

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/259707233>

Paleogeographie de l'anse de Bolonia (Tarifa, Espagne) à l'époque romaine.

Chapter · May 2003

CITATIONS

12

READS

124

6 authors, including:



Carlos Alonso Villalobos

Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Centro Arqueología Subacuática

42 PUBLICATIONS 266 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



F. Javier Gracia

Universidad de Cádiz

251 PUBLICATIONS 1,876 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Loic Menanteau

University of Nantes

64 PUBLICATIONS 195 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Javier Benavente

Universidad de Cádiz

143 PUBLICATIONS 1,169 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

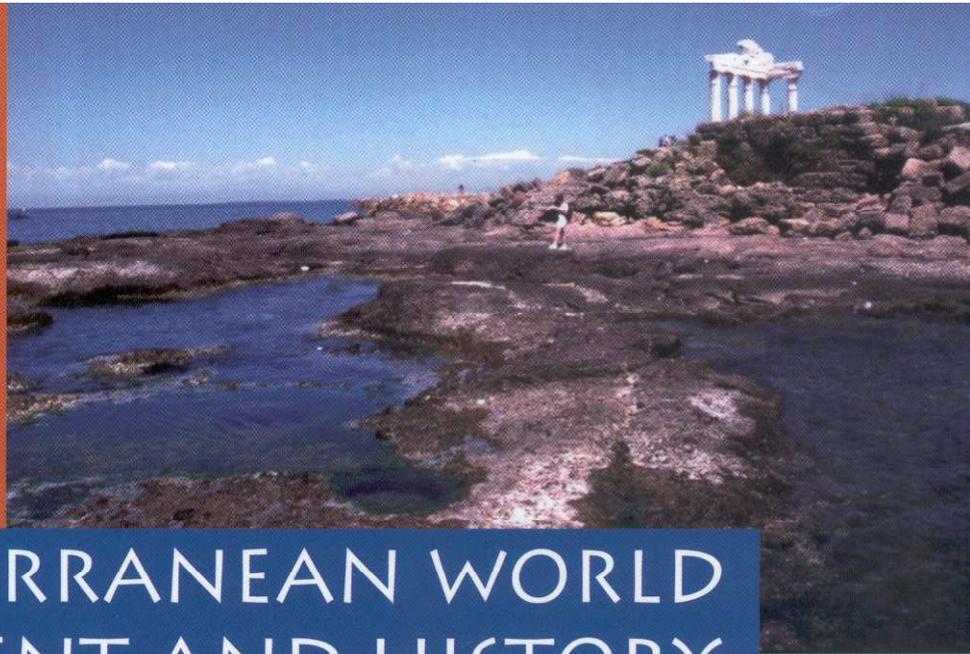
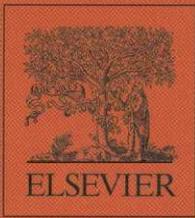
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Diagnosis of Integrated Coastal Vulnerability at Community-scale in a Climate Change Context [View project](#)



Coastal vulnerability assessment [View project](#)



THE MEDITERRANEAN WORLD ENVIRONMENT AND HISTORY

IAG Working Group
on Geo-archaeology
Symposium Proceedings

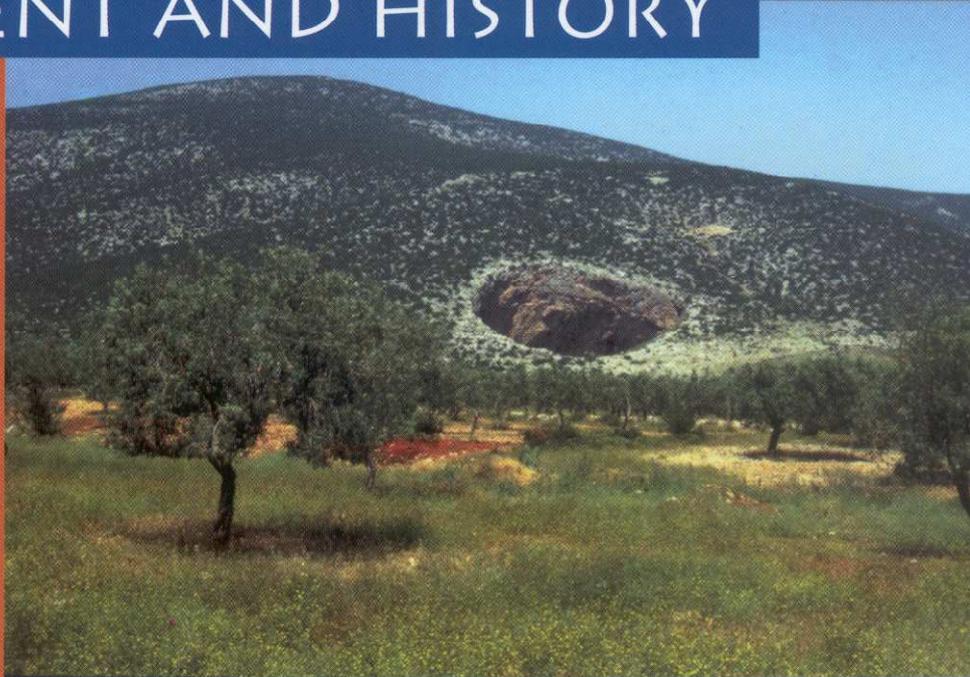


Environmental Dynamics
and History
in Mediterranean Areas

Paris, Université de Paris-Sorbonne
24–26 avril 2002



Edited by **Éric Fouache**



Paléogéographie de l'anse de Bolonia (Tarifa, Espagne) à l'époque romaine

C. Alonso-Villalobos, F.-J. Gracia-Prieto, L. Ménanteau, R. Ojeda-Calvo,
J. Benavente-González, J.-A. Martínez del Pozo

1. Introduction

L'Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía a développé depuis 1999, en collaboration avec le Conjunto Arqueológico de *Baelo Claudia*, un vaste projet de recherche, dirigé par C. Alonso, M. Navarro et R. Ojeda (2001), dont l'un des principaux objectifs est la restitution paléogéographique de l'anse de Bolonia (Tarifa, Espagne) à l'époque romaine. Il vise à mieux connaître le contact de la ville avec la mer et à déceler la présence ou non de structures portuaires (Alonso et al., 1998), submergées devant la ville ou enterrées sous la plage actuelle.

Le projet, de nature géoarchéologique, est le résultat du travail conjoint de chercheurs et de techniciens de l'IAPH, du Grupo de geología litoral y marina de la facultad de ciencias del Mar de la universidad de Cádiz et du laboratoire Géolittomer (LETG - UMR 6554 CNRS). Il prend en compte aussi bien les données géomorphologiques et géodynamiques que géotechniques, géophysiques et archéologiques (terrestres et sous-marines), en analysant particulièrement les divers agents et processus, naturels et anthropiques, ayant généré le paysage actuel au cours des deux derniers millénaires.

