

GÉOARCHÉOLOGIE DES PORTS ANTIQUES DE MÉDITERRANÉE

problématiques et étude de cas

Jean-Philippe GOIRAN
UMR 5133 Archéorient
Maison de l'Orient et de la Méditerranée
7 rue Raulin
F-69007 Lyon
Jean-philippe.goiran@mom.fr

Christophe MORHANGE
UMR 6635 CEREGE
Europôle Méditerranéen de l'Arbois, BP 80
F-13545 Aix-en-Provence
morhange@cerege.fr

Introduction

Les ports antiques fermés recèlent d'excellentes archives sédimentaires et historiques. En effet, ce type original de milieu de sédimentation, au niveau de base, est par définition artificiellement protégé des dynamiques marines du large. Les sédiments apportés par les cours d'eau, les réseaux d'eau usées, le ruissellement et les courants marins peuvent être conservés dans des conditions optimales pendant plusieurs millénaires.

La fouille archéologique d'un bassin portuaire pose de nombreux problèmes techniques liés à l'omniprésence de la nappe phréatique au niveau de la mer. Le recours aux parois moulées, l'évacuation des eaux d'infiltration, la faible tenue des terrains par exemple, sont à l'origine de nombreuses difficultés techniques et de surcoûts importants.

La mise en œuvre d'une approche géoarchéologique, préalable à toute fouille, permet, dans la plupart des cas, une meilleure compréhension des paléo-environnements littoraux, des processus morphodynamiques côtiers, ainsi que des logiques d'organisation de l'espace portuaire et urbain antique. On peut citer par exemple les travaux pionniers de BOUSQUET *et al.* (1987) et de RABAN (1985, 1988). Plus récemment, on peut se reporter aux travaux sédimentologiques de SCHRÖDER et BAY (1996), de BRUCKNER (1997) concernant les ports d'Ionie, l'étude de REINHARDT *et al.* (1998) sur les paléoenvironnements de Caesarea (Israël), la synthèse de Pirazzoli sur les ports de Phénicie (1999) ou les travaux préliminaires de Duchêne *et al.* (2001) sur le paysage portuaire de la Délos antique.

Forts de notre expérience dans différents types de chantiers portuaires en Méditerranée orientale (programmes menés par le Centre d'Études Alexandrines en Égypte [GOIRAN 2001 ; EMPEREUR 1999], Mission française de Kition-Bamboula à Chypre (MORHANGE *et al.* 1999 ; YON 2000), fouille du British Museum à Sidon (DOUMET-SERHAL 2000) et en tenant compte des apports de la bibliographie, nous présentons un état préliminaire de notre réflexion sur l'intérêt de l'utilisation des techniques géomorphologiques pour une meilleure connaissance des milieux portuaires antiques (*fig. 1*). En effet, cette démarche permet de répondre à des questions essentielles qui intéressent à la fois la communauté des archéologues, des historiens et des géographes.

La première question à laquelle peut aider à répondre cette approche est **où** ? Il s'agit de préciser la localisation du ou des bassins portuaires sur les sites archéologiques. Nous développerons les exemples d'Alexandrie en Égypte (GOIRAN 2001) à différentes échelles spatiales : mobilité des lignes de rivage, tentative de localisation d'un « port perdu » comme celui de Cumae en Campanie (VECCHI *et al.* 2000).

Le deuxième problème auquel nous pouvons apporter des éléments est **quand** ? En effet, en l'absence de fouille stratigraphique coûteuse dans des pays souvent en voie de développement, la réflexion des archéologues est parfois limitée à des sources écrites interprétées de manière régressive et à des fouilles souvent anciennes, comme les travaux de Dunand (1939) pour Byblos ou de Poidebard pour Tyr et Sidon (POIDEBARD et LAUFFRAY 1951 ; POIDEBARD 1939). Cette approche chronologique va permettre de préciser la durée des aménagements portuaires antiques sur les côtes méditerranéennes.

Une troisième question, **comment** ? concerne la dynamique des paysages portuaires et la dynamique des paléoenvironnements. Ce vaste thème regroupe de nombreux aspects comme les impacts de l'anthropisation sur le géosystème : stress sur les biocénoses, crises détritiques à l'origine d'envasement, pollutions urbaine et métallurgique diverses...

1. Éléments de définition et méthodologie

1.1 Essai de définition d'un port antique

Schématiquement un port peut être défini, d'un point de vue naturaliste, par trois éléments : un contenant, un contenu et le plan d'eau marin (*fig. 2*).

— **le contenant** : il s'agit de structures archéologiques, taillées dans le substrat (par exemple les ports attribués aux Phéniciens de type cothon comme Madhia en Tunisie) ou construites de type môles enveloppantes (Caesarea Maritima (HOLLUM *et al.* 1999) ou le port nord de Tyr). Du fait de la difficulté de procéder à des fouilles terrestres sous le niveau de la mer et dans un contexte souvent très densément urbanisé, ces structures archéologiques ont rarement été

fouillées et étudiées, comme à Caesarea en Israël (HOLLUM *et al.* 1999) ou à Amathonte à Chypre (EMPEREUR et VERLINDEN 1986 ; EMPEREUR 1995).

— **le contenu sédimentaire** : un bassin portuaire typique comprend une accumulation de couches stratigraphiques le plus souvent composées de petites particules argilo-limoneuses de décantation, caractéristiques d'un milieu protégé (MORHANGE 1994, 2001). Nous insistons sur l'intérêt de ce faciès sédimentaire vaseux qui constitue un objet de recherche archéologique. En effet, ces dépôts fins, qui traduisent un milieu portuaire confiné et protégé, renferment de multiples marqueurs. On trouvera par exemple de nombreux bio-indicateurs (faunes, pollen, graines...) qui renseigneront sur les degrés de protection, de confinement et de dégradation du milieu, ainsi qu'un important matériel archéologique rarement conservé en milieu émergé oxydé, comme les cuirs, les bois (épaves, pieux...) et les fibres, constituant d'inespérées archives bien calées dans le temps.

— **la masse d'eau** : au contact de deux milieux, terrestre et marin, le bassin portuaire a enregistré et subi à la fois les variations relatives du niveau de la mer, les rythmes du budget sédimentaire et l'aggradation concomitante des fonds qui aboutissent dans la plupart des cas à un colmatage partiel à complet des darses, voire à un abandon du port par enfouissement dans le cas de progradation rapide comme pour les ports d'Ionie (BRUCKNER 1997) ou du port de l'âge du Bronze d'Enkomi à Chypre (DEVILLERS *et al.* sous presse). Deux interfaces dynamiques devront donc être définies : le niveau marin et le fond marin. Cette approche permet d'aboutir à une mesure de la hauteur de la colonne d'eau et à une estimation du tirant d'eau maximal des navires (100 cm au VI^e s. av. J.-C. dans le vieux port de Marseille).

1.2 Du terrain au laboratoire : les méthodes de travail

Les différentes étapes de notre intervention peuvent se résumer ainsi (*fig. 3*) :

1.2.1 Prospection et cartographie géomorphologique

Cette étape permet d'aboutir à un premier zonage des sites archéologiques potentiellement les plus intéressants en fonction de la répartition des formes du terrain et des formations superficielles : cordon dunaire, dépression d'arrière dune, lagune colmatée, morphologie fluviale, paléoligne de rivage et falaise morte à l'image des travaux de Fouache (1999). Cette recherche s'appuie aussi sur les fonds cartographiques, iconographiques et photographiques disponibles sur le secteur d'étude envisagé. Dans le cas des ports submergés, comme Alexandrie ou Tyr, cette prospection à terre se double de missions de plongées en scaphandre autonome à la recherche de multiples indicateurs des variations relatives du niveau de la mer : morphologiques (encoches et replats d'érosion), biologiques (étagement des faunes fixées comme les huîtres et les balanes), faunes

endolithes (lithophages comme à Pouzzoles (MORHANGE *et al.* 1999). Ce travail est complémentaire du relevé classique terrestre et sous-marin des structures archéologiques entrepris par l'équipe de fouille. À l'extérieur de la zone archéologique, ce travail se double d'une recherche sur la présence de bio-indicateurs de niveau marin comme la corniche à *Lithophyllum* de Méditerranée occidentale et le trottoir à vermetes de Méditerranée Occidentale (LABOREL and LABOREL-DEGUEN 1994).

