

# DYNAMIQUES PALÉO-ENVIRONNEMENTALES DES PORTS ANTIQUES ET DU TOMBOLO DE TYR

68

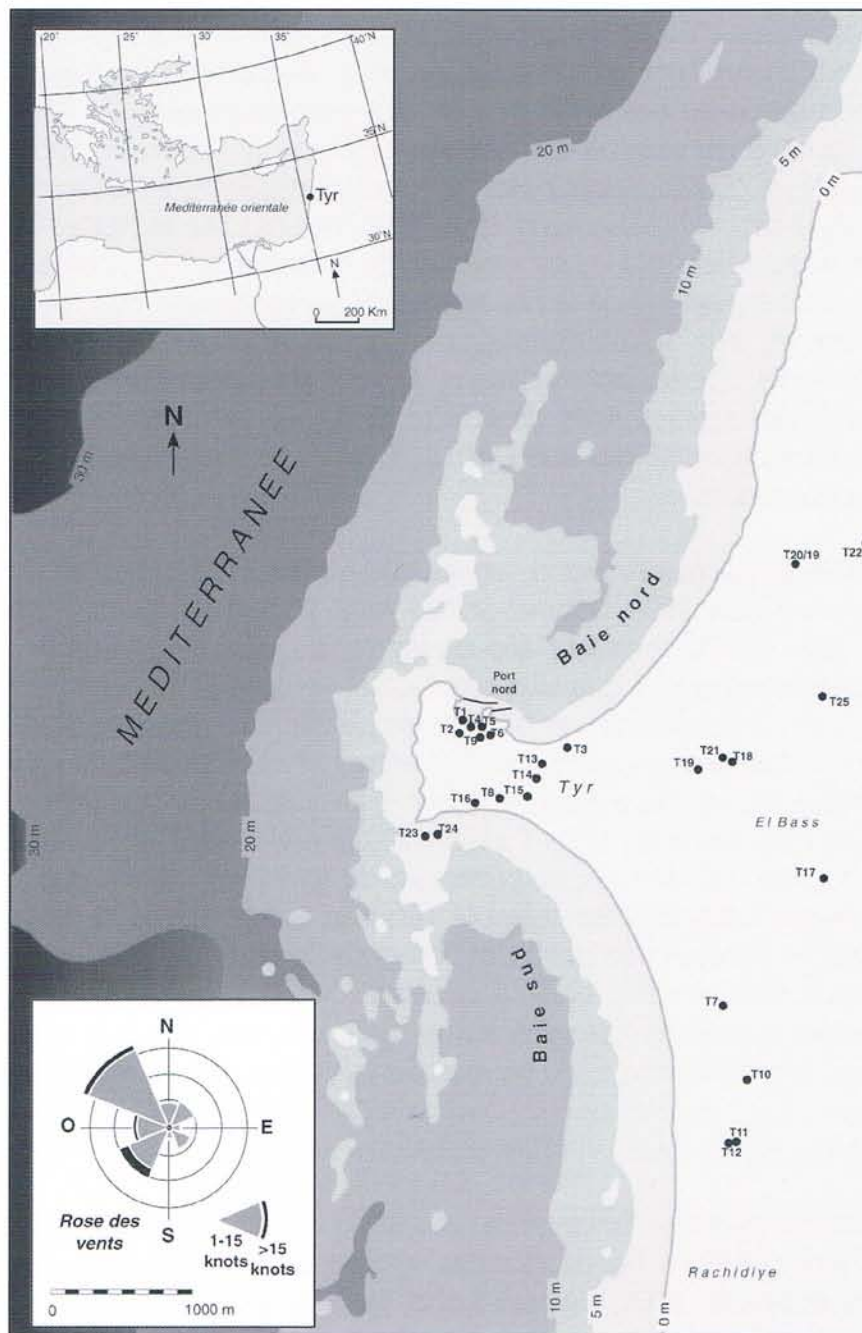


Figure A1:  
Bathymétrie actuelle  
de Tyr et localisation  
des sites de carot-  
tages (points noirs).

## A1. Introduction

Nous avons pu effectuer deux missions de carottages à Tyr en 2000 et en 2002. Ces campagnes de carottages ont été complétées par une prospection de plus de 150 plongées sous-marines effectuées par des archéologues du Centre d'Etudes Alexandrines (Egypte) et de la Direction Générale des Antiquités Libanaises (El Amouri *et al.*, 2005; Nouredine et Hélou, 2005). Nos objectifs scientifiques étaient les suivants:

- délimiter le bassin portuaire nord;
- dater la période de fondation du port protégé nord;
- caractériser les environnements et préciser leurs types de connexion avec la mer ouverte;
- cartographier l'hypothétique port sud;
- préciser les variations relatives du niveau de la mer;
- étudier et dater la stratigraphie du tombolo qui relie l'île de Tyr au

continent;

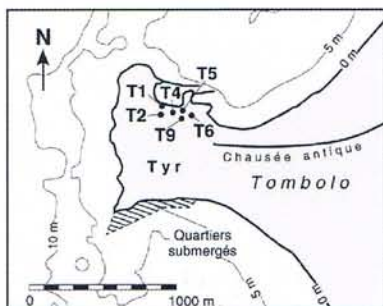
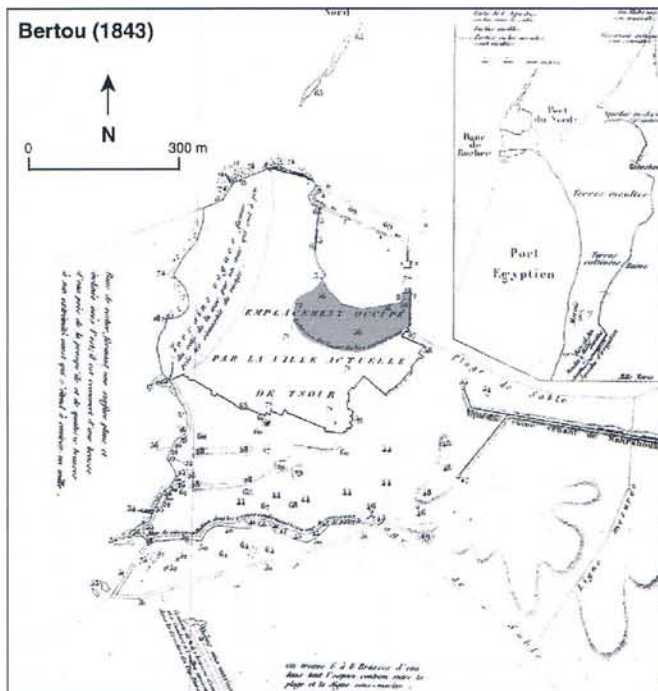
- reconstruire les paléo-paysages littoraux des environs de Paléo-Tyr;
- proposer à la DGA, à l'AIST et à la Commission du Patrimoine Mondial de l'UNESCO un zonage du risque archéologique susceptible d'être un outil de protection des vestiges archéologiques émergés et immergés.

## A2. Méthodes

Les paléoenvironnements holocènes ont été étudiés à l'aide de 26 forages (Figure A1). Tous les carottages ont été calés à l'aide d'un GPS. Les interprétations se basent sur des études biologiques et sédimentologiques haute résolution. Nous renvoyons le lecteur intéressé à des articles scientifiques plus complets qui développent la méthodologie utilisée (Morhange, 2001; Goiran et Morhange, 2003; Morhange et Sagieh-Beydoun, 2005; Marriner *et al.*, 2005; Marriner *et al.*, 2006a-b; Marriner et Morhange, 2007; Marriner, 2007).

Figure A2:  
Reconstitutions du  
port antique de Tyr  
proposées par Bertou  
(1843) et Kenrick  
(1855).

## A3. Principaux résultats et discussion

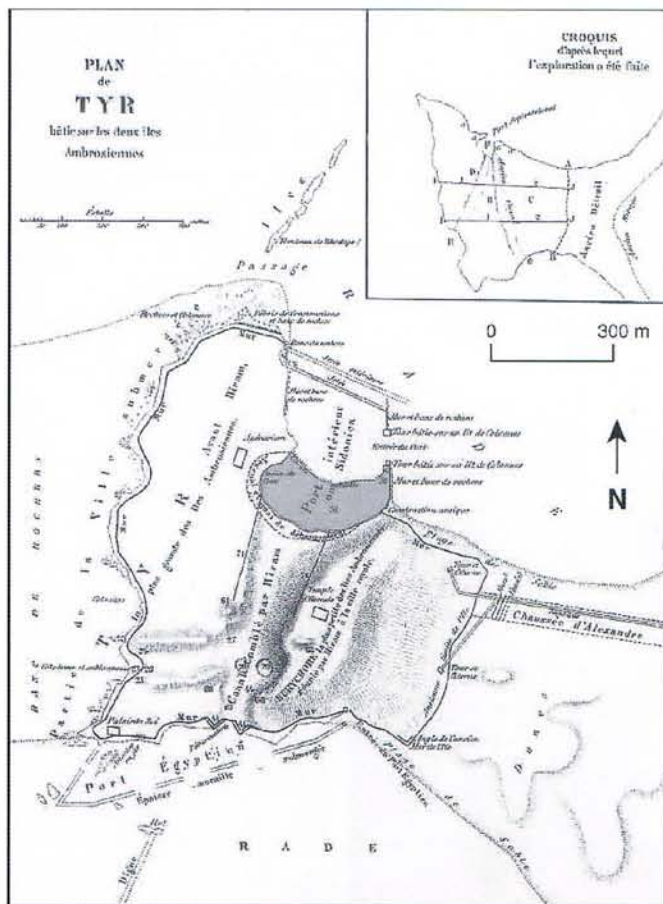


### A3.1 Le port nord de Tyr: contexte géoarchéologique

Le port nord de Tyr est à l'origine de nombreuses spéculations archéologiques depuis le XVI<sup>ème</sup> siècle, lorsque les pèlerins visitaient la côte phénicienne en route pour la Terre Sainte (Villamont, 1596; Van Cotvyck, 1620; Stochove, 1650; Besson, 1660; Maundrell, 1703; Arvieux, 1735; Pococke, 1745). Même si l'utilisation de cette baie comme mouillage antique n'a jamais été remise en question, sa petite taille contraste avec le passé maritime glorieux de Tyr (Shaw, 1743).