2. Un site antique du détroit de Gibraltar

Localisée dans la partie nord de l'anse de Bolonia (Tarifa, sud de la province de Cadix), la cité hispano-romaine de *Baelo Claudia* (II^e siècle avant J.-C.–IV^e siècle après J.-C.) borde la rive septentrionale du détroit de Gibraltar (Fig. 1). Une telle situation géostratégique

(Ménanteau et al., 1983) a été à l'origine de sa création et explique les caractères spécifiques de son environnement naturel, marin et continental.

Récemment mise en valeur, elle a fait l'objet de fouilles archéologiques dès mai 1917. L'École des hautes études hispaniques de Bordeaux, sous la direction de Pierre Paris et de Georges Bonsor, y entreprit alors, jusqu'en 1924, quatre campagnes de fouilles (Paris et al., 1923). En 1966, la Casa de Velázquez, grand établissement supérieur français en Espagne, est chargée de coordonner les recherches archéologiques (23 campagnes) jusqu'à la création, en 1989, du Conjunto Arqueológico de *Baelo Claudia*.

2.1. Une fonction portuaire et une histoire déterminées par des raisons géographiques et politiques

Le site de *Baelo Claudia* a été choisi pour sa position sur le détroit, qui lui permettait de servir à la fois de tête de pont entre l'Europe et l'Afrique et de relais entre la Méditerranée et l'Atlantique. Fondée à la fin du II^e siècle avant J.-C., la cité n'atteindra son apogée qu'aux I^{er} et II^e siècles après J.-C. Dès l'époque de César, et sous l'empereur Claude, qui lui octroie le rang de municipe romain, deux raisons ont contribué à son développement : les nouvelles directrices politiques destinées à annexer les terres du nord de l'Afrique (*Mauritania Tingitana*) et la volonté de contrôler la route maritime atlantique, récemment ouverte (Chic, 1995).

Comme le signalent les auteurs anciens (Strabon, III, 1, 8), *Baelo* fut utilisé, au cours des premiers siècles



Fig. 1. *Baelo Claudia* et le détroit de Gibraltar. Fond de carte : reproduction partielle d'une image du satellite Spot 2 (scène 033-277) acquise le 11-10-1994 en mode multispectral (XS). Cadre (en blanc) : anse de Bolonia ; V, anse de Valdevaqueros ; L, Lances de Tarifa.

dé notre ère, comme « port d'embarquement » pour la navigation et le commerce avec l'Afrique du Nord. Sa localisation à la sortie de la Méditerranée, juste en face, et à une faible distance (30 km), de *Tingis* (Tanger), la capitale de la *Mauritania*, explique son rôle politique et administratif (Fig. 1). Au cours des premières décennies du I^{er} siècle après J.-C., *Baelo Claudia* se convertit en une ville de type impérial. Elle fut ainsi dotée d'un théâtre, de thermes, d'un marché (*macellum*) et d'un vaste forum entouré de boutiques et des principaux édifices religieux et administratifs (Sillières, 1995).

Un certain nombre de causes, humaines et physiques, ont été à l'origine du déclin de *Baelo*, qui débuta au III^e siècle après J.-C. : les profonds changements économiques survenus au cours de ce siècle ; l'abandon de la route commerciale atlantique (Chic, 1995) ; l'instabilité politique de la zone, qui s'est manifestée par les invasions successives de la *Baetica* par des tribus nomades d'Afrique du Nord ; la destruction d'une bonne partie de la cité par des secousses séismiques (Ménanteau et al., 1983 ; Goy et al. 1994) ; les changements de la configuration de l'anse de Bolonia du fait de la morphodynamique côtière. Ensuite, et

durant tout le IV^e siècle, on constate une réduction considérable de la zone urbaine, où des maisons sont parfois bâties sur les ruines d'édifices publics antérieurs. Enfin, au VII^e siècle, *Baelo* semble être déjà totalement désertée.

2.2. Un grand site de salaison du poisson

La très grande richesse halieutique des eaux du détroit de Gibraltar, situé sur l'une des grandes routes migratoires des thonidés, a converti *Baelo* en *emporium* de salaison du poisson et de production de *garum* (Ponsich, 1988 ; Arévalo González et Bernal Casasola, 1999). Extrait des intestins et autres déchets des poissons, qui étaient macérés dans du sel jusqu'à obtenir une sauce ou jus de poissons pourris, ce produit, cher et recherché, faisait alors la renommée de la région (en particulier de celle de Gades/Cadix). La pêche, saisonnière, se pratiquait lors des passages des thons, aussi bien à l'aller (avril-juin, époque de la maturation et du frai) qu'à leur retour vers le sud (juillet-septembre). Dans la partie basse de la ville se crée un quartier d'usines de salaison où les petites conserveries côtoient de plus vastes établissements. À *Baelo*, comme dans la plupart des sites romains du golfe ibéromarocain, cette activité cesse brusquement à la fin du II^e siècle de notre ère.

2.3. La problématique portuaire

Bien que, jusqu'à présent, les recherches historiques et archéologiques ne se soient guère soucies de connaître les réelles potentialités portuaires du site antique, certains auteurs (París et al., 1923 ; Martín Bueno, 1987 ; Alonso Villalobos et Navarro Domínguez, 1998) ont défendu l'hypothèse de l'existence d'aménagements portuaires, indispensables, selon eux, pour que la cité remplisse la fonction nautique signalée par les textes anciens. D'autres auteurs ont affirmé que les navires romains pouvaient facilement mouiller dans la partie la plus occidentale de l'anse de Bolonia, et que les structures portuaires devaient se limiter à une jetée sur pilotis (Martín Bueno, 1988 : 76). Enfin, plusieurs, se fondant sur l'absence de structures visibles et sur la médiocrité de l'abri qu'offre de nos jours l'anse de Bolonia aux embarcations, ont mis en doute le caractère portuaire de *Baelo* (Millán León, 1998 : 199-200).

S'il est possible d'effectuer, sur n'importe quel point du littoral, de petites manœuvres d'approche, de chargement et de déchargement des navires sans disposer d'infrastructures portuaires (Martín, 1998 : 16), il

n'en est pas de même lorsque se conjuguent, d'une part, un volume de marchandises et un nombre de passagers importants et, d'autre part, des conditions naturelles défavorables (ex. régime de vents dominants du sud-est et sud-ouest). De telles infrastructures (brise-lames, quais et jetées) s'avèrent alors indispensables pour faciliter les opérations des embarcations et réduire ainsi les risques de pertes. Seule l'existence de conditions bien meilleures dans l'anse de Bolonia aurait permis de s'en passer à l'époque romaine.

3. L'anse et la plage de Bolonia

Pour comprendre l'évolution historique de l'anse, au fond de laquelle a été édifiée *Baelo Clausdia*, et de sa plage actuelle, il convient de prendre en compte, à différentes échelles, un certain nombre de données de son environnement géographique.