1.2.2 Prospection géophysique

Dans le cas où les informations archéologiques, géomorphologiques et biologiques sont trop parcellaires on fera appel à une équipe de géophysiciens qui permettra par des techniques appropriées (géoélectricité, magnétométrie, radar, sismique...) de dresser des profils géophysiques interprétables en termes stratigraphique et géoarchéologique (HESSE 2002). Cette cartographie en trois dimensions permet de localiser grossièrement à la fois des lignes de rivages artificielles, des anomalies pouvant correspondre à des structures archéologiques et l'ancien plan d'eau portuaire, comme à Cumes. Nous renvoyons les lecteurs intéressés au riche article de HESSE *et al.* (1999) à propos de la localisation de l'Heptastade d'Alexandrie.

1.2.3 Campagnes de carottages

Au moyen de plusieurs techniques de carottages complémentaires (tarière à main, carottage mécanique rotatif, carottages à piston stationnaire...), on aboutit au prélèvement de colonnes sédimentaires dont l'échantillonnage et l'analyse permettront une meilleure connaissance des paléoenvironnements et des processus. Ces dépôts fossiles seront comparés à un référentiel sédimentologique dans l'actuel qui prendra en compte la diversité des milieux de sédimentation et des systèmes d'érosion. Nous rappelons la nécessité du stockage en chambre froide des sédiments afin d'éviter, par exemple, des décompositions de la matière organique qui peuvent entraîner des rajeunissements des datations isotopiques.

1.2.4 Analyses en laboratoire

Cette étape ne se résume ni au traitement global des échantillons par un seul homme-orchestre, ni à l'envoi des prélèvements à des spécialistes dispersés des sciences de la Vie et de la Terre, pas toujours bien au fait des problématiques géographiques que pose l'étude du site. Il s'agit de constituer un réseau de naturalistes compétents dans des disciplines précises et intéressés à un débat pluridisciplinaire. En fonction des questionnements on fera appel à différents spécialistes des environnements terrestres ou marins (MISKOVSKY 2002).

Un pas d'échantillonnage centimétrique permet d'obtenir une résolution chronologique exceptionnelle du fait d'une vitesse de sédimentation rapide dans les bassins portuaires. Par exemple, la vitesse de sédimentation est d'environ 1 cm par an à Alexandrie au cours de la période gréco-romaine et de 2 cm par an à Marseille.

En ce qui concerne le domaine marin qui nous intéresse ici, les principales disciplines sont la malacologie (PERES et PICARD 1964), la micropaléontologie (HASLETT 2002) avec en particulier les ostracodes (BODERGAT 2002 ; CARBONEL 1991), les foraminifères (GEHRELS 2002) et les diatomées (GASSE 2002). En effet, les bio-indicateurs, sont les traceurs les plus intéressants pour préciser à la fois le mode plus ou moins battu du milieu, le type de connection avec la pleine mer et le degré de confinement (GUELORGET et PERTUISOT 1983). En ce qui concerne la fraction lithoclastique, la granulométrie et la minéralogie peuvent apporter des indications complémentaires sur les sources de sédiments et les processus de transport et de dépôt des particules.

La chronologie est assurée par la comparaison des datations obtenues par l'étude du matériel céramique et les datations au radiocarbone sur du matériel biologique (coquilles *in situ*, charbons, fibres de posidonies...). Un problème se pose souvent du fait de la faible connaissance de « l'effet réservoir » de l'eau de mer en Méditerranée (SIANI *et al.* 2001 ; REIMER et MCCORNAC 2002 ; ÉVIN 2002 ; ÉVIN *et al.* 1998 ; ÉVIN et OBERLIN 2001). Si l'intégration du radiocarbone cosmogénique dans l'atmosphère est quasiment immédiat, les échanges avec le domaine marin et au sein des masses d'eau sont plus complexes et plus lents. Ainsi, il en résulte une teneur diminuée en radiocarbone pour les organismes marins. Ce vieillissement est appelé « effet réservoir ». Si on n'applique pas une correction aux échantillons, les datations des matériaux marins présentent un vieillissement ou « âge apparent » d'environ 400 ans. En général, les zones de remontée de courants marins d'eaux profondes et des sources karstiques sous-marines peuvent voir leur datation vieillie de plusieurs siècles. Par exemple, en Provence, à Carry-le-Rouet, deux coquilles de cérithes (Ly-6898 et Ly-6901) récoltées en 1930 ont un âge apparent de 1100 ± 40 BP (OBERLIN *et al.* 2001).

Il faudra donc tenter d'évaluer l'âge apparent de l'eau de mer du site étudié en mesurant soit des coquilles prélevées vivantes avant l'effet des premières explosions atomiques soit en comparant sur le même site des dates obtenues sur coquilles et sur charbon de bois (ÉVIN et OBERLIN 2001). Ces échantillons sont parfois disponibles dans les muséums d'histoire naturelle des principales villes du pourtour méditerranéen comme Milan, Naples ou Marseille...

Nous présentons trois types de questions géoarchéologiques auxquelles notre démarche pluridisciplinaire peut aider à apporter des éléments de réponse.

2. Où ? Problème paléogéographique

Un premier problème est celui de la localisation des bassins portuaires comme dans le cas de Cumes en Campanie, première colonie grecque d'occident. Dans le cadre d'un programme de recherche franco-italien, sous la direction du Centre Jean Bérard, nous avons pu montrer que le port protégé ne se trouve pas au sud-ouest de l'acropole comme le disent toutes les publications (SCHMIEDT

1966 ; PAGET 1968) mais au nord de la porte archaïque le long des rives de la lagune de Licola (*fig. 4*) comme en témoignent les carottes argilo-limoneuses (thèse de L. Stéphaniuk en cours) et les prospections géophysiques entreprises par A. Revil et M. Pessel. À Malia, en Crète, l'équipe dirigée par Dalongeville (2001) à la recherche du port antique de l'âge du Bronze n'a pu individualiser qu'un marais littoral contrairement aux spéculations de Raban (1991). Dans le golfe de Corinthe, les tentatives de Soter et Katsonopoulou (1998) pour retrouver la ville engloutie d'Helike n'ont pas donné satisfaction.

Un autre exemple est celui du port de l'âge du Bronze de Byblos localisé hypothétiquement par Frost au sud du tell (FROST 2000 ; FROST et MORHANGE 2000). Les campagnes de carottages du programme franco-libanais CEDRE ont montré que la baie sud de Byblos était constituée de milieux de sédimentation sableux caractéristiques de plages de poche ouvertes vers le large. Si le port de « Wenhamoun » se localise au sud de Byblos, il s'agit de simple plages de sable caractéristiques d'un port ouvert. Les plongées en scaphandre autonome de l'été 2002 (COLLINA-GIRARD *et al.* sous presse) ont mis en évidence la présence d'un relief sous-marin au large du promontoire de Byblos, qui pouvait surtout protéger, il y a plus de 5000 ans, la rade nord. La question de la localisation exacte du port de l'âge du Bronze de Byblos reste donc encore ouverte, mais il ne faut pas s'attendre à découvrir des structures archéologiques spectaculaires, mais plutôt des plages équipées d'ouvrages légers.

À plus grande échelle, les rivages sont caractérisés par une mobilité importante dans un double contexte de décélération de la montée relative du niveau de la mer depuis 6000 ans et d'un budget sédimentaire très largement positif depuis les défrichements néolithiques. Par exemple, le port nord de Sidon se localise en grande partie sous la ville médiévale et moderne (ESPIC *et al.* 2002). Cette évolution très générale représente une opportunité archéologique. En effet, les rivages antiques se situent le plus souvent à l'intérieur même du tissu urbain comme la corne du port à Marseille ou les rampes de halage du Pirée ou de Kition-Bamboula à Larnaka. La figure 5 présente le recul du plan d'eau le long de la rive nord du vieux port de Marseille depuis l'âge du Bronze. On remarque que le rivage a progressé de plus de 100 mètres depuis cette période jusqu'à l'époque contemporaine. Cette dynamique s'est ensuite accélérée à la période romaine. À la faveur d'un aménagement d'un parc de stationnement sous-terrain ou d'un équipement urbain, une fouille archéologique préventive est alors envisageable en milieu urbanisé. Cette progradation historique des rivages, d'origine terrigène, est liée aux atterrissements fluviaux et aux remaniements de l'argile provenant de la fusion de l'habitat en adobe.