Alors que du XVI<sup>ème</sup> au XVIII<sup>ème</sup> siècle, les voyageurs se contentaient de décrire les paysages de la cité antique, le XIX<sup>ème</sup> siècle marque le début d'un net progrès des études historiques et archéologiques. A cette époque, de nombreux chercheurs commencent à faire le lien entre le colmatage du port et la progradation des lignes de rivage, postulant que le cœur du





De Bossay (1861,1863)

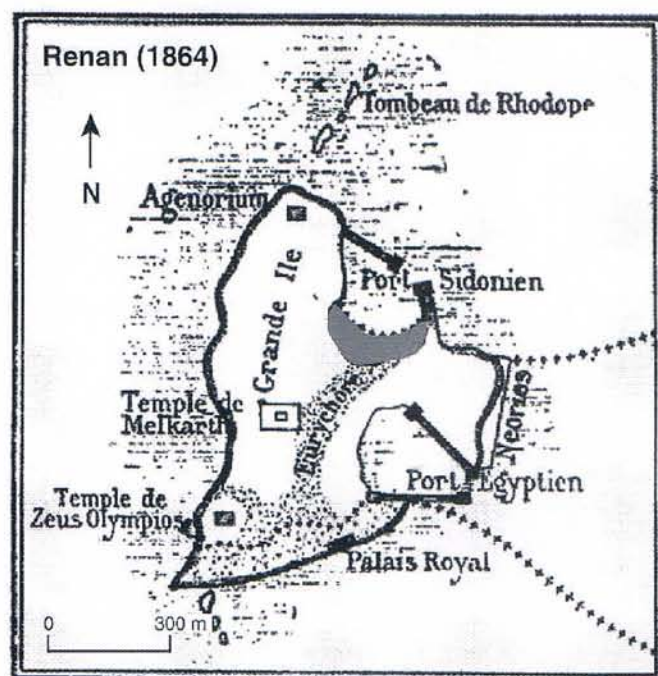


Figure A3:  
Reconstitutions du  
port antique de Tyr  
proposées par Poulain  
de Bossay (1861,  
1863) et Renan  
(1864).

bassin nord se trouvait sous les villes médiévale et moderne (Bertou, 1843; Kenrick, 1855; Poulain de Bossay, 1861, 1863; Renan, 1864; Rawlinson, 1889; Figures A2 et A3).

70

Nous avons donc effectué une série de six carottages autour du bassin actuel, avec trois objectifs: (1) reconstruire les dimensions et la topographie de l'ancien port (approche paléogéographique); (2) comprendre son évolution depuis la fin de la transgression marine holocène (approche stratigraphique); et (3) faire le lien entre les unités stratigraphiques et les infrastructures portuaires (approche chronologique).

### A3.2 Où était le port antique nord de Tyr ?

Nos résultats démontrent que le cœur du bassin portuaire de Tyr est enfoui sous le centre ville moderne (Figure A4). Les carottes extraites à l'intérieur du bassin présentent des faciès sédimentologiques caractérisés par des particules de taille très réduite (sables fins et limons) qui traduisent un milieu fermé et protégé. En effet, le centre ville est bâti sur 8 à 10 m d'épaisseur de sédiments marins déposés à partir de 8000 ans BP. Ces données corroborent les interprétations de Kenrick (1855), Poulain de Bossay (1861, 1863) et Renan (1864) qui, au XIX<sup>ème</sup>, furent les premiers savants à suggérer que la progradation avait diminué la superficie du bassin antique de façon significative. Les résultats biosédimentologiques, couplés à l'étude de la morphologie du tissu urbain, aux gravures anciennes, ainsi qu'à la microtopographie, permettent de délimiter précisément l'extension maximale du bassin portuaire nord. Nous avons donc pu reconstruire une darse deux fois plus grande que l'actuelle (Marriner *et al.*, 2005; Marriner *et al.*, 2006a). Depuis

l'époque byzantine, une progradation de 100 à 150 m des rivages explique la localisation actuelle du cœur du port antique sous la ville moderne. En revanche, la carotte TVI, extraite en dehors du bassin actuel, ne présente pas de faciès portuaire (figures A5, A6 et A7). Cette stratigraphie démontre que le bassin antique ne s'étendait pas dans cette direc-



tion, au-delà du môle médiéval, encore visible dans les gravures anciennes et dans le parcellaire.

Du point de vue de la conservation des vestiges, il est intéressant de noter que les lignes de rivage phéniciennes (en particulier les quais éventuels) se positionnent sous le souk du centre ville. Cette localisation est à la fois une contrainte car les vestiges pourraient être détruits lors de travaux et d'aménagements souterrains de type parc de stationnement, construction de cave ou fondations d'immeuble, mais c'est aussi une potentialité exceptionnelle car nous pouvons imaginer une fouille du bassin phénicien 'à sec' à l'image des derniers ports antiques fouillés de Marseille ou de Naples (Hesnard, 1994, 1995, 2004a-b ; Giampaola *et al.*, 2004; Giampaola et Carsana, 2005).

Le môle nord-ouest, localisé à environ 40 m au nord de son homologue actuel, part de l'extrémité ouest du bassin et fermait le port antique.

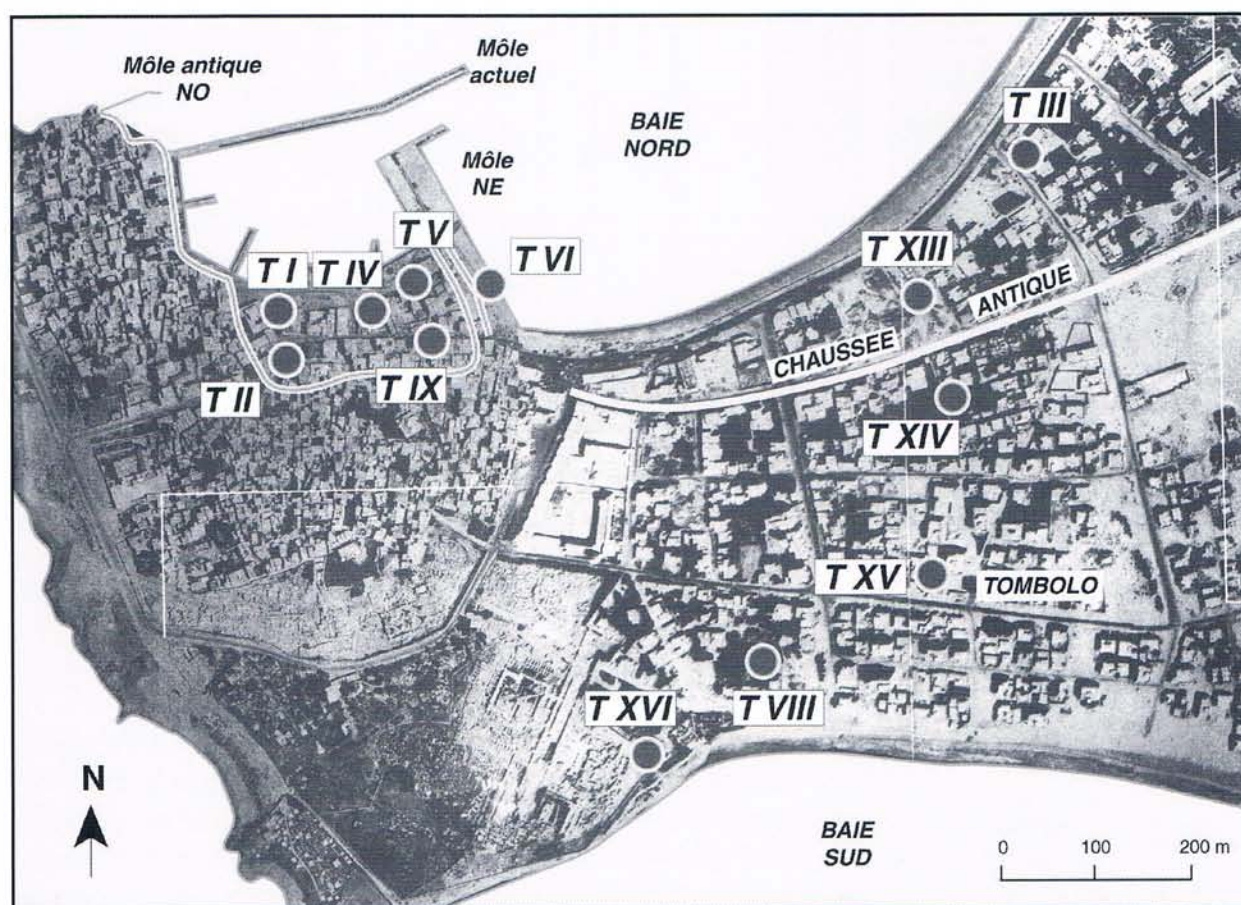


Figure A4:  
Reconstitution du port antique Nord de Tyr. Cette reconstitution se fonde sur des études haute résolution de six carottes prélevées autour du bassin actuel.