3.1. Une évolution conditionnée par des traits physiques propres au détroit et au Campo de Gibraltar

L'anse de Bolonia (Fig. 1) appartient à la zone subbétique des cordillères bétiques, formée par des matériels mésozoïques et cénozoïques plissés lors de l'orogénèse alpine, auxquels sont associées les séries paléogènes du Campo de Gibraltar. L'orientation, parallèle ou perpendiculaire au rivage marin, et la morphologie générale de ces « sierras » côtières sont très influencées par la structure complexe d'origine tectonique du Campo de Gibraltar (Zazo et al., 1999) : il en résulte une alternance de côtes à falaises et de petites anses. Dans les anses, l'accumulation de sédiments sableux (plages, dunes) est favorisée par les apports fluviaux et leurs dimensions restreintes ; sur les promontoires prédominent l'érosion marine différentielle, l'éboulement et le recul des falaises.

Plusieurs facteurs, climatiques et hydrologiques et, propres au détroit de Gibraltar, ont eu un rôle dans son évolution historique. Le détroit est une véritable soufflerie caractérisée par deux régimes de vents dominants, de directions opposées, le *Poniente* (ouest et nord-ouest) et le *Levante bajo* (est et sud-est), le *Vultorne* des Romains, dont l'énergie s'affaiblit vers le nord-ouest. Un autre vent, moins fréquent (8 %), le *vendaval* (sud et sud-ouest), produit des tempêtes dont la hauteur moyenne des vagues peut dépasser les quatre mètres (jusqu'à 9 m de creux). La même dualité caractérise

l'hydrologie marine, marquée par des inversions et des alternances de courants. Sur les deux rives du détroit, où se produit une dénivellation du niveau marin, les marées, semi-diurnes, engendrent des courants rapides circulant parallèlement au rivage et en opposition de phases (marqués par le déphasage et l'alternance des directions et des vitesses au cours d'un même cycle de marée). Ces courants perturbent la dérive littorale dominante nord-nord-ouest sud-sud-est qui existe au nord du détroit. C'est pourquoi les marais de la région, de surface réduite, sont souvent isolés ou semi-isolés de la mer par des flèches littorales de directions contraires (ex. anses de Valdevaqueros et de Los Lances). Au centre du détroit, un flux à composante orientale (courant atlantique), d'une épaisseur de 50–200 m, entraîne, à une vitesse de 0,75–1,5 km/h (moyen) à > 3 (maxi), les eaux de l'Atlantique vers la Méditerranée. En dessous, un flux à composante occidentale (sous-courant méditerranéen), fait sortir les eaux de la Méditerranée vers l'Atlantique.

L'action des différents agents morphodynamiques a été à l'origine d'une régularisation progressive du littoral entre Tarifa et Bolonia (localisation *Fig. 1*), évolution en grande partie postérieure à l'époque romaine. Cette régularisation a permis la formation de dunes longitudinales sur les versants de la Punta Paloma (localisation *Fig. 1*). La déflation éolienne et l'orientation du rivage (nord-nord-ouest/sud-sud-est), dans l'axe des vents de Levante, ont contribué à l'engraissement de la plage de l'anse de Bolonia.

3.2. Physiographie et dynamique de l'anse de Bolonia

L'anse de Bolonia, d'une ouverture d'environ 3,5 km, affecte la forme d'un croissant élargi vers le nord. Elle est délimitée par le cap Camarinal (à l'ouest) et la Punta Paloma (à l'est) et encadrée du côté de la terre par un amphithéâtre de *sierras*, la Sierra de la Plata (au NO) et celle de San Bartolomé (à l'est), et de *lomas* aux reliefs énergiques dominant un bas pays de collines disséquées par des rivières intermittentes (*arroyos*).

À l'ouest, le relief tabulaire du cap Camarinal ($h = 15$ m) est modelé dans un conglomérat marin (Pléistocène inférieur) et des calcarénites (Miocène supérieur) (Ménanteau et al., 1983), postérieurement karstifiés et fossilisés par une formation colluviale. La Punta Paloma, à l'est, est recouverte par un vaste complexe dunaire, s'étendant à l'intérieur même de l'anse de Bolonia et dû à l'action des vents de *Levante bajo*,

transportant le sable depuis les plages voisines. Les dunes, dont la morphologie est souvent perturbée par la topographie, comprennent des dunes fossiles (Pléistocène supérieur), et des récentes, de type longitudinal ou rampant, pour la plupart fixées par reboisement entre 1938 et 1955 (Ménanteau et al., 1983 : 100).

L'examen de la bordure de l'anse permet d'en identifier les unités morphosédimentaires : tout d'abord, les restes, inégalement répartis, de niveaux pléistocènes anciens ; ensuite, un cordon littoral très continu bordant le haut de plage et situé à environ +3 m. Ce dernier isole, à l'embouchure de l'arroyo Alpariate, une ancienne lagune entièrement colmatée par des sédiments argileux (*Fig. 2*). Ce système de flèche/lagon se serait formé au cours de l'Holocène inférieur. La majeure partie de *Baelo Claudia* a été construite sur des pentes moyennes et basses, au substrat argileux, et sur la zone de contact entre celles-ci et le cordon/lagon holocène.

L'enceinte urbaine est encadrée par deux rivières intermittentes (*arroyos*), aux lits creusés dans les marnes du Crétacé, qui ont modelé un bas pays de collines (bassin versant d'environ 25 km²). À l'ouest, celle de las Villas a formé dans son bas cours deux niveaux de terrasses, à +3 et à +1,5 m (*Fig. 2*, T-1 et T-2). Comme l'indiquent des mesures géophysiques, son lit, délimité par des structures archéologiques, était auparavant plus large et plus profond. À l'est, l'Alpariate possède également deux niveaux de terrasses (*Fig. 2*, T-1 et T-2). Près de son embouchure, des dépôts estuariens de la haute terrasse, composés de graviers fluviaux et d'abondants bioclastes de bivalves, ont été datés par le ¹⁴C entre 1600 et 1900 années BP (toutes les datations ont été réalisées en 2000 par le laboratoire *Beta Analytic Inc.*, Miami, États-Unis). La basse terrasse est constituée par des matériaux plus fins, limons (épaisseur >1 m) et argiles de couleur foncée, riches en matière organique. La différence d'altitude, la distribution et l'âge des terrasses pourraient être en rapport avec l'existence d'oscillations eustatiques post-flandriennes. La présence d'une lentille de sables aux nombreux bioclastes (*Fig. 2*, DT) correspondrait à un ancien épisode marin énergétique de type « overwash » (daté par le ¹⁴C entre 1850 et 2200 ans BP). L'écoulement fluvial (apport annuel moyen de 5,5 Hm³) s'effectue sur la plage par inféroflux, en donnant naissance à de petites lagunes côtières ou « charcones », dont le niveau d'inondation fluctue en fonction du débit fluvial et des oscillations du niveau des marées.

