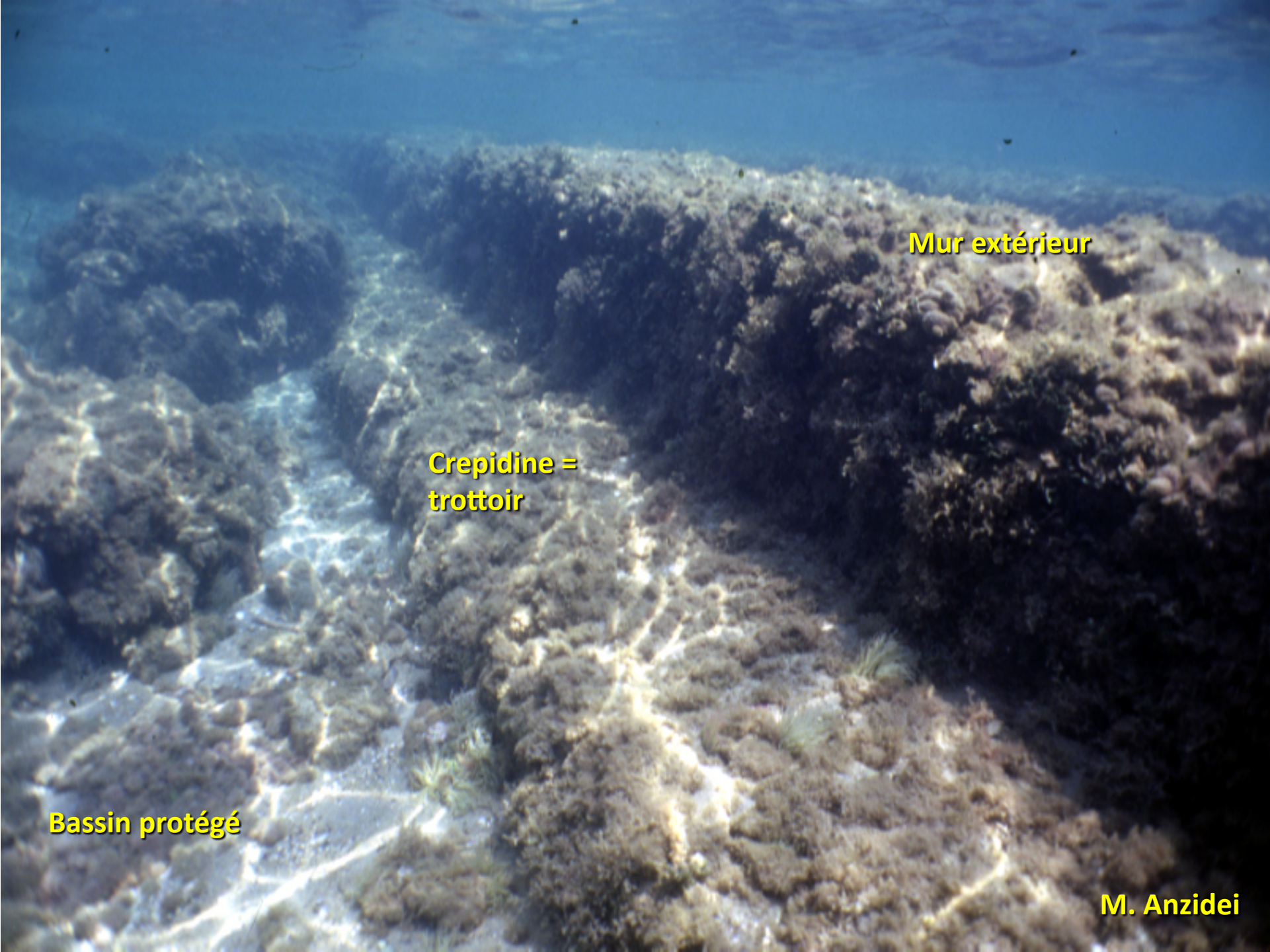


**Vue aérienne oblique des fouilles de la Bourse.
On remarque le quai romain délimitant la darse de
la corne du Vieux Port de Marseille.**

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



Mur extérieur

Crepidine =
trottoir

Bassin protégé

M. Anzidei



BUSUJA
M. B. Carre, 2012

Etagement archéologique

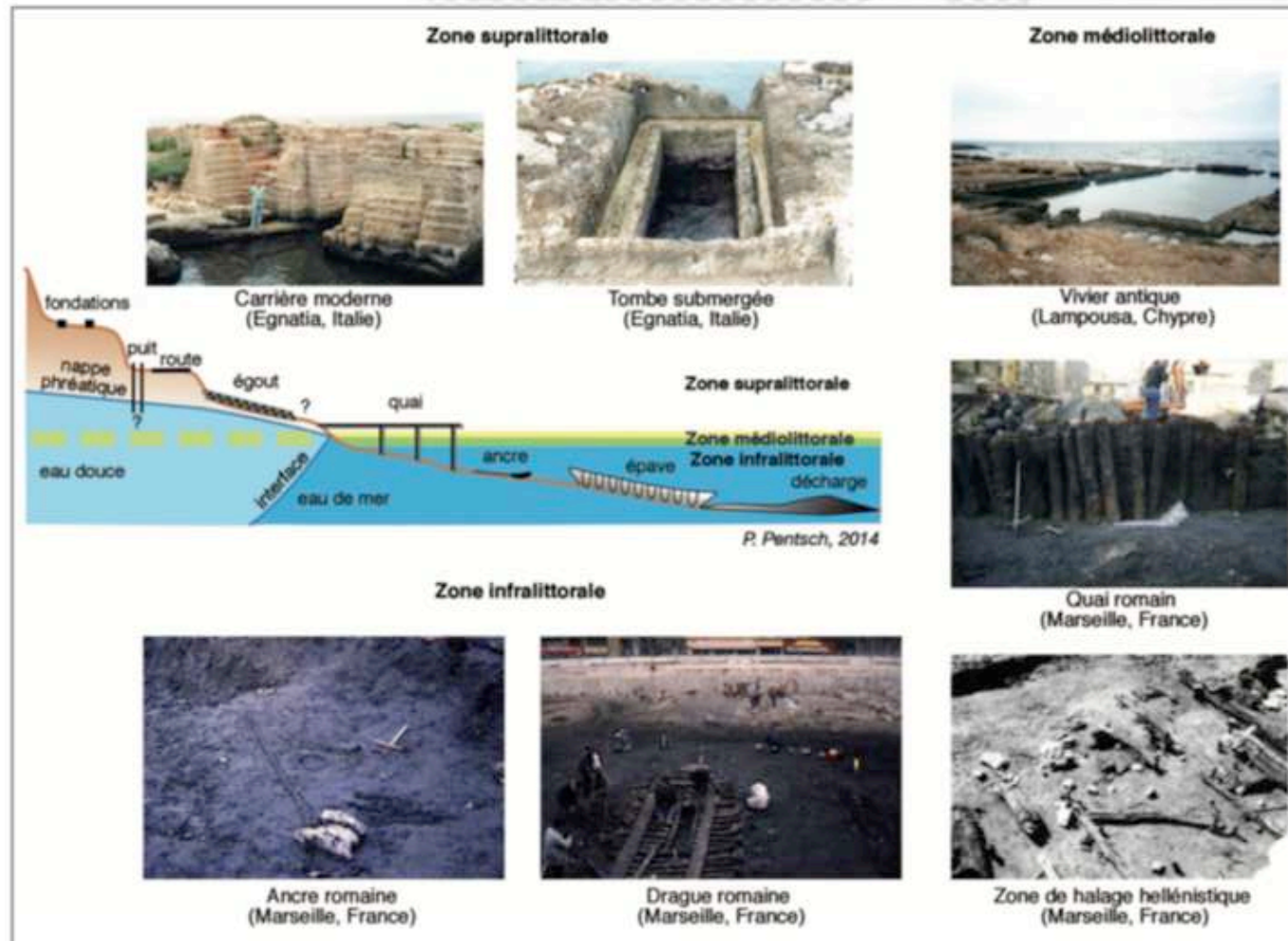


Fig. 1-6. - Zonation des vestiges archéologiques de part et d'autre du niveau marin.

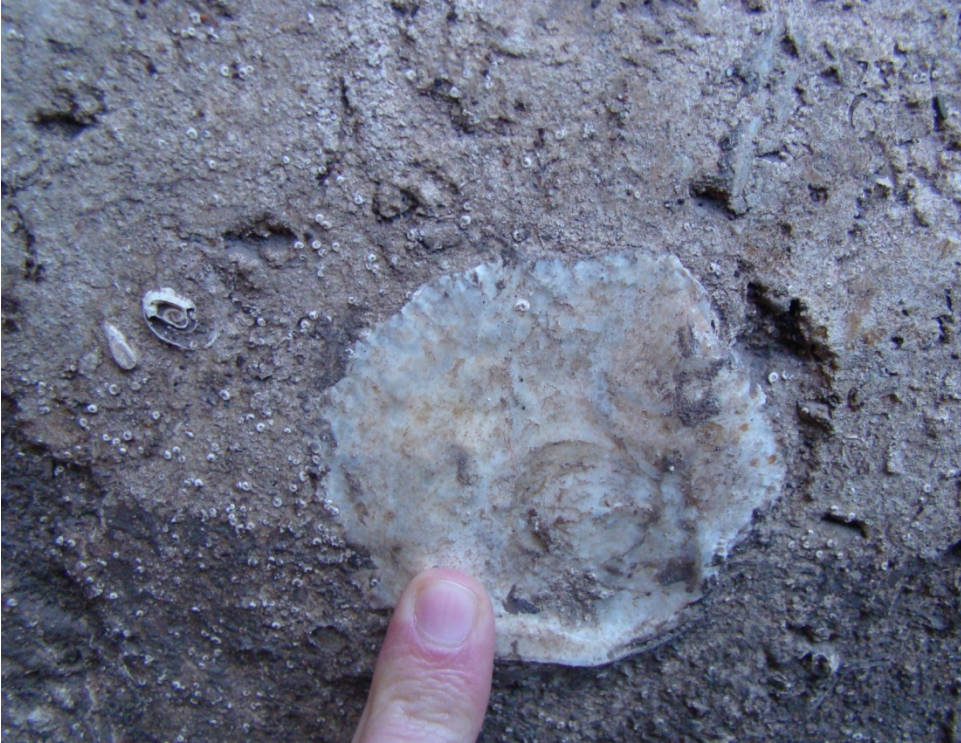


Cladocora caespitosa



VIVIER FREJUS-KIPLING (1 AD)