Décrite par Bertou (1843) au XIX<sup>ème</sup>, cette structure n'a pas fait l'objet de prospections archéologiques sérieuses avant les travaux de Poidebard (1939). Depuis, deux études ont été réalisées par Nouredine et Helou (2005) et Descamps *et al.* (comm. pers.). Ces travaux ont décrit une brise-lames de 80 m de long pour 12,7 m de largeur. Descamps, à l'aide de céramiques et d'inscriptions sur les blocs, a attribué la structure à l'époque romaine.



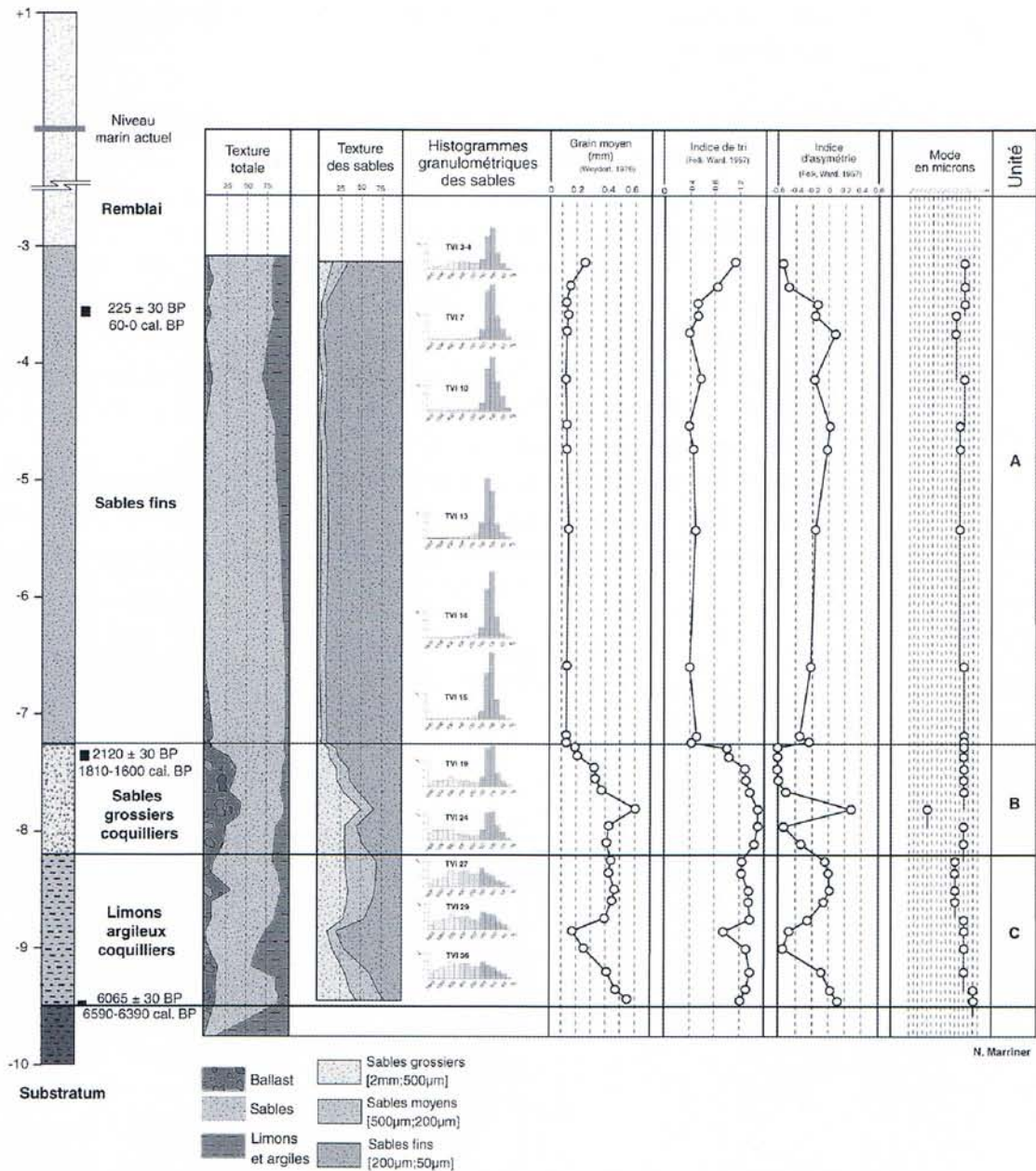


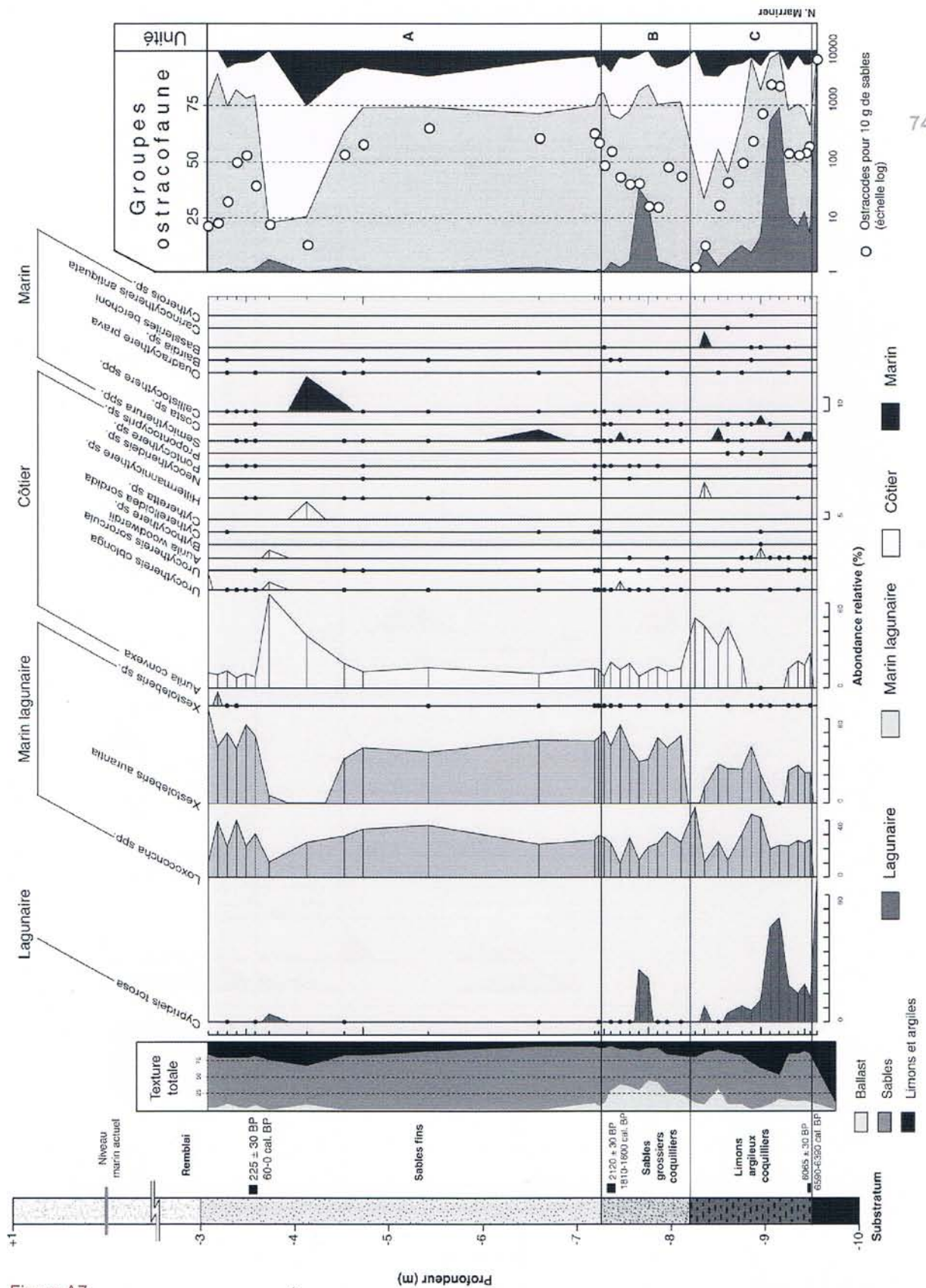
Figure A5:  
Analyses sédimentologiques et granulométriques de la carotte TVI.

### A3.3 Quand et comment le bassin portuaire nord a-t-il évolué ?

Faute de fouilles archéologiques coûteuses et complexes, la plupart des bassins portuaires de Méditerranée ne sont pas précisément datés. Il en est de même pour Tyr. La stratigraphie et les études biosédimentologiques permettent d'élucider six phases dans l'évolution holocène de cette plage de poche semi-protégée.







### A3.3.1 Transgression marine holocène et environnement lagunaire protégé (8000 à 6000 BP)

**Description:** La transgression marine holocène est datée vers 8000 ans BP. Elle correspond à un faciès limoneux contenant des débris coquilliers importants (figures A8 et A13). Cette unité basale prend fin vers 6000 ans BP. La sédimentologie est lithodépendante, caractérisée par un remaniement du substrat marneux. La macrofaune est dominée par des espèces des sables vaseux de mode calme (*Lorpius lacteus*) et lagunaires (*Parvicardium exiguum*; Figures A9, A11 et A13). La diversité spécifique est élevée. Le mélange de tests juvéniles et adultes, évoque une biocénose *in situ*. *Cyprideis torosa*, typique des milieux lagunaires, domine l'ostracofaune à plus de 80% avec des pics d'*Aurila woodwardii*, *Aurila convexa* (caractéristiques des eaux littorales) et des *taxa* marins (figures A10, A12 et A15).