À petite échelle, la présence d'îles est à l'origine d'une diffraction de la houle qui génère une morphologie de type tombolo à la marge des deltas comme dans le cas de la presqu'île d'Alexandrie-Pharos, Olbia-Giens, Tyr ou Orbetello.

La régularisation de la ligne de rivage deltaïque et l'allongement d'une flèche en zone d'abri (Nir 1996) est à l'origine de la segmentation des baies et de la création de deux rades très différentes : l'une face au vent relativement agitée, l'autre sous le vent particulièrement protégée et propice à l'installation d'un port antique naturellement protégé (GOIRAN 2001).

À Chypre, dans le cadre de la fouille archéologique du port de Kition-Bamboula à Larnaca, nous avons pu mettre en évidence plusieurs phases de modification des rivages depuis 3000 ans. Un golfe marin protégé a d'abord servi de zone portuaire à la période du Bronze récent, au milieu du II^e millénaire av. J.-C. À partir du I^{er} millénaire av. J.-C., l'environnement devient lagunaire et permet la mise en place d'un port de guerre fermé. Durant l'Antiquité tardive, le milieu correspond à une lagune côtière hypersaline qui va se colmatant. Finalement les marécages côtiers ont été bonifiés par l'administration britannique et le trait de côte totalement artificialisé. Cet exemple illustre bien le problème paléogéographique de la connexion entre les lagunes et le large (*fig. 6*). La reconnaissance d'un grau ou d'un chenal par carottage est une question à la fois essentielle et particulièrement difficile (MORHANGE *et al.* 1999, 2000).

3. Quand ? Problème chronologique

Une approche stratigraphique permet de répondre à deux questions chronologiques fondamentales (*fig. 7*). La première concerne la date de construction du bassin, autrement dit la transition d'un milieu côtier « naturel » vers un environnement aménagé en port et de plus en plus artificialisé. La seconde correspond à la date de son abandon, le moment où le bassin n'est plus fonctionnel et où les môles ne protègent plus artificiellement le milieu.

La stratigraphie classique observée sur la plupart des sites fait apparaître trois unités principales (*fig. 4*) :

— À la base, une couche de sables marins coquilliers caractéristiques de plages ouvertes et de secteurs parcourus par des courants.

— Puis, on observe un milieu vaseux typique d'un port fermé protégé et confiné. Le changement de faciès, souvent brutal, exprime la rapidité de mise en place des structures archéologiques de protection côtière.

— Enfin, le terme sommital correspond souvent à une couche de sables coquilliers grossiers postérieure à l'abandon de l'entretien des structures portuaires. L'étude du changement de faciès apporte des indications sur la nature et la vitesse d'abandon du port qui peut être progressive ou soudaine, naturelle (colmatage comme à Troie [KRAFT *et al.* 1980], affaissement comme à Alexandrie [GOIRAN 2001] et à Ménouthis [STANLEY *et al.* 2001], soulèvement comme à Phalasarina [PIRAZZOLI 1992] ou artificielle (mauvais entretien des structures, poldérisation comme à Tyr, conflits...).

Les datations portent sur la base et le sommet de la couche vaseuse. Le matériel archéologique souvent abondant apporte une première série de dates qui

sont comparées avec les résultats ^{14}C obtenus sur des coquilles et sur les charbons de bois.

Enfin, un dernier type d'information peut être extrait de ces archives sédimentaires. Il s'agit de mettre en évidence des phases de curage des bassins. Le taux de sédimentation étant souvent élevé, l'exhaussement des fonds marins risque de rendre difficile l'accès aux quais pour les navires au tirant d'eau important. Ainsi, pour un navire hauturier et une cargaison d'environ 650 tonnes métriques il faut compter 3 m à 3.5 m de tirant d'eau. Pour un caboteur moyen de 20 m de long, le tirant d'eau sera d'environ 1.5 m (comm. pers. J.-M. Gassend).

Les phases de curage traduisent la volonté de maintenir fonctionnels les bassins portuaires. Différents bio-indicateurs permettent de mettre en évidence des phases de curage qui induisent une perturbation écologique et sédimentaire du milieu. L'analyse du contenu microfaunistique fait apparaître l'abondance d'ostracodes opportunistes venus coloniser un milieu perturbé. Des faunes pionnières se développent rapidement lorsque les conditions écologiques du milieu se dégradent. La surreprésentation d'une espèce indique un stress écologique lié au dragage (remise en mouvement de sédiment, brassage des eaux, matière organique en suspension...). Enfin, les datations archéologique et radiocarbone font apparaître un ou des sauts chronologiques importants qui traduisent une lacune dans les archives sédimentaires.

4. Comment ?

Traiter de la détermination et de la quantification des impacts de l'anthropisation urbains et portuaires va permettre de préciser les formes d'occupation spatiale et les principales activités humaines. L'objectif est de caractériser et de quantifier ces impacts sur le milieu, comme les crises détritiques à l'origine d'envasement ou les pollutions urbaine et métallurgique. Il s'agit de tenter de retracer les phases et les formes de l'occupation d'un littoral et de mesurer les premiers impacts des sociétés sur leur milieu. La construction d'un port entraîne des perturbations nettes sur l'environnement marin. Lorsqu'un espace côtier « naturel » est aménagé, cinq principaux types d'impacts peuvent être décelés dans les sédiments (*fig. 8*) :

— **le premier type d'impact, qualifié de granulométrique**, fait apparaître un changement net dans la taille des grains par un enrichissement en éléments fins. La mise en place des structures portuaires provoque en effet le passage d'un mode marin battu à un mode calme. Le bassin portuaire correspond à un milieu de sédimentation artificiel qui va désormais piéger les fractions limono-argileuses.

— **L'impact détritique** se définit par des vitesses d'accumulation accélérées. Par exemple, le port archaïque de Marseille s'envase rapidement avec des

vitesses de sédimentation de l'ordre de 20 mm/an (MORHANGE 1994). Par comparaison, le taux de sédimentation dans le port oriental d'Alexandrie atteint également une vitesse moyenne élevée de 15 mm/an pour la période gréco-romaine (GOIRAN *et al.* 2000).

— **L'impact géomorphologique** est probablement le plus visible dans le paysage. D'importants apports terrigènes, liés en partie à des crises érosives « urbaines » ou à l'échelle du bassin versant, provoquent l'avancée rapide des plages. Ces progradations sont quantifiables, 4km pour la ria d'Enkomi, plusieurs dizaines de kilomètres pour les côtes d'Ionie (SCHRÖDER et BAY 1996).

— **Au plan biologique** on perçoit un double bouleversement affectant la macrofaune et la microfaune. On passe d'assemblages caractéristiques de milieux ouverts vers le large à des assemblages adaptés au milieu confiné, riche en sédiments fins. L'impact du passage souvent brutal d'un environnement à un autre se traduit quantitativement par la diminution du nombre d'espèces et l'augmentation du nombre d'individus. Cette tendance traduit des stress écologiques.

— **Les impacts géochimiques** se caractérisent par le rejet à la mer de métaux lourds issus des activités métallurgiques. À Alexandrie, nous avons utilisé le plomb comme indicateur géochimique de la présence des sociétés antiques. Cela nous a permis de progresser dans l'interprétation des phases d'occupation de l'espace littoral. Au IV^e siècle av. J.-C., à partir de la création de la ville par Alexandre, les résultats montrent un pic élevé en plomb. Cependant, un premier signal en plomb a déjà été détecté dès le milieu du III^e millénaire av. J.-C. Ce démarrage du signal, dès 2400 av. J.-C., peut indiquer des activités métallurgiques à proximité. Ces premiers éléments permettent de nuancer l'idée d'une création urbaine *ex nihilo* d'Alexandrie et soulèvent le problème de l'occupation du site avant l'époque hellénistique (GOIRAN 2001). Cette question est particulièrement complexe. Il s'agit en effet de différencier les pollutions géochimiques engendrées par une occupation humaine ancienne le long des rives de la lagune et de la Méditerranée de celles issues de la fondation de la ville nouvelle d'Alexandrie. Le problème porte à la fois sur la chronologie, sur le degré et les types d'impact.