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











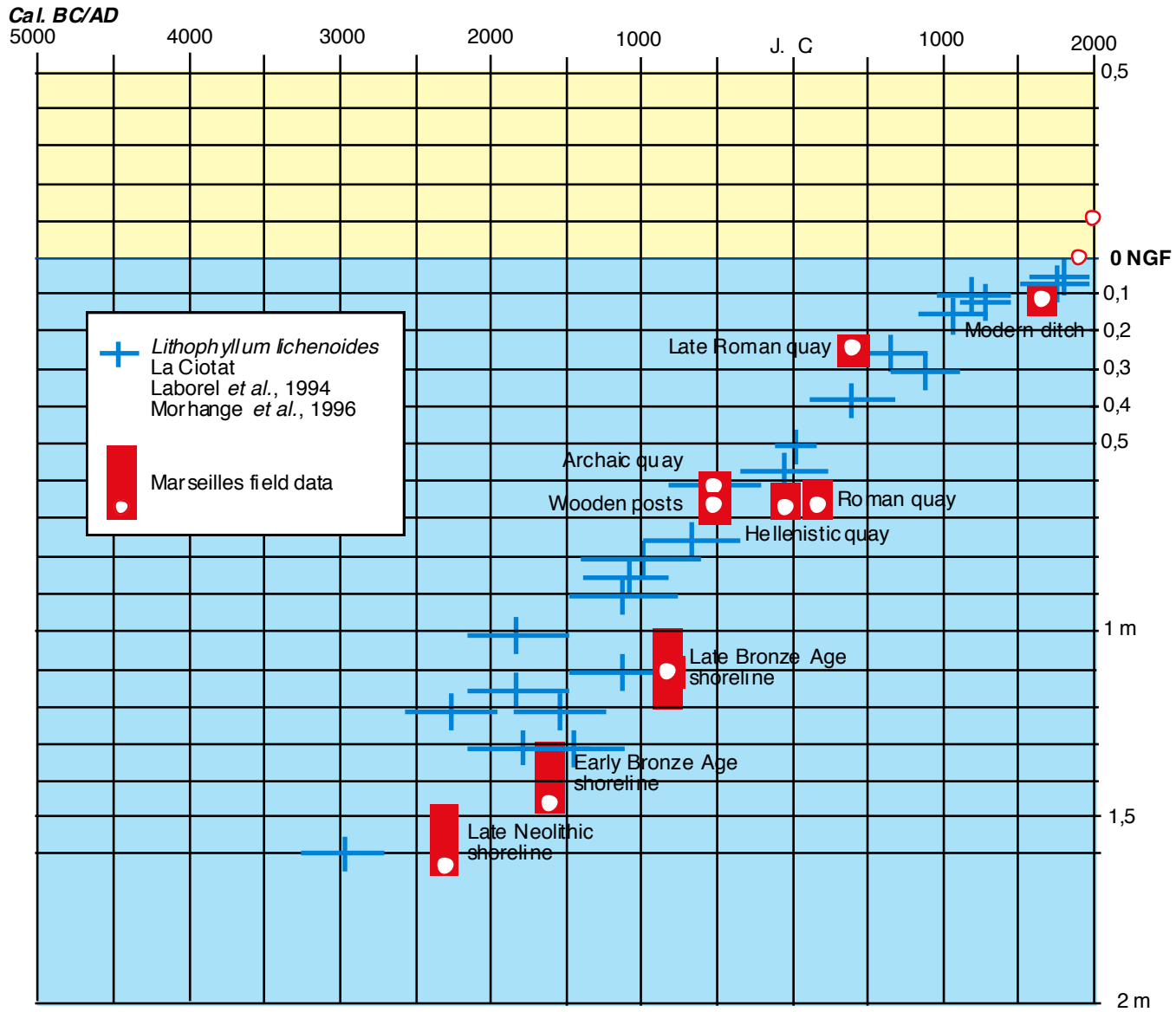
MARSEILLE, 70 +/- 5 cm below biological MSL in 525 +/- 15 BC



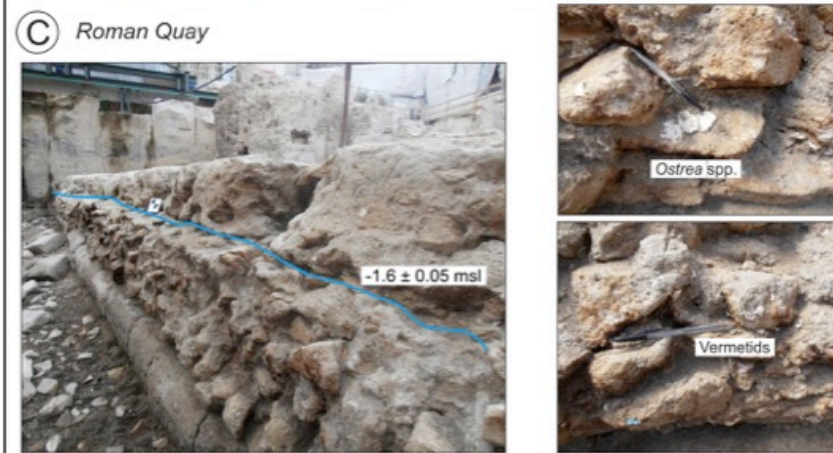
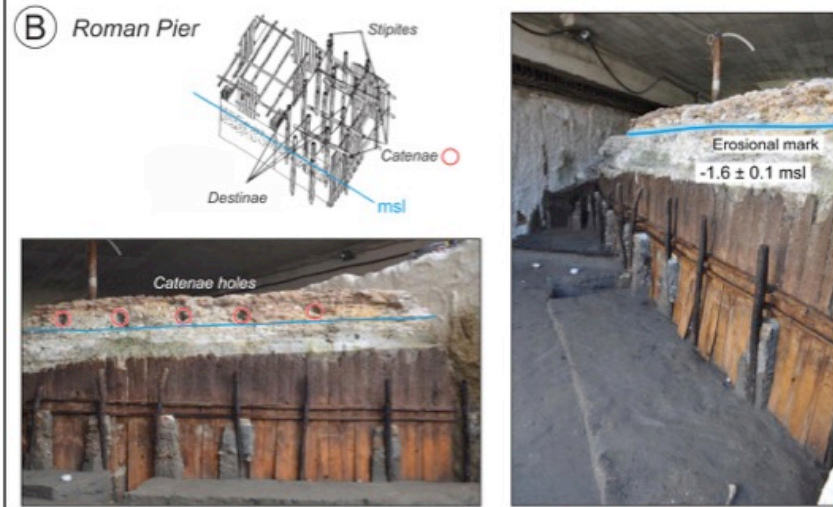
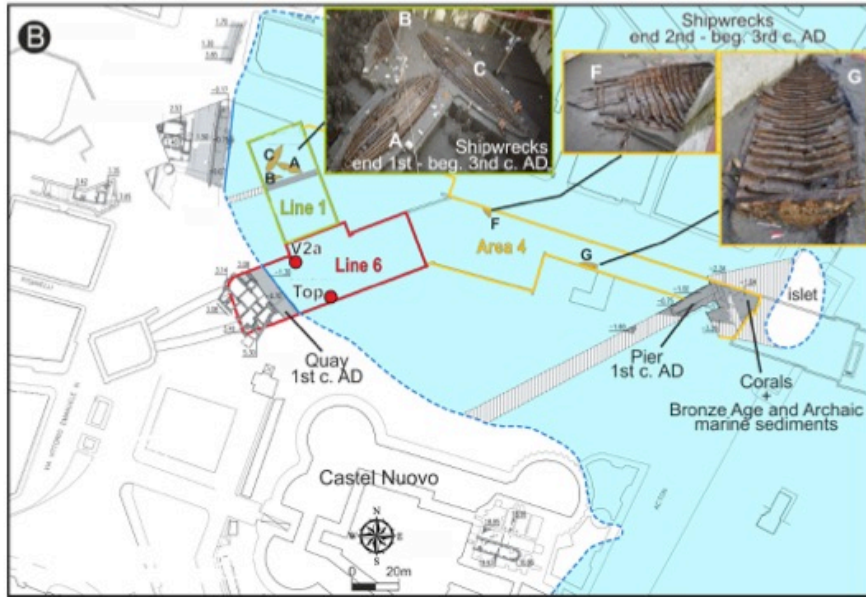
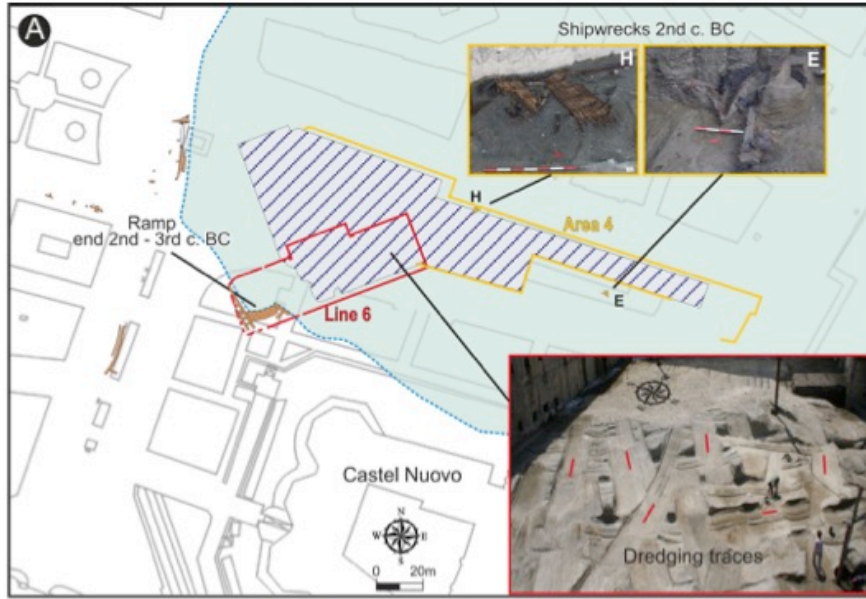
Marseille
Jules Verne



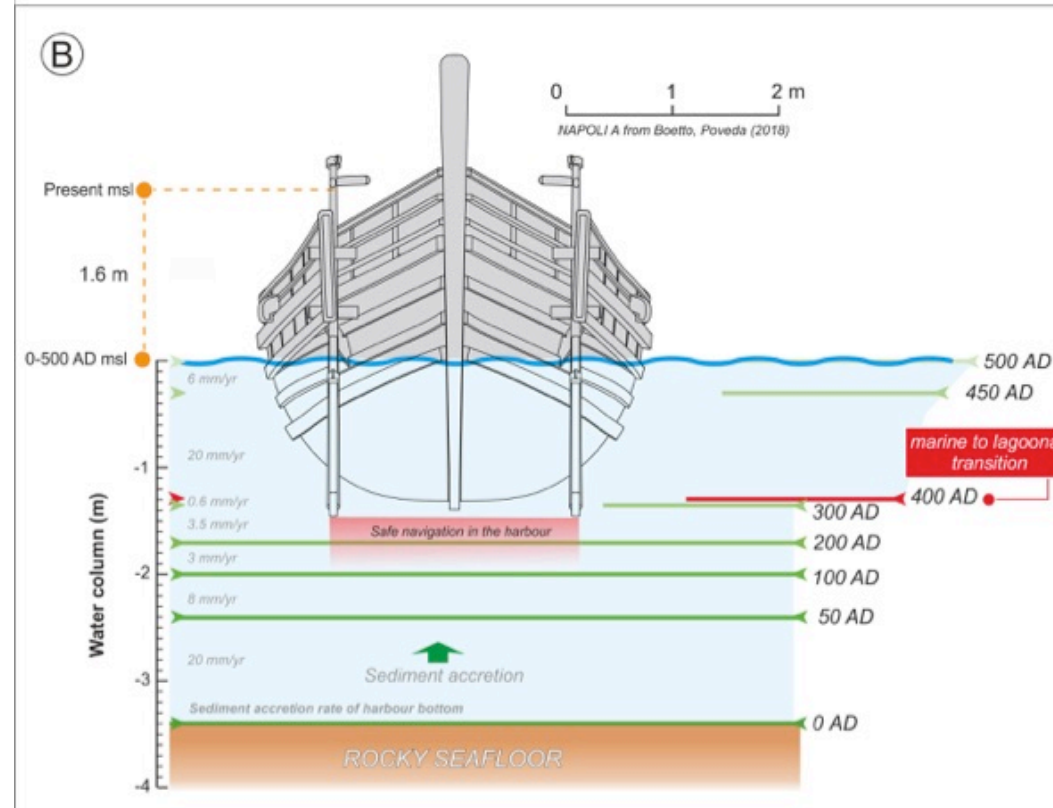
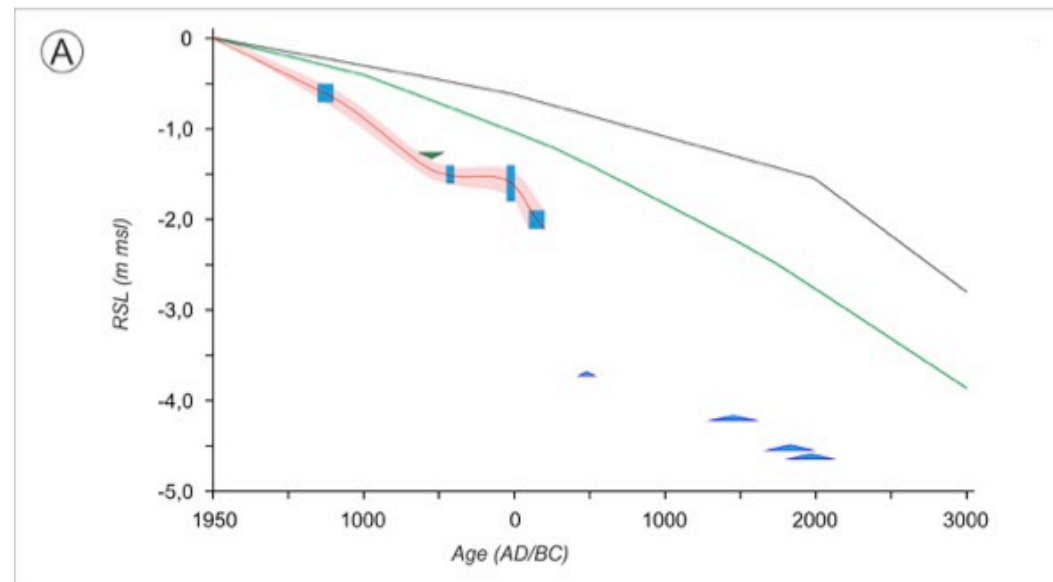
Relative sea level changes in Marseilles



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





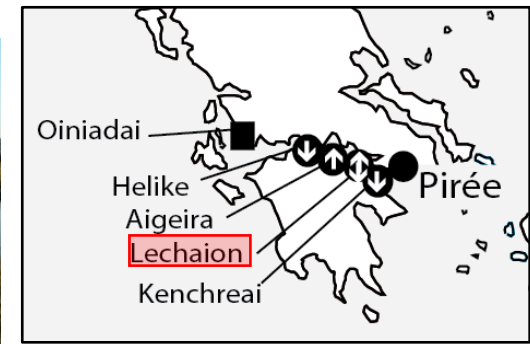
Lechaion, uplift 1,2 m, ca. 340 cal. BC
Balanus

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 vedutta



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 on reproduit avec précision cette limite supérieure des algues.