**Interprétation:** Les données biologiques et sédimentologiques témoignent d'une baie relativement confinée, transgressée par la montée holocène du niveau de la mer. Avec un niveau marin vers  $7 \pm 1$  m sous l'actuel, nous pouvons reconstituer les limites d'un récif nord-sud environ six fois plus long que l'île actuelle et mesurant un kilomètre. Cette configuration géomorphologique a créé un abri côtier marin, protégé des houles dominantes et des vents de sud-ouest.

Figure A8:  
Analyse sédimentologique et granulométrique de la carotte T1.

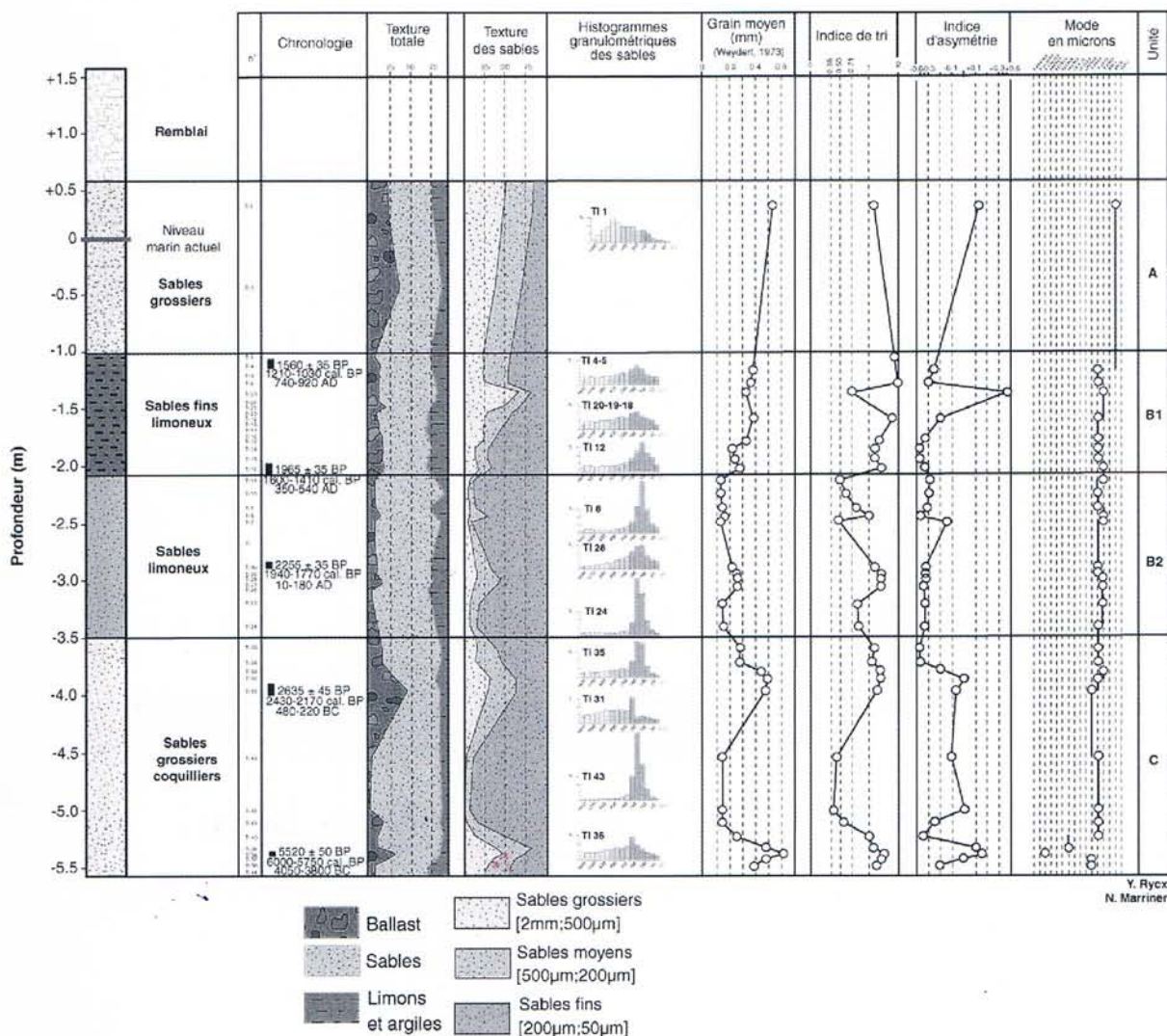








Figure A10: Analyse de l'ostracofaune de la carotte T1.



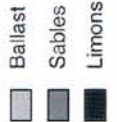
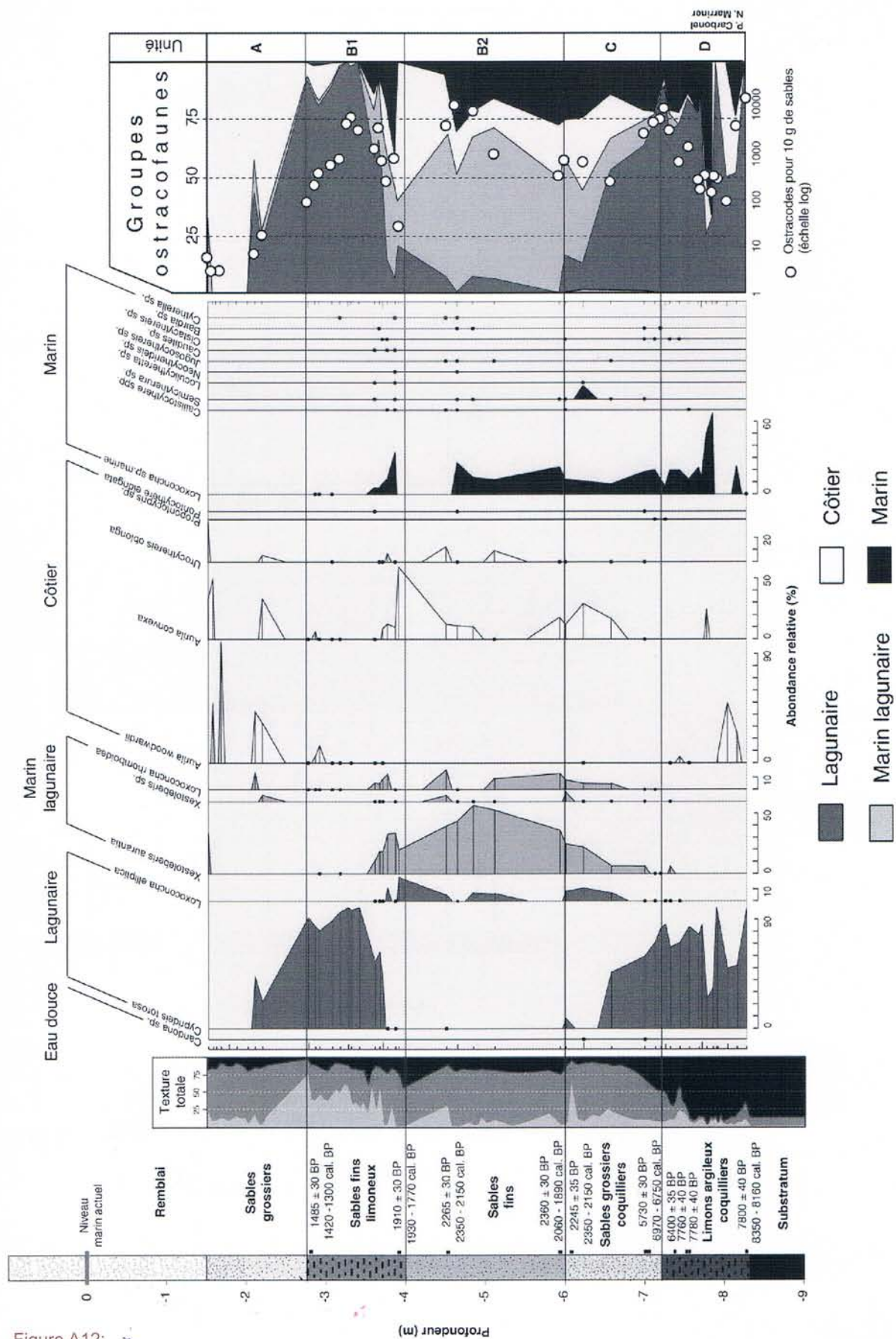


Figure A11: Analyse macrofaunistique de la carotte TV.