Conclusion

Notre démarche met en évidence l'importance de cette voie de recherche sur les ports antiques pour l'archéologie. Dans l'histoire de l'occupation humaine des rivages de Méditerranée, la fondation des ports correspond à un moment important, celui où les paysages littoraux vont cesser d'évoluer uniquement de manière naturelle pour connaître une artificialisation et une urbanisation sans

précédent. Les milieux littoraux ont enregistré dans leurs archives bio-sédimentaires des degrés d'artificialisation des milieux et des types d'impact, qui corres-

pondent à des logiques d'organisation de l'espace différentes au cours des temps historiques. Comme tous les géosystèmes, il s'agit de combinaisons complexes, chaque catégorie relevant, à son rythme propre, du temps long (mobilité des paysages) au temps court (instabilité, rupture, événement...) (BOUSQUET *et al.* 1983).

Au cours du temps, les sites portuaires vont se multiplier et constituer un véritable réseau permettant la mise en relation, sur plusieurs millénaires, des façades maritimes de Méditerranée (GRAS 1995). Nous insistons sur le fait que les modes d'interférence des sociétés sur les milieux sont très différents. Les résultats montrent en effet des niveaux d'artificialisation très variés qui correspondent à des logiques d'organisation territoriale spécifiques (PROVANSAL *et al.* 1995). Il s'agit à la fois d'étudier les relations entre l'évolution des paléo-milieux littoraux d'une part et les dynamiques des sociétés antiques d'autre part. Cette histoire reflète aussi le poids inégal des contraintes naturelles et les limites des réponses que les sociétés peuvent y apporter. Ainsi, la durée des aménagements portuaires illustre les difficultés de maîtrise d'un littoral par les sociétés antiques. Cette réflexion met en évidence le nécessaire travail sur le degré d'artificialisation du littoral méditerranéen et le besoin d'établir une typologie des impacts des différentes formes des cités portuaires et de leur emprise sur le milieu. Une étude comparée des hiérarchies portuaires et des impacts est en cours (thèse de N. Carayon sur les ports phéniciens et puniques).

Cette recherche permet de faire avancer nos connaissances sur les ports antiques et favorise le développement d'une approche novatrice et prometteuse. C'est une contribution à l'étude des rôles pluriséculaires des sociétés dans la gestion de leur environnement et de la mobilité des paysages littoraux. Notre intention majeure était ici de montrer l'intérêt que présente l'application croisée des approches géomorphologiques, sédimentologiques et biologiques à l'étude archéologique des ports antiques. C'est donc une « autre histoire » que nous essayons d'écrire. Notre propos n'est pas d'illustrer l'idée que l'analyse du sédiment n'est plus seulement une contribution à l'archéologie mais qu'elle est devenue un objet de recherche archéologique.

Jean-Philippe GOIRAN, Christophe MORHANGE

Bibliographie

- BODERGAT 2002
A.M. BODERGAT, « L'ostracode, sa signification en terme d'environnement », in MISKOVSKY 2002
- BOUSQUET *et al.* 1983
B. BOUSQUET, J.-J. DUFAURE, P.-Y. PECHOUX, « Temps historiques et évolution des paysages égéens », *Méditerranée* 2, p. 3-25.
- BOUSQUET *et al.* 1987
B. BOUSQUET, J.-J. DUFAURE, P.-Y. PECHOUX, « Ports antiques et lignes de rivage égéennes », in *Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée d'après les données de l'archéologie, Colloque international du CNRS, Aix-en-Provence 1985*, Paris, p. 137-154.
- BRUCKNER 1997
H. BRUCKNER, « Coastal changes in western Turkey; rapid progradation in historical times », in F. BRIAND et A. MALDONADO eds., *Transformations and evolution of the Mediterranean coastline*, CIESM Science Series, *Bulletin de l'Institut Océanographique* 18, Monaco, p. 63-74.
- CARBONEL 1991
P. CARBONEL, « Les ostracodes du Paleolac Haijad », in : *Paléoenvironnements du Sahara*, p. 91-100.
- COLLINA-GIRARD *et al.* *sous presse*
J. COLLINA-GIRARD, H. FROST, M. HELOU, B. NOURREDINE, « Un promontoire sous-marin au large du port antique de Jbayl-Byblos : cartographie, interprétation géologique et implication archéologiques », *BAAL*.
- DALONGEVILLE 2001
R. DALONGEVILLE et coll., « Malia : un marais parle », *BCH* 125, p. 67-88.
- DEVILLERS *et al.* *sous presse*
B. DEVILLERS, C. MORHANGE, M. BUFFIERE DE L'AIR, M. BOURCIER, M. PROVANSAL, *Détritisme, potentialités et aménagements du territoire à l'Age du Bronze sur les secteurs amont (Potamia-Agios Sozomenos) et aval (Messarée orientale, secteur d'Enkomi-Acheritou) du bassin versant du Gialias (Chypre)*, avancement du programme POTAMIA.
- DOUMET-SERHAL 2000
Cl. DOUMET-SERHAL, *Sidon, National Museum News* 10.
- DUCHENE *et al.* 2001
H. DUCHENE, R. DALONGEVILLE, P. BERNIER, « Transformations du paysage naturel et évolution du littoral dans l'archipel délien », in H. DUCHENE et Ph. FRAISSE eds, *Le paysage portuaire de la Délos antique*, EAD 39, p. 165-176.
- DUNAND 1939
M. DUNAND, *Fouilles de Byblos I, 1926-1932*, Paris, 2 vols.
- EMPEREUR 1995
J.-Y. EMPEREUR, « Le port hellénistique d'Amathonte », in V. KARAGEORGHIS, D. MICHAELIDES eds, *Proceedings of the International Symposium : Cyprus and the sea*, p. 131-137.
- EMPEREUR 1999
J.-Y. EMPEREUR, « Alexandrie (Égypte) », *BCH* 123, « Études Chroniques et rapports », p. 545-559.
- EMPEREUR - VERLINDEN 1986
J.-Y. EMPEREUR, C. VERLINDEN, « The underwater excavation at the Ancient Port of Amathus », *IJNA* 15-4, p. 1-13.

EMPEREUR *et al.* 2002

J.-Y. EMPEREUR, K. ESPIC, C. MOHRANGE, M. BOURCIER, C. BRUZZI, P. CARBONEL, CL. DOUMET-SERHAL, « Les ports antiques de Sidon : nouvelles données paléo-environnementales », *Archaeology and History in Lebanon* 15, p. 28-36.

ÉVIN 2002

J. ÉVIN, « Le radiocarbone » *in* MISKOVSKY 2002, p. 1183-1196.

ÉVIN *et al.* 1998

J. ÉVIN, A. FERDIERE, G.-N. LAMBERT, L. LANGOUËT, P. LANOS, C. OBERLIN, *La datation en laboratoire*.

ÉVIN et OBERLIN 2001

J. EVIN - C. OBERLIN, « Les développements récents en datation par le radiocarbone pour l'archéologie », *in* *Datation, XXI^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, p. 93-111.

FOUACHE 1999

É. FOUACHE, *L'alluvionnement historique en Grèce Occidentale et au Péloponnèse*, BCH Supplément 35.

FROST 2000

H. FROST, « From Byblos to Pharos : some archaeological considerations », *in* *Underwater archaeology and coastal management sourcebooks 2*, UNESCO, p. 64-68.

FROST et MORHANGE 2000

H. FROST, C. MORHANGE, « Proposition de localisation des ports antiques de Byblos (Liban) », *Méditerranée* 1-2, p. 101-104.

GASSE 2002

F. GASSE, « Diatomée, archéologie et préhistoire » *in* MISKOVSKY 2002, p. 735-750.

GEHRELS 2002

W.R. GEHRELS, « Intertidal Foraminifera as Palaeoenvironmental indicators », *in* S.K. HASLETT ed., *Quaternary Environmental Micropalaeontology*, Londres, p. 91-114.

GOIRAN 2001

J.-P. GOIRAN, *Recherches géomorphologiques dans la région littorale d'Alexandrie en Égypte*, Thèse de Doctorat en Géographie Physique, Université de Provence, Aix-Marseille I, 264 p.

GOIRAN *et al.* 2000

J.-P. GOIRAN, C. MORHANGE, M. BOURCIER, P. CARBONEL, C. MORIGI, « Évolution des rivages d'Alexandrie à l'Holocène récent, marge occidentale du delta du Nil, Égypte », *Méditerranée* 1-2, Tome 94, p. 83-90.