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

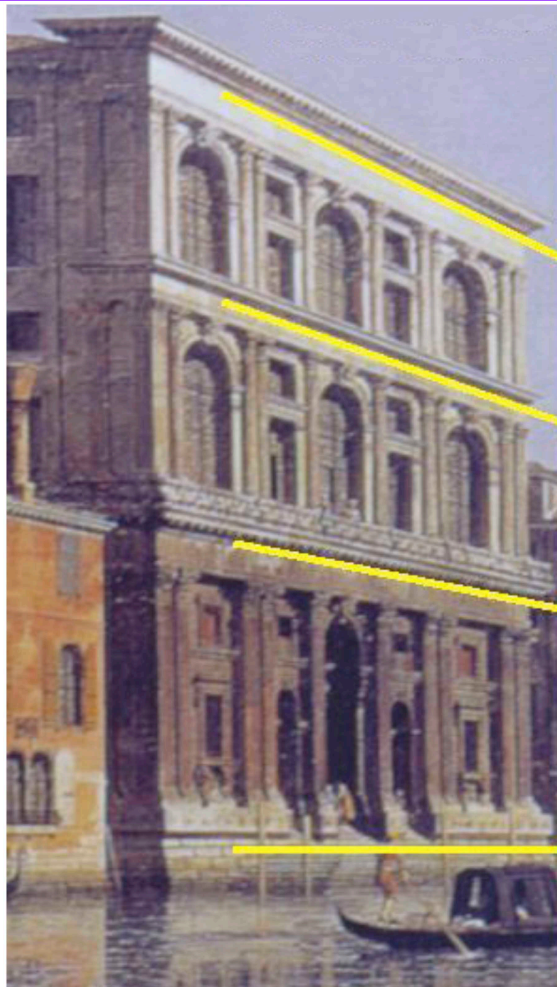
Camuffo

Etude avec les
hommes-grenouilles
de la Police de Venise

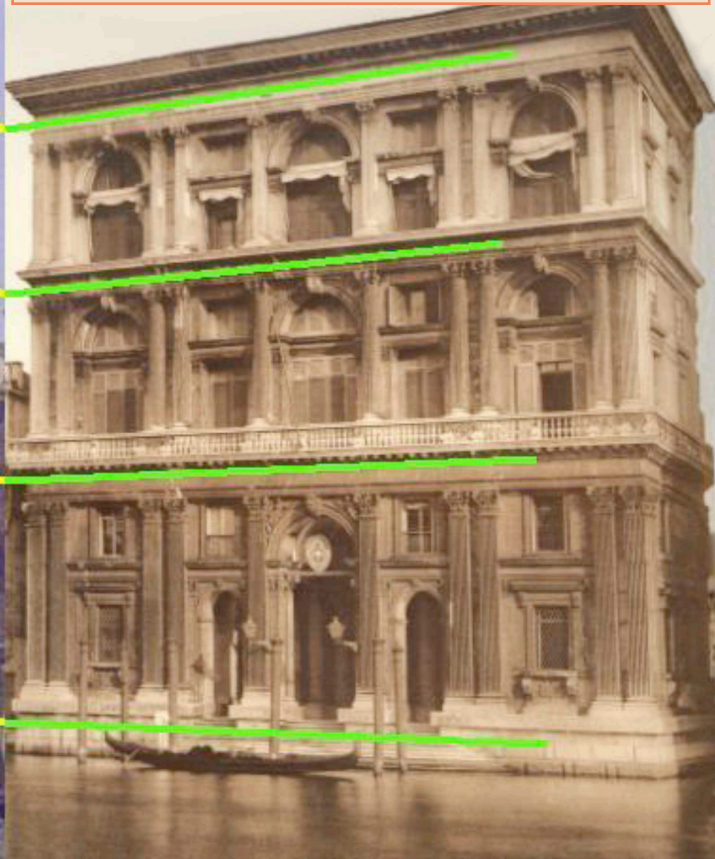


Palais Grimani

Canaletto, 1735
7 marches -79 ± 12 cm



Photographie, 1880-90
5 marches -43 ± 10 cm



2002: 2 marches

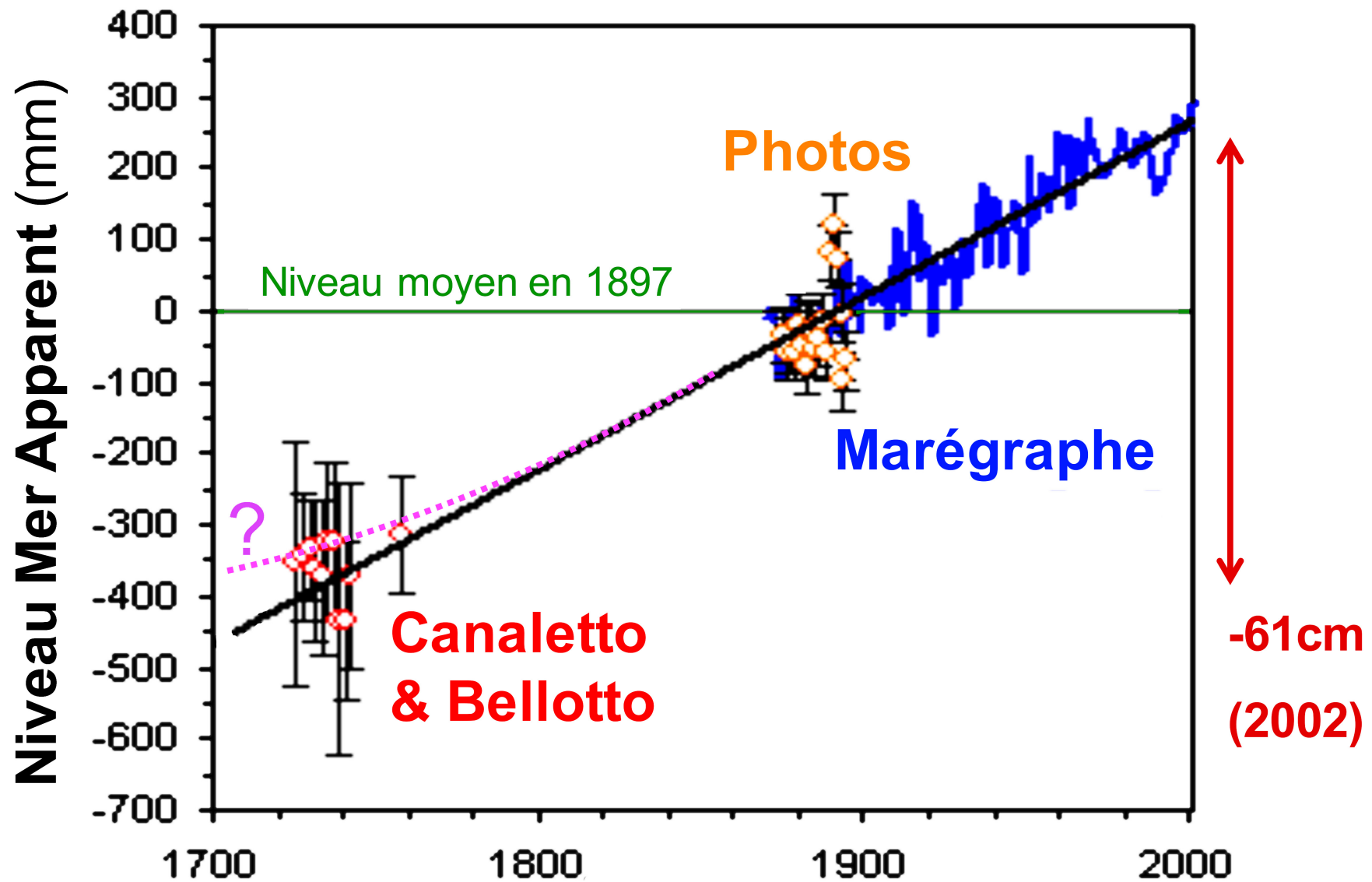


Déplacement des algues 1735-2002: 79 ± 12 cm

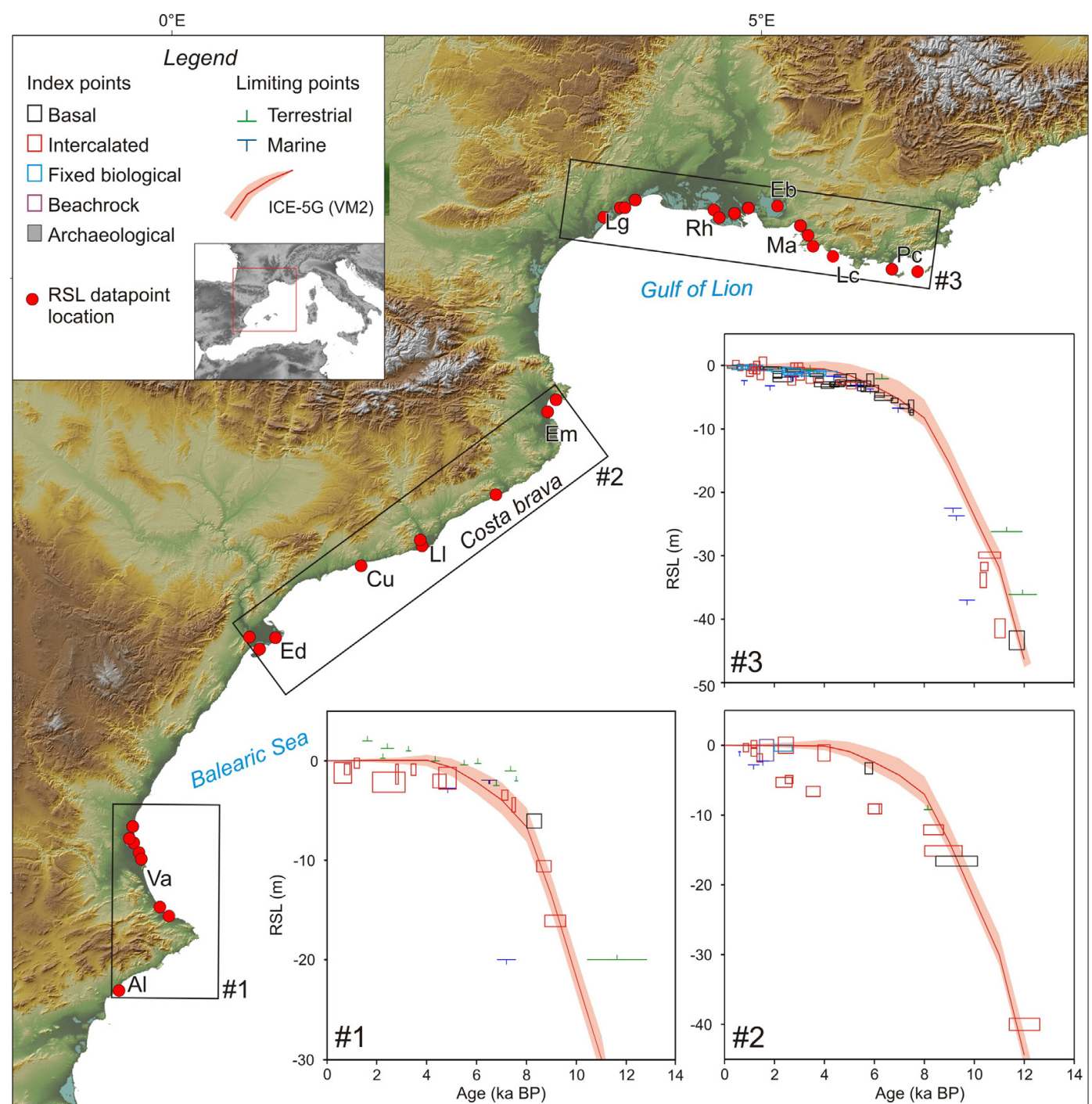
Hausse relative du niveau de la mer à Venise

