

# NOUVELLES DONNÉES PALÉO-ENVIRONNEMENTALES SUR LE PORT ANTIQUE DE SIDON. PROPOSITION DE DATATION

Christophe Morhange

Olivier Dubuquoy

Nicolas Prunet

Jacques-Louis de Beaulieu

Michel Bourcier

Pierre Carbonel

Christine Oberlin

Honor Frost

Au Sud-Liban, la ville actuelle de Saïda recouvre la célèbre ville antique de Sidon. Un premier article de synthèse portant sur les données paléo-environnementales a été soumis au comité de rédaction de la revue *BAAL* (Morhange *et al.*, soumis).

Nous recherchons ici à délimiter et à dater le ou les bassins portuaires présents sous la vieille ville actuelle de Saïda. En effet, du fait d'un tissu urbain dense, peu de recherches ont été menées sur ce site depuis les travaux de la mission d' Ernest Renan, les études de Poidebard et Lauffray (1951) et les plongées de Frost (1973). Nous désirons aussi analyser la modification des milieux côtiers, en particulier les problèmes liés au colmatage du bassin et préciser les impacts des équipements portuaires sur les vitesses d'accumulation des sédiments. Avec l'analyse pollinique de la carotte BH I, nous souhaitons obtenir des précisions sur la dynamique du couvert végétal et sur le degré d'anthropisation du paysage antique. Les premiers éléments d'interprétation fournis ici seront sujets à évolution.

## I. PRÉSENTATION ET MÉTHODOLOGIE

La région de Saïda correspond à un bas plateau calcaro-marneux, s'abaissant régulièrement d'est en ouest, puis tombant abruptement sur la plaine littorale (figure 1). La plaine se termine par une côte sableuse et régularisée, orientée NNE/SSW (Dubertret, 1949). Sidon correspond à un petit cap rocheux prolongé par une ligne de récifs gréseux, magnifique brise-lame naturel. Le hâvre est donc protégé par les récifs et l'îlot du Château de la Mer (figure 1). Ce port intérieur est d'ailleurs toujours en activité. Les apports de sédiments proviennent de deux principaux cours d'eau, le *Nahr al-Awàli* au nord et le *Nahr Saïniq* plus au sud.

Nous présentons ici les résultats de la carotte prélevée au cœur du bassin (BH I) (fig. 1, p. 40).

Les datations radiocarbone ont été réalisées sur des coquilles marines et des limons organiques. Les échantillons ont été préparés et comptés à Lyon suivant le procédé classique de la radioactivité. Les dates sont exprimées en années BP (*Before Present*) suivant les conventions internationales. Les dates calibrées sont données en années calendaires (avant et après J.-C.). Les tessons ont été identifiés à Saïda à l'ouverture des carottes.

Les analyses granulométriques ont été effectuées au laboratoire du CEREGE à Aix-en-Provence. Elles informent sur le mode plus ou moins calme ou battu des milieux. Sur site archéologique, les processus de sédimentation littorale sont toujours perturbés par les équipements portuaires. Ces derniers induisent, à proximité de la ligne de rivage, une forte hétérométrie granulométrique. On note en effet un enrichissement à la fois en sables grossiers et en ballast, lié à des remaniements de remblais et au ruissellement sur des surfaces d'occupation. En revanche, au cœur du bassin, on remarque souvent un enrichissement en petites particules (limons et argiles), l'aménagement de môles et de digues ralentissant la courantologie et accélérant l'envasement.

Les biocénoses marines des milieux meubles, ont été déterminées au Centre Océanologique de Marseille. Les interprétations doivent tenir compte de l'écologie des espèces vivantes et de l'énergie nécessaire à la fragmentation et au transport éventuel des coquilles mortes. Ces dernières se manifestent par des traces d'usure et un mélange avec des coquilles plus ou moins brisées de différentes associations faunistiques (Pérès et Picard, 1964).