GRAS 1995

M. GRAS, *La Méditerranée archaïque*.

GUELORGET - PERTUISOT 1983

O. GUELORGET - J.-P. PERTUISOT, *Le domaine paralytique, expressions géologiques, biologiques et économique du confinement*, Travaux du labo. de Géologie 16.

HASLETT 2002

S.K. HASLETT, ed., *Quaternary Environmental Micropalaeontology*, Londres.

HESSE *et al.* 1999

A. HESSE, P. ANDRIEUX, M. ATYA, C. BENECH, C. CAMERLYNCK, M. DEBAS, C. FECHANT, A. JOLIVET, C. KUNTZ, P. MECHLER, C. PANISSOD, L. PASTOR, A. TABBAGH, J. TABBAGH, « L'Heptastade d'Alexandrie », *Études Alexandrines*.

HESSE 2002

A. HESSE, « Méthodes géophysiques de la prospection » *in* MISKOVSKY 2002.

- HOLUM *et al.* 1999
K.G. HOLUM, A. RABAN et J. PATRICH, édés, 1999, *Caesarea Papers 2, Journal of Roman Archaeology*, Supp. Series 35.
- KRAFT *et al.* 1980
J.C. KRAFT, I. KAYAN, O. EROL, « Geomorphic reconstructions in the environs of ancient Troy », *Science* 209, p. 776-781.
- LABOREL - DEGUEN 1994
J. LABOREL, F. LABOREL-DEGUEN, « Biological indicators of relative sea level variations and of co-seismic displacements in the Mediterranean region », *Journal of Coastal Research* 10-2, p. 395-415.
- MISKOVSKY 2002
J.-C. MISKOVSKY, *Géologie de la préhistoire*, GEOPRE, Presse Univ. de Perpignan.
- MORHANGE 1994
C. MORHANGE, *La mobilité récente des littoraux provençaux*, Thèse de Doctorat en Géographie Physique, Université de Provence, Aix-Marseille I, 269 p. et ann.
- MORHANGE 2001
C. MORHANGE, *Mobilité littorale de quelques sites portuaires antiques de Méditerranée : Marseille, Pouzzoles, Cumes, Kition et Sidon*, Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Provence, Aix-Marseille I, 180 p. et ann.
- MORHANGE *et al.* 1999
C. MORHANGE, J.-P. GOIRAN, M. BOURCIER, P. CARBONEL, J. LE CAMPION, B. PYATT, A. PRONE, J.-M. ROUCHY, J.-C. SOURISSEAU, M. YON, « 3000 ans de modification des environnements littoraux à Kition-Bamboula, Larnaca, Chypre, Méditerranée », *Quaternaire* 10, n°2-3, p. 133-149.
- MORHANGE *et al.* 2000
C. MORHANGE, J.-P. GOIRAN, M. BOURCIER, P. CARBONEL, J. LE CAMPION, J.-Y. ROUCHY, M. YON, « Recent Holocene Paleo-environmental evolution and coastline changes of Kition, Larnaca, Cyprus, Mediterranean sea », *Marine Geologie* 170, p. 205-230.
- NIR 1996
Y. NIR, « The city of Tyre, Lebanon and its semi-artificial tombolo », *Geoarcheology* 11/3, p. 235-250.
- OBERLIN *et al.* 2001
C. OBERLIN, C. MORHANGE, V. PELC, E. DELQUE-KOLIC, « Influence de l'âge apparent local de l'eau de mer sur les datations des sites côtiers », in N. FLORSCH, éd., *Archéologie et archéométrie littorale et sous-marines, actes du colloque d'archéométrie*, La Rochelle, avril 2001, à paraître.
- PAGET 1968
R.F. PAGET, « The ancient port of Cumae », *Journal of Roman Studies* 58, 1-2, p. 148-169.
- PERES - PICARD 1964
J.-M. PERES, J. PICARD, *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*, *Rec. Trav. Stat. Marine Endoume*, Bull. 31, fasc. 47.
- PIRAZZOLI 1999
P.A. PIRAZZOLI, « Les ports antiques soulevés de la Méditerranée orientale », *Geoarcheologia i Quaternari litoral, Memorial M.P. Fumanal*, Universitat di Valencia, p. 391-401.
- PIRAZZOLI *et al.* 1992
P.A. PIRAZZOLI, J. AUSSEIL-BADIE, P. GIRESSÉ, E. HADJIDAKI, M. ARNOLD, « Historical environmental changes at Phalasarna harbor, West Crete », *Geoarcheology, An International Journal* 7, p. 371-392.

POIDEBARD 1939

A. POIDEBARD, « Un grand port disparu : Tyr, recherches aériennes et sous-marines 1934-1936 », Paris, 2 vol.

POIDEBARD - LAUFFRAY 1951

A. POIDEBARD, J. LAUFFRAY, *Sidon, aménagements antiques du port de Saïda, étude aérienne, au sol et sous-marine (1946-1950)*, République libanaise, Ministère des Travaux Publics, Beyrouth.

PROVANSAL *et al.* 1995

M. PROVANSAL, C. MORHANGE, C. VELLA, « Impacts anthropiques et contraintes naturelles sur les sites portuaires antiques de Marseille et de Fos. Acquis méthodologiques », *Méditerranée* 3-4, p. 93-100.

RABAN 1985

A. RABAN (Ed), *Harbour archeology, Proceedings of the first international workshop on ancient Mediterranean harbours, Caesarea Maritima, 1983*, BAR International series 257.

RABAN 1988

A. RABAN, ed, *Archeology of coastal changes, Proceedings of the first international symposium "cities on the sea-past and present", Haifa, 1986*, BAR International series 404.

RABAN 1991

A. RABAN, « Minoan and Cananite harbours », *Aegaeum* 7, p. 129-146.

REIMER *et* McCORMAC 2002

P.J. REIMER, F.G. McCORMAC, « Marine radiocarbon reservoir corrections for the Mediterranean and Aegean seas », *Radiocarbon* 44/1, p. 159-166.

REINHARDT *et al.* 1998

E.G. REINHARDT, R.T. PATTERSON, J. BLENKINSOP, A. RABAN, « Paleoenvironmental evolution of the inner basin basin of the ancient harbor at Caesarea Maritima, Israel ; foraminiferal and Sr isotopic evidence », *Revue Paléobiol.*, Genève, 17-1, p. 1-21.

SCHMIEDT 1966

G. SCHMIEDT, « Antichi porti d'Italia. I porti delle colonie greche », *L'Universo* 46-2, p. 297-253.

SCHRÖDER *et* BAY 1996

B. SCHRÖDER, B. BAY, « Late Holocene Rapid Coastal Change in Western Anatolia – Büyük Menderes plain as a case study », *Z. Geomorph.* N. F. 102, p. 61-70.

SIANI *et al.* 2001

G. SIANI, M. PATERNE, M. ARNOLD, E. BARD, B. METIVIER, N. TISNERAT, F. BASSINOT, « Radiocarbon reservoir ages in the Mediterranean sea and Black sea », *Radiocarbon* 42/2, p. 271-280.

SOTER - KATSONOPOULOU 1998

S. SOTER, D. KATSONOPOULOU, « The search for ancient Helike, 1988-1995 : Geological, Sonar and bore hole studies », in D. KATSONOPOULOU, S. SOTER, éd., *Ancient Helike and Aigialeia*, Athènes, p. 68-114.

STANLEY *et al.* 2001

D.J. STANLEY, F. GODDIO, G. SCHNEPP, « Nile flooding sank two ancient cities », *Nature* 412, p. 293-294.

VECCHI *et al.* 2000

L. VECCHI, C. MORHANGE., P.F. BLANC, J.-P. GOIRAN, M. BUI THI, M. BOURCIER, P. CARBONEL, A. DEMANT, F. GASSE, M. GIRARD, E. VERRECCHIA, « La mobilité des milieux littoraux de Cumes, Champs Phlégréens, Campanie, Italie du sud », *Méditerranée* 1-2, p. 71-82.

YON 2000

M. YON, « Les hangars du port Chypro-Phénicien de Kition : campagnes 1996-1998 (Mission Française de Kition-Bamboula) », *Syria* 77, p. 95-116.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Ecole Française d'Athènes et l'Ecole Française de Rome de leur avoir permis de compléter et d'enrichir les références bibliographiques sur les ports antiques de Méditerranée. Ils remercient également les trois rapporteurs de ce texte de leurs remarques, analyses et critiques constructives : M. Provansal (Université Aix-Marseille I), P. Leveau (Université Aix-Marseille I) et R. Dalongeville (CNRS, Maison de l'Orient et de la Méditerranée).