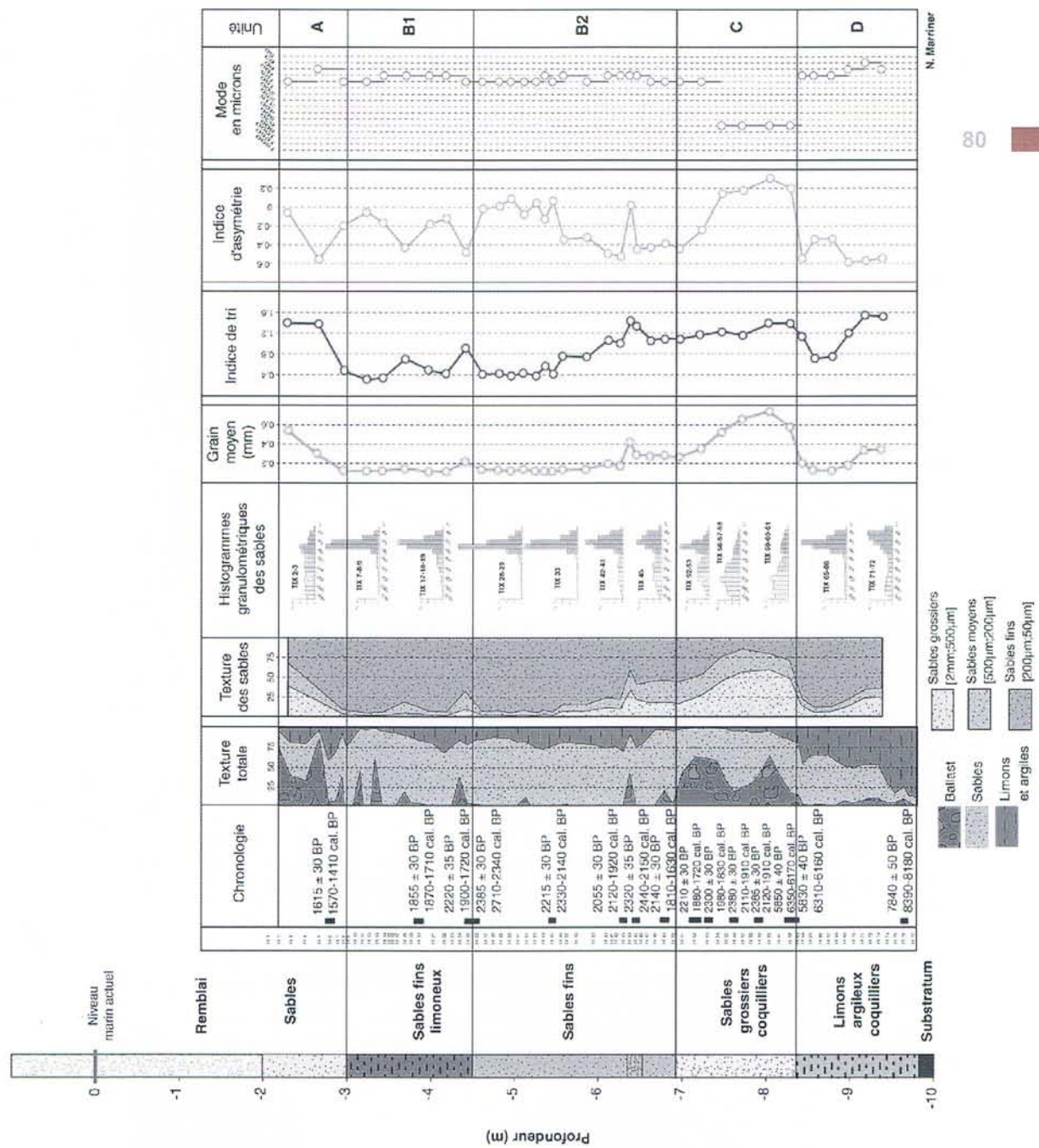
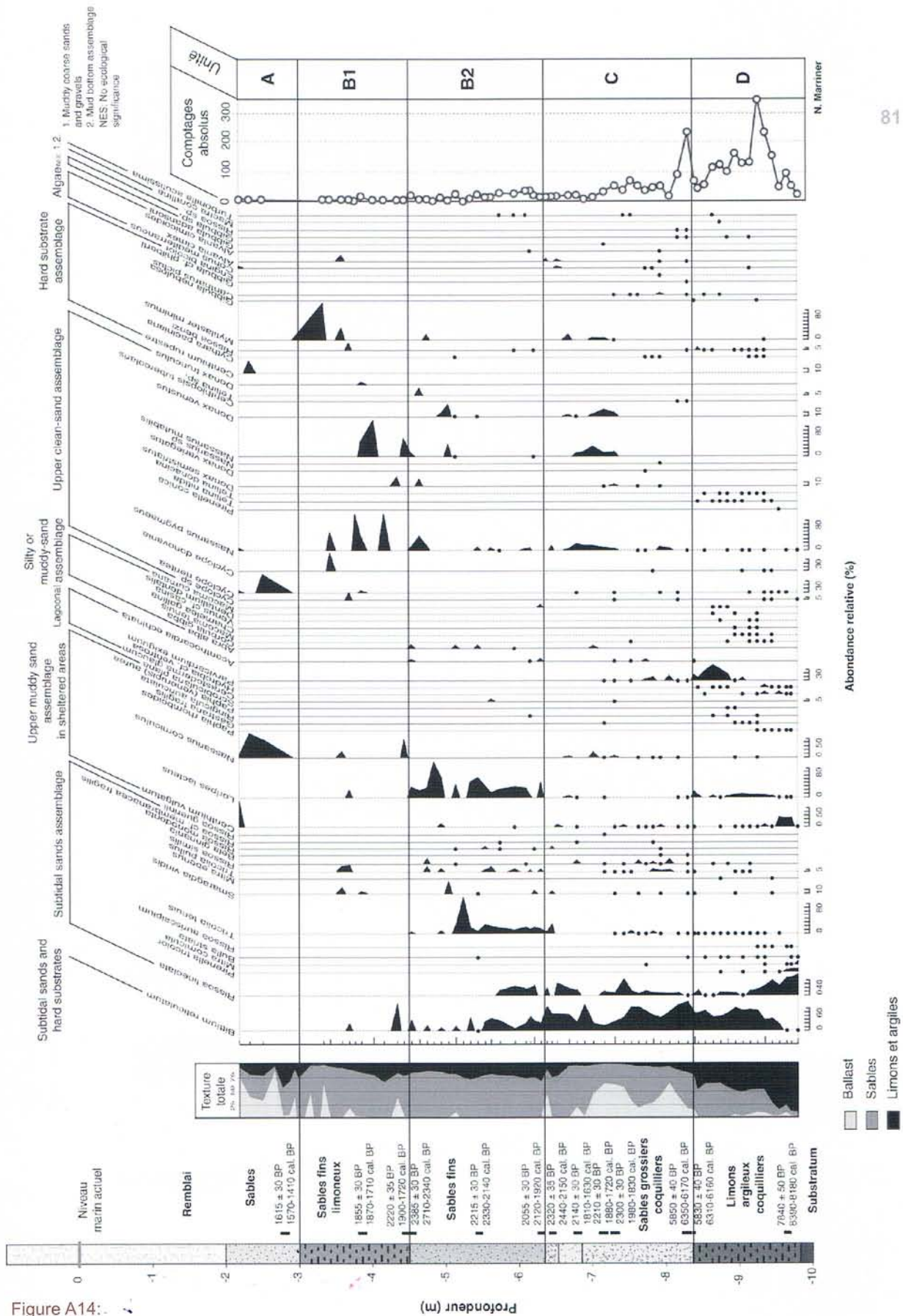


Figure A13: Analyses sédimentologiques et granulométriques de la carotte TIX.







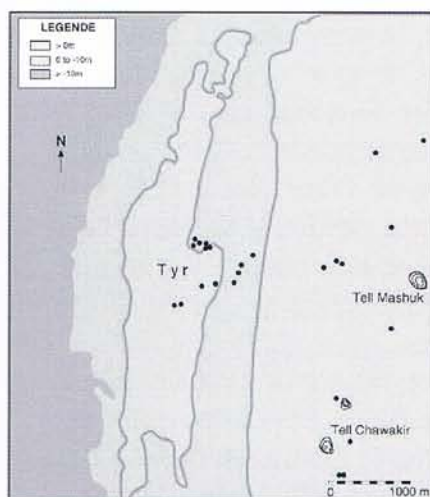
### A3.3.2 Plage de poche et proto-port de l'Age du Bronze

**Description:** Après la stabilisation du niveau de la mer vers 6000 ans BP, la côte nord de Tyr demeure protégée par le récif gréseux. La figure A16 présente l'île vers 6000 ans BP, avec un niveau marin vers 5 m sous le niveau actuel. La macrofaune est caractérisée par des espèces de milieu semi-protégé (figures A9, A11 et A13). L'ostracofaune est dominée par l'espèce littorale *Aurila convexa*, au détriment de *Cyprideis torosa*. *Loxoconcha rhomboidea* et *Xestoleberis aurantia* attestent d'un milieu marin confiné (figures A10, A12 et A15). Ce faciès correspond à une plage de poche mise en place à la fin de la montée du niveau marin d'origine glacio-eustatique.

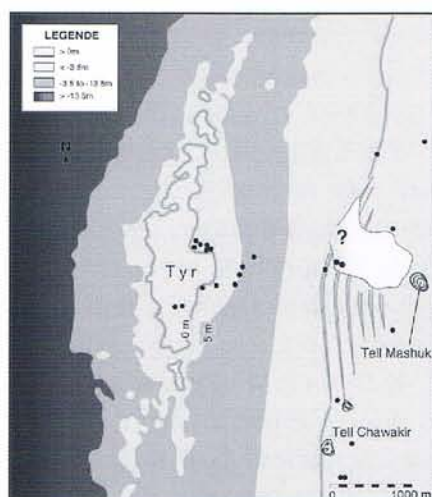
83

**Interprétation:** Nos données biosédimentologiques témoignent d'une plage de poche à basse/moyenne énergie, particulièrement attractive pour les sociétés humaines des époques chalcolithique et de l'Age du Bronze. Les potentialités naturelles, une île rocheuse près de la côte abritant un mouillage naturel, expliquent en partie la fondation de Tyr au III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. A cette époque, la plage de poche était utilisée comme proto-port où les petits bateaux étaient tirés hors de l'eau alors

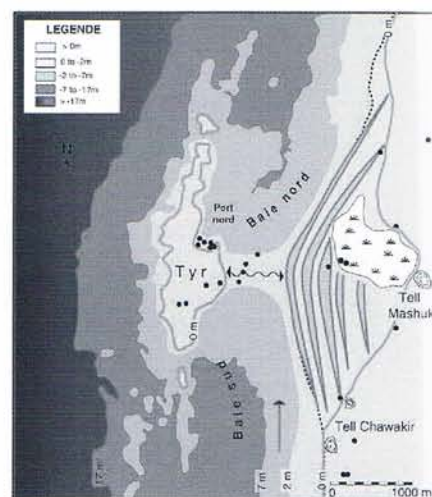
Figure A16:  
Evolution du récif  
gréseux tyrien au  
cours de l'holocène.