Les communautés d'ostracodes ont été étudiées à l'Université de Bordeaux I. Ces micro-crustacés, pour la plupart benthiques, colonisent pratiquement tous les milieux du domaine marin et continental pourvu qu'il y ait de l'eau et un mode relativement calme. Ils apportent ainsi des informations significatives sur les

paléoenvironnements aquatiques (Carbonel, 1980; Peypouquet, 1980).

Les littoraux du Liban, ont rarement fait l'objet d'analyses palynologiques (Bottema, 1991). Cette recherche est une tentative pour mettre en évidence l'apparition du phénomène agricole en se plaçant dans la longue durée et l'histoire naturelle et anthropique de la végétation. Les échantillons ont été traités à l'Université d'Aix-Marseille III. L'origine du pollen dans un dépôt portuaire est de plusieurs ordres: apport principal par le vent, apports secondaires par les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, apport anthropique, et éventuellement pollen remanié par l'érosion de dépôts plus anciens. Les deux premiers apports sont généralement majoritaires et donnent une idée de l'état de la végétation au voisinage du port. Nous renvoyons le lecteur intéressé à notre article soumis à la revue *BAAL* pour plus de précisions méthodologiques (Morhange *et al.*, soumis).

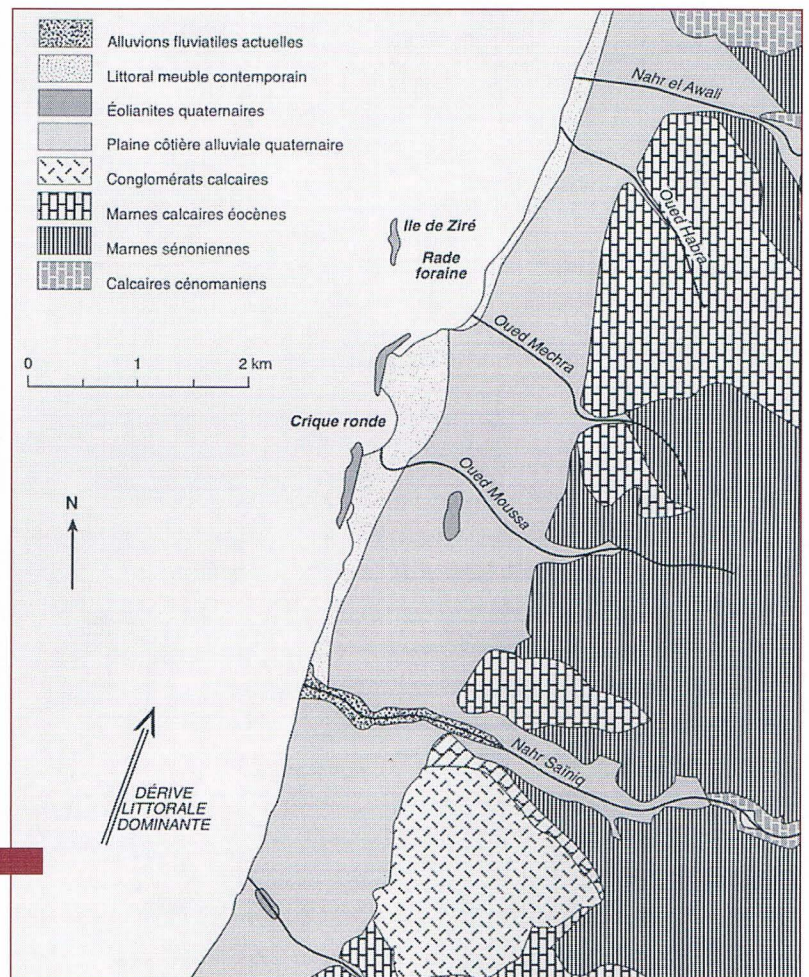
## 2. ANALYSE DE LA CAROTTE BH I (figure 2)

Cette première carotte se situe sur les quais artificiels du port actuel de Saïda, qui ont été gagnés récemment sur la zone de halage. Cette zone est encore présente sur la carte de Poidebard et Lauffray (1951). Nous pouvons distinguer cinq unités sédimentaires différentes :