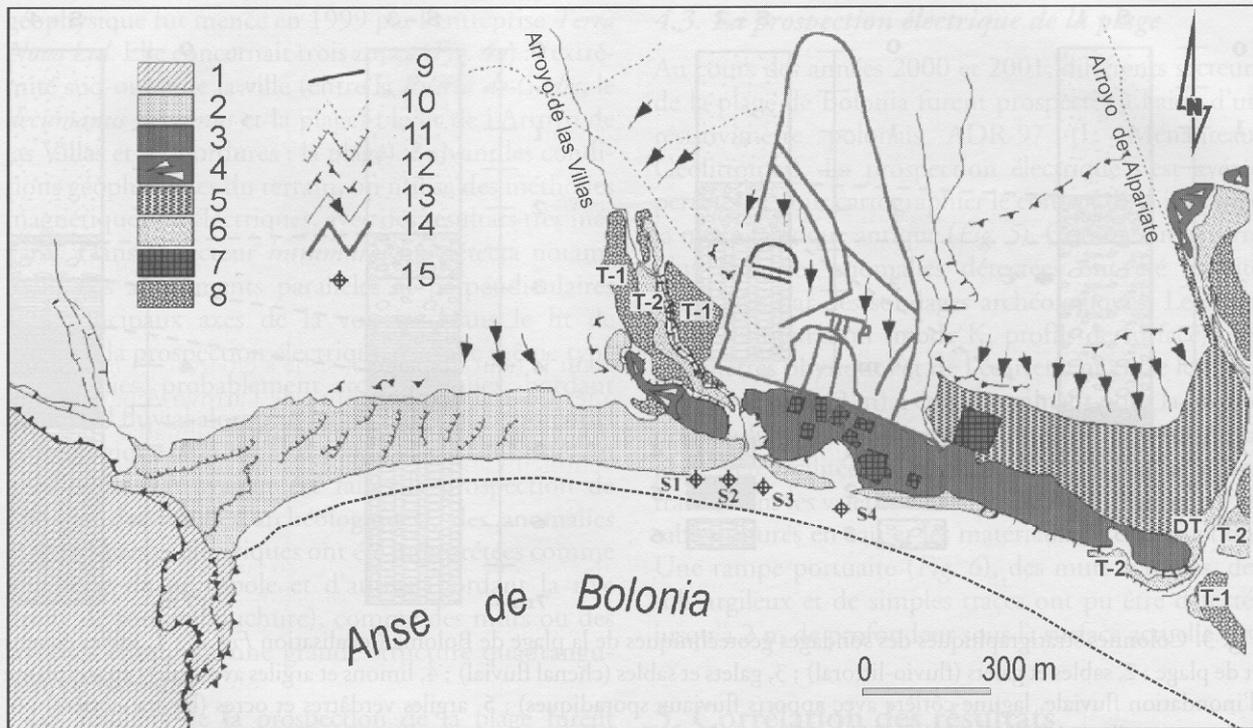


Fig. 2. Croquis géomorphologique de l'anse de Bolonia (partie occidentale). Légende : 1, conglomérat quaternaire ; 2, dunes ; 3, flèche-barrière holocène ; 4, glaciais ; 5, lagune côtière colmatée ; 6, plaine d'inondation ; 7, remblai d'origine anthropique ; 8, terrasses fluviales. T-1 : à +3 m ; T-2 : à +1,5 m, DT : lentille de sables ; 9, ligne de rivage ; 10, chemins ; 11, escarpement dans des dépôts holocènes ; 12, escarpement structural ; 13, versant régularisé ; 14, ruines de *Baelo Claudia* ; 15, sondages géotechniques (S1 à S4) réalisés sur la plage en 1999.

L'érosion côtière, très importante durant les dernières décennies (Gracia et al., 2000), a gommé les témoignages morphologiques de la progradation historique du littoral. Dans l'anse de Bolonia, elle a été accélérée par la diminution des apports sableux due au reboisement des dunes de la Punta Paloma.

3.3. La plage de Bolonia : réalisation d'un modèle numérique de terrain

La plage de Bolonia possède une morphologie qui varie rapidement en fonction des saisons et des tempêtes, comme celles de Levante (rafales de 70 à 120 km/h) qui peuvent y engendrer un champ de « barkhanes ». Afin d'éviter l'ensablement d'une route militaire, on a créé à partir de 1961–1962 une dune artificielle, devenue très active, à l'angle mort (El Anclón) fermant au nord-ouest l'anse de Bolonia. Le haut de plage est bordé par de modestes avant-dunes résultant de l'action des vents de *poniente*.

Un levé précis (d'ordre centimétrique en x, y, z) de la microtopographie actuelle de la plage a été réalisé en septembre 2000 par S. Pacaud (alors doctorante à Géolittomer-Nantes) à l'aide d'un GPS différentiel bifréquence. Les mesures (au total, 6153) ont été prises en mode statique tous les cinq mètres, en prenant comme altitude de référence un point coté dans le centre monumental de *Baelo Claudia*. Elles ont permis d'obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) géoréférencé (en projection UTM 30) de la plage. Diverses structures archéologiques adjacentes, et le plan au 1 : 1000 réalisé (en 2 D) de l'ensemble archéologique, ont été également géoréférencés et intégrés au MNT.

3.4. Le substratum de la plage : l'apport des sondages géotechniques

En décembre 1999, l'entreprise *Vorsevi* réalisa quatre sondages mécaniques sur la plage de Bolonia (localisation Fig. 2). Le substrat marneux (unités du Crétacé)