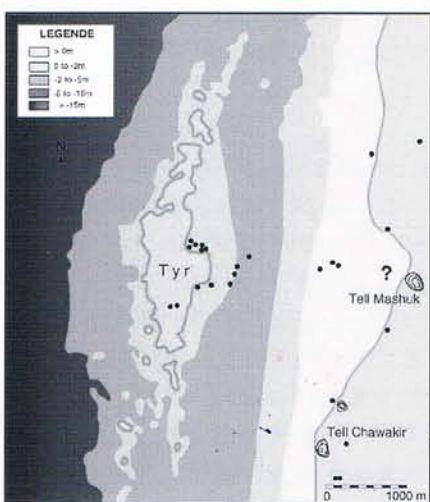
Carte 1 : Paléogéographie de Tyr vers 8000 BP. Niveau relatif de la mer :  $-7 \pm 1$  m.



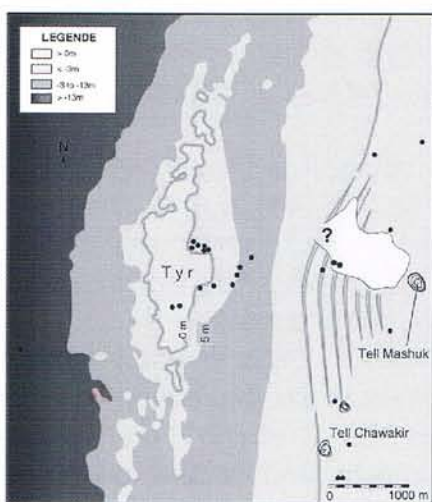
Carte 3 : Paléogéographie de Tyr vers 4000 BP. Niveau relatif de la mer :  $-4,5 \pm 1$  m.



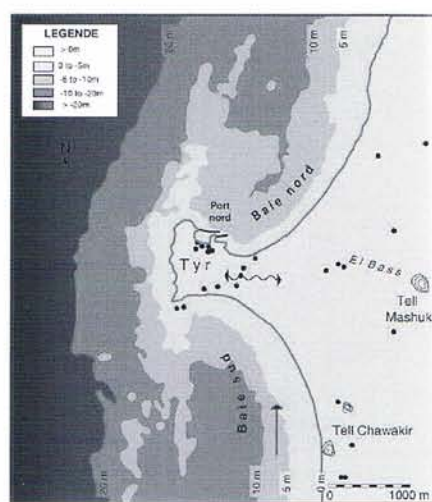
Carte 5 : Paléogéographie de Tyr vers 330 av. J.-C. Niveau relatif de la mer :  $-3 \pm 1$  m.



Carte 2 : Paléogéographie de Tyr vers 6000 BP. Niveau relatif de la mer :  $-5 \pm 1$  m.



Carte 4 : Paléogéographie de Tyr vers 3000 BP. Niveau relatif de la mer :  $-4 \pm 1$  m.



Carte 6 : Tyr aujourd'hui.



que les vaisseaux de taille plus importante étaient ancrés dans la baie. L'utilisation de chaloupes, de petits bateaux de déchargement, était courant à l'Age du Bronze (Marcus, 2002a). L'aménagement d'infrastructures portuaires artificielles au Levant à cette époque reste spéculative (Raban, 1985b, 1995; Frost, 1995; Carayon, thèse en cours). A Dor, <sup>84</sup> par exemple, des quais ont été attribués au Bronze Moyen (Figure A17). L'attribution de vestiges datant de l'Age du Bronze à des sites tels que Sidon et Arwad, reste très spéculative. Toutefois, l'expansion du commerce méditerranéen et du trafic maritime à la fin de cette période a suscité l'aménagement de mouillages semi-artificiels et le développement d'infrastructures pour entreposer les marchandises et entretenir les bateaux (Wachsmann, 1998).

### **A3.3.3 De l'époque phénicienne à l'époque perse: des ports sans archive**

*Description:* La datation radiocarbone des différentes carottes a mis en évidence deux problèmes majeurs: (1) la quasi-absence de dates (et donc de sédiments) pendant tout le premier millénaire av. J.-C. (Marriner et Morhange, 2006); et (2) de nombreuses inversions chronologiques (figure A18). Ces deux observations traduisent l'importance des dragages aux périodes romaine et byzantine. En effet, le bassin était partiellement colmaté alors que le tirant d'eau des navires devenait plus important. Le curage généralisé et répété du bassin portuaire nord était donc nécessaire (figure A2). Il aboutit au paradoxe sédimentologique suivant: un port phénicien sans sédiment d'époque phénicienne ! Nous avons observé la même évolution à Sidon et les fouilles récentes des ports de Marseille et de Naples témoignent aussi de très nombreuses traces de dragages (Hesnard, 2004a-b; Giampaola *et al.*, 2004; Giampaola et Carsana, 2005).

Au sud, au sein de la ville antique submergée, nous avons localisé et étudié des dépôts argileux datant de l'époque perse. Les études sédimentologiques suggèrent qu'il s'agirait de sédiments portuaires de l'Age du Fer provenant de dragages du port nord (figures A19 à A22). Les sédiments, riches en particules limono-argileuse à 60-90 %, auraient été utilisés dans la production de céramique. L'ostracofaune est dominée par les espèces marino-lagunaires, notamment *Loxonconcha* spp. et *Xestoleberis* spp. Malgré les hiatus sédimentaires, ces dépôts dragués évoquent un port nord protégé à l'époque perse.

*Interprétation:* À la fin de l'Age du Bronze, le déclin de la civilisation minoenne vers 1400 av. J.-C. ainsi que la régression de l'empire égyptien engendrèrent des changements profonds dans l'organisation de l'espace marchand en Méditerranée orientale. C'est à cette époque, dans le contexte d'une expansion du commerce levantin, que Tyr consolida sa position pour s'ériger en une importante cité commerciale au début de l'Age de Fer. La cité insulaire tira sa richesse de son hinterland, notamment du sable pour la verrerie et de l'exploitation des cèdres. Les productions étaient ensuite vendues dans tout le pourtour de la Méditerranée orientale. La ville a également servi de port d'escale pour le trafic maritime entre Mésopotamie et Egypte. A la veille du 1<sup>er</sup> millénaire, Tyr surpassa même



Byblos pour devenir le principal comptoir de la côte levantine (Katzenstein, 1997; Aubet, 2001). Cet essor du trafic maritime allié à une augmentation de la taille des vaisseaux a nécessité des infrastructures portuaires plus complexes pour permettre l'accostage des navires et le déchargement des cargaisons, mais aussi pour stocker les marchandises. A Tyr, l'absence de structures archéologiques portuaires fouillées datant de cette époque ne nous permet pas de préciser davantage ce scénario.

85



Figure A17:  
En haut à gauche :  
Quai artificiel de Dor  
daté à l'Age du  
Bronze par Raban  
(Raban, 1984, 1985a,  
1987b). En bas à  
gauche: rampes de  
halage.

#### A3.3.4 Port gréco-romain

**Description:** La transition entre des sables moyens à des sédiments limo-sableux atteste d'un bassin portuaire artificiellement protégé à Tyr. Cette unité stratigraphique comprend une série de datations au radiocarbone entre 2400 BP et 2000 BP, concomitante avec l'époque gréco-romaine. La texture du sédiment est constituée de limons et d'argiles à 2-22%, de sables à 52-59 % et de ballast à 2-30 %. Les histogrammes présentant un mode dans les sables fins traduisent un milieu marin de basse énergie (figures A8 et A13).

La macrofaune est constituée d'espèces provenant de divers milieux écologiques, notamment les sables fins bien calibrés (*Cyclope neritea*,



*Smaragdia viridis*, *Nassarius pygmaeus*, *Nassarius mutabilis*) et les sables vaseux de mode calme (*Macoma cumana*, *Haminea hydatis*, *Loripes lacteus*).

Quatre espèces dominent l'ostracofaune: *Loxoconcha elliptica*,<sup>86</sup> *Loxoconcha* spp., *Xestoleberis aurantia* et *Aurila convexa*. Les *Loxoconcha* spp. traduisent un milieu protégé. Des événements de plus haute énergie sont indiqués par de plus importants pourcentages de tests littoraux et marins tels que *Aurila convexa*, *Aurila woodwardii*, *Cushmanidea* sp. et *Urocythereis oblonga*.

*Interprétation:* La stratigraphie traduit une évolution de la technologie portuaire à l'époque romaine (Oleson, 1988). L'un des progrès les plus importants fut la découverte de l'utilisation de la pouzzolane (Fitchen, 1988; Fletcher, 1996; Brandon, 1996, 1999; Garrison, 1998; Oleson et al., 2004a-b). Nous postulons un renforcement des structures portuaires préexistantes. Par exemple, les assises supérieures du môle nord, de nos jours submergées vers 2,5 m sous le niveau actuel de la mer, ont été attribuées à l'époque romaine (Nouredine et Helou, 2005; Descamps, comm. pers.). Le récif gréseux de Tyr a continué de jouer le rôle de protection naturelle contre la houle d'ouest. De nombreuses études géoarchéologiques démontrent que les bassins portuaires de la période romaine sont caractérisés par une sédimentation de particules très fines, traduisant les avancées technologiques de cette époque (Hesnard, 1995, 2004a-b; Morhange, 2001; Goiran, 2001; Goiran et Morhange, 2003; Giampaola et al., 2004; Marriner et Morhange, 2006a-b; Marriner et Morhange, 2007). La concentration de dates entre le I<sup>er</sup> siècle av. J.-C. et le II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., évoque des changements majeurs dans l'organisation spatiale du port nord de Tyr.

