

# Localisation et étude paléoenvironnementale des ports antiques de Byblos

LISE STEFANIUK, CHRISTOPHE MORHANGE, MUNTAHA SAGHIEH-BEYDOUN, HONOR FROST, MARCELLE BOUDAGHER-FADEL, MICHEL BOURCIER, GERMAINE NOUJAIM-CLARK

*Le site de Byblos, situé à environ 45 km au nord de Beyrouth, est déjà occupé au Néolithique dès 8000 ans avant notre ère. D'abord modeste village de pêcheurs, Byblos devient, à partir du troisième millénaire, une des plus importantes villes portuaires de Méditerranée orientale grâce à ses relations commerciales avec l'Égypte, la Mésopotamie et l'Égée (Dunand, 1939 et 1973). Cette cité fut, en effet, un point de rupture de charge du trafic vers la Syrie et un centre d'exportation des cèdres vers l'Égypte, comme l'atteste par exemple le papyrus de Wen Amon, daté du onzième siècle avant J.-C. environ.*

*Paradoxalement, si la ville a été presque complètement fouillée, on ne connaissait ni la localisation ni l'organisation spatiale des ports au démarrage de notre programme de recherches en 1998.*

Ce programme d'études géoarchéologiques a été initié par Honor Frost qui reprenait alors des questions scientifiques restées en suspens pendant plus de 20 ans. Dans le cadre des travaux de la Commission du Patrimoine Mondial de l'UNESCO, l'équipe franco-anglo-libanaise a été chargée d'une double mission géomorphologique et archéologique afin de définir des zones archéologiques terrestres et maritimes à protéger en priorité. Le programme de recherches, partiellement financé par les accords de coopération scientifique franco-libanais CEDRE (projet n° F60/L58), a été dirigé par M. Beydoun et C. Morhange. Une première mission de prospections a été effectuée en 1998 (Frost, 1998; Frost, 1998-99; Morhange, 1998-99; Frost et Morhange, 2000). Une mission géoarchéologique de 6 carottages a

ensuite été réalisée durant l'été 2000 et les résultats obtenus font l'objet de cet article. M. Beydoun et H. Frost ont aussi dirigé des études archéologiques et stratigraphiques sur le *tell* et le long des rivages afin de préciser la mobilité du niveau de la mer et tenter de dater une structure interprétée comme un proto-phare (Frost, 2002). Durant l'été 2002, une mission de plongées a enfin permis de préciser la topographie sous-marine du secteur (Collina-Girard, 2002).

L'originalité de notre démarche repose sur une approche pluridisciplinaire qui associe les géosciences à terre et en laboratoire (carottages, cartographie géomorphologique, études bio-sédimentologiques...) aux prospections archéologiques et relevés cartographiques sur le rivage et en mer. Les principaux objectifs de ces missions étaient à la fois la

localisation des ports antiques, la mobilité des paysages côtiers et la délimitation de la future zone archéologique terrestre et marine à classer et à protéger afin d'éviter une plus grande dégradation des sites antiques et des paysages littoraux de ce secteur menacé par la croissance urbaine.

## I. Contexte géologique

Comme l'ont déjà rappelé de Vaumas (1954), Dubertret (1956), Sanlaville (1977) puis Nammour (1995), la région de Byblos correspond à l'un des tronçons les plus escarpés du littoral libanais. La morphologie du secteur évoque pour les visiteurs les paysages de la Riviera ligure. La montagne libanaise qui se jette dans la mer, à composante essentiellement karstique, est déchiquetée par de profondes gorges orientées est-ouest, comme le Nahr es Zhour et l'oued Eddé au Nord de Byblos et le Nahr Fidar et le Nahr Ibrahim au Sud. Des glacis cônes et des terrasses pléistocènes marquent le long du littoral des paliers plus ou moins étroits (**Fig. 1**).

La direction générale NNE/SSO des côtes libanaises dévie vers l'ouest où l'alignement de la côte entre Maamaltein et Batroun prend une direction nord-sud. Le rivage est caractérisé par l'érosion différentielle des formations crétacées moyennes qui plongent vers l'ouest et le sud-ouest sous la mer (Dubertret, 1956). L'amorce d'une ondulation anticlinale à la hauteur de Byblos permet l'affleurement d'une formation cénomaniennne de calcaires durs et moyens et d'une formation turonienne inférieure (marnes de Ghazir) caractérisée par des bancs argilo-calcaires. Le Turonien supérieur, constitué de calcaires à hippurites, massifs et durs, encercle partiellement le platier de Byblos. A Saqiet Zaidane, les marnes de Ghazir sont actuellement érodées en falaise. Plus bas et plus au sud, des grès sableux recouvrent les marnes de Ghazir sur le *tell* de Byblos et sous la plage actuelle de la baie de Skhiny.

Il est donc probable qu'un affaissement est-ouest quaternaire (récent ?) ait affecté le compartiment du port nord et du *tell* de Byblos, et ait noyé le substrat

turonien inférieur. Un décrochement senestre de plus d'un kilomètre de la falaise morte de Skhiny, suggère d'ailleurs le mouvement d'une faille transversale qui longe le sud du *tell* de Byblos. L'analyse sédimentologique des carottages au pied du *tell* de Byblos montre l'importance des stocks sédimentaires remaniés et hérités du Crétacé et du Quaternaire. C'est surtout l'érosion différentielle et les stocks sédimentaires hérités de quatre formations géologiques (calcaires cénomaniens, marnes de Ghazir turoniennes, substrat calcaire turonien à hippurites, conglomérats et grès quaternaires...) qui vont conditionner les dynamiques paléogéographiques holocènes et la morphologie littorale du secteur de Byblos.

À la suite de Sanlaville (1977), nous avons pu identifier quelques indicateurs de variations relatives verticales du niveau de la mer à l'Holocène (Frost et Morhange, 2000).

- Au Nord du port de pêche de Byblos, le platier actuel est particulièrement large (**Figs 2 et 3**). Cette morphologie peut suggérer une utilisation par l'Homme, qui est attestée ponctuellement au Nord de la passe du port actuel où l'on observe le plancher d'une carrière non datée à fleur d'eau. Ce vaste trottoir est caractérisé par la présence de très gros blocs qui traduisent, soit des dépôts de tempêtes, soit des événements exceptionnels du type tsunamis, (références bibliographiques *in* Mastronuzzi and Sanso, 2000; Kelletat and Schellmann, 2002). Nous avons daté 2 bioconstructions marines «fraîches» sur deux de ces blocs localisés sur le platier (Ly 11583, 710 +/- 30 BP soit 1528-1673 cal. AD et Ly 11582, 855 +/- 30 BP, soit 1436-1511 cal. AD). La morphologie du trottoir est donc assez ancienne et date au moins du Moyen Age.

- Tout autour de la pointe de Byblos, un trottoir d'érosion fossile, soulevé à + 80 cm au-dessus du niveau marin actuel, est altéré par des vasques supralittorales. Nous n'avons trouvé aucun vestige biologique fossile. Dans les environs de Byblos, les trottoirs ainsi que la majorité des encoches actuelles sont bien développés avec 1 mètre d'encorbellement au niveau actuel de la mer. De même, un petit vivier attribué à l'Antiquité romaine (?), est en position fonctionnelle, contrairement à ce qu'a publié Sanlaville (1970 et 1977).

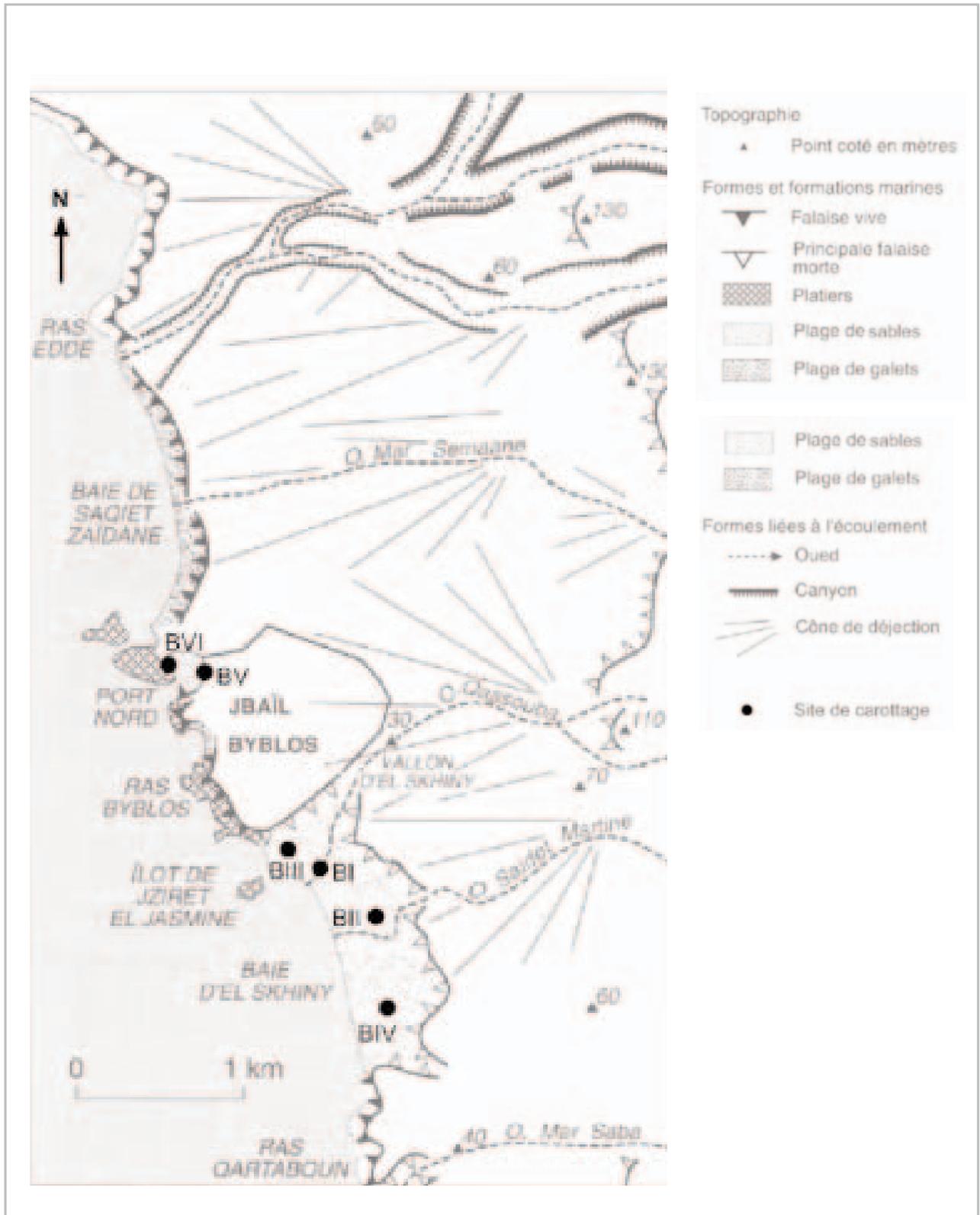


Fig. 1 - Croquis géomorphologique simplifié du secteur de Byblos (d'après Frost et Morhange, 2000).