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

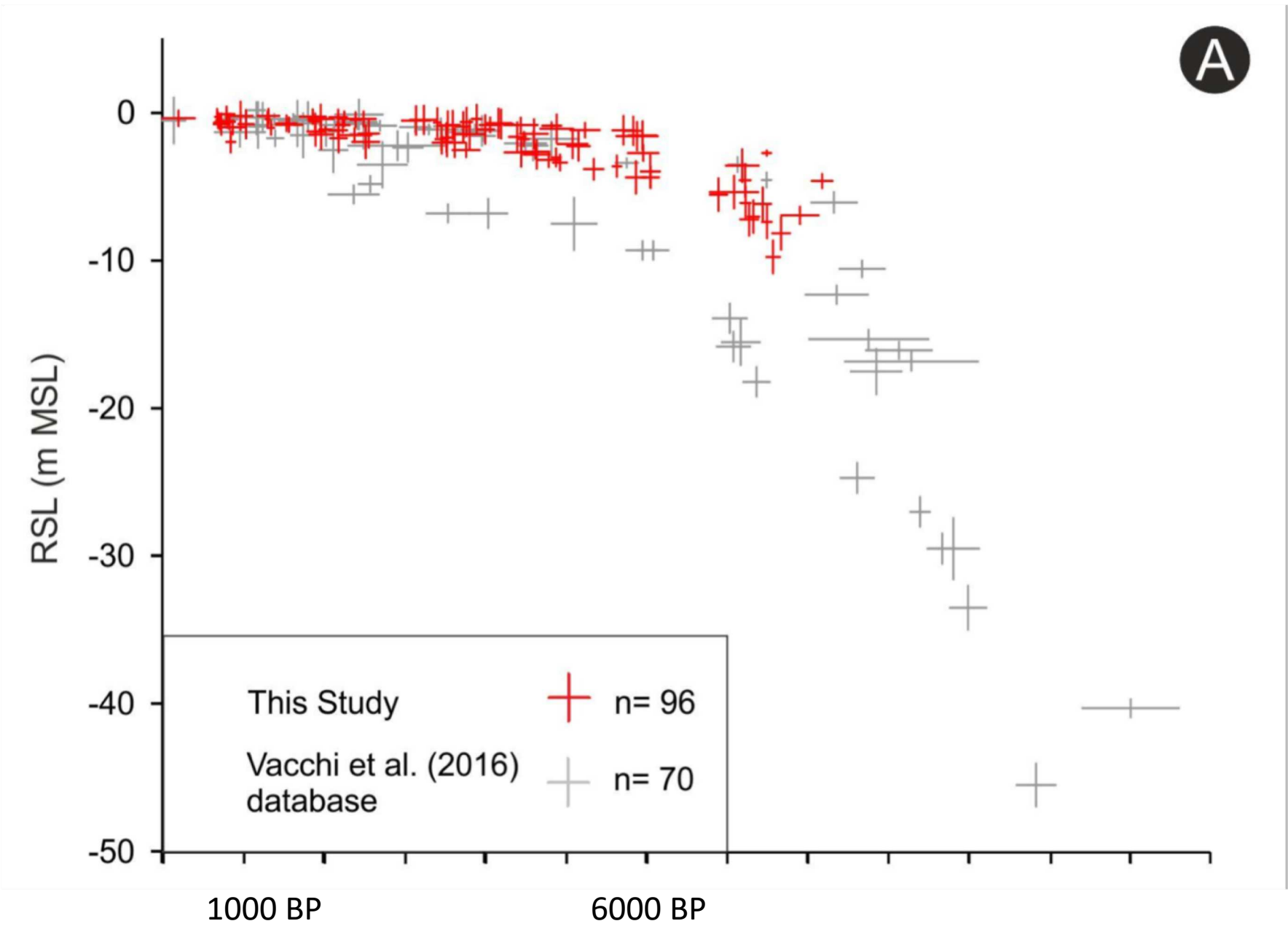
69 ± 11 cm	Moyenne des déplacements des algues observés (12 tableaux)
$- 5 \pm 1$ cm	Différence entre les vagues des bateaux à rames (XVIII siècle) et des bateaux à moteur
$- 3 \pm 0.1$ cm	Amplification de l'amplitude des houles et marées du fait des dragages des canaux
<hr/>	
61 ± 12 cm	Hausse relative de la mer

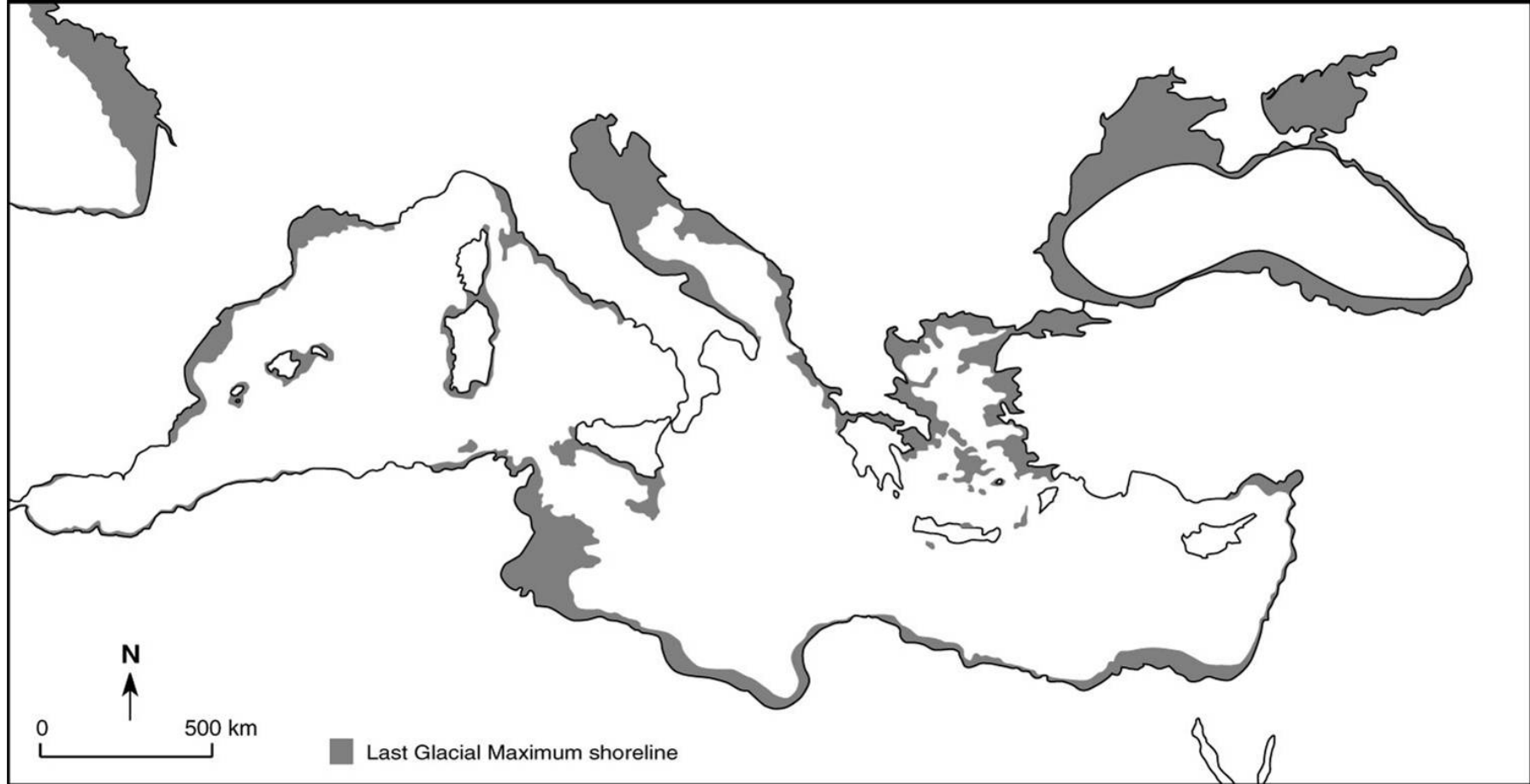


Vacchi et al., 2016
 Multiproxy assessment of
 Holocene relative sea-level
 changes in the western
 Mediterranean: Sea-level
 variability, Earth-Science
 Reviews



A





Last Glacial Maximum shorelines (18.000 BP)

Boroffka et al.,
2006

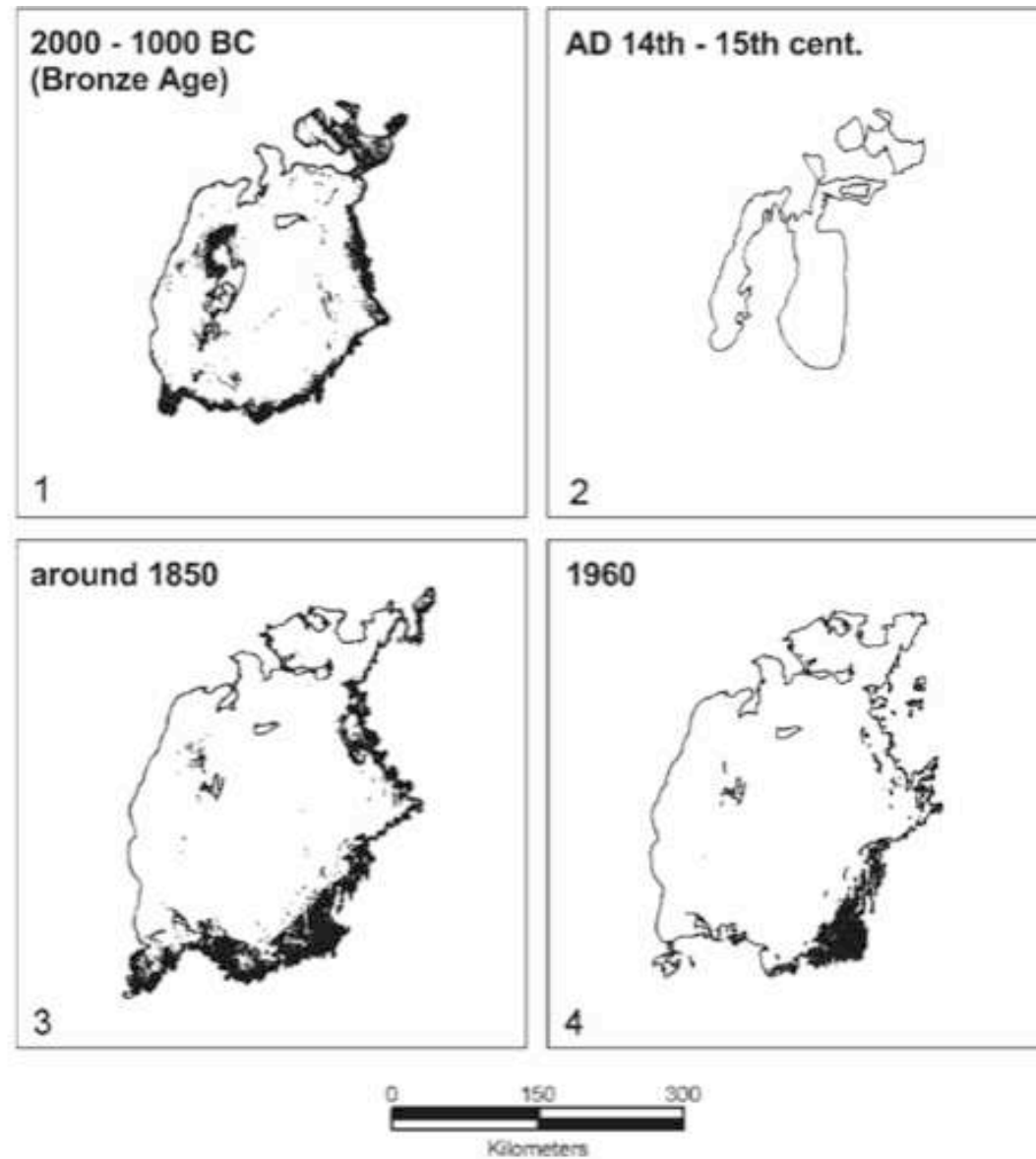


Figure 5. Extent of the Aral Sea for different periods: (1) Water level of 42–43 m a.s.l. during the Bronze Age, (2) water level of 30/31 m a.s.l. during 14th–15th centuries and again in 2002, (3) assumed maximum water level of 54 m a.s.l. around 1850, (4) water level at 53 m a.s.l. before 1960s. Black 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*