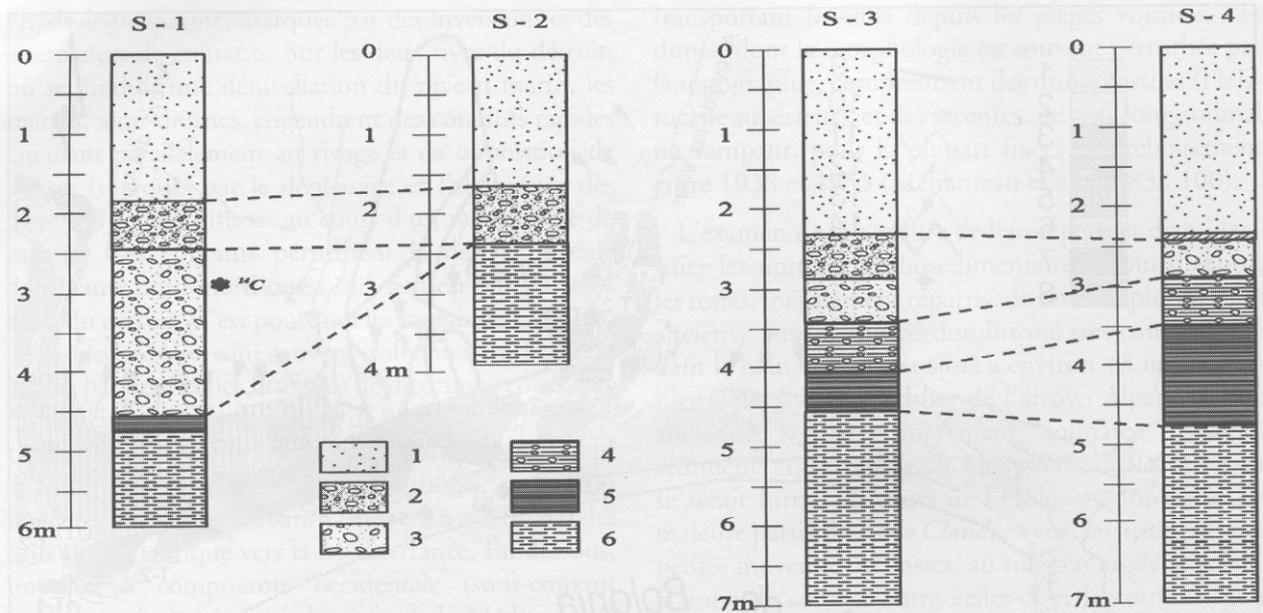


Fig. 3. Colonnes stratigraphiques des sondages géotechniques de la plage de Bolonia (localisation Fig. 2) : 1, sables éoliens et de plage ; 2, sables et galets (fluvio-littoral) ; 3, galets et sables (chenal fluvial) ; 4, limons et argiles avec galets épars (plaine d'inondation fluviale, lagune côtière avec apports fluviaux sporadiques) ; 5, argiles verdâtres et ocres (lagune côtière) ; 6, marnes et argiles grises de l'unité de l'Almarchal (Crétacé-Tertiaire).

était recouvert par 3–4 m de dépôts plus récents, eux-mêmes surmontés par un niveau de graviers fluviaux, datés par le ^{14}C de 3850 B. P. (Fig. 3). Ces niveaux d'inondation, au fort pourcentage de grains fins, marqueraient une phase d'extension du « charcón » (largeur : environ 100 m) alors qu'il était isolé ou semi-isolé de la mer par une barre sableuse. L'épaisseur du niveau de limons avec galets indique une certaine persistance du lagon. Dans le sondage S-4, le dépôt fluvial de ce moment progradant est directement « fossilisé » par des éléments de construction d'époque romaine. La phase rétrogradante est représentée par les sables de la plage actuelle.

4. L'apport des données géophysiques

Une des particularités du projet réside dans l'emploi des techniques géophysiques (magnétiques et électriques), appliquées à une zone de plage pour une étude géo-archéologique.

4.1. Les premières campagnes

Entre 1964 et 1994, plusieurs campagnes géophysiques ont été réalisées à Bolonia, la première (1964) par la *Fondazione Lerici* (Pellicer, 1963). Parmi les

zones prospectées figurait le secteur ouest de l'arroyo de las Villas (localisation Fig. 2), où furent détectées des anomalies interprétées comme de nature archéologique, comme le laissaient supposer des interventions archéologiques antérieures (Paris et al., 1923) et le confirmèrent des fouilles postérieures (Domergue, 1973).

Une prospection électrique fut effectuée en novembre 1980 sur la plage de Bolonia dans le cadre d'une étude environnementale de la cité antique de *Baelo* (Ménanteau et al., 1983). Menée par A. Kermovant (université de Tours) et I. Ménanteau, la campagne avait pour but la détermination du contact ville-mer. Les mesures (au total, 1021 sur 18 profils) ont permis de délimiter le site, sous le haut de plage, et la base inférieure d'une zone d'éboulis (matériaux de construction d'époque romaine), mais aussi de cartographier un alignement discontinu et sub-parallèle au rivage. En l'absence de sondages de vérification, il a été impossible de préciser si cette dernière anomalie était naturelle (banc rocheux dans les flyschs) ou artificielle (brise-lames, etc.).

4.2. Les campagnes de 1999

Afin de déterminer les potentialités archéologiques du secteur méridional de la ville, une prospection

géophysique fut menée en 1999 par l'entreprise *Terra Nova Ltd*. Elle concernait trois zones (Fig. 4a) : l'extrémité sud-ouest de la ville (entre la *Puerta de Gades*, le *decumanus maximus* et la plage) ; le lit de l'Arroyo de las Villas et ses bordures ; la plage). Suivant les conditions géophysiques du terrain, on utilisa des méthodes magnétiques ou électriques, avec des résultats très inégaux. Dans le secteur *intramuros* on détecta notamment des alignements parallèles et perpendiculaires aux principaux axes de la voirie. Dans le lit de l'arroyo, la prospection électrique révéla le même type d'anomalies, probablement archéologiques, bordant un chenal fluvial alors plus large (Fig. 4b). Le potentiel archéologique de la zone *extramuros* a été confirmé. Au nord-ouest (où avaient été faites la prospection de 1964 et des fouilles archéologiques), des anomalies magnétiques et électriques ont été interprétées comme une zone de nécropole et d'autres (bordant la rive droite de son embouchure), comme des murs ou des terrasses entourant une grande structure quadrangulaire affleurante.

Les résultats de la prospection de la plage furent moins probants. On y détecta de rares anomalies magnétiques, localisées pour la plupart dans sa partie ouest. C'est là précisément que des vestiges in situ de bassins de salaison, fortement arasés par l'érosion marine, avaient été mis au jour. Il était en revanche difficile de déterminer la nature, peut-être géologique, des autres anomalies (ex. alignements nord-est-sud-ouest).

4.3. La prospection électrique de la plage

Au cours des années 2000 et 2001, différents secteurs de la plage de Bolonia furent prospectés à l'aide d'un résistivimètre polonais ADR-97 (L. Ménanteau, Géolittomer). La prospection électrique s'est avérée pertinente pour cartographier le contact de la ville avec la mer à l'époque antique (Fig. 5). Comme on le verra plus loin, les anomalies détectées ont été ensuite contrôlées par des sondages archéologiques. Le choix de la configuration (mode K, profils de surface), des paramètres physiques et de l'écartement entre les électrodes mobiles (2 m) a été déterminant pour la qualité des résultats. La cartographie fine du sous-sol de la plage a été facilitée par l'existence à sa base de forts contrastes dans les valeurs de résistivité apparente, entre les sables saturés en eau et les matériaux de construction. Une rampe portuaire (Fig. 6), des murs écroulés, des sols argileux et de simples traces ont pu être détectés jusqu'à 2 m de profondeur sous la surface actuelle.