Fig. 2 - Photographie aérienne du site de Byblos et localisation des carottages.

Ces différents éléments suggèrent une stabilité relative du niveau de la mer dans le secteur de Byblos depuis l'époque antique.

Quelques kilomètres plus au sud, au pied du versant nord de la calanque Sud de Fidar, on observe un trottoir dont le bord est revêtu d'un bourrelet de vermetes fossiles (Sanlaville, 1970, 1977; Sanlaville *et al.*, 1997). Ce bourrelet de *Dendropoma petraeum* surplombe de 40 cm la limite supérieure de l'étage infralittoral actuel, définie par la limite de peuplement des algues rouges encroûtantes de la famille des corallines. Ces vestiges biologiques sont datés de 3020 +/- 35 BP (soit 896-776 BC, Ly 9832). Cette fourchette chronologique indique la mort des organismes marins au début du premier millénaire avant J.-C. par recouvrement sédimentaire puis par émergence, le trottoir étant scellé par un conglomérat de plage. Le soulèvement peut donc être postérieur à la date de la mort des vermetes. Quoi qu'il en soit, ces indices témoignent d'un soulèvement modeste du substrat. Les structures portuaires antiques de Byblos, si elles sont encore conservées, doivent donc se trouver au niveau actuel de la mer avec une marge d'erreur inférieure à un mètre.

## II. Problème de localisation des ports antiques de Byblos

Les ruines de Byblos sont situées sur un promontoire, d'une trentaine de mètres de hauteur, bordé de falaises vives (Figs 2 et 3). Le substrat est un grès quaternaire hétérométrique. Avant les fouilles de Renan, Montet, puis de Dunand, Byblos était un *tell* (Jidejian, 1977). Les archéologues ont envisagé quatre sites potentiels de localisation des ports antiques de Byblos.

- Au pied ouest du promontoire, la modeste crique de Chamiyé, difficile d'accès, est ceinturée de falaises recouvertes maintenant par les déblais des fouilles (Figs 2 et 3). Cette plage de poche est particulièrement ouverte vers la mer et semble inadaptée pour accueillir un abri côtier.

- Au nord du *tell* de Byblos, une deuxième petite crique rocheuse correspond au port de pêche actuel (Figs 3 et 4). Il est fortifié par des murailles et une



Fig. 3 - Photographie des platiers au large de Byblos.

Source: Site Web: <http://almashriq.hiof.no/ddc/projects/mot/photobase/mohafazat/Mont-liban/Jbeil.html>; Byblos: Vue générale (A. Yaténékian: 458216121827, 22)

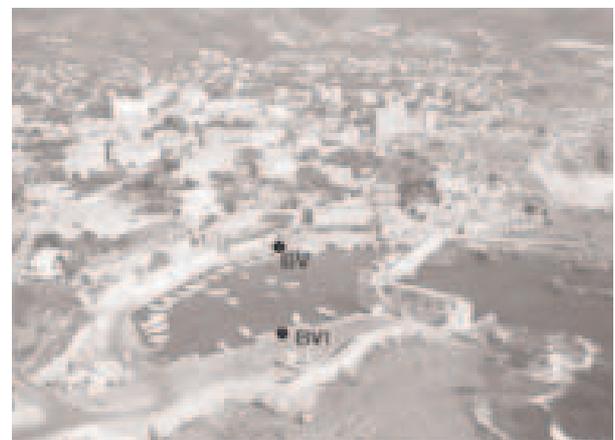


Fig. 4 - Photographie aérienne du port nord de Byblos et localisation des carottages.

Source: Site Web: <http://almashriq.hiof.no/ddc/projects/mot/photobase/mohafazat/Mont-liban/Jbeil.html>; Byblos: Le port (Unknown: 458216121475, 27)

tour médiévales. Cette modeste crique mesure environ 120 mètres de longueur sur 60 mètres de largeur et possède un faible tirant d'eau. Les archéologues ont envisagé que le port de la cité antique se trouvait au même emplacement que le petit port moderne qui, lui-même, poursuit l'existence du port médiéval (Margueron, 1994). Ses rives escarpées et sa géométrie en font un abri qui semble assez mal adapté au trafic des bois de cèdre (Frost et Morhange, 2000). En effet, les rives paraissent peu propices pour entreposer une grande quantité de troncs et le bassin peut sembler de dimensions trop réduites pour

permettre leur manipulation de façon aisée. De plus, cette crique ne peut recevoir que des bateaux de très petit tonnage. Mais doit-on penser que dans l'Antiquité, on n'ait pas eu besoin d'un port plus vaste et plus profond ? Il faudrait évidemment mieux connaître l'importance réelle des échanges pour préciser cette question (Margueron, 1994).

- Au nord de ce petit port, la baie de Saqiet Zaïdane (**Fig. 2**) est composée de plages de galets. Cette anse présente une faible concavité et s'étend sur environ 800 mètres de long jusqu'à la pointe de Ras Eddé. Orientée vers l'ouest-sud-ouest, cette plage de poche est exposée de plein fouet aux houles les plus violentes et les plus fréquentes. Elle est bordée par une haute grève de galets qui peut atteindre plus de 5 mètres de hauteur au-dessus du niveau marin. En arrière du cordon littoral, se dresse une falaise instable épisodiquement attaquée lors des tempêtes (Sanlaville, 1977). Ce milieu côtier est particulièrement hostile et répulsif pour l'accostage et les activités portuaires.

- En revanche, au sud de la pointe de Byblos, la baie sablonneuse d'El Skhiny est caractérisée par une falaise morte à environ 250 mètres du trait de côte actuel (**Figs 2 et 5**). Le fond de cette baie est colmaté par des sables fins sous la forme d'une plage et de dunes au pied de la falaise morte ainsi que par les apports d'alluvions de l'oued Qassouba au nord et du Nahr Fidar au sud. Le fond de cette baie est partiellement protégé des houles dominantes du sud-ouest par des récifs de grès dunaire, qui se prolongent jusqu'à l'îlot de Jziret. Les archéologues pensent qu'il s'agit là d'un des rares mouillages naturels de bonne qualité (Margueron, 1994).

Par plongées en scaphandre autonome, des récifs sous-marins ont été identifiés au large (Frost, 1999). Ces reliefs sous-marins culminent vers 20-30 mètres sous la surface du plan d'eau. Cette découverte soulevait le problème de la présence éventuelle d'un milieu de sédimentation côtier protégé au sud du promontoire de Byblos et au débouché du vallon d'El Skhiny (Frost et Morhange, 2000).



Fig. 5 - Vue de la baie d'El Skhiny du haut du tell de Byblos (cliché C. morhange)

Depuis la synthèse de Poidebard et Lauffray (1951), la plupart des chercheurs, même s'ils insistent sur de nombreuses incertitudes topographiques, tiennent pour acquise une localisation du port antique de Byblos à l'emplacement du port de pêche actuel au nord du tertre. Ils ne posent guère la question de la possibilité de la présence de plusieurs ports, caractéristique des sites phéniciens sur péninsule, ni celle de la taille minuscule de l'abri côtier septentrional (Saghieh-Beydoun, 1983; Salles, 1998). Nous tenons à rappeler deux points importants:

En matière d'organisation de l'espace portuaire, le port de pêche Nord semble assez mal adapté aux transbordements des bois de cèdre à l'Age du Bronze. Il est de dimension trop réduite pour permettre la manipulation de grumes de grande taille. En revanche, le fond de la baie, au sud du promontoire de Byblos, présente deux atouts permettant l'établissement d'une rade foraine à l'époque antique au débouché du vallon d'El Skhiny (**Figs 1 et 2**):

- La baie est partiellement protégée par des récifs affleurants et sous-marins qui ont pu naturellement jouer le rôle de brise-lames dans l'Antiquité.

- L'accessibilité à la baie Sud est assurée par le vallon d'El Skhiny, au pied de la ville de Byblos. Comme l'indique Salles (1998), il est probable que des portes existaient au sud de la cité, contrôlant l'accès à la plage.

Nous pensions donc qu'il fallait préciser la localisation et l'utilisation de plusieurs ports à Byblos, un petit port au nord du promontoire, une vaste rade foraine vraisemblablement au sud (Frost et Morhange, 2000).

### III. Etude bio-sédimentologique de la baie Sud

Une mission de terrain a été organisée dans le cadre du programme CEDRE en 2000. Au total, 6 carottes ont été réalisées (38 m de carottage de 45 mm de diamètre): 2 dans le port nord et 4 dans la baie sud (**Fig. 2**). L'échantillonnage a été effectué sur place et les sédiments ont été conservés dans des sacs étanches.

Les sédiments ont été ensuite rapatriés au laboratoire du CEREGE afin de subir toute une série d'analyses dont les résultats fournissent les éléments nécessaires pour répondre à notre problématique.