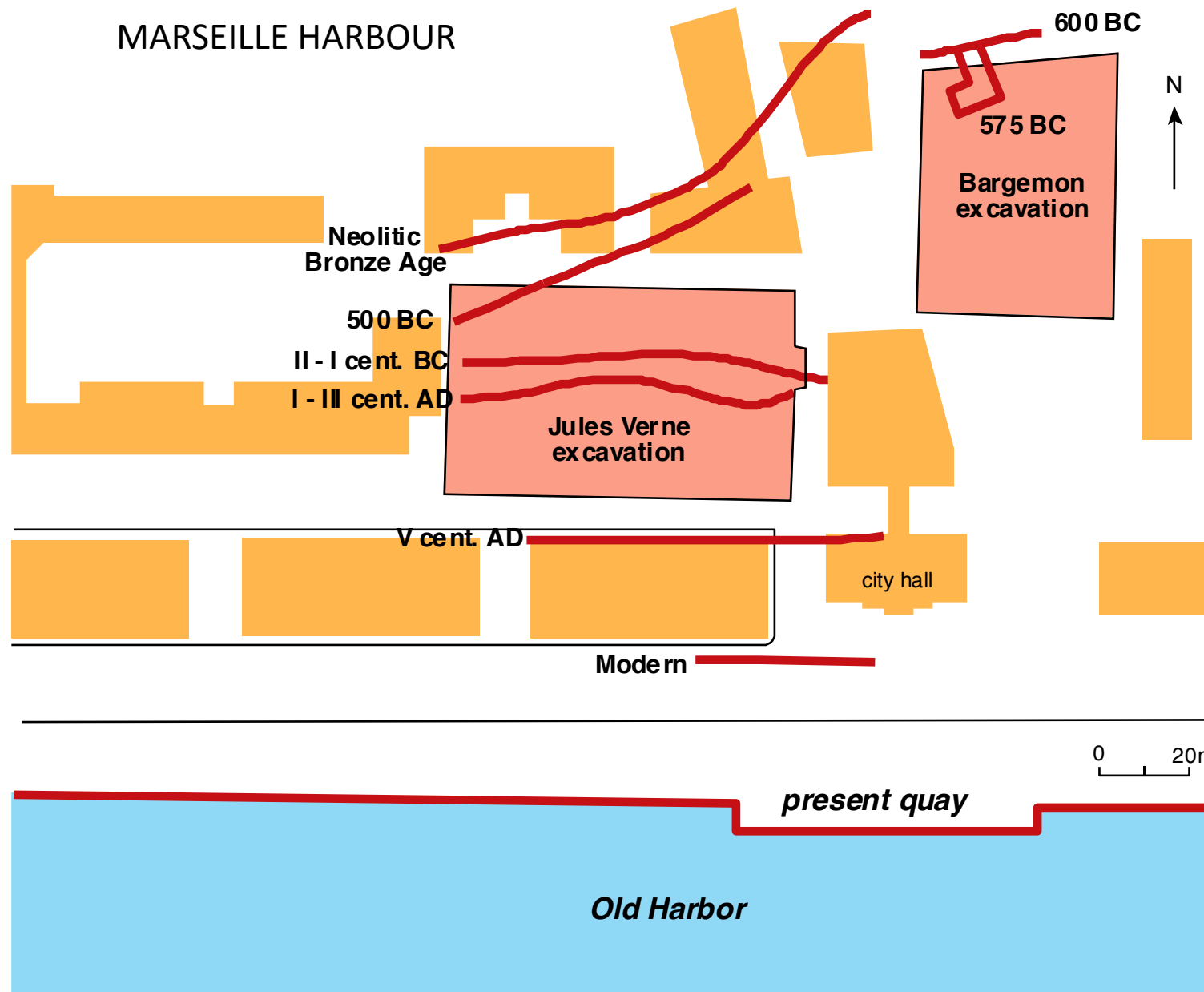
Définitions

- **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

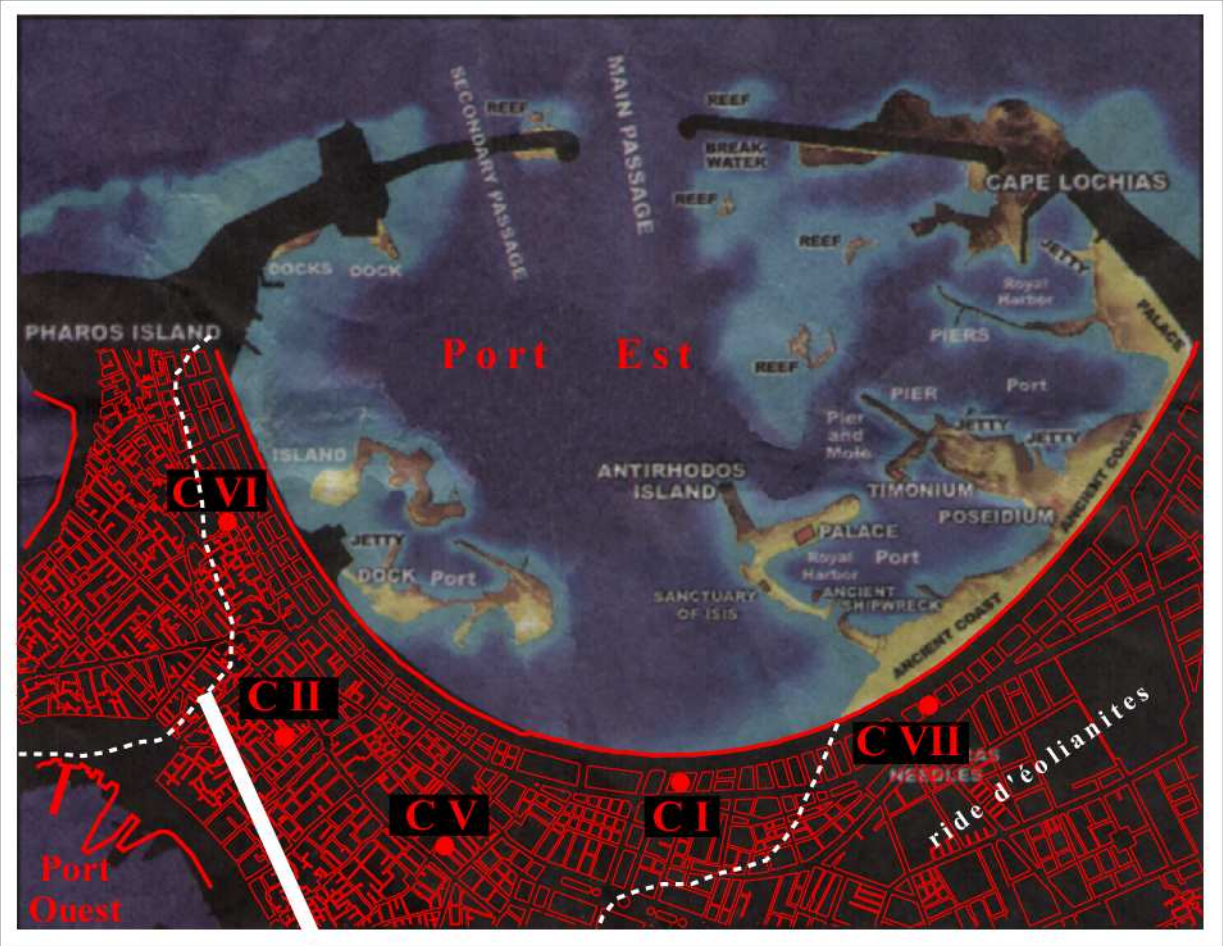
- **Marseille : Absence de submersion car budget sédimentaire positif**
- **Alexandrie : Submersion « catastrophique » de 6 m ca. VIII°- IX° AD**
- **Pouzzoles : Yoyo d'origine volcanique.**