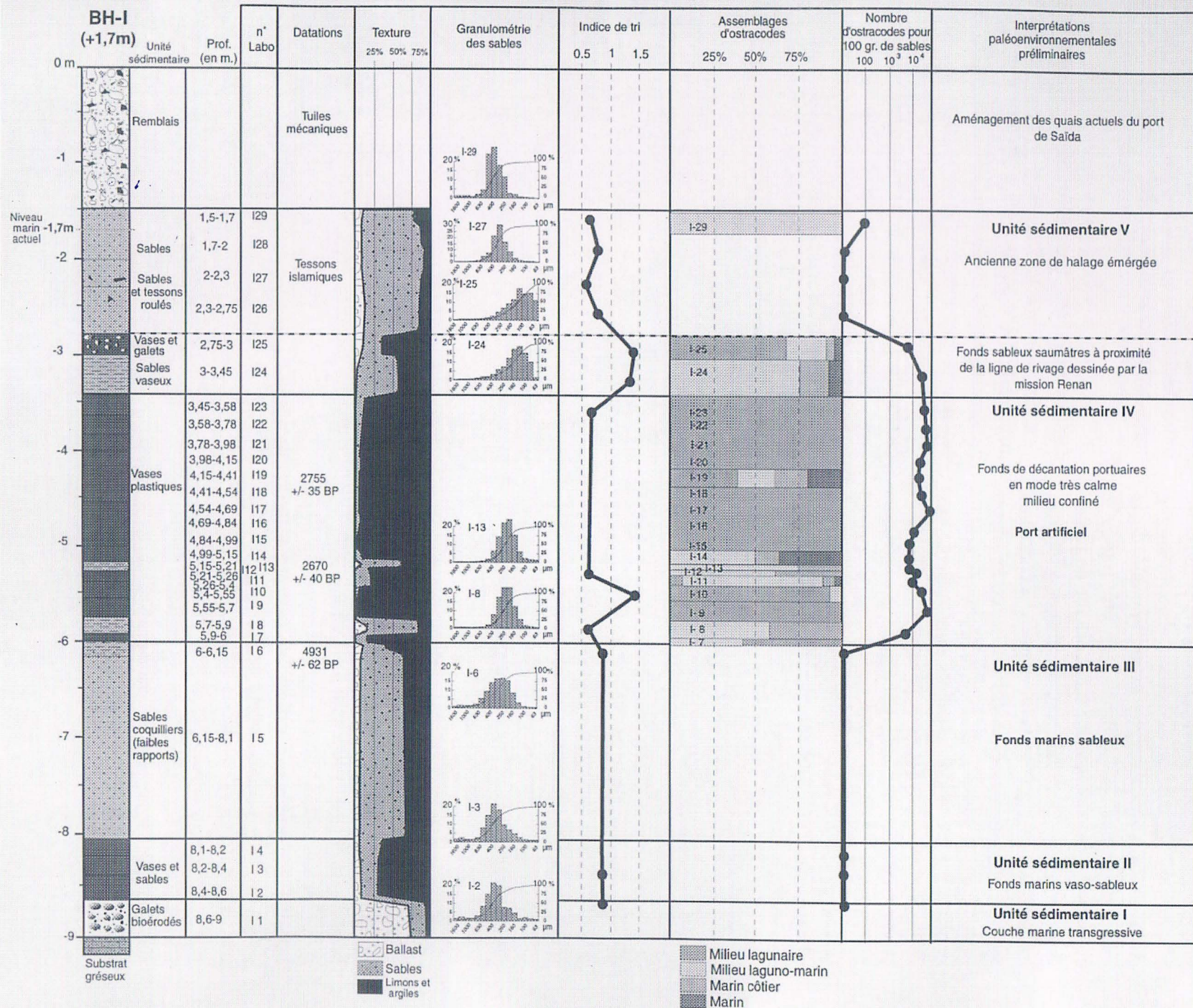
**Une première unité de sédiments marins** (BH I 1) se situe à la base du carottage. Le substrat a été atteint à 7,3 mètres sous le niveau marin moyen actuel. Cette unité est constituée de galets de grès roulés et encrustés par de la faune marine fixée (tubes de polychètes, de serpules et de quelques vermetes). Nous n'avons pas pu récolter de matrice interstitielle. Cette unité marine transgressive s'est déposée en discordance sur le substrat quaternaire.