#### III-1. Méthodologie

Nous avons effectué trois principaux types d'analyse. Les traitements granulométriques nous renseignent sur les faciès, l'origine, le mode de transport et la mise en place des sédiments. Les bio-indicateurs fournissent des données fondamentales pour qualifier les milieux de sédimentation et définir les environnements. Les datations radiométriques permettent de caler les unités d'un point de vue chronologique (**Fig. 6**).

#### III-2. Résultats des carottages

Quatre carottages ont été effectués au sud du *tell*, afin d'étudier cette paléo-baie (**Figs 2, 7 à 11**). Le substrat turonien a été atteint pour les 4 carottages. Un problème technique s'est produit pour chaque carotte, entraînant des hiatus plus ou moins importants car la récupération des sables est toujours délicate.

À proximité de l'orphelinat arménien, le carottage BIII (N:34°-07.02', E: 35°-38.80', + 2,24 m) se situe au pied de la paléo-falaise de Ras Byblos. Il semblait judicieux d'étudier ce secteur car cette zone de la baie paraissait relativement protégée par les reliefs de Jziret El Jasmine. D'une longueur de 4.25 m sous la surface topographique, il est constitué d'un mètre de terre végétale puis de sables et de graviers. Des hiatus sont à signaler entre 5.00 m et 4.25 m ainsi qu'entre 3.80 et 2.40 m.

Le carottage BIV (N: 34°-06.77', E: 35°-39.00', + 2,3 m) semblait lui aussi correspondre à une zone de la baie abritée au sud par le Ras Qartaboun. Traversant presque 2 m de sol terreux et graveleux, le carottage est constitué de matériel grossier et mesure 4 m de long. Les sédiments entre 3.20 et 2.58 m de profondeur sont manquants.

Enfin, deux carottages ont été réalisés légèrement plus en retrait, vers la falaise morte, au débouché de deux petits oueds (Qassouba et Saïdet Martine). BI (N:



Fig. 6 - Méthodologie utilisée pour l'analyse des échantillons (DAO L. Stefaniuk).

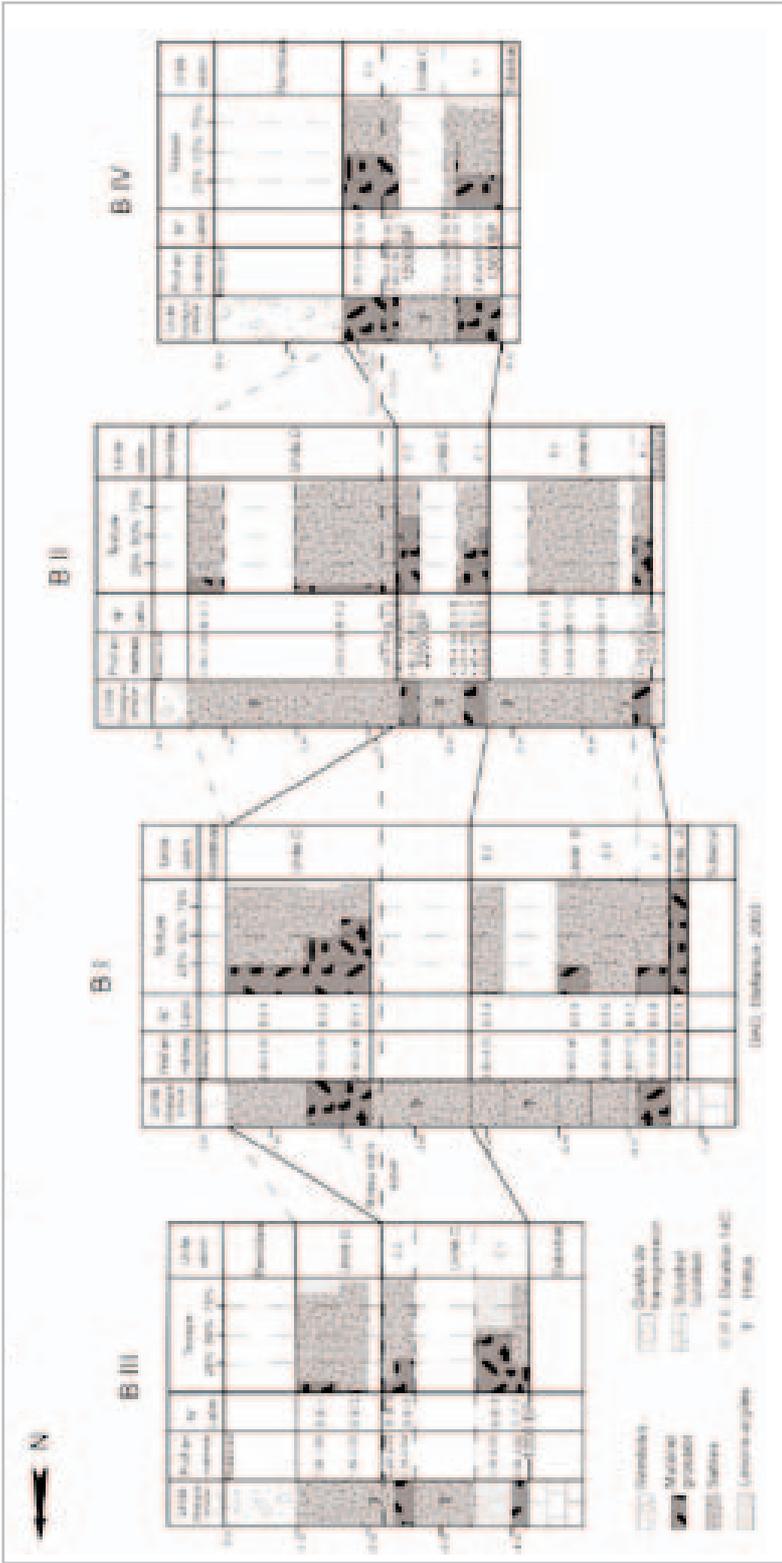


Fig. 7 - Organisation des dépôts de la baie d'El Skhiny et comparaison des carottages.

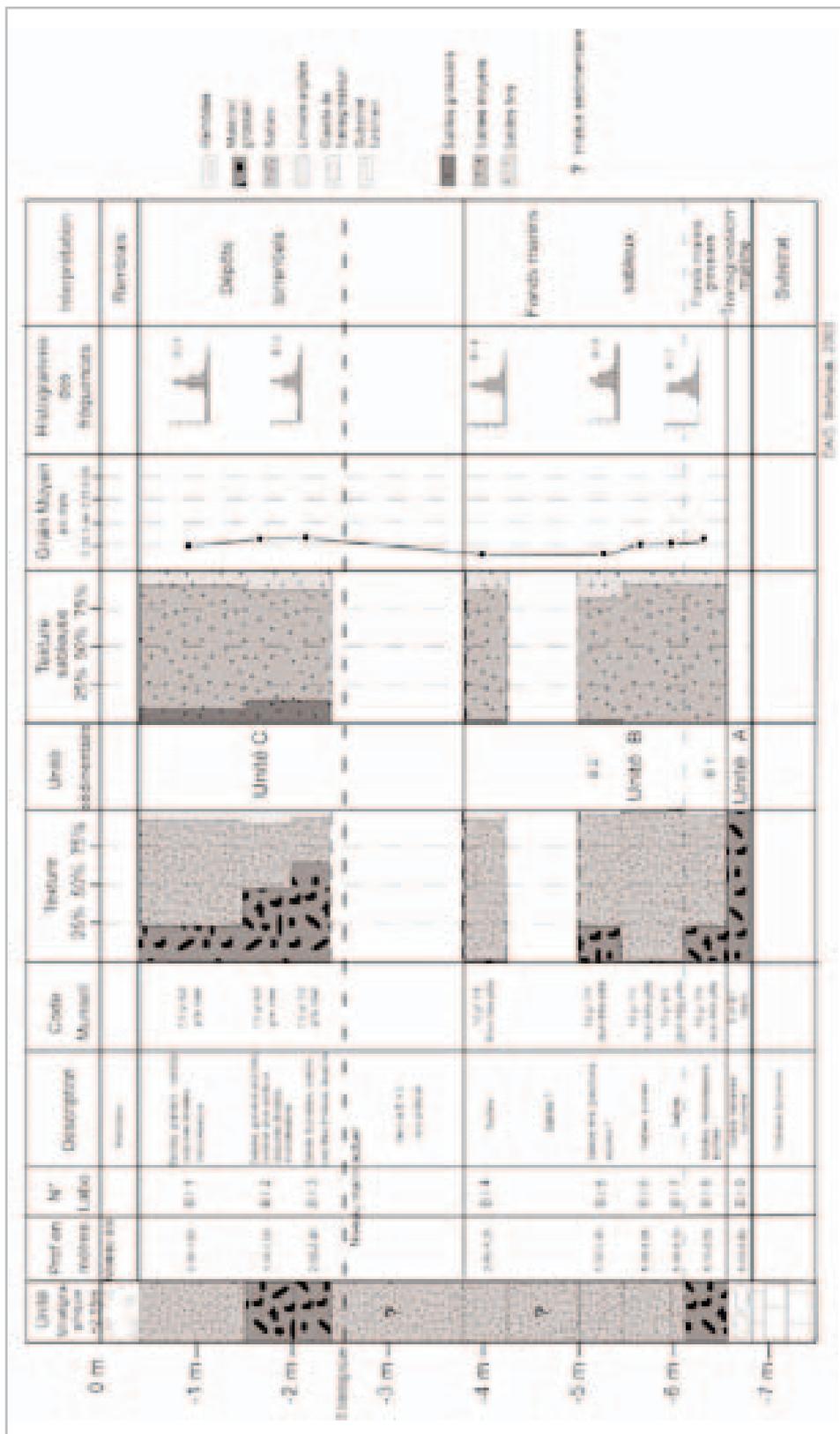


Fig. 8 - Carottage BI (DAO L. Stefaniuk).