MARSEILLE HARBOUR

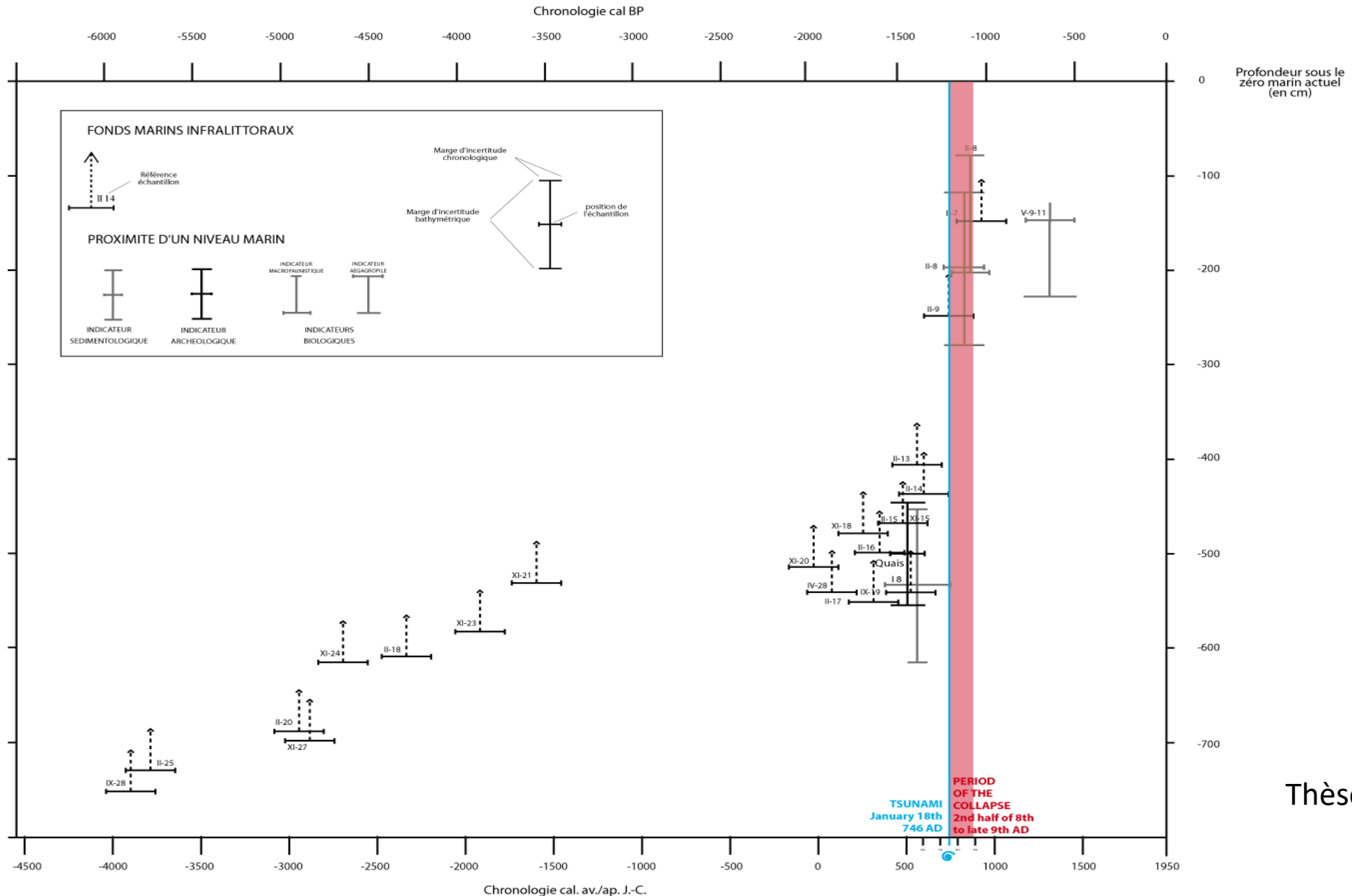




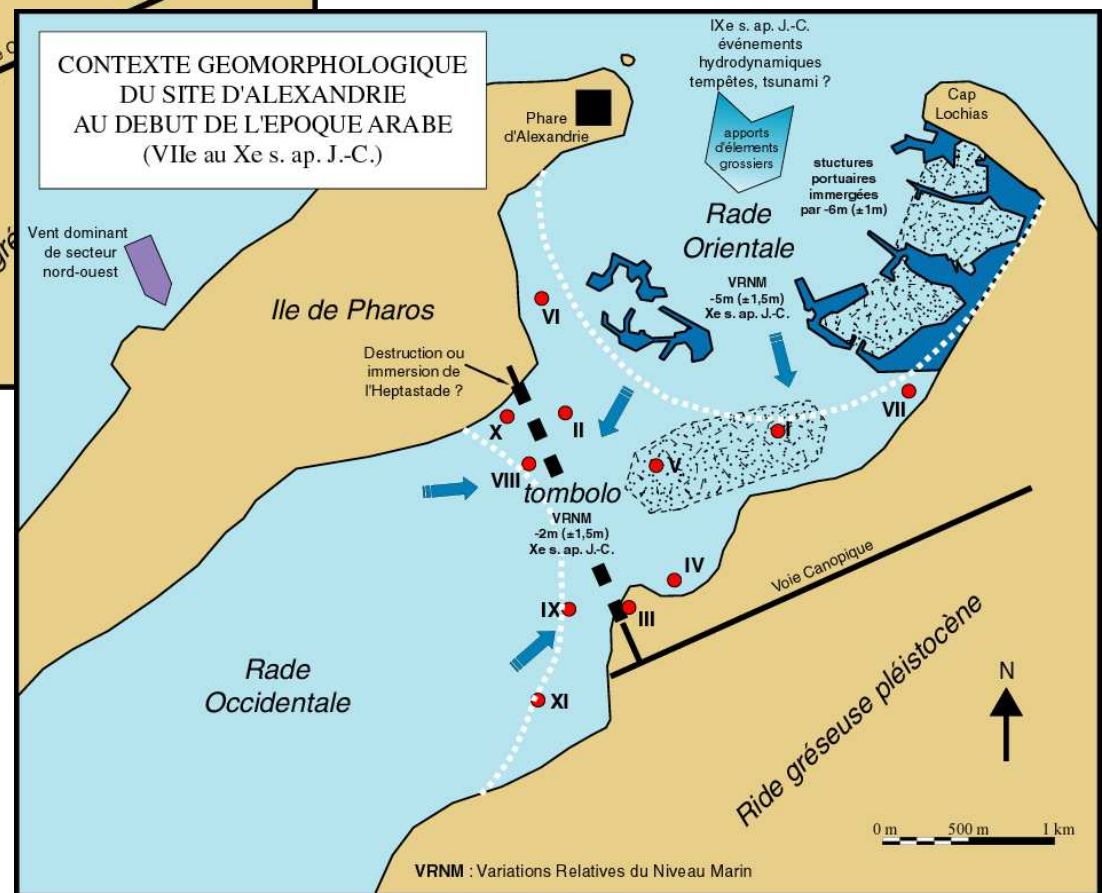
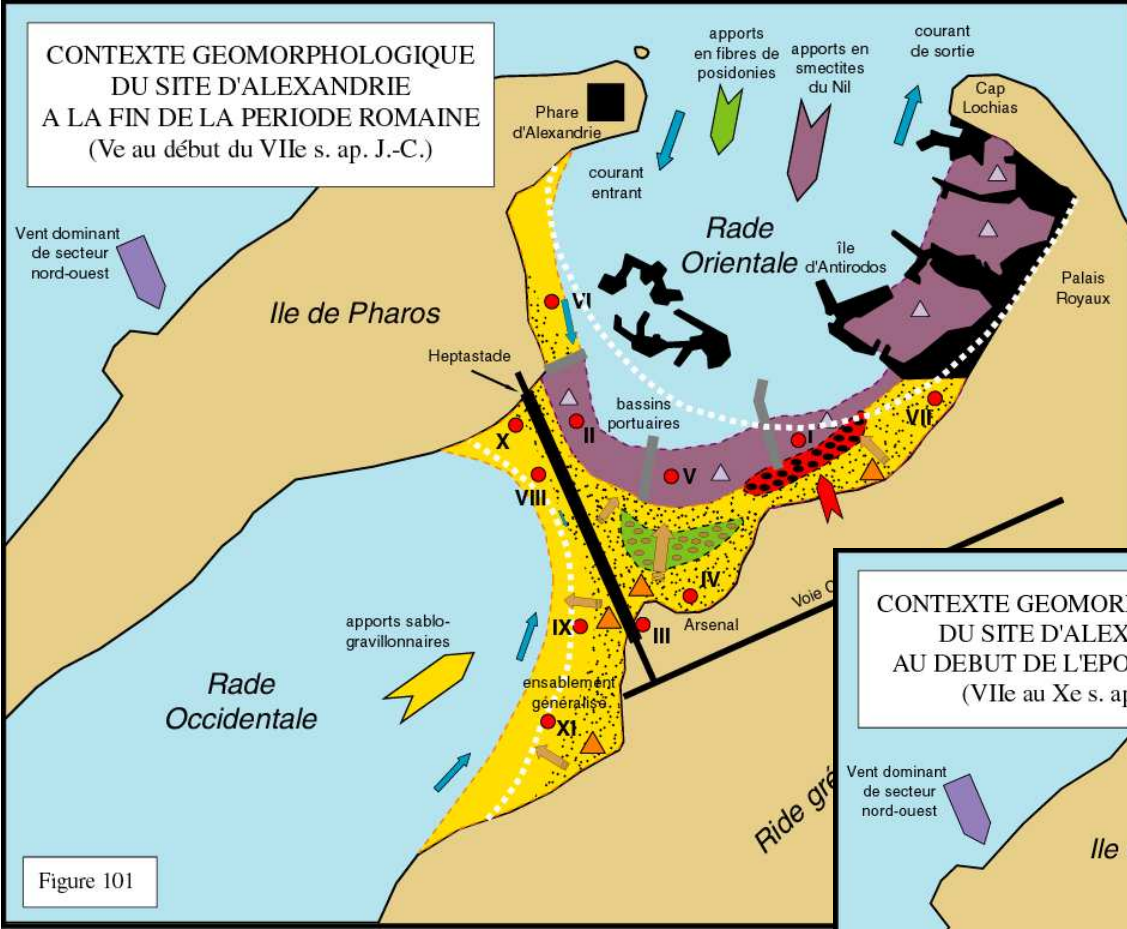
Goddio, Empereur....