**Une deuxième unité sédimentaire** (de BH I 2 à BH I 4) est constituée de vases sableuses grises. L'analyse granulométrique de la fraction sableuse présente une courbe cumulative en S assez typique des milieux côtiers. Ces sables sont plutôt homométriques. Les limons et les argiles prédominent. Ils représentent de 66 % à 69 % du poids total à sec des échantillons. Cette surreprésentation en micro-particules indique un milieu calme de sédimentation.

Ces vases sont extrêmement pauvres en pollen. Un seul échantillon (BH I 3) s'est révélé utilisable. L'assemblage pollinique correspondant est dominé par les plantes herbacées, principalement les composées, les asphodèles et les graminées. Les arbres sont très rares. Le pollen étant très altéré, l'assemblage peut être interprété comme lié à une destruction sélective de ce dernier, bien connue dans les cas des sédiments archéologiques (Bottema, 1975). Si ce n'est pas le cas, le spectre évoque alors un paysage aride et dégradé de steppe à asphodèles. Les abondantes spores d'isoètes traduisent la présence de mares littorales (Médail *et al.*, 1998).



2 Analyse sédimentologique de la carotte BH I (d'après Morhange *et al.*, soumis).



*Une troisième unité sédimentaire* (BH I 5 et BH I 6) est sableuse et stérile en pollens. Des problèmes techniques n'ont pas permis de récupérer cette unité de manière satisfaisante. Nous avons seulement pu analyser deux prélèvements : BH I

5, récupéré en vrac, et BH I 6. Au sommet, cette unité est datée 4931 +/- 62 ans BP en BH I 6 (Ly 9470), soit entre 3475 ans et 3070 ans avant J.-C.

L'analyse granulométrique de la fraction sableuse (environ 50 % du poids total à sec des échantillons) indique une courbe cumulative en S, décrivant un enrichissement modéré en sables fins. Les limons et argiles représentent environ 40 % du poids total à sec des échantillons.

La faune marine est constituée par des espèces de fonds sableux caractéristiques de l'assemblage des sables vaseux de mode calme, en particulier *Loripes lacteus* et *Cerithium vulgatum*. On constate aussi un apport de coquilles remaniées provenant des sables fins bien calibrés (*Nassarius pygmaeus*, *Neveritha josephinia*), d'herbiers de posidonies et d'algues photophiles proches (*Columbella rustica*, *Conus mediterraneus*).

*Une quatrième unité sédimentaire* (de BH I 7 à BH I 23) de vases grises est postérieure à 4931 ans BP. Elle est datée 2670 +/- 40 BP en BH I 12 (Ly 9231, soit 898-785 avant J.-C.) et 2755 +/- 35 BP en BH I 19 (Ly 9232, soit 995-828 avant J.-C.)

Le ballast, quasi-absent, est constitué de quelques coquillages. La fraction sableuse représente en moyenne 5 % du poids total à sec des échantillons. Deux passées sont plus sableuses (BH I 8 et de BH I 12 à 13). Ces sables fins évoquent des dynamiques de dépôt de mode calme. En BH I 9 et BH I 12, des cristaux de gypse aux formes tabulaires, sont même parfois maclés. Ces cristaux ne résultent donc pas d'un transport, mais d'une cristallisation à l'intérieur du sédiment qui les abrite. Les limons et les argiles prédominants représentent en moyenne 94 % du poids total à sec des échantillons. Cette surreprésentation en micro-particules traduit un milieu calme et abrité de

décantation de type portuaire.