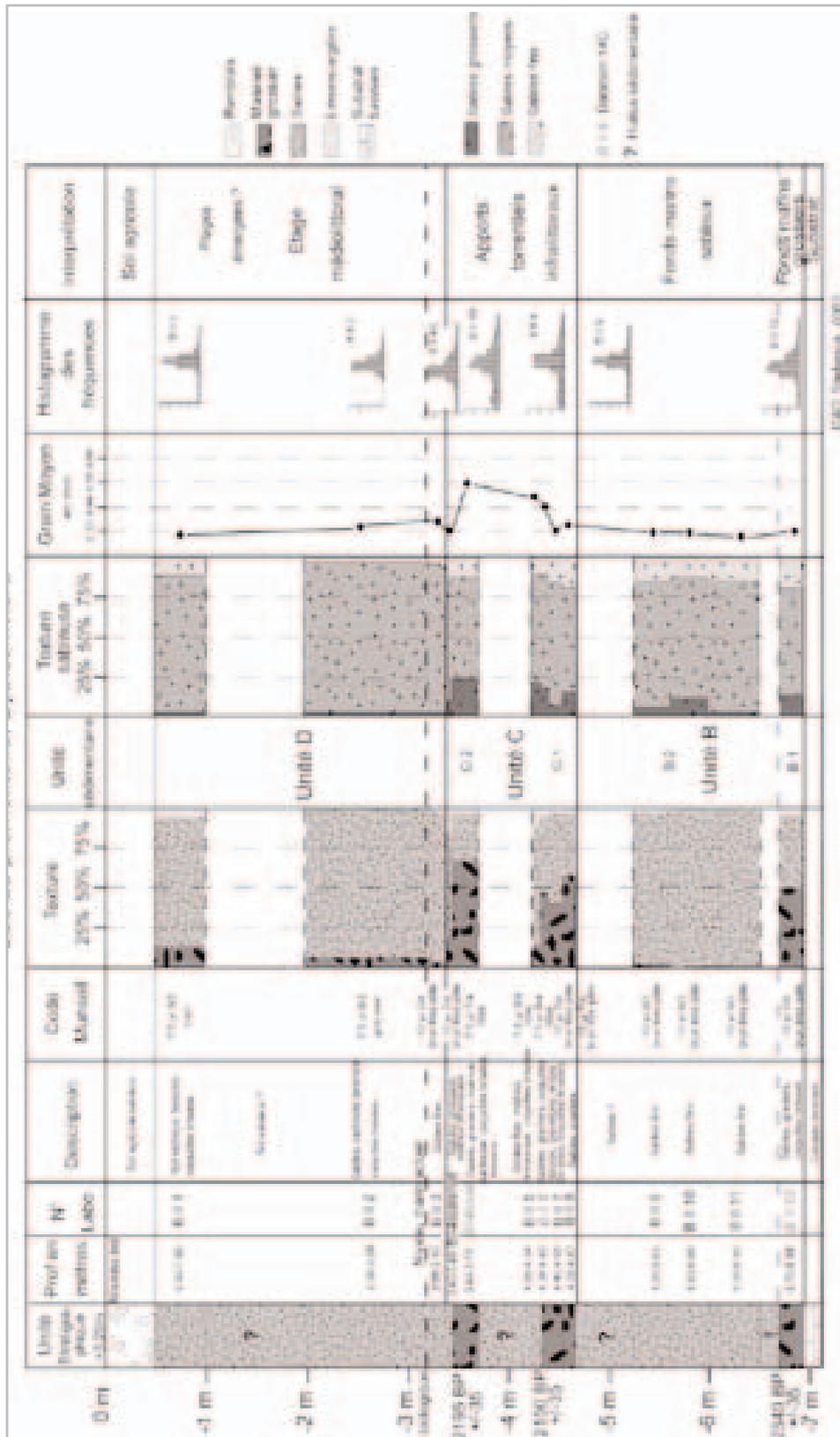


Fig. 9 - Carottage BII (DAO L. Stefaniuk).

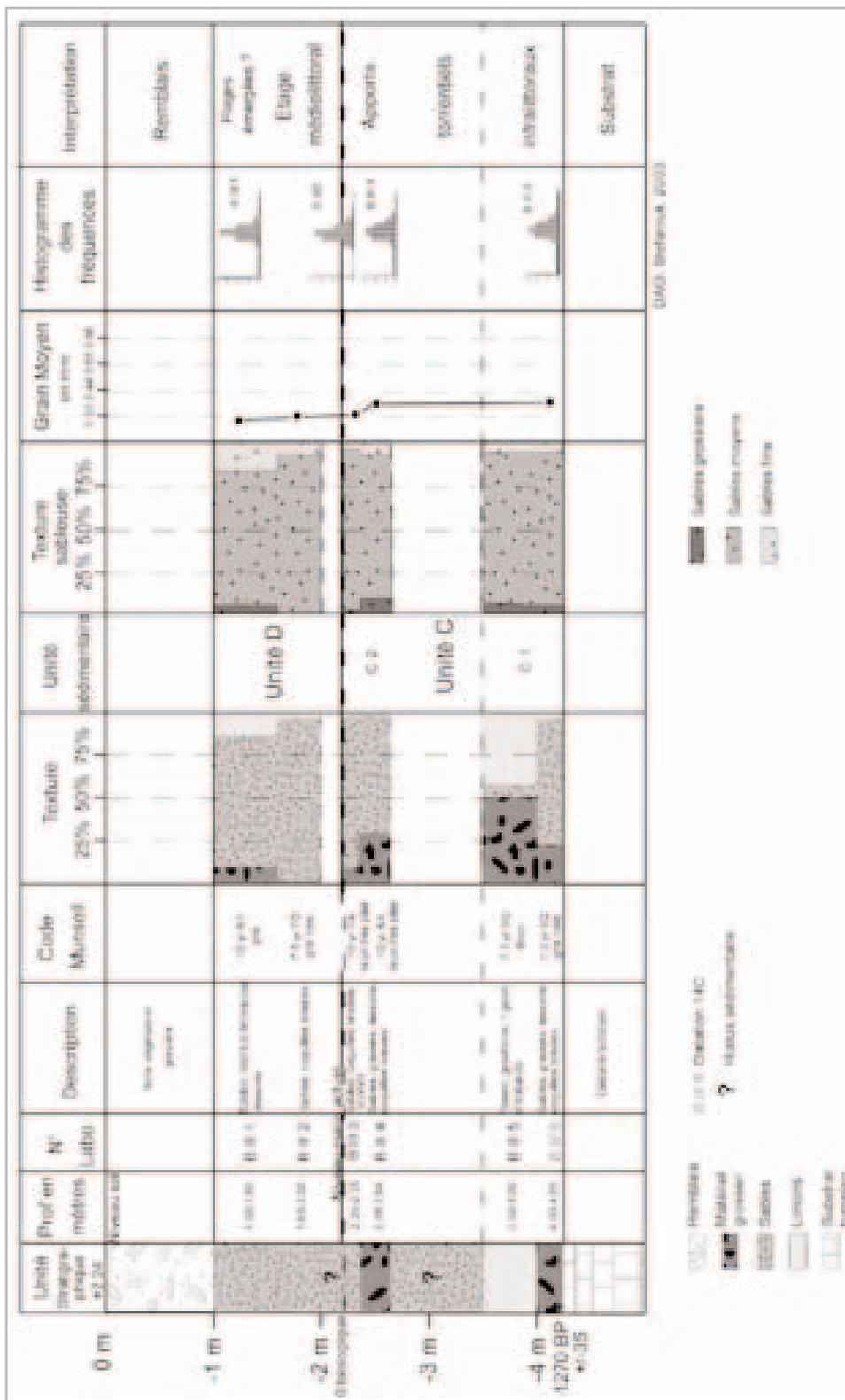


Fig. 10 - Carottage BIII (DAO L. Stefaniuk).

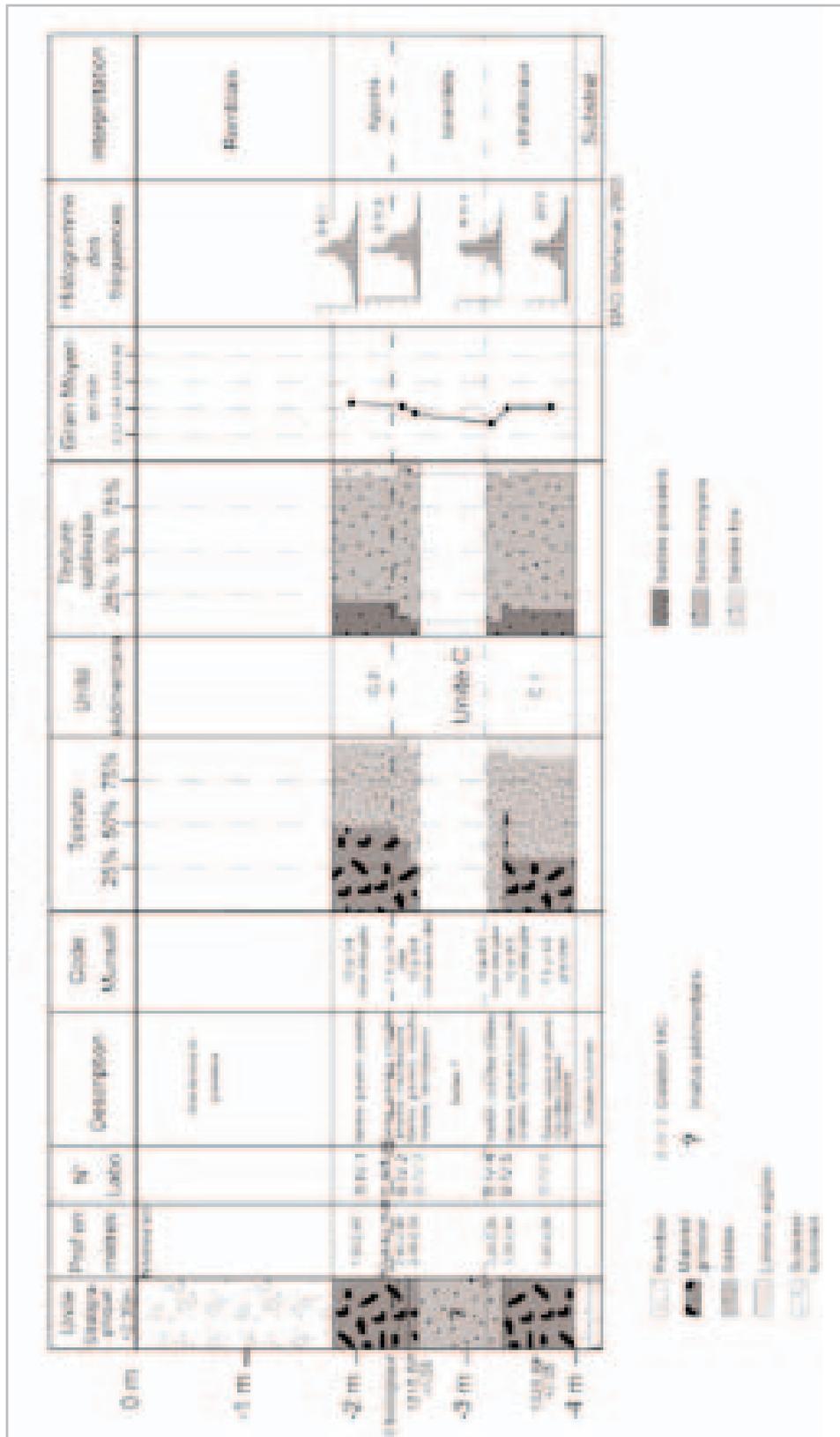


Fig. 11 - Carottage BIV (DAO L. Stefaniuk).