Mots clés : port antique, structure portuaire, bassin portuaire, niveau marin, géoarchéologie, paléogéographie, anthropisation, Méditerranée.

Résumé

Les ports antiques sont des objets de recherches géoarchéologiques permettant l'étude des relations entre l'histoire des sociétés portuaires et celles des milieux côtiers. Les recherches en archéologie portuaire restent encore limitées pour plusieurs raisons. D'une part, ces travaux se sont plus orientés vers l'analyse de grandes cités portuaires que sur leurs complexes portuaires. D'autre part, la proximité du plan d'eau marin rend difficile les opérations de pompage de la nappe phréatique. Enfin, souvent les seules structures portuaires ont focalisé l'intérêt des chercheurs au détriment des unités stratigraphiques marines associées. Or un bassin portuaire se définit par trois éléments : un contenant (les structures : môles, quais, pieux..), un contenu (composé de sédiments accumulés et d'une colonne d'eau sus-jacente) et enfin un plan d'eau sur lequel circulent les navires (le niveau marin). Notre approche prend en compte ces trois éléments et aborde trois types de problèmes. La question Où ? traite de la localisation des ports immergés ou enfouis sous les sédiments. La question Quand ? permet de préciser les termes chronologiques. Les dates de fondation et d'abandon sont précisées ainsi que la durée de fonctionnement du port. La question Comment ? aborde le thème de la mobilité naturelle des paysages côtiers et des impacts de l'anthropisation liés à l'émergence et au développement des sociétés portuaires.

