Archaeology & History in Lebanon Issue fifteen : Spring 2002, p. 28-36.

Les Ports Antiques de Sidon: nouvelles données paleoenvironnementales

Kathia Espic
Christophe Morhange
Michel Bourcier
Carole Bruzzi
Pierre Carbonel
Tanios Nammour
Claude Doumet Serhal

Sous la houlette du British Museum et du programme franco-libanais CEDRE, l'histoire paléoenvironnementale des ports antiques de Sidon est peu à peu précisée grâce à deux campagnes de carottages effectuées en 1998 et de 2000. Les datations obtenues à partir du matériel d'un premier carottage (BH I) ont permis de proposer une date de fondation du bassin portuaire de Sidon aux alentours de 4900 ans BP soit vers 3000 ans BC (Morhange *et al.*, 1999 & 2000). Ces premières interprétations méritaient d'être affinées. C'est ce que nous nous proposons de faire ici grâce à l'étude d'un nouveau carottage à proximité de BH I (BH IX), qui permet de préciser les modalités d'évolution de la sédimentation dans le port antique nord de Sidon depuis sa fondation.

Nous avons aussi pu effectuer un carottage (BH VIII) sur la rive Sud-Est de la baie sud, la "Crique Ronde" de Poidebard et Lauffray (Poidebard et Lauffray, 1951), dans le but de vérifier si elle avait pu constituer un deuxième bassin portuaire abrité, au pied du tell de la "Colline des Murex" et du site chalcolithique de Dakerman.

I. Nouvelles données concernant l'histoire paleoenvironnementale du port nord

Nous avons étudié la carotte BH IX, au cœur du bassin portuaire antique, à proximité immédiate de BH I (fig. 1). Les analyses des sédiments consistent en analyses granulométriques classiques et déterminations macrofaunistiques et microfaunistiques, qui apportent des précisions importantes concernant les milieux de sédimentation (Espic, 2001).

L'étude de BH I avait permis de mettre en évidence trois principales unités sédimentaires reflétant deux types d'évolution du milieu (Morhange *et al.*, 2000 a et b). A la base, on distingue une unité sableuse. La deuxième séquence sédimentaire (BH I-IV et V) correspond à une progradation, c'est-à-dire au comblement du bassin portuaire, d'abord par des vases compactes puis par des sédiments sableux (fig. 4).

A/ Analyse de la carotte BH IX (fig. 2)

Nous pouvons identifier quatre principales unités :

L'unité basale I (*BH IX-48*) est comparable à celle retrouvée pour BH I. Elle repose directement sur le substrat et consiste en une couche de galets de grès roulés et encroûtés par de la faune marine fixée (tubes de Polychètes *Serpulidæ*...). L'unité II, de la carotte BHI, n'est pas présente.

L'unité III (*BH IX-47 à 35*) est très sableuse. Contrairement au carottage BH I, cette unité a pu être échantillonnée avec précision. Il est maintenant possible de distinguer deux sous-ensembles. A la base, les sédiments sont assez grossiers. Le ballast représente 30% du poids total à sec des échantillons. Il est constitué de macrofaune souvent brisée et de morceaux de grès ou de calcaire anguleux à émoussés. Les sables dominent (en moyenne 68% du poids total à sec des échantillons). La macrofaune est très abondante et les espèces en place appartiennent aux sables infralittoraux plutôt fins (*Nassarius pygmæus*, *Neverita josephinia*...). Un stock remanié correspond aux espèces importées des roches infralittorales et des herbiers comme par exemple *Bittium reticulatum* ou *Conus mediterraneus ventricosus*. Au-dessus on distingue un ensemble moins grossier où le ballast a quasiment disparu, et où la part des sables est importante (en moyenne 80% du poids total à sec des échantillons). La part des limons augmente progressivement vers le sommet de l'unité. Les prélèvements sont le plus souvent dominés par les sables moyens et les sables généralement bien triés. La base de cette unité est caractérisée par une macrofaune appartenant aux biocénoses des sables fins infralittoraux (*Tricolia pullus*, *Donax semistriatus*). En revanche, le sommet, beaucoup moins riche en coquilles, correspond plutôt à un milieu de sables vaseux infralittoraux avec notamment *Odostomia conoidea*.

Cette unité sableuse qui prend place avant l'édification du futur bassin portuaire ne constitue donc pas un dépôt homogène de sables mais a au contraire tendance à s'envaser dans sa partie supérieure, ce qui est le signe d'un changement des conditions de sédimentation dès avant la mise en place des vases compactes sus-jacentes.

L'unité IV (*BH IX-36 à BH IX-24*) correspond à une unité de vases grises, très semblable à celle observée en BH I. Le ballast, très peu abondant (toujours moins de 3% du poids total à sec de l'échantillon), est constitué exclusivement de coquilles ou débris coquilliers. La texture est vaseuse (toujours plus de 80% de limons). Seule une passée sableuse (BH IX 5, 6 et 7) fait exception. Les espèces macrofaunistiques proviennent des milieux Lagunaires Euryhalin et Eurytherme (*Cerastoderma edule glaucum*) et des sables vaseux infralittoraux comme *Tellina tenuis*... Un peuplement monospécifique à *Cyprideis torosa* caractérise le sommet de l'unité (BH IX 15 et 24).