34°-06.97', E: 35°-38.85', + 2,55 m) se situe au niveau du cône de déjection de l'Oued Qassouba. La carotte descend jusqu'à 6.80 m de profondeur. Deux couches sableuses n'ont pas pu être récupérées: entre 2.40 et 3.80 m, et entre 4.25 et 5.00 m de profondeur. BII (N: 34°-06.88' E: 35°-38.97', + 3,2 m) est situé dans un verger au sol sableux d'une cinquantaine de cm d'épaisseur. La carotte fait 6.95 m de long. Il s'agit de la carotte la plus fragmentée puisqu'il manque 3 niveaux entre 6.70 m et 6.50 m, 5.25 m et 4.67 m, et entre 4.25 m et 3.73 m.

### III-2.1. Organisation des dépôts

Après analyse et comparaison des échantillons, nous distinguons quatre principales unités sédimentaires (Fig. 7).

Une unité basale (A) est constituée de blocs calcaires roulés et polis. Une seconde unité (B) est majoritairement sableuse avec plus ou moins de ballast. Elle se divise en deux sous-ensembles. Le premier (B1) est caractérisé par un ballast important (25% minimum) et des sables, le second (B2) est presque uniquement sableux. Puis on trouve une importante unité (C) très grossière. Les rudites sont très hétérométriques avec un mélange de galets roulés et de fragments plus anguleux. Enfin, une dernière unité sommitale essentiellement sableuse (D) caractérise certaines carottes.

### III-2.2. Unité sédimentaire A (Fig. 8)

Cette couche n'est présente que dans la carotte BI. Il s'agit de galets calcaires turoniens roulés, polis et parfois lithophagés (3 cm de diamètre environ). Ils constituent une couche marine transgressive basale.

### III-2.3. Unité sédimentaire B (Figs 8 et 9)

Cette unité englobe les échantillons BII 12 à BII9 et BI8 à BI4. Elle se divise en deux sous-ensembles.

- *Sous-unité B1 (échantillons BII 12 et BI8)*

Des coquilles en BII 12 ont été datées 2340 ans BP, soit entre 183 et 195 cal. AD (Lyon-1750 et GrA-20847) vers 7 m de profondeur (soit environ 3 m sous le niveau actuel de la mer),

Le ballast représente de 23% (BI8) à 48% (BII 12) de la texture générale. Les rudites sont hétérométriques, constituées essentiellement de galets turoniens roulés et brisés et de petits débris calcaires plus anguleux. Les micro-perforations biologiques de certains galets ainsi que des débris d'éolianite remaniés témoignent de l'action de la mer et des courants. Enfin, on note la présence de quelques microressons roulés non identifiables et de scories.

La fraction sableuse est caractérisée par un tri moyen à assez bon. Le mode varie entre 315 µm et 250 µm. Le grain moyen (34 mm à 37 mm) traduit une compétence non négligeable du flux hydrique. La texture sableuse est dominée par les sables moyens (>66%) et les sables fins l'emportent sur les grossiers suggérant une position dans l'étage infralittoral.

La macrofaune, présente uniquement en BII 12, est rare et brisée. Les espèces rencontrées indiquent un milieu marin sableux (*Cerithium cf. vulgatum*). Quelques morceaux de thalles de maërl et des débris de piquants de *Paracentrotus lividus* révèlent la proximité d'herbiers ou de récifs sous-marins à proximité. Les rares foraminifères suggèrent des fonds marins côtiers peu profonds (*Polymorhina sp.*, *Quinqueloculina sp.*) et fortement soumis à l'impact des houles et des courants de fond. Il s'agit donc d'un milieu infralittoral relativement battu.

- *Sous-unité B2 (échantillons BII 11 à BII9 et BI7 à BI4)*

Cette unité est caractérisée par l'omniprésence des sables (entre 91% et 99%) exception faite de l'échantillon BI5 plus grossier. Les sables apparaissent plutôt ternes, émoussés et parfois légèrement picotés. La fraction minérale représente 90% du sédiment et les quartz 70%. Le tri est bon à assez bon et le grain moyen chute par rapport au niveau précédent (entre 0.35 mm et 0,31 mm). On note une large prédominance des sables moyens et une supériorité marquée des sables fins sur les grossiers.

La macrofaune est presque totalement absente, indiquant un milieu parcouru par des courants (piquants de *Paracentrotus lividus* et thalles de maërl). De rares foraminifères littorales (*Ammonia sp.*, *Rosalina sp.*) coexistent avec de petites foraminifères benthiques (*Quinqueloculina sp.*) et quelques *Neoconorbina terquemi* qui témoignent

d'un milieu marin côtier battu. Cette sous-unité caractérise donc des fonds sableux en accrétion d'une baie ouverte sur le large et battue.

### III-2.4. Unité sédimentaire C (Figs 8 à 11)

Cette troisième unité comprend les échantillons BII8 à BII4 sommet, BI3 à BI 1, BIII6 à BIII4 et BIV6 à BIV1. Elle est datée du premier millénaire ap. J.-C. (1270 +/- 35 BP en BIII6 (Lyon-1747), 1325 +/- 35 BP en BIV6 (Lyon-1881) et 1215 +/- 35 BP en BIV3 (Lyon-1880). Elle se divise en deux sous-ensembles qui associent chacun des niveaux grossiers et un niveau sableux ou limoneux.

#### • Sous-unité C1

Cet ensemble se compose d'un ou plusieurs niveaux grossiers auxquels se superpose un niveau plus fin (BIII6). En ce qui concerne les premiers niveaux, le ballast apparaît en grande quantité (21% à 65%). Il se compose de fragments d'éolianite, de calcaire et d'autres galets remaniés. Les rudites sont très hétérométriques. On note également une décroissance du diamètre et du nombre de rudites de la base vers le sommet de l'unité. L'augmentation de la taille du grain moyen qui passe de 0,32 mm à 0,37 mm entre BII9 et BII7 et de 0,31 mm à 0,37 mm entre BI4 et BI3 pour atteindre 0,43mm en BII6 ou BIV5 traduit un mode de transport compétent. La granulométrie des sables confirme cette hypothèse puisque les sables moyens (64% à 87%) et grossiers (7% à 22%) dominent.

Les niveaux sus-jacents se démarquent par une granulométrie plus fine (43% de limons en BIII, 92% de sables en BIV) mais aussi par une baisse de la taille du grain moyen.

Les coquilles identifiées appartiennent aux milieux sableux de l'étage infralittoral. On trouve principalement *Cerithium vulgatum*, *Glycymeris pilosa*, *Nassarius cf. pygmaeus*, *Collumbella cf. rustica*, ainsi que des espèces provenant de platiers rocheux comme des *Ostreidae* ou *Gryphoidae*, *Chitonidae* et des morceaux de maërl.

Les foraminifères sont peu diversifiées et dominées par *Ammonia convexa* et *Amphistegina* sp. Ces foraminifères «brouteuses» et temporairement fixées (Langer, 1993) ont été trouvées dans les eaux peu

profondes et hypersalines du Golfe Persique (Murray, 1973) et du Golfe d'Aqaba en Mer Rouge (Hottinger *et al.*, 1993). Les *Ammonia* sont accompagnées d'*Elphidium excavatum*. Cet assemblage caractérise les eaux marines côtières très peu profondes à proximité d'herbiers (Sen Gupta, 1999).

#### • Sous-unité C2

Ce sous-ensemble se caractérise par l'abondance du ballast à la base (de 26% à 65%) et par un accroissement du taux de limons (17% en BII4s) et la dominance des sables (67% à 89%) au sommet. Le grain moyen atteste d'un mode de transport dynamique (Figs 7 à 10). Les indices granulométriques confirment cette injection de matériel grossier à la base (9,5% à 24% de sables grossiers) alors que les proportions s'inversent au-dessus (4,5% à 17% de sables fins).

Les coquilles identifiées appartiennent aux milieux sableux de l'étage infralittoral. On trouve principalement *Cerithium vulgatum*, *Glycymeris bimaculata*, *Glycymeris glycymeris* et *Pirenella conica*. La méiofaune contient des espèces de platiers rocheux comme des piquants de *Paracentrotus lividus*, des débris de *Cliones*, *Veneridae*, *Ostreidae* ou *Gryphoidae*, *Chitonidae* et des morceaux de maërl.

Les foraminifères, plus abondantes, sont quasiment identiques à celles de l'unité sous-jacente avec *Ammonia convexa*, *Amphistegina* sp., *Elphidium excavatum* et *Rosalina* sp. ainsi que *Quinqueloculina* sp. Cet assemblage caractérise donc un milieu marin ouvert dont les fonds côtiers en accrétion sont très peu profonds.