Alexandrie d'Egypte



Thèse Goiran, 2001



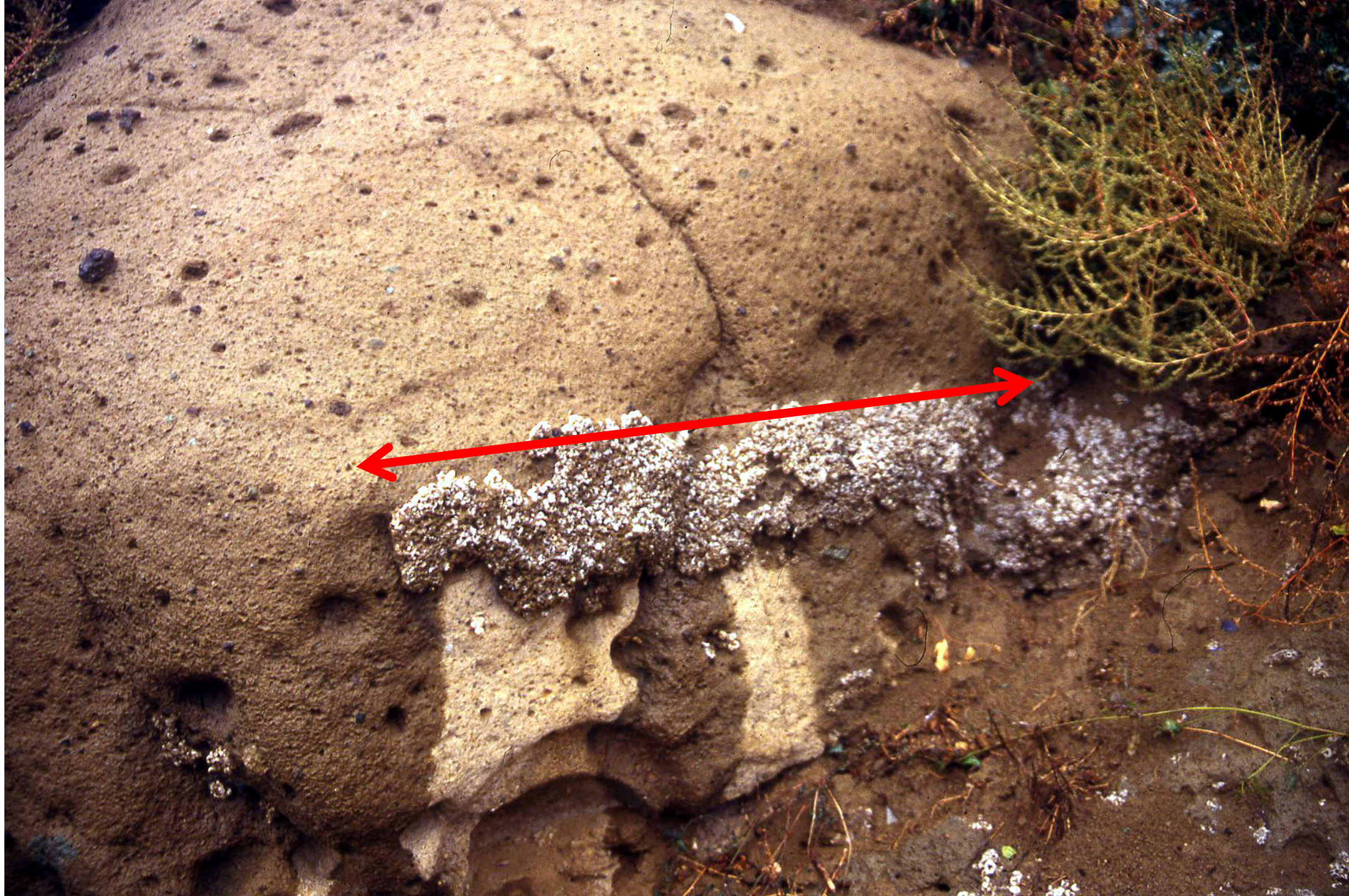




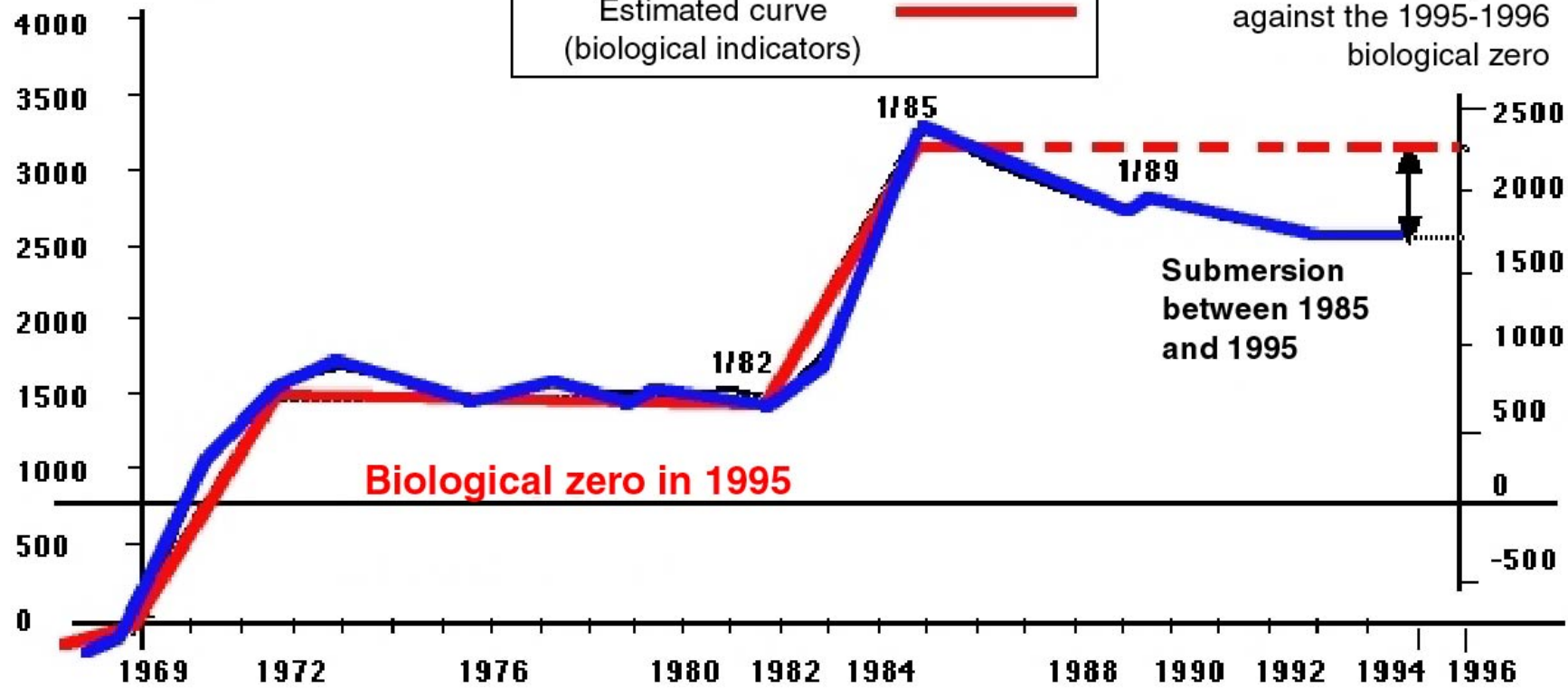
POZZUOLI

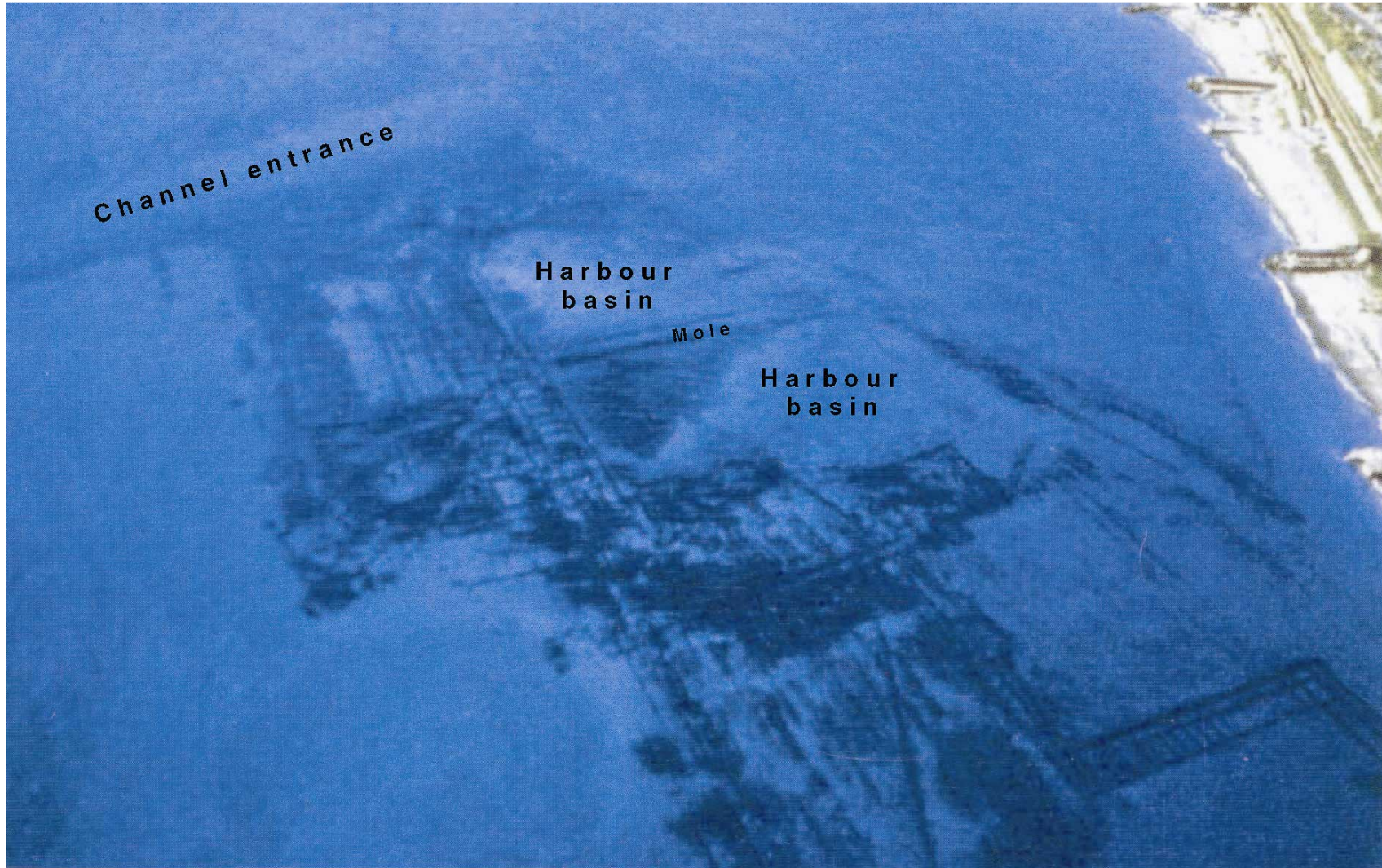






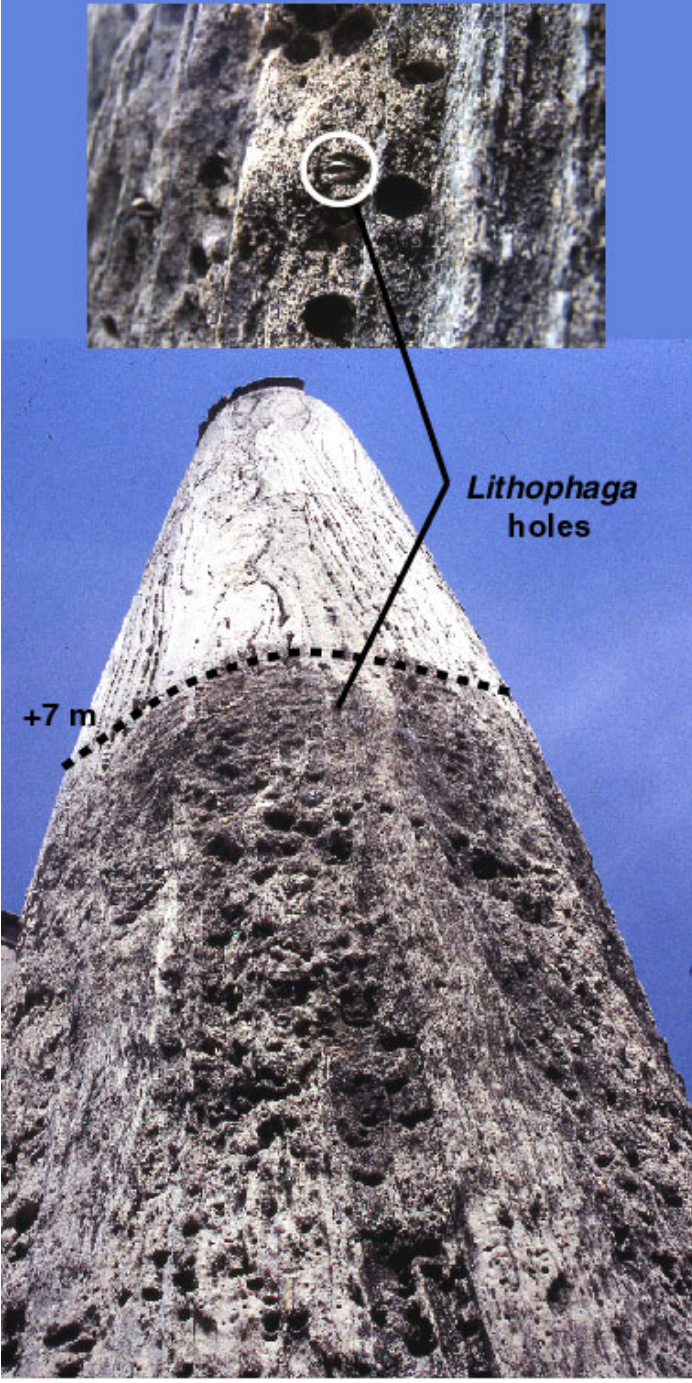
Measured altitudes (mm)
against the 1968
tide gauge datum