Le fait remarquable est l'apparition, dans la partie inférieure de l'unité IV, d'un niveau sableux de 35 cm d'épaisseur (BH IX 5, 6 et 7). L'exoscopie des quartz au Microscope Electronique à Balayage permet de préciser la dynamique ayant régi le dépôt des sables. Les premières observations montrent que certains grains présentent des traces caractéristiques de milieu battu comme la déstructuration des quartz ou des réseaux de fracturation qui témoignent de chocs mécaniques importants générés vraisemblablement par des tempêtes (Bruzzi et Prone, 2000; fig. 3).

L'unité V (*BH IX-25 à 1*), nettement sableuse, correspond aux époques moderne et contemporaine comme en témoignent les tessons islamiques retrouvés en BH IX 27. Tout comme en BH I les prélèvements sont plus vaseux à la base. Le ballast est composé de fragments de calcaire ou de grès. La macrofaune est peu abondante. Les espèces en place proviennent le plus souvent des sables infralittoraux en eaux saumâtres telles que *Pirenella tricolor* ou *Cyclope neritea*. Les sables fins dominent dans la partie inférieure (BH IX 25 à 27), alors que dans les prélèvements BH IX 28 à 31 ce sont les sables moyens qui sont le mieux représentés. Le caractère plus grossier de la fraction sableuse vers le sommet de l'unité semble signaler un mode de dépôt plus battu à proximité d'une ligne de rivage. La population d'ostracodes est moyennement diversifiée et de beaucoup plus faible

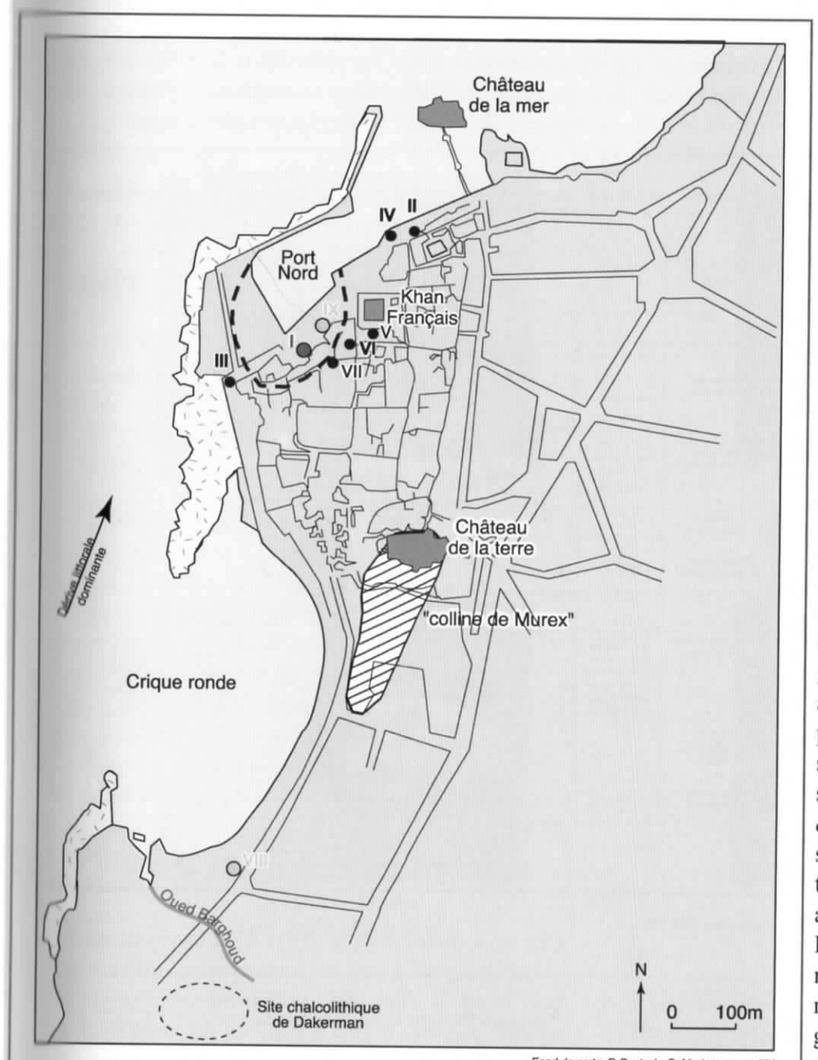

Fig. 1 **Carte de localisation des carottages (missions 1998 et 2000).**

densité que pour l'unité précédente.

B/ Interprétation et comparaison des carottes BH IX et BH I (fig. 4)

Les carottes BH IX et BH I présentent des stratigraphies semblables. Ainsi, les résultats présentés par Morhange *et al.* (1999 & 2000) sont confirmés. Les analyses de BH IX ont notamment permis de retrouver la succession de deux principaux types de séquences: transgressive et de progradation, de la base vers le sommet de la carotte mais le passage de l'une à l'autre de ces séquences semble moins net que lors de l'étude de la carotte BH I.

L'unité sableuse III s'est déposée en deux temps. Les sables coquilliers, mêlés à de nombreux morceaux de grès et de calcaire plus ou moins émoussés, signalent d'abord un milieu battu que le cordon gréseux ne protége pas efficacement. La macrofaune des Sables Fins Bien Calibrés reflète la proximité du substrat et des herbiers. Nous sommes en présence d'un milieu marin ouvert et oxygéné grâce à une bonne circulation des eaux d'où l'absence de dépôts fins limoneux. En revanche, la partie supérieure s'envase progressivement. Les biocénoses représentées passent des Sables Fins de Haut Niveau aux sables vaseux. Ce début de tendance à l'envasement traduit une relative mise à l'abri du plan d'eau dont les raisons peuvent être naturelles (variations relatives du niveau de la mer) ou d'origine anthropique.