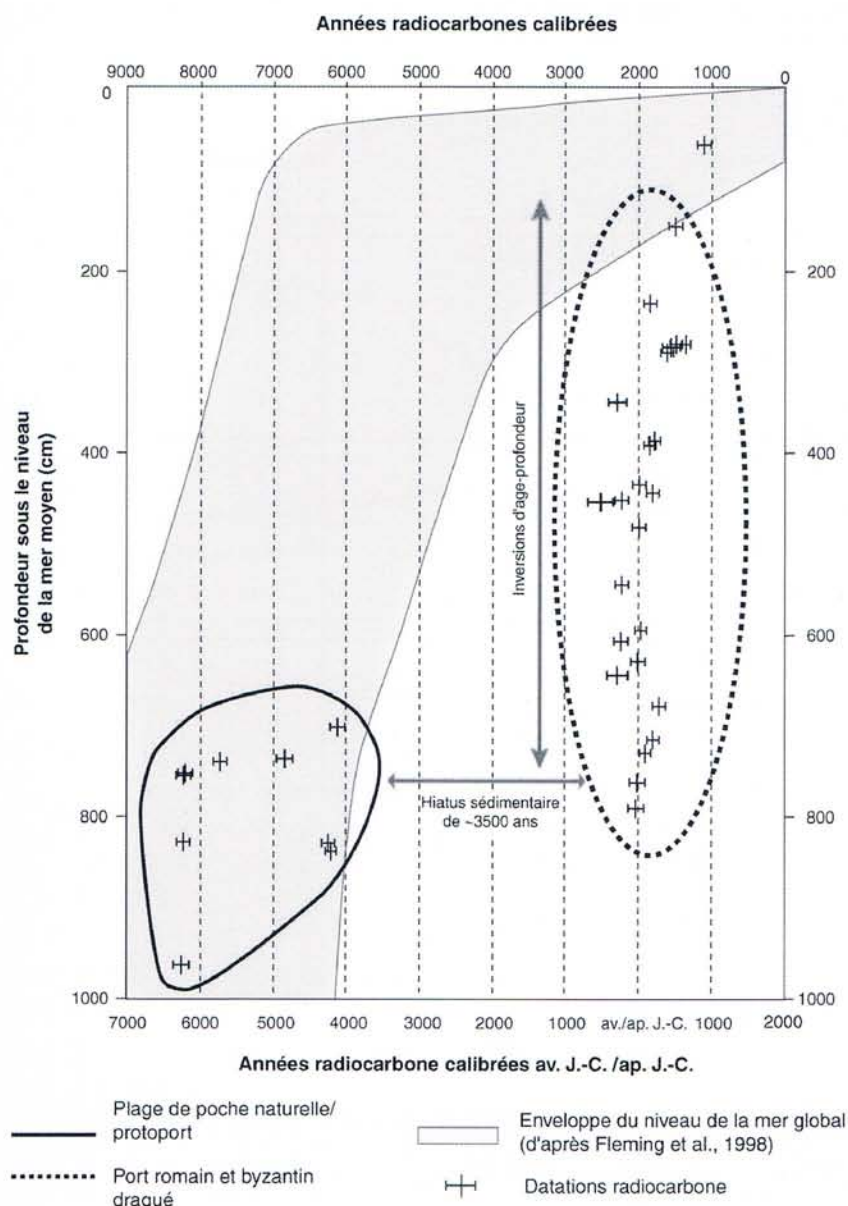
### A3.3.5 Port byzantin

*Description:* La période byzantine est caractérisée par un faciès limono-sableux. Cette deuxième phase de confinement portuaire marque un renforcement des structures portuaires préexistantes, à l'origine d'un milieu protégé de type lagunaire. Nous observons un déclin dans les indices de diversité spécifique. La macrofaune *in situ* comprend des espèces de sables fins bien calibrés (e.g. *Pirenella conica*, *Cyclope neritea*), l'assemblage lagunaire et l'assemblage des vases sableuses (*Cerithium vulgatum*). L'ostracofaune est dominée par *Cyprideis torosa*, qui atteint des valeurs relatives >90 % (figures A10, A12 et A15). La quasi-absence d'espèces littorales ou marines traduit un confinement très marqué du milieu.

*Interprétation:* Nos données traduisent l'apogée technologique en termes d'aménagement du port nord de Tyr, qui est caractérisé par un bassin protégé de type hyposalin (Kjerfve et Magill, 1989). Les Byzantins ont hérité du riche savoir faire des Romains (Hohlfelder, 1997). Nous pouvons remarquer qu'un port aussi protégé n'a plus jamais existé depuis cette époque à Tyr, sauf à l'époque actuelle (Borrut, 1999-2000, 2001).



### A3.3.6 Déclin portuaire: VI<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.



Description: La base de l'unité A est datée des VI<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> siècles ap. J.-C.

Ce faciès comprend<sup>87</sup> des sables et graviers grossiers. *Cerithium vulgatum* et *Pirenella conica* dominent la macrofaune. Des espèces secondaires proviennent de diverses biocénoses (*Ringicula auriculata*, *Nassarius pygmaeus*, *Gibberula miliaria*; figures A9, A11 et A13). Nous constatons une augmentation des ostracodes littoraux tels que *Urocythereis* sp. et *Aurila woodwardii*, au détriment des espèces lagunaires et marine-lagunaires (figures A10, A12 et A15). Ces données traduisent à la fois une réouverture du milieu et un colmatage du bassin antique, principalement dû à un déclin de l'entretien de la darse. Ce colmatage a entraîné une progradation rapide des lignes de rivages, diminuant la superficie du bassin d'environ 40 %.

Figure A18:  
Données chronostratigraphiques provenant du port nord démontrant des phases de dragages à l'époque romaine.

Interprétation: La présence de cette unité grossière est caractéristique des ports antiques abandonnés (Morhange, 2001; Marriner et Morhange, 2006b; Marriner et Morhange, 2007). A Tyr, nous attribuons ce faciès à deux phénomènes complémentaires. (1) *Culturel*: L'hégémonie byzantine au Levant dura jusqu'au VII<sup>e</sup> siècle ap. J.-C., période suivie par une rétraction de l'empire sur son noyau anatolien (Norwich, 1993; Treadgold, 2000). En 650 AD, les forces islamiques contrôlaient déjà le Levant sud, la Perse et l'Égypte (Bonner, 2005). Cette époque de transition est caractérisée par de profonds changements culturels, politiques et économiques ayant des impacts directs sur les ports du Levant. (2) *Catastrophes naturelles*: Le Levant a subi des instabilités tectoniques et de nombreux impacts de tsunamis au cours des IV<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècles ap. J.-C. (Guidoboni et al., 1994; Soloviev et al., 2000; Morhange et al., 2006).