Les différents indicateurs témoignent d'un milieu infralittoral battu et peu profond caractérisé par des injections de ballast liées à des crues suivies par des dépôts fins de mode plus calme. Le problème posé par les dates de BII6 (2150 BP +/-35; Lyon-1749) et de BII4base (2195 BP +/-35; Lyon-1748) pourrait témoigner de remaniements de stocks de coquilles lors de tempêtes.

### III-2.5. Unité sédimentaire D (Figs 9 et 10)

Cette unité n'est décelable que pour deux carottes (BII 1 à BII3, et BIII2, BIII 1).

La texture générale est sableuse. Le ballast ne dépasse pas 11% et croît de la base vers le sommet.

Les rudites sont légèrement hétérométriques, mais de petite taille et souvent anguleuses. La fraction sableuse traduit un milieu relativement plus calme. En effet, le grain moyen décroît du bas (0.37 mm) vers le haut (0.31 mm). Le tri est bon et la courbe cumulative en S est très redressée et centrée sur le mode (250 µm). Les sables moyens dominent très largement et les sables fins l'emportent toujours sur les sables grossiers.

Une seule espèce en place a pu être déterminée (*Cerithium cf. vulgatum*). Les autres coquilles sont remaniées (*Rissoidea* juvéniles, débris de *Cliones* et thalles de maërl). Les foraminifères remaniés (*Ammonia convexa*, *Amphistegina sp.*, *Elphidium striatopunctatum*, *Quinqueloculina sp.*) caractérisent la proximité d'un milieu marin ouvert et très peu profond.

### III-3. Interprétations

L'ensemble des carottes se caractérise par l'importance du ballast. Nous pouvons distinguer quatre principaux épisodes.

#### III-3. 1. Mise en eau de la baie vers 2500 ans BP (?)

L'unité A, avec ses galets ronds déposés sur le substrat, indique une transgression marine. Cet épisode daté vers 2340 +/- 80 ans BP pose un problème chronologique. En effet, cette date apparaît trop jeune par rapport à des faciès littoraux similaires retrouvés ailleurs en Méditerranée orientale et à des profondeurs comparables. Par exemple, la base des carottes à Alexandrie (Goiran *et al.*, 2000), Sidon (Morhange *et al.*, ce volume) ou Tyr (Marriner *et al.*, ce volume) est le plus souvent datée de 5000 ans BP vers 5 m sous le niveau actuel de la mer. L'échantillon BII 12 remanie-t-il des faunes plus récentes lors d'un épisode érosif de tempête ?

La sous-unité B1 clôture cet épisode transgressif. Les galets sont moins gros. Un biotope légèrement moins battu, constitué de sables fins, permet le développement d'une faune marine.

#### III-3. 2. Les fonds sableux d'une baie ouverte vers le large

La sous-unité suivante (B2) est caractérisée par une texture très sableuse. L'absence de macrofaune et la méiofaune traduisent des fonds marins parcourus par des

courants. On peut néanmoins observer une évolution. Le plan d'eau semble de moins en moins agité de la base vers le sommet de l'unité. La diminution du grain moyen, l'augmentation de la part des limons et des sables fins en attestent.

#### III-3. 3. La progradation du rivage vers 1300-1200 ans BP

L'unité C se distingue par l'importance du ballast d'origine terrigène et par l'augmentation de la part des sables grossiers. Les espèces marines sont très brisées et une grande quantité de foraminifères sont abîmés. D'autre part, les grains moyens, révélateurs de la compétence du flux hydrique, sont en proportion élevée.

On peut donc restituer une plage, proche de la ligne de rivage, qui enregistre les apports torrentiels des oueds environnants. Cette interprétation est étayée par l'alternance de dépôts grossiers déposés par un flux compétent et des dépôts plus limoneux intercalés. De plus, la composition des galets suggère un remaniement des conglomérats en amont. Cette unité traduit donc un apport important de sédiments des versants à la côte. La baie se comble et la ligne de rivage prograde.

#### III-3. 4. Émersion du milieu

L'unité D se rapproche de la sous-unité B2 par quelques éléments (importance des sables, ballast réduit, rare macrofaune...). Le grain moyen décroît de la base vers le sommet, pouvant traduire le passage de la plage immergée au domaine aérien, soumis à l'action des vents.

L'étage médiolittoral actuel présente à Byblos des caractéristiques très proches. Le ballast est absent et les sables représentent 99% de la texture. Le tri s'avère bon et la courbe cumulative est centrée sur le mode (315 µm). Enfin, la texture sableuse est dominée par les sables moyens (96%).

La baie sud de Byblos s'apparente donc à une vaste rade peu protégée des dynamiques marines. Elle est, en outre, affectée par d'importants apports détritiques des versants qui fournissent la charge solide à l'origine de la progradation des rivages. Le plan d'eau baignant les falaises depuis 2500 ans s'est retiré, laissant place à une vaste plage. Ces résultats ne valident pas les hypothèses de Frost et Morhange (2000). Cette baie ne présente en

effet aucun témoignage bio-sédimentologique d'un port confiné, mais plutôt ceux d'un milieu marin ouvert et battu depuis 2500 ans. Les archéologues et chercheurs semblaient donc avoir raison en négligeant d'étudier cette baie et en considérant que le «port fermé» devait se situer ailleurs. En termes de navigation, la baie Sud peut donc être interprétée comme un port ouvert. En effet, durant la préhistoire et jusqu'à très récemment, les marins n'avaient pas besoin d'un ensemble portuaire très protégé. Le plus souvent, une plage suffisait amplement. Les navires pouvaient s'ancrer au large dans la baie sud et des barques assuraient alors la liaison entre la plage et les bateaux.

## IV. Étude paléogéographique du port Nord

Il fallait vérifier si les caractéristiques actuelles de ce port se retrouvent durant l'Antiquité, ou si le plan d'eau était plus étendu et plus profond.

Deux carottages ont donc été effectués (Figs 2 et 4). La carotte BV (N: 34°-07.29' E: 35°-38.65', + 1,01 m) a été prélevée sur le quai actuel, à l'Est de l'entrée du port (au pied de la terrasse du restaurant de Pepe Abed). Cette carotte a une longueur de 5 m. De la surface à 3.40 m de profondeur, on trouve des remblais récents correspondant à l'aménagement du quai actuel. La carotte BVI (N: 34°-07.31' E: 35°-38.57', + 1,01 m) se situe au cœur du bassin et à proximité de la Tour des Croisés au nord de la passe. Cette carotte est longue de 5 m. Les remblais s'étendent sur une épaisseur de 3.20 m et le substrat, composé de ramleh, a été atteint vers 4.70 m de profondeur.

### IV-1. Carottage BV (Fig. 12)

Nous distinguons deux unités. La base, caractérisée par une unité grossière (le ballast représentant au moins 37% de la texture), est suivie d'un faciès très sableux (89% de sables minimum).

### IV-1. 2. Échantillons BV4 et BV3

Leur texture est très semblable, avec un ballast abondant, moins de 50% de sables, et une part non

négligeable de limons-argiles. Le ballast contient des rudites très hétérométriques et anguleuses, composées de fragments calcaires et d'éolianite. La fraction sableuse biodétritique est caractérisée par un tri très médiocre. Le mode (1000  $\mu\text{m}$  à 200  $\mu\text{m}$ ) et le grain moyen (0.78 mm à 0.53 mm) attestent un flux compétent qui décroît dans le temps.

La macrofaune est rare et brisée. Les coquilles traduisent un biotope infralittoral sablo-vaseux (*Cerithium vulgatum*) proche des herbiers et des platiers (*Mitra cf. ebenus* et *Tricolia pullus*). La présence de *Ctena decussata* confirme qu'il s'agit d'un milieu mixicole (Pèrès et Picard, 1964) parcouru par des courants (débris de tests de *Paracentrotus lividus* et thalles de maërl).

Les foraminifères sont abondantes et les assemblages sont diversifiés. Le genre *Amphistegina* sp. prolifère dans les sédiments côtiers (Hallock, 1981) ou sur les substrats durs (Hohenegger, 1994). Nous identifions aussi des espèces brouteuses comme *Elphidium gerthi* et des foraminifères benthiques (*Quinqueloculina* sp., *Peneroplis planatus*, *Sorites variabilis*). Ces deux dernières espèces se rencontrent essentiellement dans les herbiers (Lévy, 1991). Cet assemblage indique la présence d'herbiers littoraux dans des eaux de salinité normale.

### IV-1. 3. Échantillons BV2 et BV1

La texture est très sableuse avec 89% au minimum de sables et peu de ballast. Le grain moyen (0.30 mm à 0.22 mm) et le mode (250  $\mu\text{m}$  à 200  $\mu\text{m}$ ) de la fraction sableuse traduisent le passage à un milieu relativement plus calme. Cela se confirme par une diminution des sables grossiers au profit des sables fins (<40%).