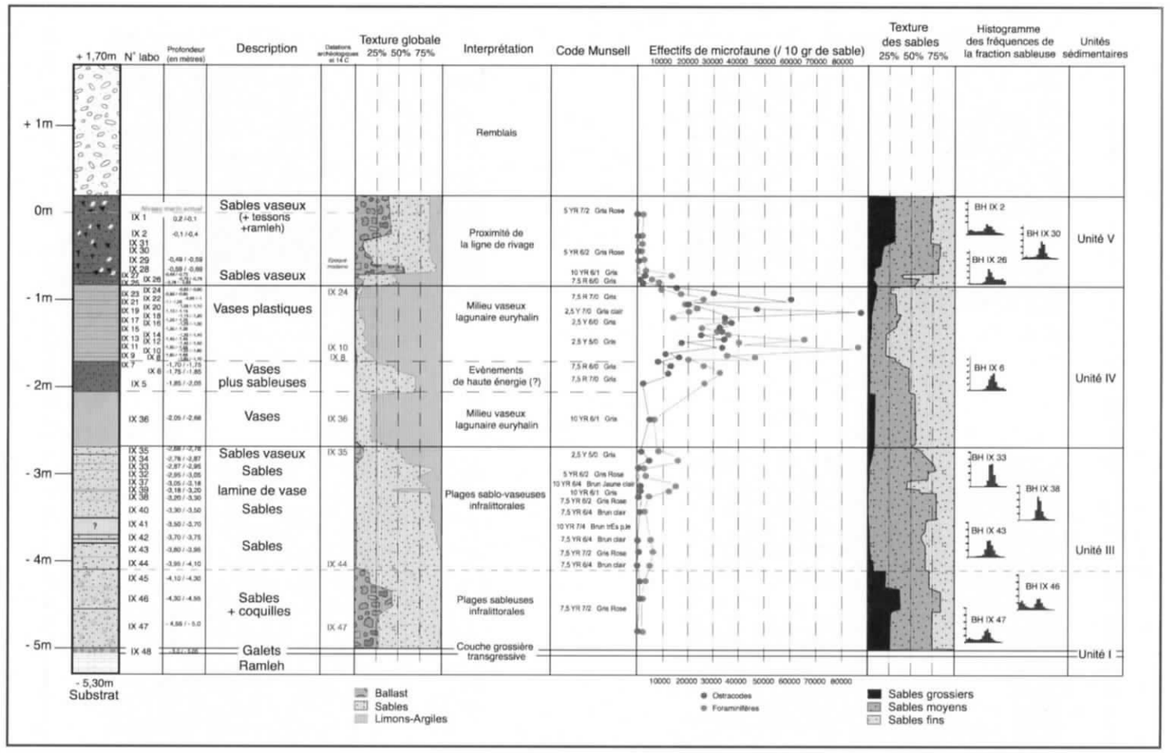

Fig. 2 Analyse sédimentologique de la carotte BH IX.

Première phase transgressive (unités I, II et III de BH I et BH IX). Les unités I, II et III signalent le sommet de la séquence transgressive liée à la montée relative du niveau de la mer à l'Holocène récent. Les fonds marins infralittoraux traduisent un environnement côtier "naturel" avant tout impact majeur d'origine anthropique.

Ces trois unités sont le reflet d'un environnement côtier "naturel" avant un aménagement efficace du port Nord. Il s'agit d'un milieu marin infralittoral soumis aux dynamiques marines du large et protégé irrégulièrement par un cordon discontinu d'éolianites. Toutefois le léger envasement, observé au sommet de l'unité III, traduit une modification des conditions de sédimentation, à savoir une mise à l'abri relative du plan d'eau.

Deuxième séquence de progradation (unités IV et V de BH I et BH IX). Les indicateurs sédimentologiques de l'unité vaseuse IV révèlent tout d'abord un milieu bien protégé des agents météo-marins et abritant des faunes et microfaunes typiques de milieux lagunaires très confinés (*Cerastoderma edule glaucum*, *Cyprideis torosa*). Cette unité correspond à un bassin portuaire où règnent d'importants processus de décantation. L'analyse a montré, au sein des vases de décantation portuaire, un niveau particulièrement sableux (BH IX 5, 6 et 7) qui rappelle les passées sableuses trouvées dans la carotte BH I (fig. 4). L'apparition