5. Corrélation des résultats avec les données de l'archéologie

La corrélation des données du sous-sol (sondages, mesures de résistivité) à celles de la surface de la plage et leur intégration dans un MNT ont grandement facilité l'interprétation des anomalies qui ont été l'objet d'un contrôle archéologique.

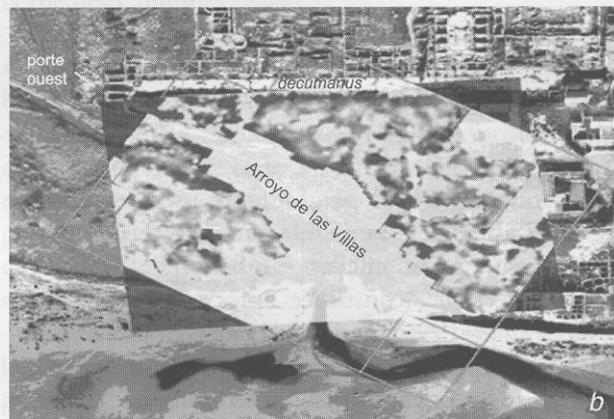


Fig. 4. Résultats de la prospection électromagnétique de 1999 : a, localisation des trois zones prospectées (A, B et C) ; b, zones A et B : à remarquer l'ampleur du lit de l'arroyo de las Villas, bordé par des vestiges archéologiques.

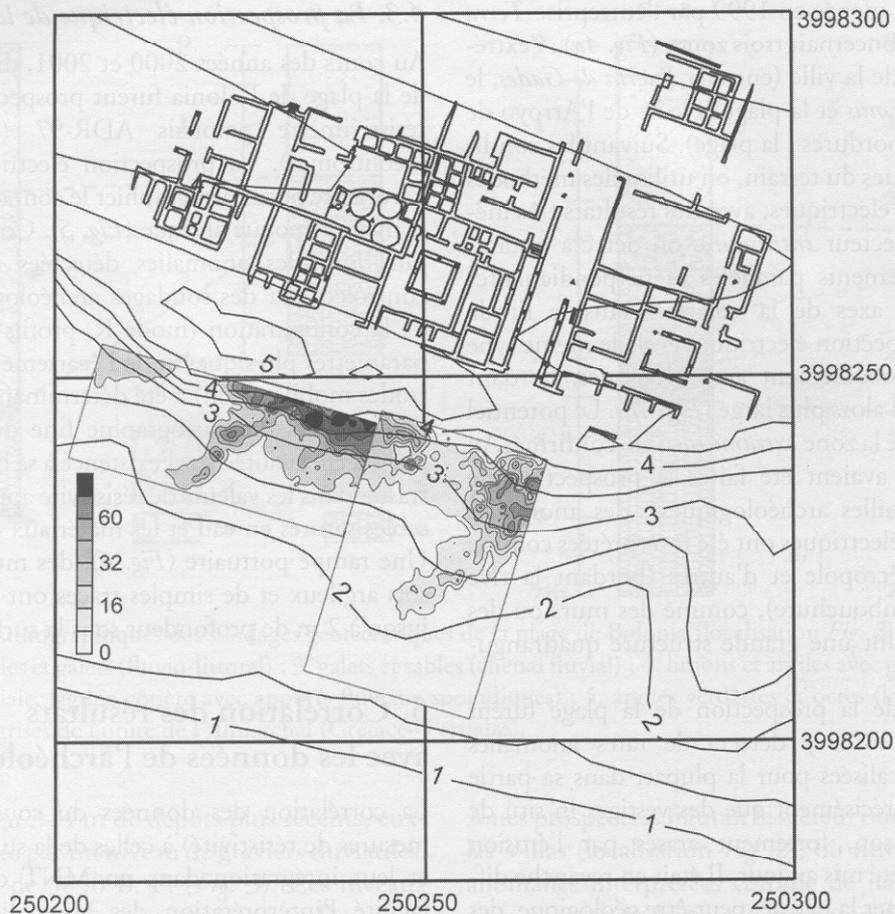


Fig. 5. Corrélation entre les données fournies par la prospection électrique de deux secteurs de la plage en septembre 2000, la microtopographie de cette dernière (levée avec un GPS différentiel) et les structures archéologiques du quartier de salaison de Baelo Claudia. Géoréférencement : UTM 30. échelle des valeurs de résistivité apparente en $W \cdot m^{-1}$. Remarquer le contact ville-mer et les traces de deux alignements orientés nord-nord-est/sud-sud-ouest.

5.1. La vérification archéologique des anomalies électriques

Des sondages archéologiques furent réalisés, en 2000 et 2001, afin de déterminer la nature et la profondeur des plus fortes anomalies cartographiées. L'épaisse couche de sable, constituée après les tempêtes des années 1994–1996, fut d'abord enlevée par une pelleuse mécanique. Un premier constat put être fait : toute la zone côtière située en dessous de +2,5 m (zéro géographique) avait été affectée par l'érosion marine, avec un risque induit pour le site archéologique en cas de recrudescence du phénomène.

Une grande quantité de matériaux de construction reposaient sur l'ancienne plage érodée. Déplacés de leur position originelle, ils étaient situés sur le niveau graveleux de la dernière phase fluviolittorale. Mais en s'approchant de la cote de +3 m, les structures, pourtant érodées par la mer, ont été conservées in situ, fait confirmé par la découverte d'une longue rampe portuaire, aménagée sur une paléoplage stratifiée, recoupée à cet effet (Fig. 7a), et disposée parallèlement au rivage en marquant le contact ville-mer.

Plus à l'est, on mit au jour une sorte de plate-forme aménagée sur le niveau phréatique, en gagnant du terrain sur la mer (Fig. 7b). Cette construction, à l'appar-