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

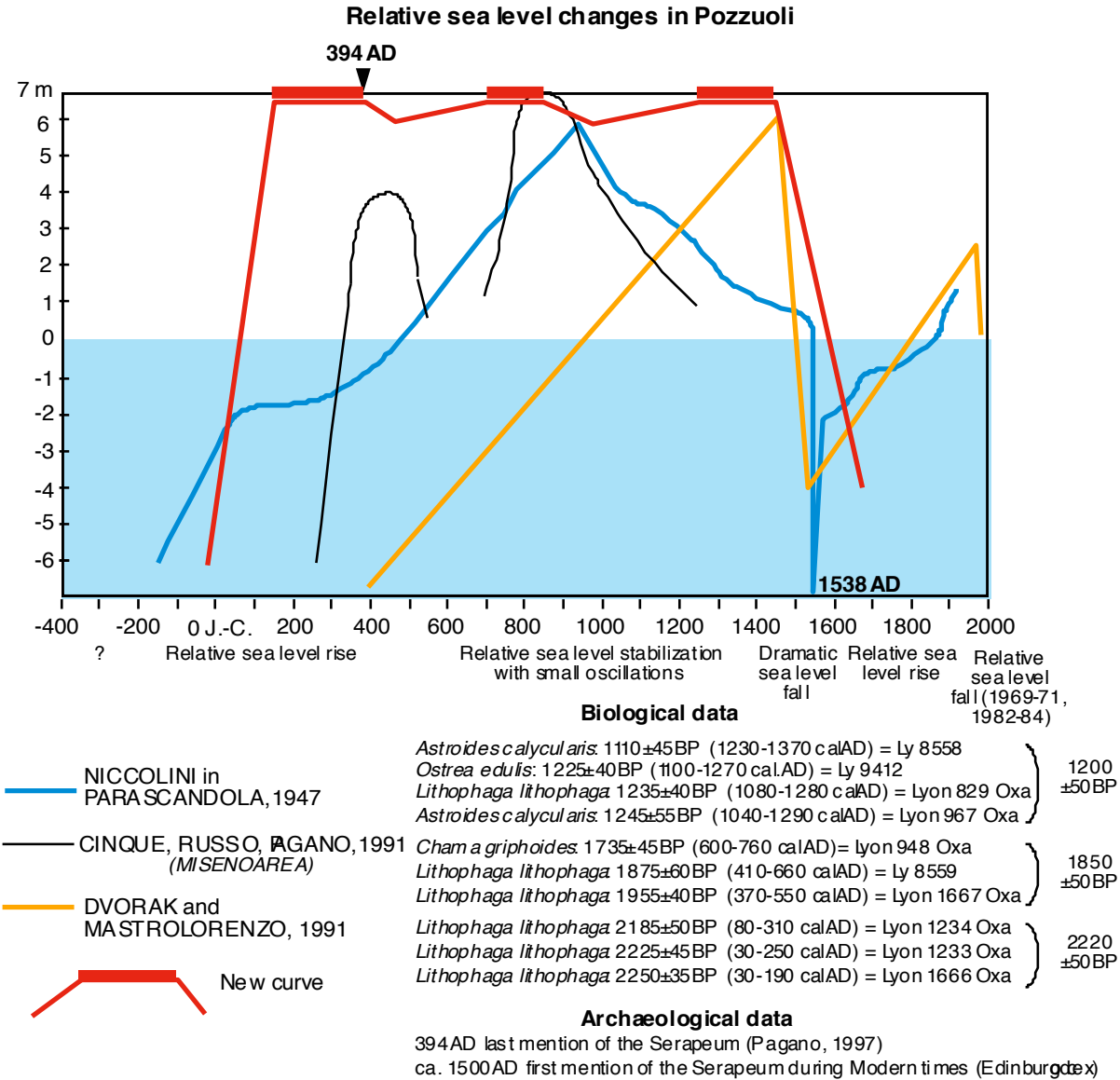




Monte Nuovo 1538



POZZUOLI, marché romain



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

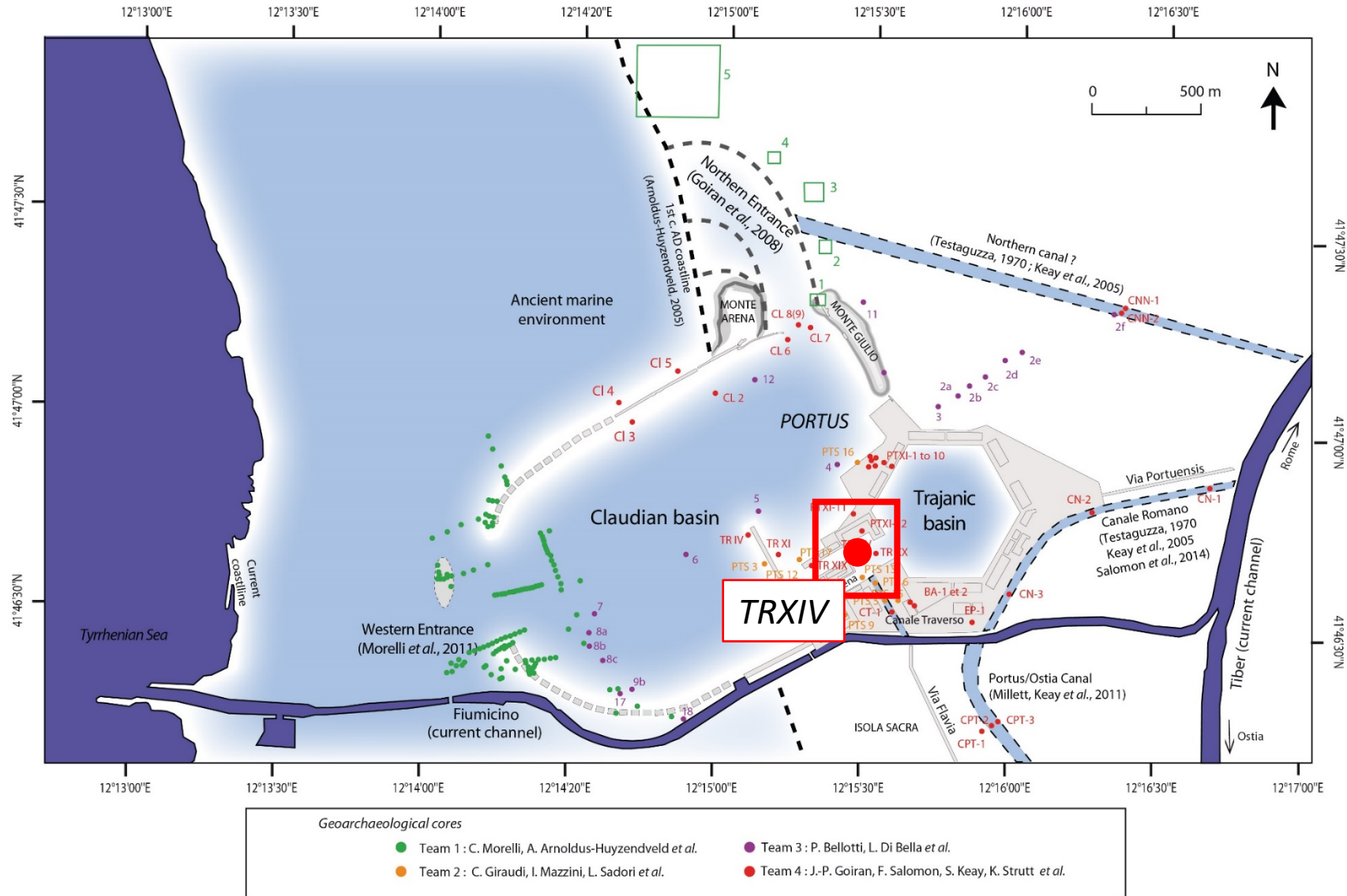
(sauf Pozzuoli, Phalasarua, Alexandrie...)

Estimation des colonnes d'eau

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

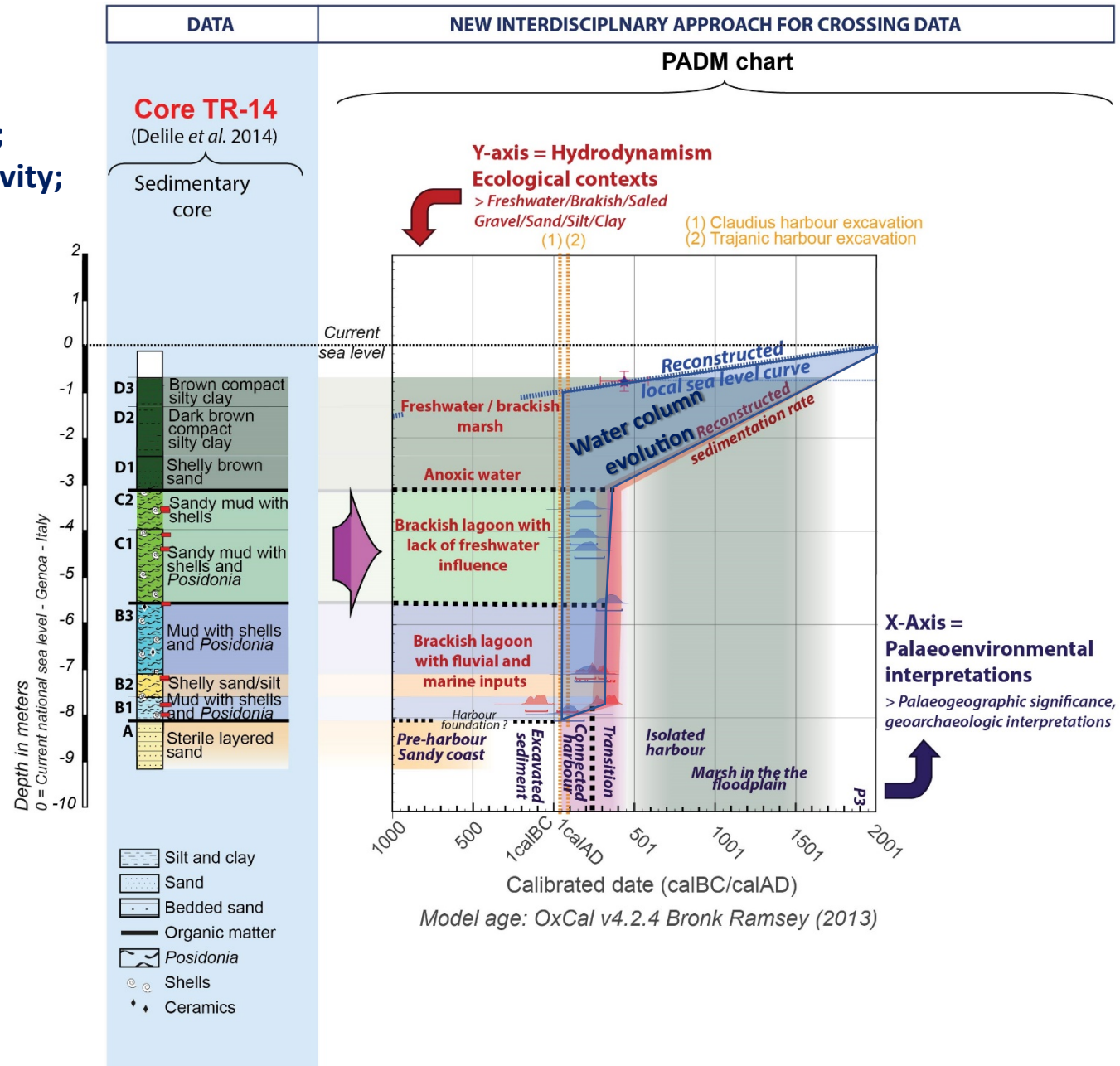
**Utilisation des indicateurs biologiques
permet une précision centimétrique**

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

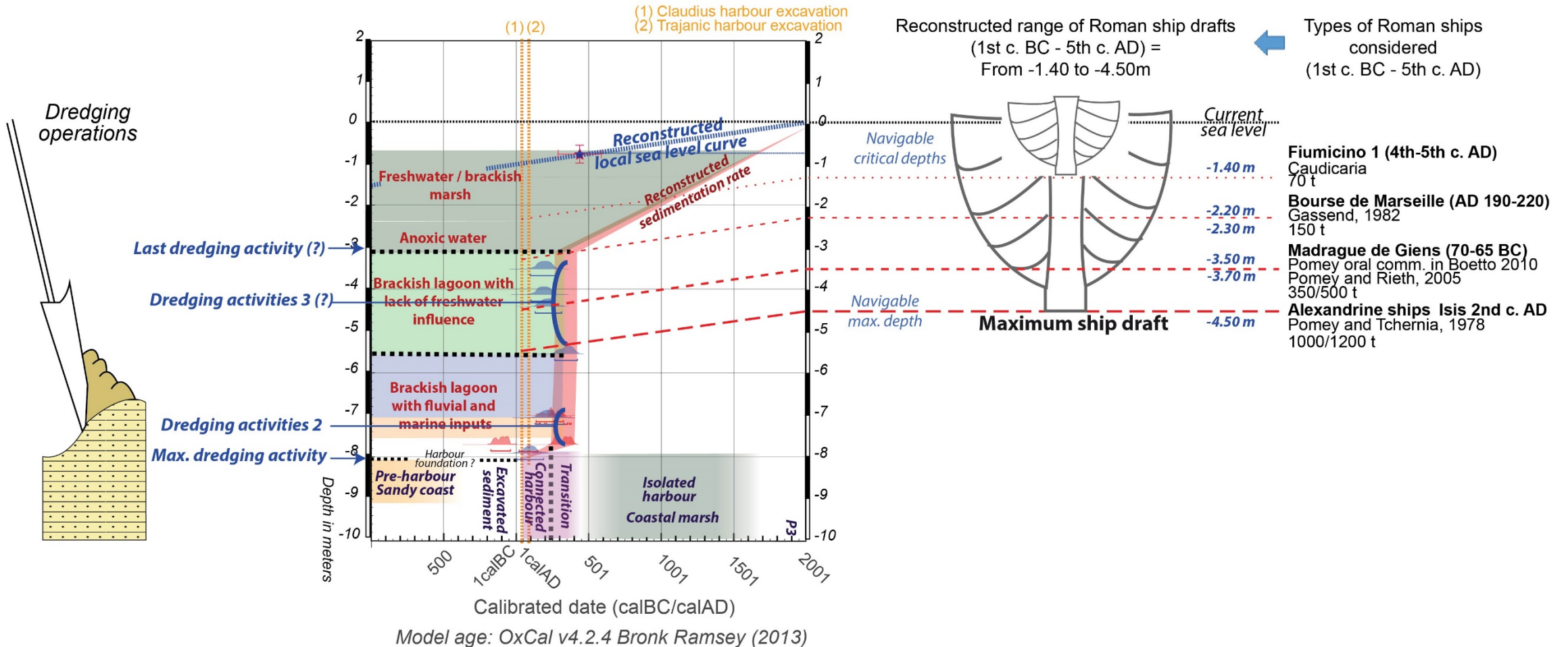
HARBOUR OPERATORS	HARBOUR SYSTEM	HARBOUR SERVICE USERS
-------------------	----------------	-----------------------

(1) PADM chart - Potential navigability across time

Interdisciplinary chart
Core TR-14

(3) Ship and draught
Naval archaeology

(2) Dredgings



École Pratique
des Hautes Études | PSL

BIO ARCHEOLOGIE GEO

école d'été
Initiation à la lecture des paysages littoraux sur la longue durée
De l'étage infralittoral aux estuaires

DINARD, 27 JUIN > 1^{er} JUILLET 2022
Centre de Géoécologie littorale

- Biologie marine
- Géomorphologie littorale
- Géoarchéologie et histoire de l'occupation des sols
- Perception des paysages
- Mobilité des rivages et vulnérabilités
- Anthropocène

Pré-réservation urgente :

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

Avec le soutien d'Arkaia

(50 euros/sem.)

RENSEIGNEMENTS & INSCRIPTIONS

geoecologie.dinard@ephe.psl.eu

02 99 46 10 72

www.cgel-dinard.fr