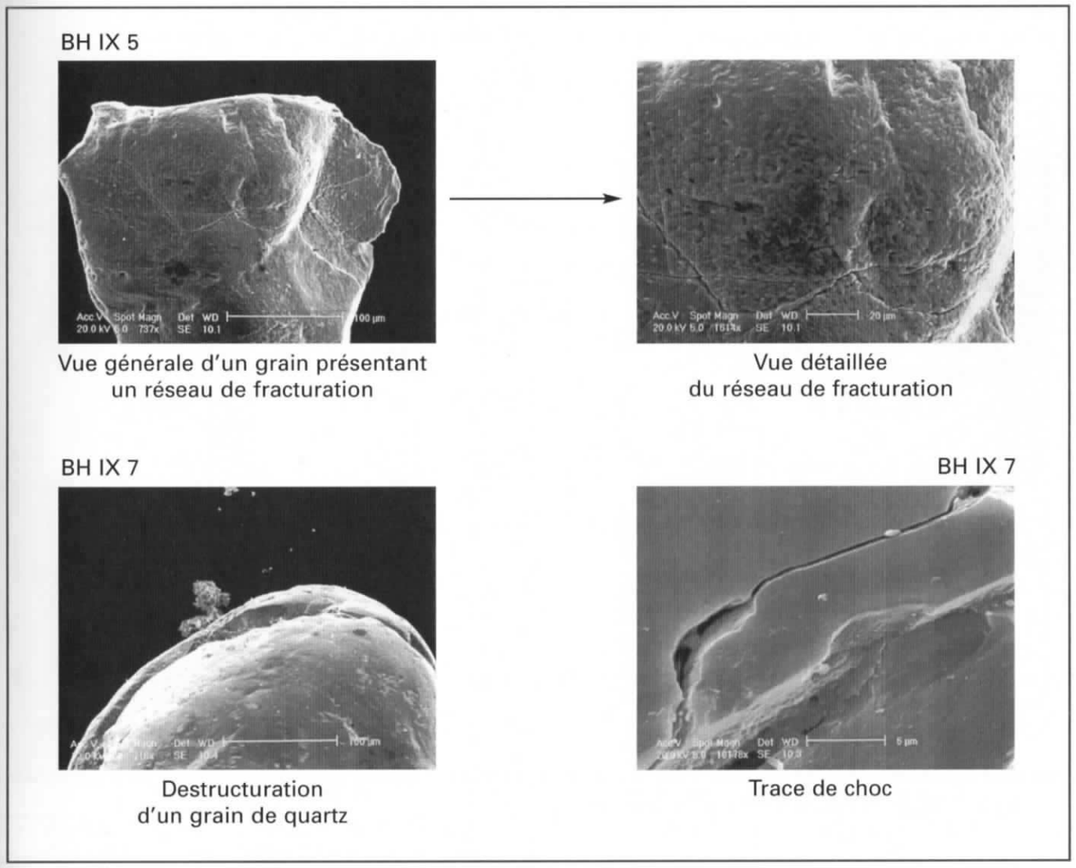

Fig. 3 Analyse exoscopique des quartz de la passée sableuse de l'unité IV (BH IX) : Traces caractéristiques d'un mode battu.

soudaine d'un matériel relativement grossier peut refléter un épisode de dépôt de tempête. Ensuite, l'envasement du bassin portuaire s'intensifie (en moyenne 90% de limons) et se généralise jusqu'à la fin de l'ère byzantine. De véritables vases plastiques indicatrices de fonds de décantation en mode très calme se déposent alors. Ce confinement du bassin résulte de l'impact de la mise en place de structures de protection portuaires efficaces.

Le milieu portuaire très protégé, bien que toujours en relation avec le large, laisse ensuite place à un milieu davantage en communication avec le domaine marin (unité V). La fin de l'envasement est peut-être liée à un défaut d'entretien des structures de protection portuaires facilitant la circulation de courants plus compétents et de flux détritiques plus grossiers. La base de l'unité V reflète des fonds sableux saumâtres situés à proximité de la ligne de rivage, tandis que la partie supérieure de l'unité correspond à la plage de la zone de halage du port de pêche de Saïda, avant la construction d'une jetée en 1935-1936. Elle est recouverte de remblais hétérométriques récents.

Le carottage BH IX a donc confirmé le colmatage du bassin portuaire par des vases de décantation

aboutissant à une rapide progradation résultant principalement de l'apport de matériel anthropique. Des analyses géochimiques effectuées sur les isotopes stables du plomb dans plusieurs prélèvements de la carotte BH IX permettent d'attester de la relation existant entre l'envasement du port nord et l'anthropisation puis l'urbanisation du site (Le Roux *et al.*, ce numéro p. 37-41). Les datations ^{14}C en cours devraient permettre de valider et préciser le début de l'envasement du bassin vers 4900 ans BP.

II. La baie sud

Cette baie est localisée au sud de la vieille ville de Saïda, entre deux segments du cordon d'éolianites quaternaires qui s'étire le long du littoral. Le cordon forme un récif sous-marin dans la partie centrale de l'entrée de la baie, susceptible de ralentir la houle par vents dominants de Sud-Ouest (Poidebard et Lauffray, 1951).

La question du rôle de cette crique au sein des aménagements portuaires de l'antique Sidon se pose depuis longtemps. De nombreux points de vue ont successivement été proposés (Doumet-Serhal, 1999). Renan (1864) considérait cette baie comme le "port égyptien" de Sidon. Poidebard et Lauffray (1951), au moyen de photographies aériennes et de plongées sous-marines, ont mis en doute l'existence d'un port abrité dans la "Crique Ronde". Aucun vestige archéologique n'a été mis en évidence jusqu'à présent. De plus, le pourtour de la baie a récemment été aménagé en une corniche routière, qui a enseveli toutes traces d'éventuelles structures portuaires. Un carottage (BH VIII) a donc été effectué à proximité de l'actuelle ligne de rivage afin de déterminer si la "Crique Ronde" a été, à une époque antérieure, suffisamment protégée pour pouvoir servir de "port Sud" protégé à la cité de Sidon.

A/ Analyse de la carotte BH VIII (fig. 5).

Le carottage BH VIII se localise dans la partie sud-est de la baie (fig. 1), à proximité du site chalcolithique de Dakerman (Saidah, 1969, 1979). Le ramleh, a été atteint, à 10,9 mètres sous la surface topographique. Le zéro marin biologique actuel se situe à environ 3 m de la surface topographique.