Figure 1 : Localisation des ports antiques cités dans cet article

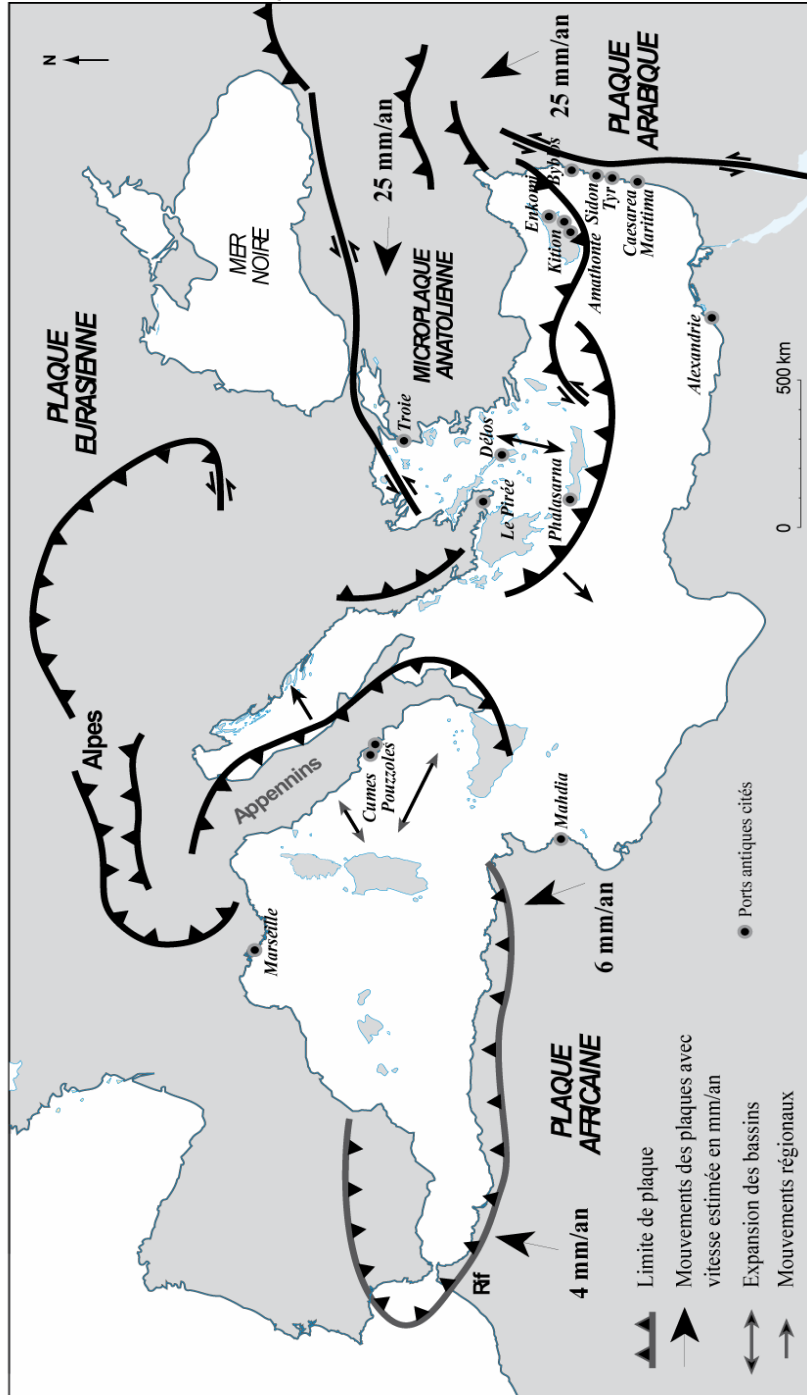


Figure 2 : Coupe d'un bassin portuaire fonctionnel

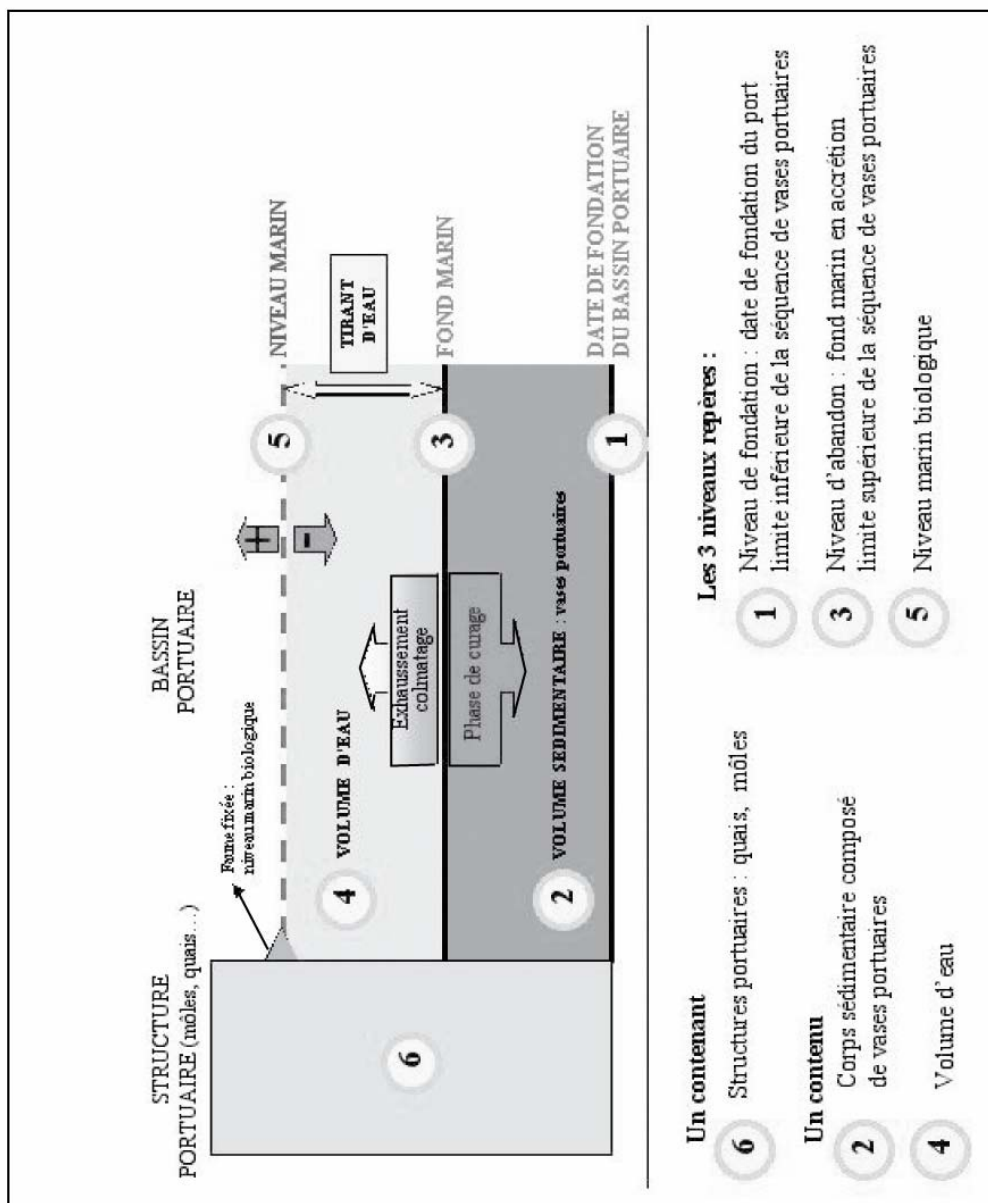


Figure 3 : Problématiques et méthodologie développées

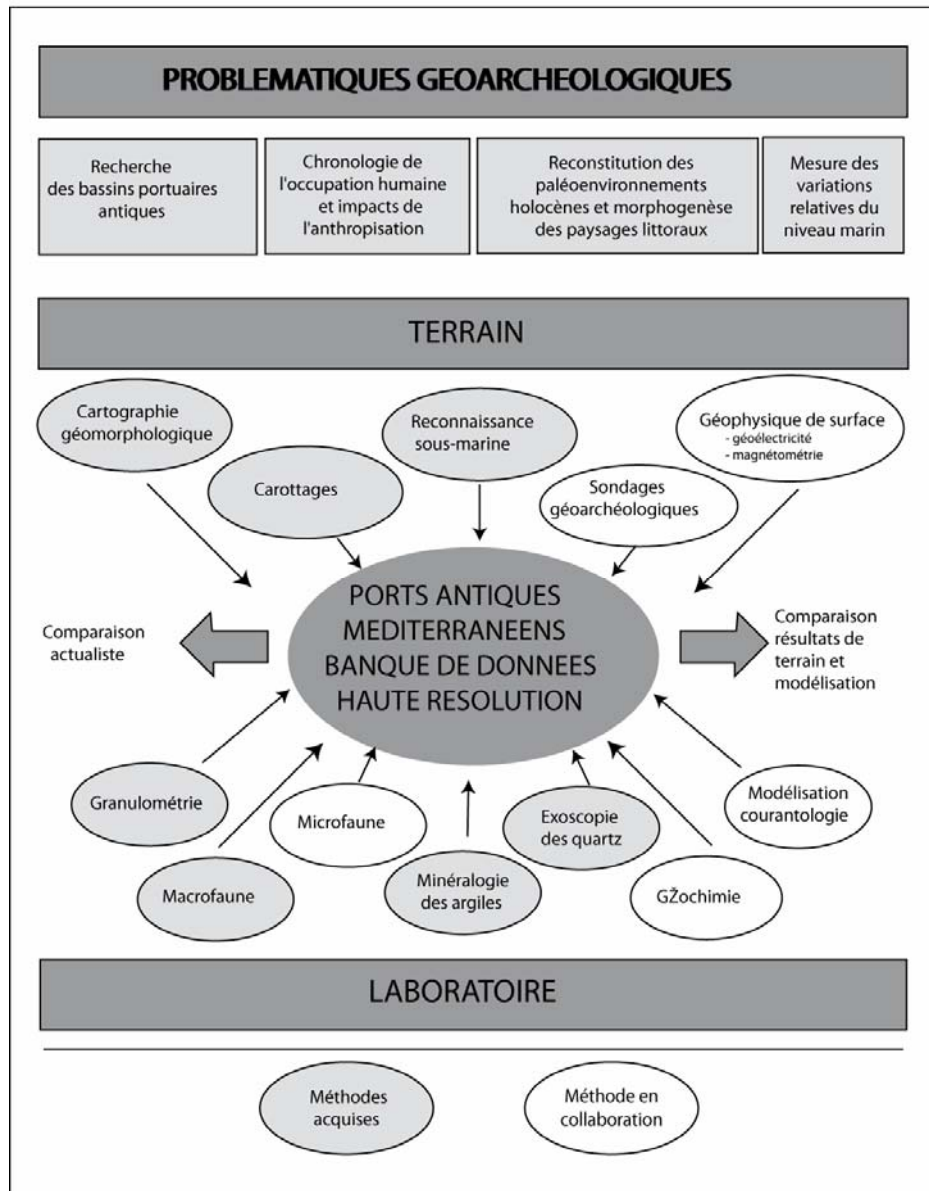


Figure 4 : Esquisse géomorphologique des environs de Cumes, Italie

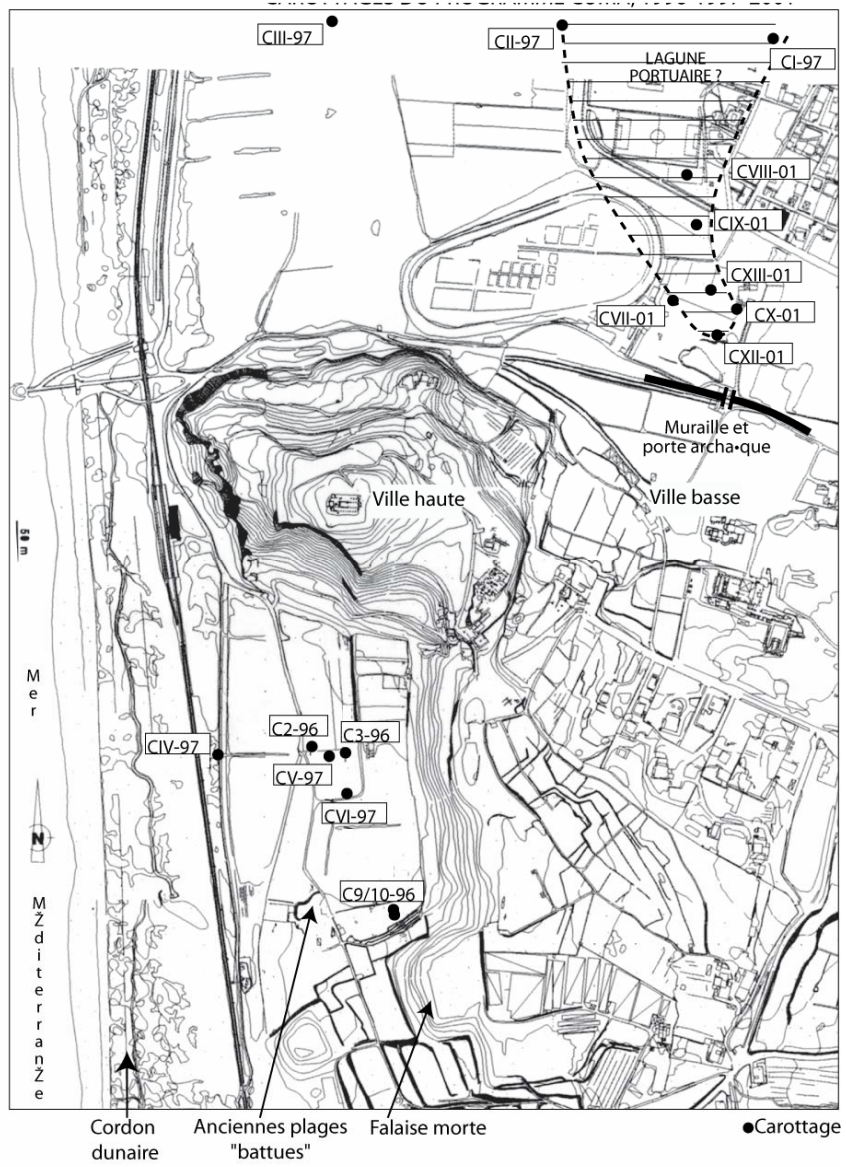


Figure 5 : les étapes de recul du plan d'eau le long de la rive nord du vieux port de Marseille depuis l'âge du Bronze