La faune est en majeure partie constituée par des assemblages lagunaires (*Scrobicularia plana*, *Cerastoderma glaucum*, *Hydrobia acuta*...) et des sables vaseux de mode calme (*Loripes lacteus*, *Nassarius reticulatus*, *Tapes decussatus*...). On constate aussi quelques remaniements provenant des rochers infralittoraux ou des structures portuaires (quais ?) (*Modiolus martorelli*, *Cerithium rupestre*... et de nombreux fragments de balanes).

Les ostracodes, assez peu diversifiés, sont très nombreux. 9 prélèvements sur 17 sont caractérisés par des peuplements monospécifiques à *Cyprideis torosa*, typiques des lagunes. Les deux passées sableuses (BH I 8 et BH I 12 et 13) correspondent à des arrivées d'ostracodes du domaine laguno-marin (*Xestoleberis* sp.) et marin côtier (*Aurilla woodwardii*).

Les échantillons sont riches en pollens d'une grande diversité. Cependant, des grains bien conservés côtoient du pollen très abîmé, ce qui suggère qu'une partie du matériel est remanié de formations sédimentaires anciennes. C'est pourquoi les comptages ne tiennent compte que des grains de pollen bien conservés indiscutablement contemporains du dépôt.

Avec quelques variations quantitatives les assemblages polliniques sont très proches dans leur composition floristique. Parmi les arbres dominant: *Pinus*, *Olea* et *Vitis*. Les pins ne sont pas assez nombreux pour signaler un boisement notable à proximité du port. Au contraire *Olea* et, dans certains niveaux, *Vitis* indiquent une intense culture des environs. *Juglans*, présent dans presque tous les niveaux, est aussi certainement cultivé (*Abi-Saleh*, 1978).

Au niveau des taxons herbacés, les spectres présentent un très grand nombre de pollens de Crucifères. En général lorsqu'un grain de pollen d'herbacée est hyperdominant, comme cela est le cas, cela signale sa présence *in situ*. L'hypothèse la plus vraisemblable est donc qu'il s'agit d'un taxon aquatique (*Nasturtium*, *Cardamine*), ou littoral (*Alyssum*, *Cakile*). Parmi les autres herbacées on peut distinguer trois ensembles principaux :

**NOUVELLES DONNÉES  
PALÉO-  
ENVIRONNEMENTALES  
SUR LE PORT  
ANTIQUE DE SIDON**

**46**

- Plantes liées à l'action de l'Homme (Céréales relativement abondantes, rudéro-ségétales et nitrophiles: Sanguisorba minor, Mercurialis...).

- Plantes des pelouses sèches ou steppiques montrant l'importance des espaces découverts (Poacées, Xanthium, Artemisia, Herniaria, Cistus, Helianthemum, Asphodelus, Chénopodiacées qui sont liées aux milieux salés...).

- Plantes des milieux humides (Isoetes, Typha, Polygonum, Peplis...) qui signalent une zone marécageuse plus ou moins dessalée, vraisemblablement à proximité immédiate du port.

*Une dernière unité sédimentaire* (de BH 24 à BH I 29) est composée de sables gris. Elle date de l'époque contemporaine par la présence de tessons islamiques en BH I 27. La fraction sableuse est prédominante, sauf dans le cas de la passée vaseuse BH I 25. Elle représente en moyenne 68 % du poids total à sec des échantillons sans tenir compte du prélèvement BH I 25. On peut distinguer deux sous-unités.

A la base, les sables des prélèvements BH I 24 et 25 sont caractérisés par des courbes cumulatives concaves, typiques des milieux de sédimentation calme. Les sables fins représentent en effet 78 % en moyenne de la fraction sableuse. Les limons et les argiles représentent de 46 % à 63 % du poids total à sec des échantillons. La faune est rare et constituée par des espèces caractéristiques de l'assemblage des sables infralittoraux en eaux saumâtres (*Pirenella tricolor*). La microfaune d'ostracodes est abondante et plus diversifiée que dans l'unité précédente. On note la présence d'espèces des milieux laguno-marins (*Xestoleberis* sp.) et marins côtiers (*Aurilla woodwardii*).