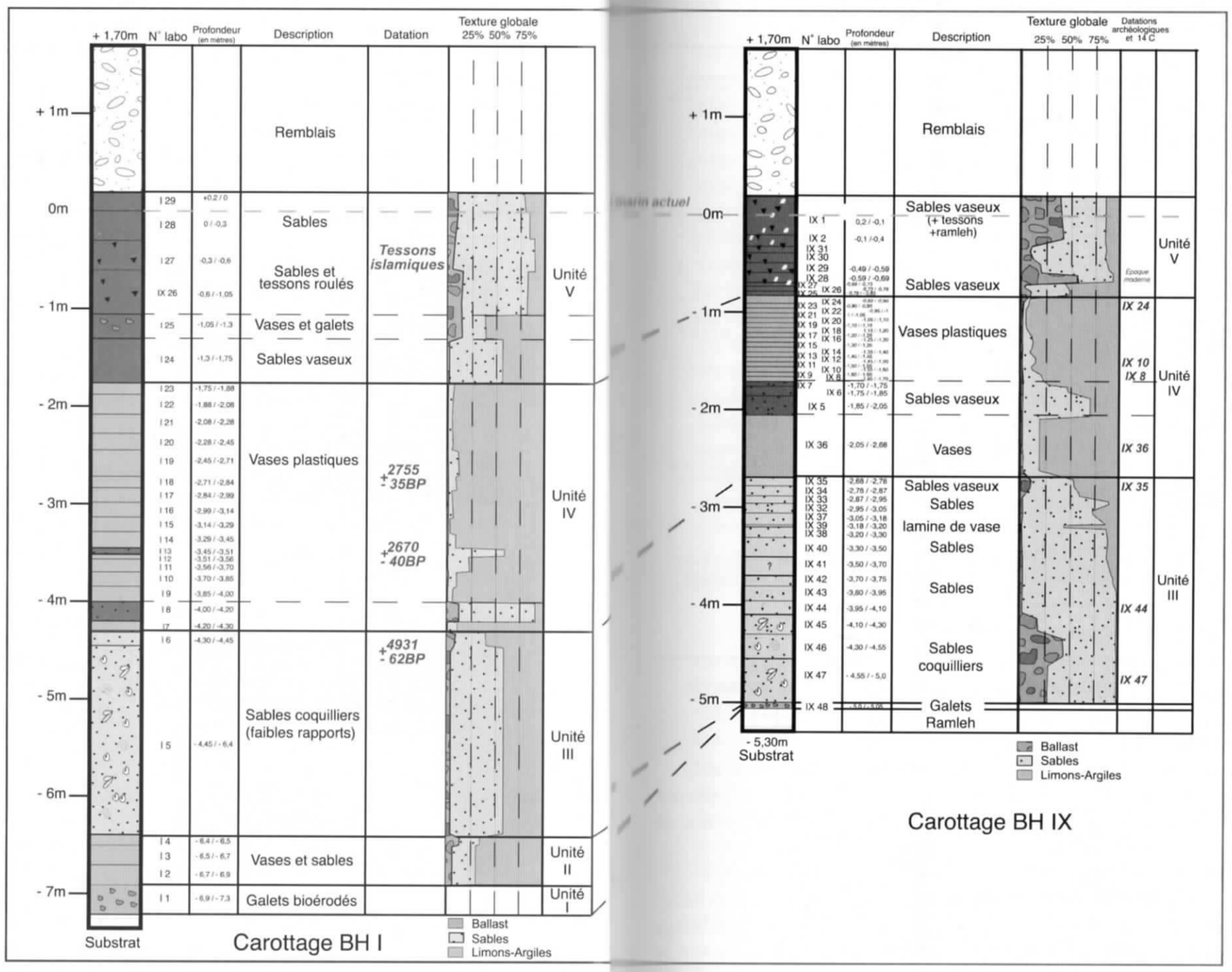

Fig. 4 Comparaison stratigraphique entre les carottes BH I et BH IX.

Jusqu'aux remblais sommitaux récents quatre principales unités sédimentaires se succèdent :

L'unité basale A (BH VIII 17), consiste en galets marins calcaires reposant directement sur le substrat. Il s'agit d'une couche marine transgressive.

L'unité sédimentaire B, bien que peu épaisse présente deux types de dépôts. Le prélèvement BH VIII 16, situé à la base, est le plus vaseux (environ 28% de limons). Le ballast est assez peu abondant, moins de 5%. Il est essentiellement composé de fragments émoussés de grès et de calcaire. La macrofaune est assez bien représentée par des individus intacts et des fragments de coquilles. Elle présente beaucoup d'espèces remaniées de substrats durs ou d'herbiers telles que *Bittium reticulatum*, *Bittium reticulatum latreilli* ou encore des plaques de balanes. Cependant le peuplement autochtone correspond à des fonds sablo-vaseux infralittoraux avec notamment *Cerithium vulgatum* ou *Rissoa venusta*. La fraction sableuse contient beaucoup d'individus macrofaunistiques juvéniles intacts. Les sables moyens dominent. L'indice de tri témoigne d'un sédiment mal trié.