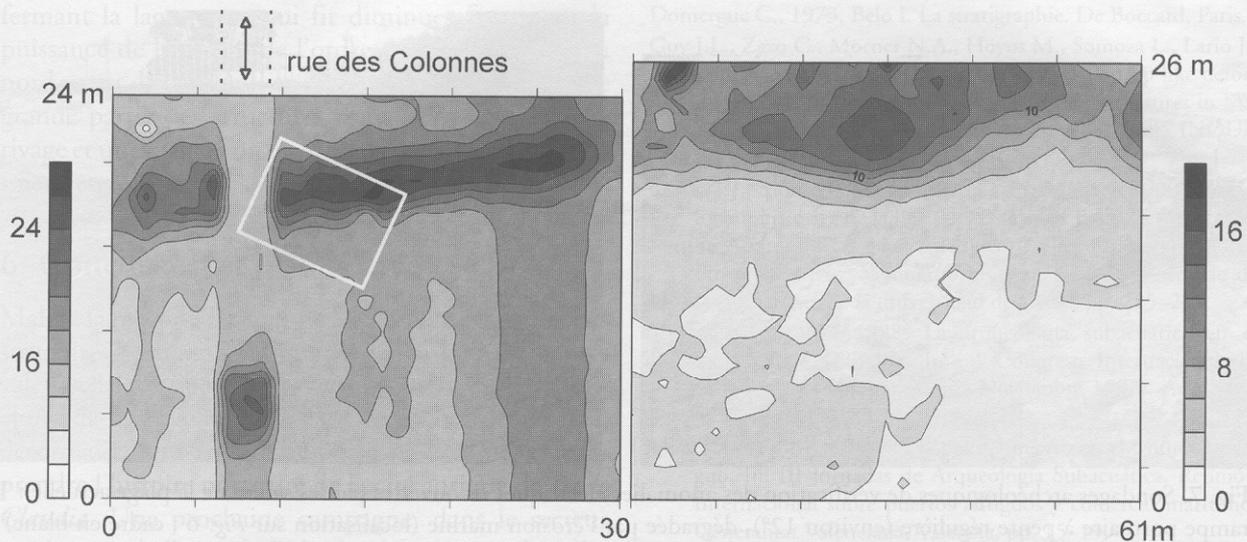


Fig. 6. Détection d'une rampe portuaire et du contact ville-mer par prospection électrique (écartement 2 m entre les électrodes mobiles) réalisée sur la plage en septembre 2001. Cadre (en blanc) : localisation Fig. 7a. Devant le débouché de la rue des colonnes (à gauche), interruption de la rampe et, à environ 10 m au devant de cette discontinuité, forte anomalie, peut-être les fondations en pierre (à 2 m sous la plage) d'une jetée en bois ; bande de valeurs plus élevées perpendiculaire au rivage, traces d'une autre jetée ?

reil de blocs de calcaire gris liés par du mortier de chaux et de sable, est formée par une série de murs ($e = 70$ cm) orientés parallèlement ou perpendiculairement à la plage. Ils forment des compartiments étanches, dont le remplissage intérieur est constitué par une alternance de couches de sable et de remblais imperméables (limons, argiles et matériel de broyage – ardoises, marnes et restes de céramiques). Il a été impossible de délimiter cette infrastructure et d'en atteindre la base. Cependant, on observa que des contreforts renforçaient des deux côtés son mur perpendiculaire situé le plus à l'ouest. Un tel aménagement était sans doute destiné à protéger la zone portuaire contre les vents de Levante. Il servait vraisemblablement d'appui à des jetées (bois et pierre), s'avancant vers la mer dans le but de faciliter les opérations de chargement et de déchargement des personnes et des marchandises. Quelques-unes de leurs traces furent sans doute détectées par la prospection électrique dans le niveau phréatique.

5.2. Essai de reconstitution de la paléogéographie de la plage de Bolonia

Le paysage littoral de l'anse de Bolonia a varié considérablement au cours des derniers millénaires. Au nord-est de la ville sont visibles une falaise morte et un

ancien marais fermé par un cordon littoral datant de la fin de la dernière transgression marine (vers 6500 BP). Le même modèle, lagune semi-fermée par une barre sableuse, se reproduisit, à partir, au moins, de 3850 BP, au cours de la phase postérieure de descente du niveau marin, mais au devant du cordon flandrien. Elle semble s'être maintenue jusqu'à l'époque romaine, comme l'atteste le fait que des niveaux de graviers, caractéristiques d'un tel milieu, en contact avec des matériels céramiques romains, recouvrent la partie inférieure de la rampe portuaire fouillée devant la rue des Colonnes.

Ainsi, dans l'anse de Bolonia, une vaste lagune, alimentée par les *arroyos* de las Villas, du Cañuelo, de l'Alpariate et du Pulido, aux lits plus larges et aux débits plus forts, bordait *Baelo Claudia* durant l'époque romaine. Sur cette lagune furent établies, au moins dans sa partie nord, des structures portuaires pour faciliter, à l'abri des vents et des courants, les opérations et le mouillage des embarcations, comme le synthétise la Fig. 8.

La paléotopographie de l'anse se serait modifiée dès l'époque romaine, comme l'indiquerait peut-être la présence, dans les marais de l'Alpariate, d'un dépôt marin à haute énergie, daté entre 2200 et 1800 BP. La tendance rétrogradante de la côte se traduisit par l'amaigrissement, puis l'arasement du cordon sableux



Fig. 7. Sondages archéologiques de vérification des anomalies électriques recouvertes par les sables de la plage actuelle : 1, rampe portuaire à pente régulière (environ 12°), dégradée par l'érosion marine (localisation sur Fig. 6 : cadre en blanc) ; 2, plate-forme aménagée (murs et remblais) sur la plage à l'époque romaine.