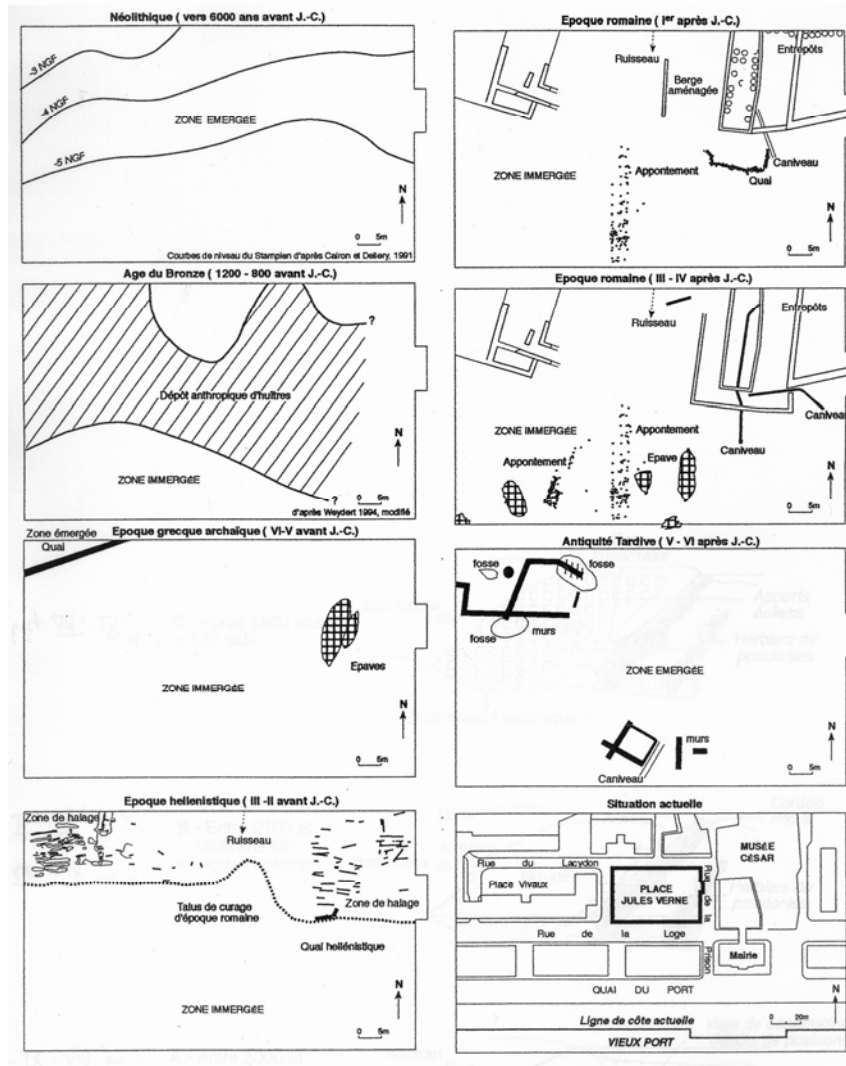


Figure 6 : évolution des rivages à Kition-Bamboula, Larnaca, Chypre depuis 3000 ans

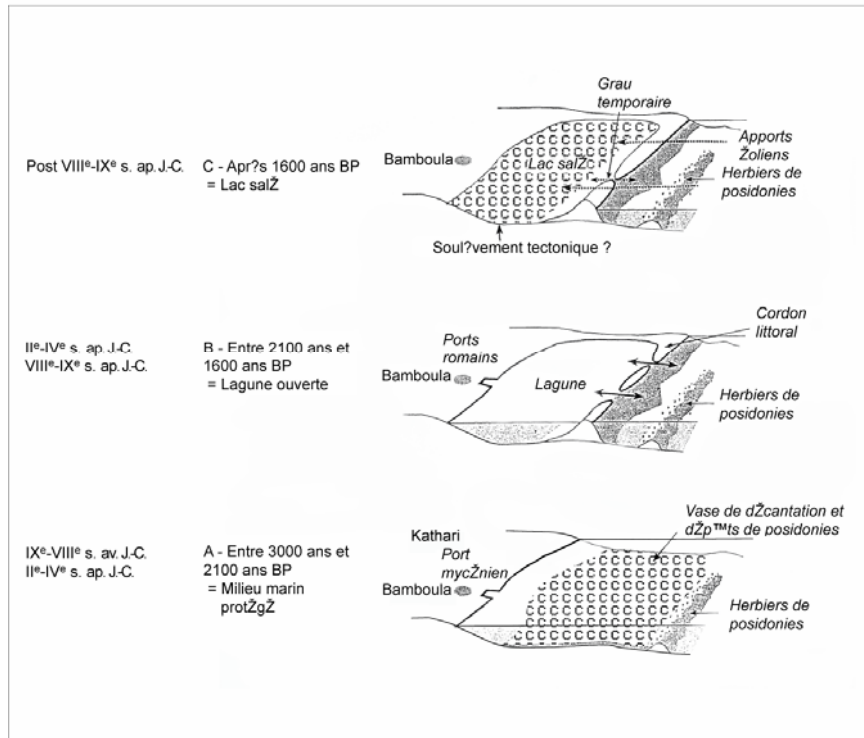


Figure 7 : les trois faciès classiques observés par carottage dans un bassin portuaire antique colmaté.

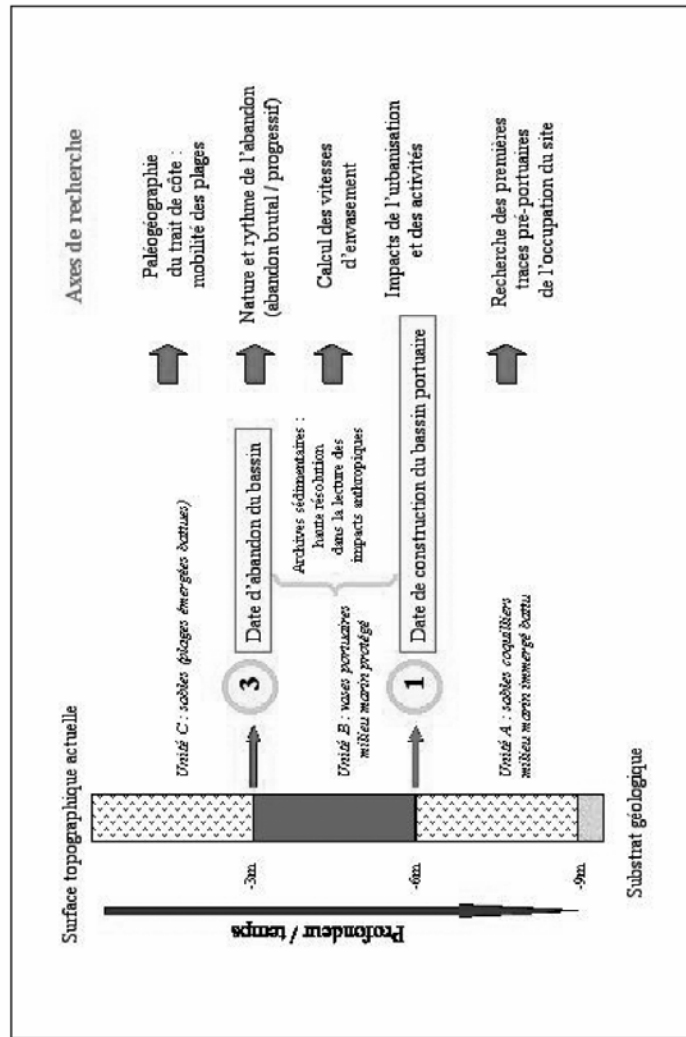


Figure 8 : Exemples d'impacts anthropiques étudiés en Méditerranée depuis l'Age du Bronze

Type d'impact	Processus principal	Exemples de dynamique	Exemples de site étudié
Granulométrique	mode battu ↘ mode calme	piègeage des fines envasement ruissellement sur surfaces d'occupation	Sidon Alexandrie Cumes
Détritique	vitesse Erosion/accumulation accélérées	envasement : av. IV ^e BC : 1mm/an ap. IV ^e BC: 15mm/an crise érosive "urbaine" : vitesse X 15	fondation d'Alexandrie
Géomorphologique	progradation d'origine terrigène artificialisation	démultiplication et artificialisation de la ligne de rivage	Alexandrie Fréjus
Biologique	confinement	modification de l'écosystème espèces rhéophiles ↘ espèces filtreuses	Alexandrie Kition
Géochimique	pollution rejets de métaux lourds	contaminations 206pb 207pb	Alexandrie