La partie sommitale (BH I 26 à 29) est définie par la prédominance des sables moyens (76 % de la fraction sableuse en moyenne) et une quasi-absence des sables fins (15 % de la fraction sableuse en moyenne). Les courbes cumulatives présentent des formes en S, assez typiques des milieux côtiers. Ces sables sont donc relative-

ment homométriques. La partie sommitale, beaucoup moins riche en particules fines, ne contient en moyenne que 17 % de limons et d'argiles. On observe quelques coquilles marines remaniées et brisées.

### 3. ELÉMENTS D'INTERPRÉTATION

On distingue deux types de séquences. Les unités I, II et III correspondent au sommet de la séquence transgressive liée à la montée relative du niveau de la mer à l'Holocène récent (Sanlaville, 1977; Sanlaville *et al.*, 1997). Depuis 4900 ans BP, les unités IV et V indiquent des dynamiques rapides de colmatage et d'avancée de la ligne de rivage accélérée par l'artificialisation du trait de côte et l'aménagement d'un port artificiel.

*3. 1. Séquence transgressive (unités stratigraphiques I, II et III, avant 4900 ans BP)* L'unité I, constituée de galets remaniés du substrat, correspond classiquement à une couche marine transgressive basale que l'on retrouve dans la plupart des stratigraphies des ports méditerranéens antiques, comme à Marseille (Morhange *et al.*, 1994), dans certains secteurs du port lagunaire de Kition-Bamboula à Chypre (Morhange *et al.*, 1999) ou à Alexandrie en Egypte.

L'unité II, vaso-sableuse, et l'unité III, beaucoup plus sableuse, évoquent des fonds marins infralittoraux, caractérisés par la biocénose des Sables Vaseux de Mode Calme à proximité d'un herbier de posidonies. Il peut s'agir de l'environnement côtier "naturel" avant tout impact majeur d'origine anthropique.

*3. 2. Séquence de progradation (unités stratigraphiques IV et V, après 4900 ans BP)* L'unité IV est fondamentalement différente des précédentes. Elle se caractérise par la sur-représentation des limons et des argiles qui traduisent un milieu lagunaire protégé. La faune et la microfaune, adaptées à des eaux saumâtres, évoquent un milieu lagunaire très confiné et abrité (Guelorget et Perthuisot, 1983). La lagune peut même atteindre épisodiquement une salinité suffisante pour précipiter des cristaux de gypse à l'intérieur des sédiments vaseux au cours de périodes de concentration élevée des eaux. Ces différentes caractéristiques traduisent un milieu portuaire bien

protégé du large avec des dynamiques sédimentaires de décantation. Le milieu n'est cependant qu'une continuation du domaine marin et les relations hydrologiques avec le large sont permanentes (Kurc, 1961). L'analyse pollinique suggère un contact avec des zones humides fortement dessalées.

L'unité V présente deux faciès différents. La base, sablo-vaseuse, correspond à des fonds marins infralittoraux en eaux saumâtres, traduisant un confinement moins marqué que dans l'unité précédente. Il s'agit de milieux de sédimentation juxta-littoraux, avec des séquences saisonnières probables, en mode plus battu que précédemment, qui se sont déposés à l'époque contemporaine avant la construction de la jetée moderne en 1935 et 1936 (Poidebard et Lauffray, 1951). Le sommet de cette unité correspond à la plage de la zone de halage du port de pêche de Saïda.

#### 4. DISCUSSION

Cette évolution des paléoenvironnements du port de Sidon est à la fois banale et originale. Elle est banale car la tendance générale, comme pour de nombreux ports antiques, aboutit à un colmatage plus ou moins complet des bassins. Elle est originale car cette évolution se fait dans un cadre précocement peuplé et aménagé depuis le Chalcolithique, il y a au moins 3000 ans avant J.-C. (Saidah, 1979). Nous désirons insister sur trois problèmes majeurs : paléogéographique, chronologique et paléobotanique.