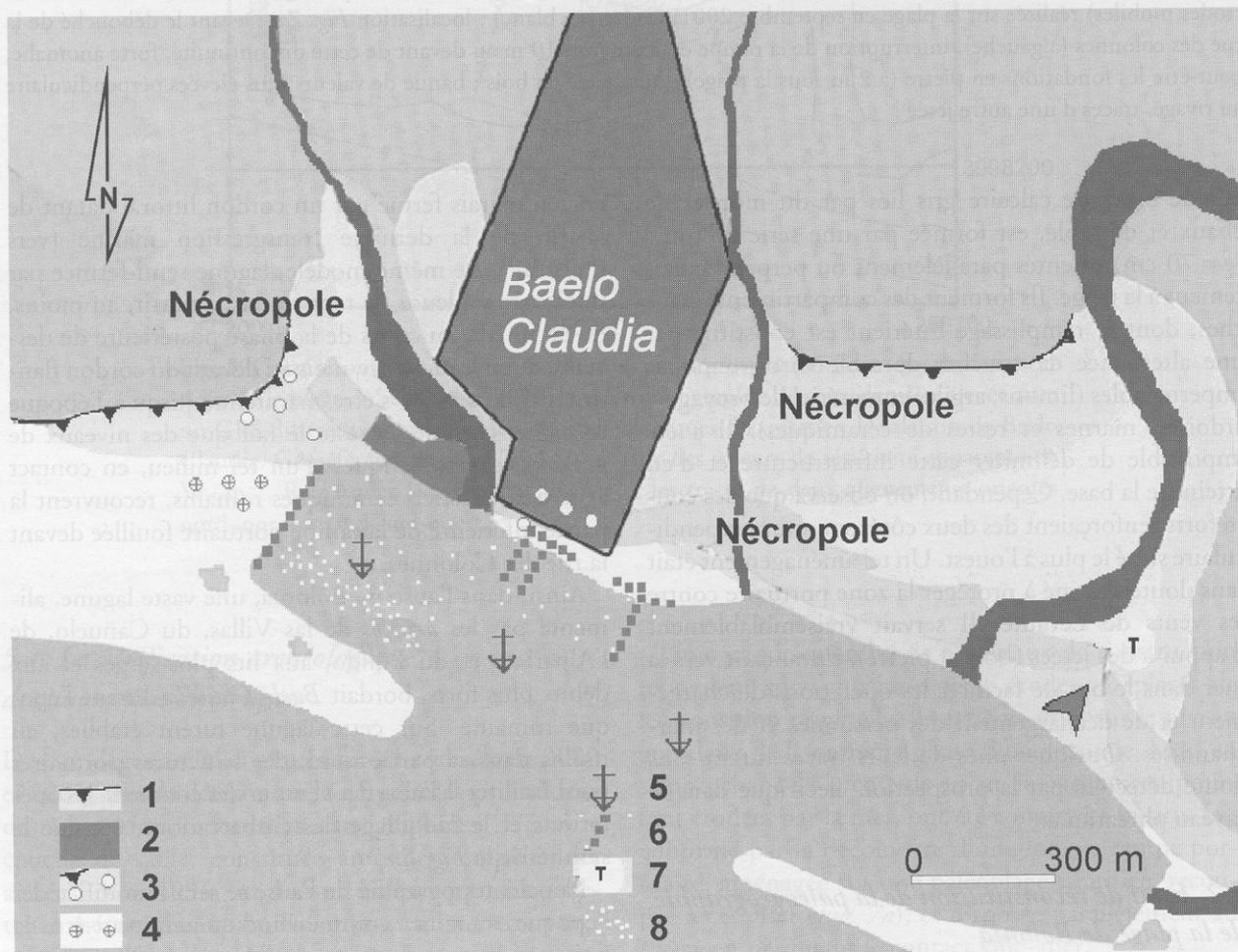


Fig. 8. Restitution paléogéographique du site portuaire de *Baelo Claudia* à l'époque romaine. Légende : 1, falaise morte ; 2, structures archéologiques ; 3, usines de salaison ; 4, usines de salaison arasées ; 5, mouillage ; 6, structures portuaires (jetée, rampe) ; 7, dépôt d'« overwash » ; 8, pierres de taille éparses.

fermant la lagune, ce qui fit diminuer fortement la puissance de la plage (de l'ordre d'au moins 2 m, au nord-ouest de l'anse). Il en résulta la destruction d'une grande partie des structures romaines édifiées sur le rivage et une dispersion de leurs vestiges avant qu'ils ne soient ensablés sous la plage actuelle.

6. Conclusion et perspective

Malgré la méconnaissance de la véritable extension des structures portuaires antiques et de l'origine des hautes valeurs de résistivité détectées à l'ouest de l'embouchure de l'arroyo de las Villas, on peut affirmer que, désormais, nous sommes en mesure de mieux comprendre l'histoire portuaire de la cité antique de *Baelo Claudia*. Une prochaine campagne, dans le secteur nord-ouest de l'anse de Bolonia, devrait compléter les informations acquises sur le site.

Bibliographie

- Alonso Villalobos C., Navarro Domínguez M., 1998. Baelo Claudia : sus posibilidades portuarias y la navegación por el Estrecho de Gibraltar. In : III Jornadas de Arqueología Subacuática. Reunión Internacional sobre puertos antiguos y comercio marítimo. Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 133-140.
- Alonso Villalobos C., Navarro Domínguez M., Ojeda Calvo R., 2001. Informe preliminar sobre la actuación puntual denominada Prospección geofísica con sondeo enmarcada dentro del Proyecto de investigación en el sector meridional del Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia. Bolonia, Tarifa, Cádiz.
- Arévalo González A., Bernal Casasola D., 1999. La factoría de salazones de Baelo Claudia (Tarifa, Cádiz). Balance historiográfico y novedades en la investigación. CuPAUAM 25, Madrid, pp. 75-129.
- Chic Cargá G., 1995. Roma y el mar: del Mediterráneo al Atlántico. In : Alonso Troncoso V. (Coord.), Guerra exploraciones y navegación del mundo Antiguo a la Edad Moderna. La Coruña ; Universidade da Coruña (Colección Cursos, Congresos e Simposios, 13), pp. 55-89.
- Domergue C., 1973. Belo I. La stratigraphie. De Boccard, Paris.
- Goy J.L., Zazo C., Mörner N.A., Hoyos M., Somoza L., Lario J., Bardají T., Silva P.G., Dabrio C.J., 1994. Pop-up like deformation of a Roman floor and liquefaction structures in SW Spain as possible paleoseismic indicators. Bull. INQUA Neot. Comm. 17, 42-44.
- Gracia F.J., Alonso C., Benavente J., López Aguayo F., 2000. Evolución histórica de la línea de costa en la Bahía de Cádiz. In : de Andrés J.R., Gracia F.J. (eds.) : Geomorfología Litoral. Procesos activos. Monogr. S.E.G. nº 7, ITGE y Servicio de Publicaciones de la universidad de Cádiz, pp. 225-234.
- Martín Bueno M., 1988. La arqueología subacuática en el Estrecho de Gibraltar. In : I Congreso Internacional. El Estrecho de Gibraltar (Ceuta-Noviembre 1987). Actas. T.I, Madrid, pp. 71-83.
- Martín Bueno M., 1998. El papel del puerto en el Mundo Antiguo. In: III Jornadas de Arqueología Subacuática. Reunión Internacional sobre puertos antiguos y comercio marítimo. Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 15-19.
- Ménanteau L., Vanney J.R., Zazo C., 1983. Belo et son environnement (Déroit de Gibraltar). Étude physique d'un site antique. Belo II, Casa de Velázquez, série Archéologie, 4, pp. 39-221.
- Millán León J., 1998. Gades y las navegaciones oceánicas en la antigüedad (1000 a. C.-500 d. C.). Editorial Gráficas Sol, Ecija.
- Paris P., Bonsor G., Lamounier A., Ricard R., Mergelina (de) C., 1923. Fouilles de Belo (Bolonia, province de Cadix) (1917-1923). In : La Ville et ses dépendances. De Boccard, Paris, pp. 99-110.
- Pellicer Catalá M., 1963. La prospección arqueológico-geofísica realizada en Bolonia (Cádiz) por la Fondazione Lerici y la dirección general de bellas Artes. Noticiario Arqueológico Hispánico Arq. 7, 248-252.
- Ponsich M., 1988. Aceite de oliva y salazones de pescado. Factores geo-económicos de Bética y Tingitana. Universidad Complutense, Madrid.
- Sillières P., 1995. Baelo Claudia une cité romaine de Bétique. Casa de Velázquez (Colección Casa de Velázquez, 51), Madrid.
- Zazo C., Silva P.G., Goy J.L., Hillaire-Marcel C., Ghaleb B., Lario J., Bardají T.Y., González A., 1999. Coastal uplift in continental collision plate boundaries: data from the Last Interglacial marine terraces of the Gibraltar Strait area (south Spain). Tectonophysics 301, 95-109.