Les prélèvements BH VIII 15 et 14 correspondent à des sables coquilliers, véritable biodéposition d'individus macrofaunistiques juvéniles. Les limons représentent environ 10 à 5% de la fraction totale, les sables (plus de 80%) sont composés en grande majorité de débris de coquilles mais aussi d'un grand nombre d'individus juvéniles intacts. Le ballast est constitué presque exclusivement par de la macrofaune parfois brisée. Au sein de BH VIII 15 les gastéropodes sont bien représentés et proviennent soit de substrat dur ou d'herbiers, tels que *Bittium reticulatum*, *Bittium reticulatum latreilli*; soit de sables infralittoraux plus ou moins envasés: *Cerithium vulgatum, Smaragdia viridis*, *Neverita josephinia*… Les pélécypodes signalent le même type de milieu avec *Chama gryphoides* (roches infralittorales) ou *Ctena decussata* (mixticole et algues photophiles). Les espèces présentes dans BH VIII 14 proviennent de milieux semblables. De nouvelles espèces apparaissent cependant et confirment le caractère vaseux d'un des milieux d'origine. Il s'agit par exemple de *Loripes lacteus*, *Parvicardium exiguum*, *Anodontia fragilis* ou encore d'*Hydrobia ulvae*. Il s'agit donc d'un sable coquillier biodétritique. Les courbes cumulatives sont quasi rectilignes et reflètent le mauvais tri des échantillons.

L'unité sédimentaire C est très sableuse, (toujours au moins 90% de sables). Au sein du ballast, on observe des coquilles brisées et remaniées. La macrofaune en place reflète essentiellement des milieux sableux infralittoraux. Les Sables Fins de Haut Niveau et les Sables Fins Bien Calibrés sont particulièrement bien représentés avec notamment *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum*, *Neverita josephinia*, *Smaragdia viridis*. Les substrats durs infralittoraux, de type roches ou mattes d'herbiers sont présents dans chaque prélèvement

et signalent leur proximité. On trouve ainsi des juvéniles de *Venus* cf. *verrucosa*, *Bittium reticulatum*, *Bullaria* cf. *striata et Chama* cf. *gryphoides*… La fraction sableuse au sein de cette unité présente deux sous-ensembles. A la base et au sommet de l'unité (BH VIII 13 et 6), les débris de coquilles sont nombreux de même que les spicules d'éponge. En revanche, au cœur de l'unité (BH VIII 12, 10 et 7), les sables, jaunes, contiennent peu de matière organique. La granulométrie des sables de tous les prélèvements se caractérise par une plus ou moins grande domination des sables fins. Cette unité, en apparence très homogène du fait de sa texture presque exclusivement sableuse, présente donc un certain nombre de nuances. Ainsi, les prélèvements situés aux extrémités de l'unité C (BH VIII 13, 6 et secondairement BH VIII 11) sont caractéristiques de milieux légèrement envasés. Tous ces niveaux appartiennent donc à l'étage infralittoral, avec une circulation des eaux plus ou moins importante.

L'unité sédimentaire D présente enfin par une texture généralement plus grossière. Le ballast présente des pourcentages très variables, de 1% en BH VIII 1 à 40% en BH VIII 5. Les sables moyens sont toujours majoritaires (entre 60% et 83% de la fraction sableuse totale). La proportion de limons diminue de la base au sommet de l'unité. Le ballast est constitué de fragments de grès et de calcaire. Les prélèvements BH VIII 1 et 2 se distinguent par l'angulosité et l'homométrie des fragments calcaires évoquant des remblais. Les tessons sont de très petite taille et indéterminables. La macrofaune, très brisée, apporte peu d'informations. L'unité D se caractérise donc par la présence importante de ballast brisé et la quasi absence de macrofaune.

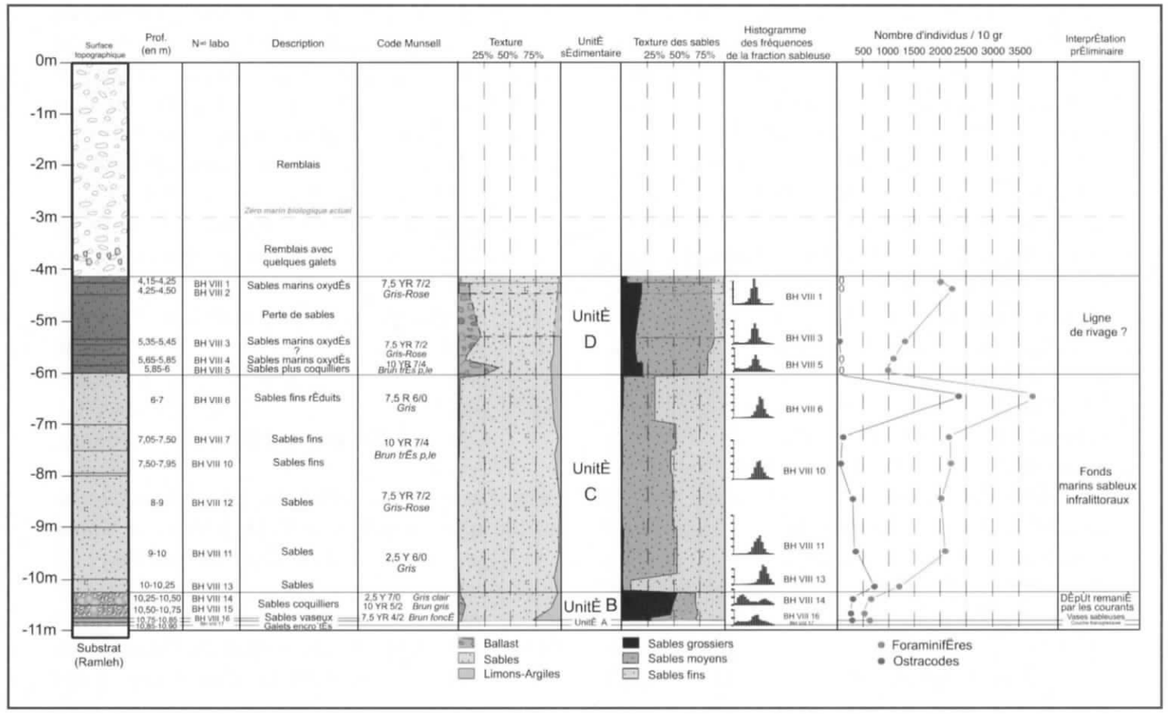

Fig. 5 Analyse sédimentologique de la carotte BH VIII.