**4. 1. Paléogéographie et chronologie des ports.** L'analyse sédimentologique met en évidence une mobilité latérale de la ligne de rivage. Depuis 4900 ans BP, soit environ 3500 ans à 3000 ans avant J.-C. Le bassin portuaire connaît un colmatage accéléré de ses fonds qui aboutit à un rétrécissement du plan d'eau.

Les vases de décantation portuaire (unité IV de la carotte BH I) ne se déposent pas avant 4900 ans BP, soit la période chalcolithique. Cet indice suggère donc l'absence d'équipements

portuaires de protection (brise-lames, digue...) avant 4900 ans BP. Avant cette date, qu'il faudra confirmer par d'autres datations radiocarbone et d'autres carottages, le port est donc un "hâvre naturel". A partir de 4900 ans BP, c'est un bassin artificiellement protégé, à l'image des proto-ports décrits par Frost (1995). Il est remarquable que la chronologie établie à partir de l'étude sédimentologique soit en concordance exacte avec les premières traces connues d'une agglomération chalcolithique à Sidon-Dakerman (Saidah, 1979 ; Hours, 1979). Des os provenant d'une tombe ont été datés 4570 +/- 90 BP (MC 559), soit vers 3625-2940 ans avant J.-C.

Des analyses minéralogiques, en cours, permettront prochainement de proposer une démonstration plus argumentée sur les rythmes et les sources sédimentaires locales et régionales des petites particules (Emery et George, 1963 ; Stanley *et al.*, 1997). Une nouvelle série de datations radiocarbone permettront aussi de valider la date de 4900 ans BP comme date de fondation d'un port artificiellement protégé à Sidon au Chalcolithique.

**4. 2. Un paysage paléobotanique précocement dégradé.** Les spectres polliniques témoignent d'un environnement fortement anthropisé et déboisé depuis 4900 ans BP. Les analyses évoquent un milieu riche en plantations d'oliviers, avec une apparente stabilité des milieux pendant le dépôt des vases de l'unité stratigraphique IV. Les formations naturelles forestières à Pin d'Alep ou à Pin brutia semblent assez réduites. De la base au sommet de la carotte BH I, Il n'y a pratiquement aucun écho de populations montagnardes à Cèdres, soit que ces dernières aient déjà été réduites par l'Homme, soit que leur distance soit trop grande pour en permettre la perception ?

L'étude préliminaire de l'évolution des paléoenvironnements du site portuaire antique de Sidon pose donc de multiples questions. Dans un premier temps, il faut encore préciser la datation des différentes séquences stratigraphiques et préciser les sources des sédiments. Il s'agira ensuite de détailler la mobilité verticale du niveau de la mer et comparer ces mobilités des paysages littoraux et portuaires de Sidon à d'autres ports antiques libanais importants comme ceux de Byblos ou de Tyr.

**NOUVELLES DONNÉES  
PALÉO-  
ENVIRONNEMENTALES  
SUR LE PORT  
ANTIQUE DE SIDON**

**48**

**Remerciements**

Cette recherche, développée dans le cadre des fouilles archéologiques de Saïda, est une contribution aux programmes de recherches du PICG 437 (*Coastal Environmental Change during Sea-Level Highstands*). L'équipe remercie tout particulièrement la Direction Générale des Antiquités Libanaises.

**Bibliographie**

Abi Saleh B., 1978, *Etude phytosociologique, phytodynamique et écologique des peuplements sylvatiques du Liban*, Thèse, Aix-Marseille III, 184 p.

Bottema S., 1975, "The Interpretation of Pollen Spectra from Prehistoric Settlements (with Special Attention to Liguliflorae)", *Palaeohistoria*, 17, p. 17-35.

Bottema S., 1991, "Pollen Proxy Data from South-eastern Europe and the Near East", in *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene* éd. par B. Frenzel et B. Gläzer, Verlag, p. 63-79.