La macrofaune et la méiofaune sont brisées et caractéristiques des sables fins légèrement vaseux (*Glycymeris glycymeris*) et des sables fins bien calibrés (*Cerastoderma* sp.). Cependant, d'autres espèces allochtones impliquent l'existence de remaniements par la houle et les courants. Ainsi, on trouve des espèces caractéristiques des substrats durs infralittoraux comme des plaques de balanes, des tests de *Paracentrotus lividus* et des thalles de maërl. La présence de *Littorina* sp. est caractéristique des flaques des roches médiolittorales. Deux espèces remaniées proviennent d'horizons inférieurs:

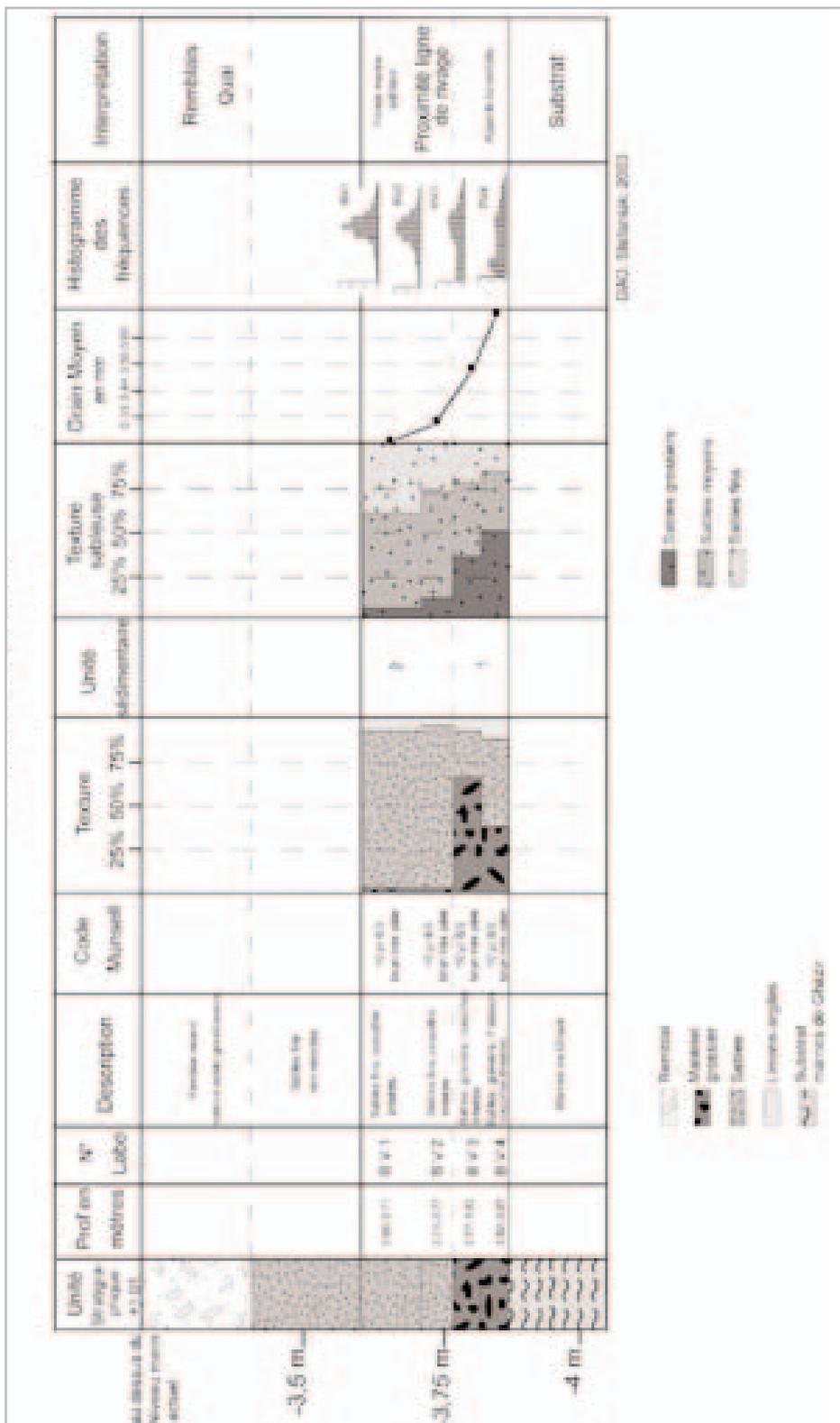


Fig. 12 - Carottage BV (DAO L. Stefaniuk).

*Spatangidae* sp. Caractéristique des sables grossiers sous influence des courants de fond et *Crassopleura maravignae* originaire des fonds détritiques côtiers (Pérès et Picard, 1964).

Les assemblages de foraminifères sont abondants, diversifiés et les coquilles sont bien conservées. On trouve principalement des communautés d'herbiers (*Peneroplis planatus*, *Sorites variabilis* et *Marginopora* sp.) ou des foraminifères «brouteuses» (*Amphistegina bicirculata*, *Elphidium macellum*, *Rosalina* sp., *Ammonia convexa*, *Ammonia inflata*, *Cibicidoides* sp., *Pararotalia socorroensis*, *Challengerella bradyi*). On rencontre encore *Quinqueloculina* sp. Cet assemblage témoigne de fonds côtiers très peu profonds avec des eaux de salinité normale. La base de l'unité semble relativement protégée. En revanche, le sommet de l'unité semble affecté par des courants. En effet, on constate la présence de petites foraminifères planctoniques (*Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides* sp.) ainsi que des individus caractéristiques du Turonien (*Dicarinella* sp.).

## IV-2. Carottage BVI (Fig. 13)

L'étude de cette carotte montre une alternance de passées sableuses plus ou moins grossières, traduisant des changements de compétence du flux, ainsi que la variété des sources sédimentaires.

### IV-2. 1. Échantillon BVI 7

La texture de BVI 7 est constituée de 52% de sables et de 29% de ballast composé de fragments d'éolianite assez hétérométriques et émoussés. Le tri est médiocre (1.20) et le grain moyen (0,42 mm) caractérisent un flux relativement compétent.

La méiofaune provient des étages infralittoral et circalittoral (piquants de *Paracentrotus lividus* et thalles de maërl). Les foraminifères sont dominées par *Elphidium macellum* et *Elphidium craticulatum*, associées à *Amphistegina* sp., *Ammonia convexa* et *Ammonia inflata*. Ces bioindicateurs traduisent la présence de fonds marins côtiers à salinité normale parcourus par des courants.

### IV-2. 2. Échantillon BVI6

La texture laisse supposer une chute importante de la compétence du mode de transport des sédiments (4% de ballast alors que les sables augmentent de plus de 30%). La part des sables fins est aussi très importante (37% de la fraction sableuse). De plus, le grain moyen réduit (0.24 mm) traduit un milieu relativement calme.

Cet assemblage est identique à celui de l'unité sous-jacente. On trouve à nouveau *Elphidium gerthi*, *Elphidium macellum* et *Elphidium craticulatum* associées à *Amphistegina* sp., *Ammonia convexa*, *Ammonia inflata* et *Rosalina* sp. Ces espèces traduisent un milieu de fonds côtiers peu profonds.

### IV-2. 3. Échantillon BVI5

On note un important enrichissement en limons, un accroissement du ballast et des sables grossiers plus abondants.

La méiofaune s'avère très peu riche et les foraminifères sont moins abondantes et moins diversifiées. L'assemblage composé d'*Elphidium craticulatum*, *Amphistegina* sp., *Rosalina* sp. et *Ammonia inflata* témoigne toujours d'un milieu côtier peu profond.

### IV-2. 4. Échantillons BVI4 à BVI1

Ces quatre échantillons sont alternés et comparables deux à deux. Le ballast est composé de morceaux d'éolianite. Les prélèvements BVI4 et BVI2 sont caractérisés par près de 50% de ballast, un grain moyen supérieur à 0.4 mm et une texture sableuse où les sables grossiers sont importants (>25%). BVI3 et BVI1, essentiellement sableux (60% minimum), présentent des grains moyens inférieurs à 0.35 mm et une diminution de la part des sables grossiers (~18%) au profit des sables moyens (>57%) et des sables fins (28% pour BVI1).

Cette alternance de niveaux grossiers et sableux suggère une première phase dynamique dans le transport des sédiments suivie d'un mode plus calme qui favorise des dépôts plus fins.

Les foraminifères sont abondantes et diversifiées. Les assemblages sont similaires aux unités précédemment décrites (domination des *Elphidium craticulatum*,

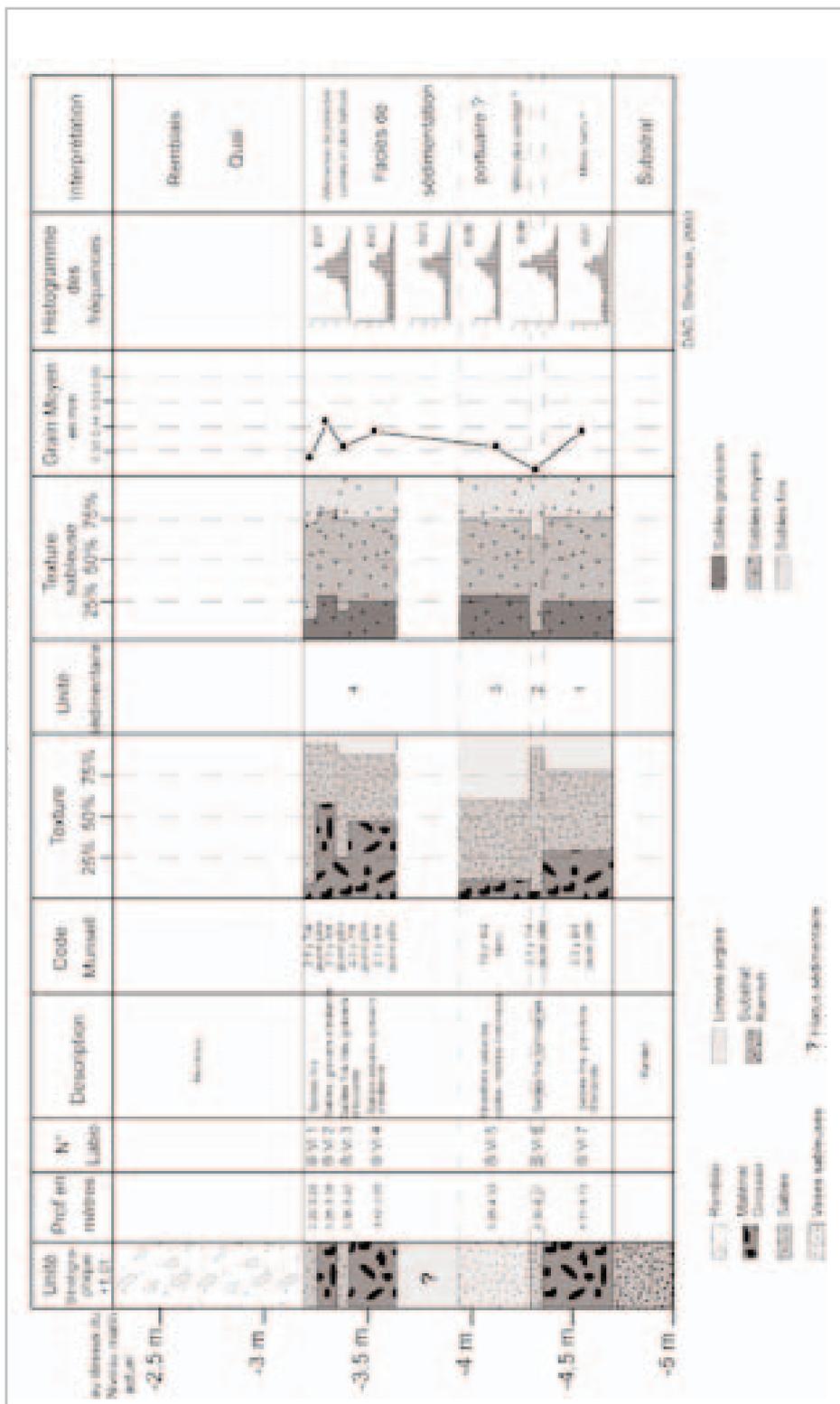


Fig. 13 - Carottage BVI (DAO L. Stefaniuk).