Nous insistons donc sur le caractère majoritairement sableux de cette carotte. En effet, le carottage BH VIII, placé à l'endroit qui semblait à priori le plus abrité de la baie Sud, ne présente aucun faciès de sédimentation abritée caractéristique d'un port fermé. Il s'agit pour l'essentiel d'une accumulation de sables fins caractéristiques d'une plage de poche ouverte sur le large.

B/ Premiers éléments de discussion

Même si de manière générale les milieux représentés dans cette carotte semblent plutôt ouverts aux dynamiques marines, il est toutefois possible de mettre en évidence plusieurs phases dans le dépôt des sédiments de la baie Sud. Nous distinguons trois étapes.

Mise en eau d'un fond de baie (unités A et B). Au-dessus des galets transgressifs prend place une unité plus vaseuse, signalant la présence d'un plan d'eau parcouru par des dynamiques relativement peu compétentes. Les espèces macrofaunistiques identifiées témoignent plutôt de la proximité du substrat et éventuellement d'herbiers. La partie supérieure de l'unité B (BH VIII 15 et 14) reflète des conditions naturelles qui semblent défavorables à l'utilisation de la baie comme mouillage abrité. Ainsi la présence d'une biodéposition d'individus juvéniles semble liée à un mode battu générant des courants tourbillonnaires. Les espèces macrofaunistiques représentées sont issues de milieux très variés: substrat dur, herbiers, Sables Fins Bien Calibrés, sables vaseux infralittoraux. Cette diversité traduit un remaniement des sédiments depuis les zones adjacentes par les courants marins et les houles. La présence de *Dentalium rubescens*, bioindicateur d'instabilité sédimentaire reflète l'agitation du plan d'eau et l'alternance d'épisodes de dépôt différents.

Fonds sableux d'une baie peu protégée (unité C). Le caractère essentiellement sableux de l'unité C signale la présence de fonds sableux infralittoraux très largement soumis aux courants marins. Les fonds infralittoraux sont bien oxygénés et en communication avec la mer ouverte. Les biocénoses représentées par la macrofaune correspondent principalement à des fonds marins compris entre 2,5 et 20 mètres de profondeur (Pérès et Picard, 1964). La présence d'espèces représentatives de biocénoses plus éloignées ou plus profondes implique un transport et un remaniement assez important des coquilles et donc une courantologie active en fond de baie exposée aux agents météo-marins.

Proximité d'une ligne de rivage (unité D). De nombreux indices montrent que l'unité D s'est déposée à proximité du trait de côte, au niveau de l'étage infralittoral supérieur. Ainsi, les textures sont marquées par l'augmentation de la part des fractions les plus grossières (ballast et sables grossiers). Le caractère brisé des rares coquilles, la quasi absence d'ostracodes confirment également l'agitation du milieu lors du dépôt du matériel.

Le "port égyptien" de la mission Renan s'avère en fait être une baie peu protégée des dynamiques marines même si des épisodes de calme relatif semblent avoir parfois pu exister. Poidebard et Lauffray (1951) avaient donc raison lorsqu'ils notaient que la " Crique Ronde " n'était pas un bon port naturel protégé. Il faut donc à présent parler de port ouvert. La question de la présence d'un port protégé au Sud n'est toutefois pas totalement élucidée et, de nouveaux carottages effectués en d'autres points de la baie Sud permettraient de compléter ces premiers résultats. En effet, la proximité du site de Dakerman et surtout du tell de la "colline des Murex" ainsi que la position même de la baie Sud, si proche du cœur de la ville antique, laissent penser que cette baie a pu être aménagée dans d'autres secteurs.

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*) et au Research Topic 4 (*Past settlement/sea-level*) de la commission de l'Inqua (*Sea-Level Changes and Coastal Evolution*). Nous remercions MM Habib FAYAD et Rony MALEK (société de carottages Forex) qui ont grandement participé à la réussite technique de cette opération. Les travaux ont été financés par l'association "*The Lebanese British Friends of the National Museum*" et le programme franco-libanais CEDRE n° 99 Eb F36/L6. L'équipe remercie tout particulièrement la Direction Générale des Antiquités Libanaises et Mme Honor FROST pour ses multiples conseils.

Bibliographie

Bruzzi C. et Prone A., (2000), "Une méthode d'identification sédimentologique des dépôts de tempêtes et de tsunami : l'exoscopie des quartz, résultats préliminaires", *Quaternaire*, 11, 3-4, pp. 167-177.

Doumet-Serhal, C. 1999, "Topography", *National Museum News 10,*, (2000), p. 4-7.

Dubuquoy O. et Prunet N., (1999), *Paléoenvironnements du port antique de Sidon (Liban)*, Maîtrise de Géographie, Aix-Marseille I, 112 p. et annexes.

Espic K., (2001), *Etude paléoenvironnementale et paléogéographique des ports antiques de Sidon (Liban)*, DEA de Géographie, Aix-Marseille I, 109 p. et annexes.