Carbonel P., 1980, *Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de la plateforme continentale, essais d'application à des domaines anciens*, Thèse de sciences de l'Université de Bordeaux I, 350 p.

Dubertret L., 1949, *Carte géologique de la feuille de Saïda*, notice explicative, République Libanaise, Ministère des Travaux Publics, Beyrouth, 46 p. et ann.

Emery K. O. et George C. J., 1963, *The Shores of Lebanon*, Woods Hole Oceanographic Institution, Collected reprints, 1385, 10 p. et ann.

Frost H., 1973, "The Offshore Island Harbour at Sidon and other Phoenician Sites in the Light of New Dating Evidence", *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 2, 1, p. 75-94.

Frost H., 1995, "Harbours and Proto-Harbours ; Early Levantine Engineering", in *Proceedings of the International Symposium "Cyprus and the Sea"*, Nicosia, 25-26/10/1993, V. Karageorghis et D. Michaelidis eds., Nicosia, p. 1-22.

Guelorget O. et Perthuisot J.-P., 1983, "Le domaine paralique, expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement", *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'ENS*, 16, p. 1-137.

Hours F., 1979, "L'industrie lithique de Saïda-Dakerman", *Berytus*, 27, p. 57-76.

Kurc G., 1961, "Foraminifères et ostracodes de l'étang de Thau", *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 25, 2, 247 p.

Médail F., Michaud, H., Molina J., Paradis G. et Loisel R., 1998, "Conservation de la flore et de la végétation des mares temporaires dulcaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne", *Ecologia Mediterranea*, 24, 2, p. 119-134.

Morhange C., Hesnard A., Arnaud P., Bourcier M., Carbonel P., Chevillot P., Laborel J., Lafont R., Provansal M. et Weydert P., 1996, "Anthropisation, sédimentation marine et morphogénèse sur la rive nord du Lacydon de Marseille depuis le Néolithique (chantier J. Verne)", *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.*, 40, 1, p. 71-84.

Morhange C., Goiran J. P., Bourcier M., Carbonel P., Le Campion J., Pyatt B., Prone A., Rouchy J.-M., Sourisseau J.-C. et M. Yon, 1999, "3000 ans de modifications des environnements littoraux à Kition Bamboula, Larnaca, Chypre, Méditerranée", *Quaternaire*, 10, 2, p. 133-149.

Morhange C., Dubuquoy O., Prunet N., de Beaulieu J.-L., Bourcier M., Carbonel P., Oberlin Ch., Frost H. et Doumet-Serhal Cl., "Etude des paléoenvironnements du port de Sidon (Liban) depuis 4000 ans, résultats préliminaires", *BAAL*, soumis.

Pères J.-M. et Picard J., 1964, "Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée", *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, 31, 47, p. 1-137.

Peypouquet J.-P., 1980, "Les relations ostracodes-profondeur. Principes applicables pendant le Cénozoïque", *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, 28, p. 13-28.

Poidebard A. et Lauffray J., 1951, *Sidon, aménagements antiques du port de Saïda, étude aérienne, au sol et sous-marine (1946-1950)*, République Libanaise, Ministère des Travaux Publics, Beyrouth, 95 p. et ann.

Saidah R., 1979, "Fouilles de Sidon-Dakerman : l'agglomération chalcolithique", *Berytus*, 27, p. 29-55.

Sanlaville P., 1977, *Etude géomorphologique de la région littorale du Liban*, Publications de l'Université Libanaise, Section des études géographiques, Beyrouth, 3 t., 859 p. et ann.

Sanlaville P., Dalongeville R., Bernier P. et Evin J., 1997, "The Syrian coast : a model of Holocene coastal evolution", *Journal of Coastal Research*, 13, 2, p. 385-396.

Stanley D. J., Nir Y., et Galili E., 1997, "Clay mineral distributions to interpret Nile cell provenance and dispersal : III. Offshore margin between Nile delta and Northern Israël", *Journal of Coastal Research*, 14, 1, p. 196-217.