*Ammonia convexa*, *Rosalina sp.* et *Ammonia inflata*). La diversité augmente en sommet d'unité et on note l'apparition de nouvelles espèces comme *Amphistegina bicirculata* et *Elphidium macellum*. La présence de foraminifères inféodées aux herbiers (*Sorites variabilis*) suggère un milieu relativement protégé. De plus, les bioindicateurs attestent une tranche d'eau de moins en moins profonde.

### IV-3. Interprétations

La texture assez grossière de ces carottes traduit un milieu relativement ouvert et peu protégé contrairement à l'image classique des faciès portuaires antiques (Morhange, 2001).

#### IV-3. 1. Carotte BV

À la base de la carotte, le caractère très anguleux des rudites et une fraction sableuse grossière évoquent des apports torrentiels venus se déposer au niveau de base. Ceci s'explique d'autant mieux que la carotte se situe à l'aval d'un talweg relativement raide. Cet apport semble ensuite se tarir et une sédimentation sableuse traduit alors un milieu côtier relativement plus calme. Il s'agit d'une plage à proximité du rivage.

Les faunes sont indicatrices de milieux sableux de mode relativement calme. Les assemblages de foraminifères attestent aussi un milieu marin peu profond et de plus en plus protégé. En effet, les espèces d'herbiers deviennent de plus en plus abondantes.

D'après les indicateurs bio-sédimentologiques utilisés et la morphologie actuelle des berges du port nord de Byblos, on peut conclure que ce bassin a toujours été aussi réduit dans le passé.

#### IV-3. 2. Carotte BVI

Le ballast occupe une part importante et les valeurs des grains moyens de la fraction sableuse sont élevées. Cette carotte témoigne donc d'un milieu marin assez battu. Elle révèle également une succession de périodes plus ou moins agitées du plan d'eau, soumis aux vagues et aux houles principales de direction sud-ouest. Ces dernières frappent de plein

fouet les platiers et récifs environnants, ainsi que le mur de mer protégeant partiellement ce petit port. Les bioindicateurs traduisent la présence de fonds côtiers peu profonds. L'apparition d'espèces d'herbiers en sommet d'unité suggère néanmoins une évolution du milieu vers un environnement plus protégé.

Les faciès sédimentaires de ce port ne plaident pas en faveur d'un milieu particulièrement abrité. Durant la protohistoire et l'Antiquité, ce port devait donc poser les mêmes problèmes que de nos jours (exiguïté, hivernage dangereux).

Situées au pied du *tell* de Byblos, entre les Ras Byblos et Qartaboun, les plages de la baie sud, bien que largement ouverte vers le large, correspondent à un emplacement potentiellement intéressant pour l'entrepôt et le commerce du bois, d'autant que l'étude des carottes du port nord a confirmé sa faible superficie dans l'Antiquité. La baie Sud pouvait donc servir de port ouvert à l'Age du Bronze.

La médiocre qualité des ports antiques de Byblos pourrait expliquer partiellement le déclin historique de cette cité qui, contrairement aux trois autres ports étudiés (Beyrouth, Sidon et Tyr) ne joue plus, de nos jours, un rôle maritime important.

### Remerciements

L'équipe remercie tout particulièrement pour leur aide la Mairie de Byblos, en la personne de Raphaël Sfeir, la Direction Générale des Antiquités (Frédéric Hussein, Directeur Général) et, pour son aide technique, la société FOREX (H. Fayad et R. Malek). Cette recherche est une contribution au programme de recherches du PICG 437 (Coastal environmental change during sea-level highstands).

## Bibliographie

- Amadouy, Z. E. 1998.** «Archéologie préhistorique sous-marine, contribution explicite à la renommée de Jbeil-Byblos, considérations préliminaires de la région, campagnes des hivers 1996, 1997, 1998», Ed. Z. E. Amadouy, Jbeil.
- Dubertret, L. 1956.** «Carte géologique au 50.000°, feuille de Jbeil, notice explicative», 34 p.
- Dunand, M. 1939.** *Fouilles de Byblos I, 1926-1932*, Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 2 vols.
- **1973.** *Byblos, son histoire, ses ruines, ses légendes*, Imprimerie catholique, Beyrouth, 103 p.
- Frost, H. 1995.** «Harbours and proto-harbours; early levantine Engineering», Actes du colloque *Cyprus and the sea*, Nicosie, 25-26 septembre 1993, eds. V. Karageorghis et D. Michaelides, University of Cyprus et Cyprus Ports Authority, Nicosie, pp. 1-22.
- **1998.** Byblos: Wen-Amon's harbour, *National Museum News*, 8, pp. 29
- **1998-1999.** «Marine prospection at Byblos», *Bulletin d'Archéologie et d'Architecture Libanaises* 3, pp. 245-259.
- **2000.** «From Byblos to Pharos», in *Some archaeological considerations, Underwater archaeology and coastal management, Focus on Alexandria*, UNESCO publishing, coastal management Sourcebooks, 2, Paris, pp. 64-68.
- **2001.** «The necropolis, the trench and other ancient remains; a survey of the Byblian seafront», *Bulletin d'Archéologie et d'Architecture Libanaises* 5, pp. 195-217.
- **2002.** «Byblos: the lost temple, the cedars and the sea. A marine archaeological survey», in «A tribute to Ziad Beydoun», *Archaeology and History in Lebanon*, 15, pp. 57-77.
- Frost, H. et Morhange, C. 2000.** «Proposition de localisation des ports antiques de Byblos (Liban)», *Méditerranée*, 1-2, pp. 101-104.
- Goiran, J.P., Morhange, C., Bourcier, M., Carbonel, P., Morigi, C. 2000.** «Evolution des rivages d'Alexandrie à l'Holocène récent, marge occidentale du delta du Nil, Egypte», *Méditerranée*, 1-2, pp. 83-90.
- Hallock, P. 1999.** «Symbiont-Bearing foraminifera», *Modern Foraminifera*, Barum K. Sen Gupta (Ed.), pp. 123-140.
- Hohenegger, J. 1994.** «Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan», *Marine Ecology*, 15, pp. 291-334.
- Hottinger, L., Halicz, E., Reiss, Z. 1993.** *Recent Foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana, pp. 1-181.
- Jidejian, N. 1977.** *Byblos à travers les âges*, Dar El-Machreq ed., Beyrouth, 273 p.
- Kelletat, D. and Schellmann, G. 2002.** «Tsunamis on Cyprus: field evidences and 14C dating results», *Z. Geomorph. N. F.*, 46, 1, pp. 19-34.
- Langer, M.R. 1993.** «Epiphytic foraminifera marine», *Micropaleontology*, 19, pp. 245-255.
- Lévy, A. 1991.** «Peuplements actuels et thanatocénoses à Soritidae et Peneroplidae des Keys de Floride (USA)», *Oceanologica Acta*, 14, pp. 515-524.
- Margueron, J.-C. 1994.** «L'urbanisme de Byblos: certitudes et problèmes», in «Una cita e la sua cultura», Actes du Colloque International de Rome (5-7 décembre 1990), *Coll. Di Studi Phenici*, 34, pp. 13-35.
- Mastronuzzi, G. and Sanso, P. 2000.** «Boulders transport by catastrophic waves along the Ionian coast of Apulia (southern Italy)», *Marine Geology*, 170, pp. 93-103.
- Morhange, C. 1998-1999.** «Etude géomorphologique du littoral de Byblos, résultats de la mission de terrain de 1998», *Bulletin d'Archéologie et d'Architecture Libanaises* 3, pp. 261-265.
- **2001.** *Mobilité littorale de quelques sites portuaires antiques de Méditerranée, Marseille, Pouzzoles, Cumes, Kition et Sidon*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Provence, CEREGE, 2 vols.
- Murray, J.W. 1973.** *Distribution and ecology of living benthic foraminiferids*, Heinemann Educational Books Limited, UK, pp. 1-273.

**Nammour, T., 1995.** *Environnement et Homme: Cônes torrentiels (d'ablation) associés au paléosols, croûtes calcaires, plages fossiles et leurs silex taillés à Jbail et dans le sub-littoral du Liban depuis le Néogène*, Publications de l'Université Libanaise, section des études géographiques, III, 236 p.

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

**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.

**Saghieh-Beydoun, M. 1983.** *Byblos in the third millenium BC: A reconstruction of the stratigraphy and a study of the cultural connections*, Aris and Philips Ltd, Warminster, England, 214p.

**Salles, J. F. 1998.** «Byblos, métropole maritime», in *Liban, l'autre rive, catalogue de l'exposition présentée à l'Institut du Monde Arabe*, Paris, Flammarion, pp. 66-70.

**Sanlaville, P. 1970.** «Les variations holocènes du niveau de la mer au Liban», *Méditerranée*, 35, 3, pp. 279-304.

————— **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, pp. 385-396.

**Sen Gupta B.K. 1999.** «Foraminifera in marginal marine environments», *Modern Foraminifera*, Barum K. Sen Gupta (Ed.), pp. 141-160

**de Vaumas E. 1954.** «Le Liban, étude de géographie physique», thèse, 3 vol., Firmin Didot, Paris.