Morhange C., Dubuquoy O., Prunet N., de Beaulieu J.L., Bourcier M., Carbonel P., et Oberlin C., (1999),"Nouvelles données paléo-environnementales sur le port antique de Sidon. Proposition de datation", *National Museum News*, 10, p. 42-48.

Morhange C., Dubuquoy O., Prunet N., Ribes E., de Beaulieu J.L., Bourcier M., Carbonel P., Oberlin C. et Doumet-Serhal C., 2000, "Etude paléoenvironnementale du port antique de Sidon. Premiers résultats du programme CEDRE", *Méditerranée*, 1-2, p. 91-100.

Pérès J. M. et Picard J., (1964), "Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée", *Revue des travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31, 47, 137 p.

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

Renan E., (1864), *Mission de Phénicie*, Imprimerie Impériale, Paris.

Ribes E., (2000), *Les sédiments du port antique de Sidon. Etude paléoenvironnementale et interprétations sur l'origine des dépôts à partir de leur analyse minéralogique*, Maîtrise de Géographie, Aix-Marseille I, 244 p. et annexes.

Saidah R., (1969), "Archaeology in the Lebanon 1968-1969", *Berytus*, 18, p. 119-142.

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 tomes, 859 p. et annexes.

Archaeology & History in Lebanon Issue fifteen : Spring 2002, p. 37-41

Gael Le Roux
Alain Véron
Christophe Morhange

Caractérisation Géochimique de l'Anthropisation dans le port antique de Sidon

Depuis 1998, les ports antiques de Sidon font l'objet de campagnes de carottages dans le cadre du programme de recherches géoarchéologiques du British Museum et du projet franco-libanais CEDRE (Doumet-Serhal,1999). Les principaux objectifs sont la reconstitution des paléoenvironnements et l'étude des impacts anthropiques (Espic *et al.*, dans ce numéro p. 28-36).

Dans cet article, nous proposons d'étudier l'impact historique de la métallurgie dans le port nord de Sidon grâce aux concentrations et aux rapports isotopiques en plomb des sédiments. La question controversée de l'origine des métaux (Wertime, 1973) sera aussi posée.

Le plomb a déjà fait l'objet de nombreuses études paléoenvironnementales (Weiss *et al.*, 1999) et archéologiques (Begemann *et al.*, 1989). En effet, c'est un métal lié à l'activité humaine. Le plus vieil artefact retrouvé en plomb date de 6400 av.J.-C. en Turquie (Wertime, 1973) et la rareté du plomb natif induit que les objets en plomb sont toujours associés à une activité métallurgique.

L'exploitation et l'utilisation du plomb ont varié spatialement et en terme de production au cours du temps. Allié principalement à l'étain et au cuivre pour constituer des bronzes plombés durant l'âge du Bronze, sa production a augmenté considérablement durant l'Antiquité où il était utilisé entre autre pour les canalisations, la pharmacopée, la vaisselle et la monnaie (Nriagu, 1996).

Les rapports des isotopes stables du plomb constituent des traceurs de l'activité anthropique et des sources de minerais. Ces isotopes stables (^{204}Pb,^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{208}Pb) dont les trois derniers sont radiogéniques et proviennent respectivement des chaînes de désintégration radioactives de ^{238}U, ^{235}U et ^{232}Th (Dickin, 1995). Durant la formation du minerai, le plomb est séparé de l'uranium et du thorium. La composition isotopique du minerai reste alors inchangée alors que la composition isotopique crustale continue d'évoluer. Ainsi les rapports ^{206}Pb/^{207}Pb dans des sédiments marins non contaminés seront généralement supérieurs à 1,20 (Chow et Patterson, 1962; Ferrand *et al.*, 1999) alors que le plomb du minerai (dit anthropique) aura un rapport généralement moins radiogénique et variable selon l'âge et la composition initiale du minerai (par exemple entre 1,16 et 1,17 pour les mines de Rio Tinto, Espagne). Compte tenu de la précision analytique sur la détermination des rapports ^{206}Pb/^{207}Pb (de l'ordre de 0,05%) et des variations isotopiques généralement rencontrées dans les sédiments, des variations de 0,2% pourront être interprétées comme indicatives de sources différentes.

Les objectifs en mesurant des concentrations et des rapports isotopiques dans les sédiments du port antique de Sidon sont les suivants:

L'importance du signal anthropique devrait nous permettre de caractériser l'évolution de l'activité métallurgique et de quantifier géochimiquement, la contamination résultant de l'anthropisation. Cette quantification associé à d'autres analyses (sédimentologiques, palynologiques, biologiques...) illustre alors l'impact d'origine anthropique (construction du port, ateliers métallurgiques...) sur l'environnement.

En cas de contamination, les signatures isotopiques pourraient nous fournir des informations sur la provenance du plomb utilisé, de mieux caractériser les échanges commerciaux et ainsi de préciser l'évolution socio-économique du site étudié. Ceci est particulièrement important pour Sidon, connue pour sa métallurgie du bronze et du fer durant l'Antiquité (Falsone, 1992; Jidéjan, 1995). De surcroit, il n'existe pas de ressources importantes en métaux au Liban (Dubertret, 1955) et les Sidoniens devaient importer des métaux loin de leurs bases (Baurain et Bonnet, 1992).

Méthodes

Les sédiments proviennent du carottage BH IX, localisé au cœur du bassin portuaire Nord (Espic *et al.*, ce numéro: fig. 1, p. 29). Les sédiments carottés ont été échantillonnés sur place et conservés dans des sacs plastiques les préservant ainsi de toute contamination. Les prélèvements sont ensuite lyophilisés et broyés au mortier en agate.