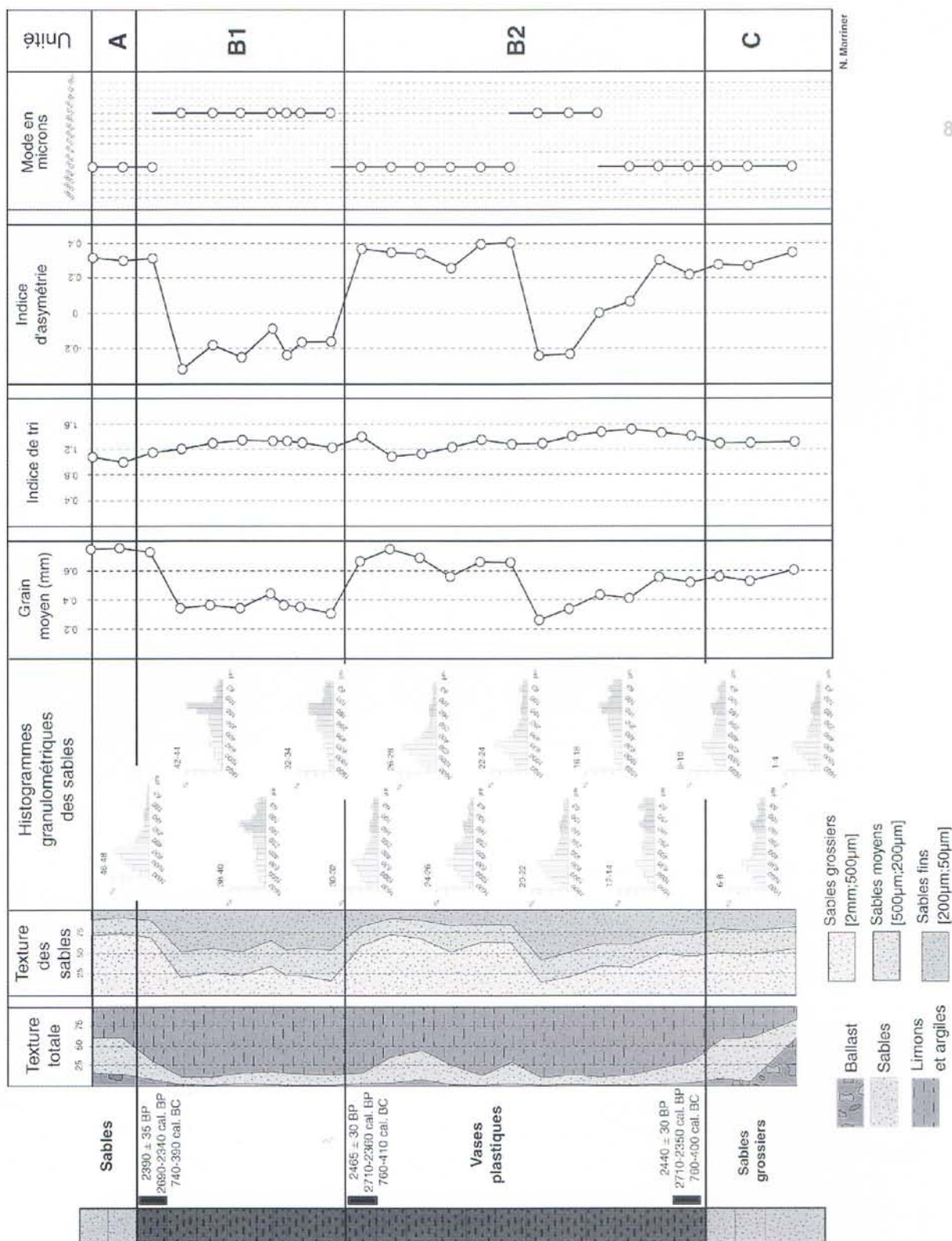
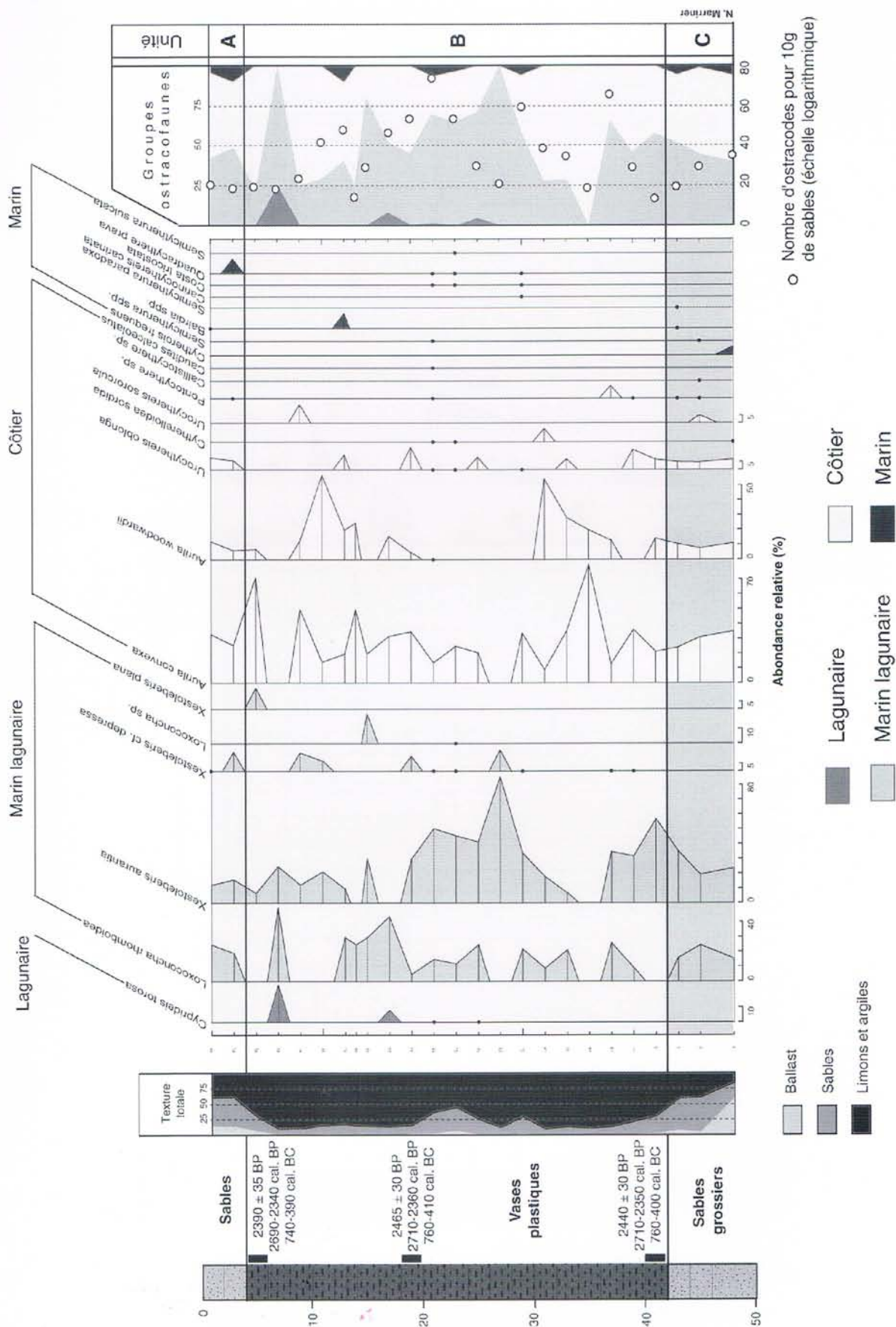


Figure A19: Analyses sédimentologiques et granulométriques de la carotte TXXIV.







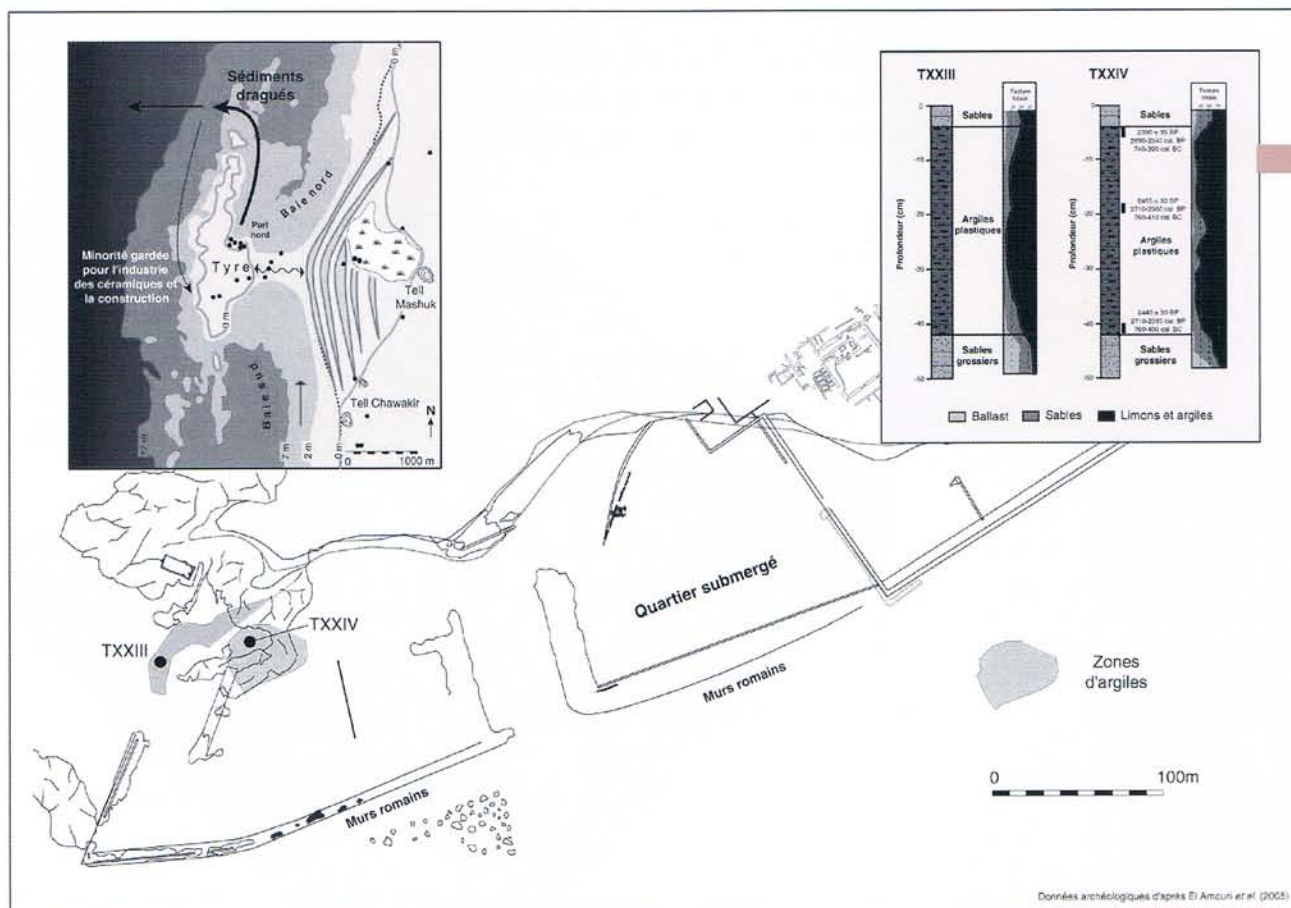


Figure A22 : Localisation des sédiments dragués au sud de Tyr.

### A3.4 Dynamiques paléoenvironnementales dans le port sud (?)

Il y a plus de trente ans, Frost (1971) avait déjà démontré qu'une partie importante du soit-disant bassin sud de Tyr (Poidebard, 1939) était encombrée de murs et de structures archéologiques correspondant à un quartier urbain immergé (Figure A22). Les différentes plongées que nous avons pu effectuer en 2002 ont confirmé ces observations préliminaires. Nous insistons sur trois points essentiels:

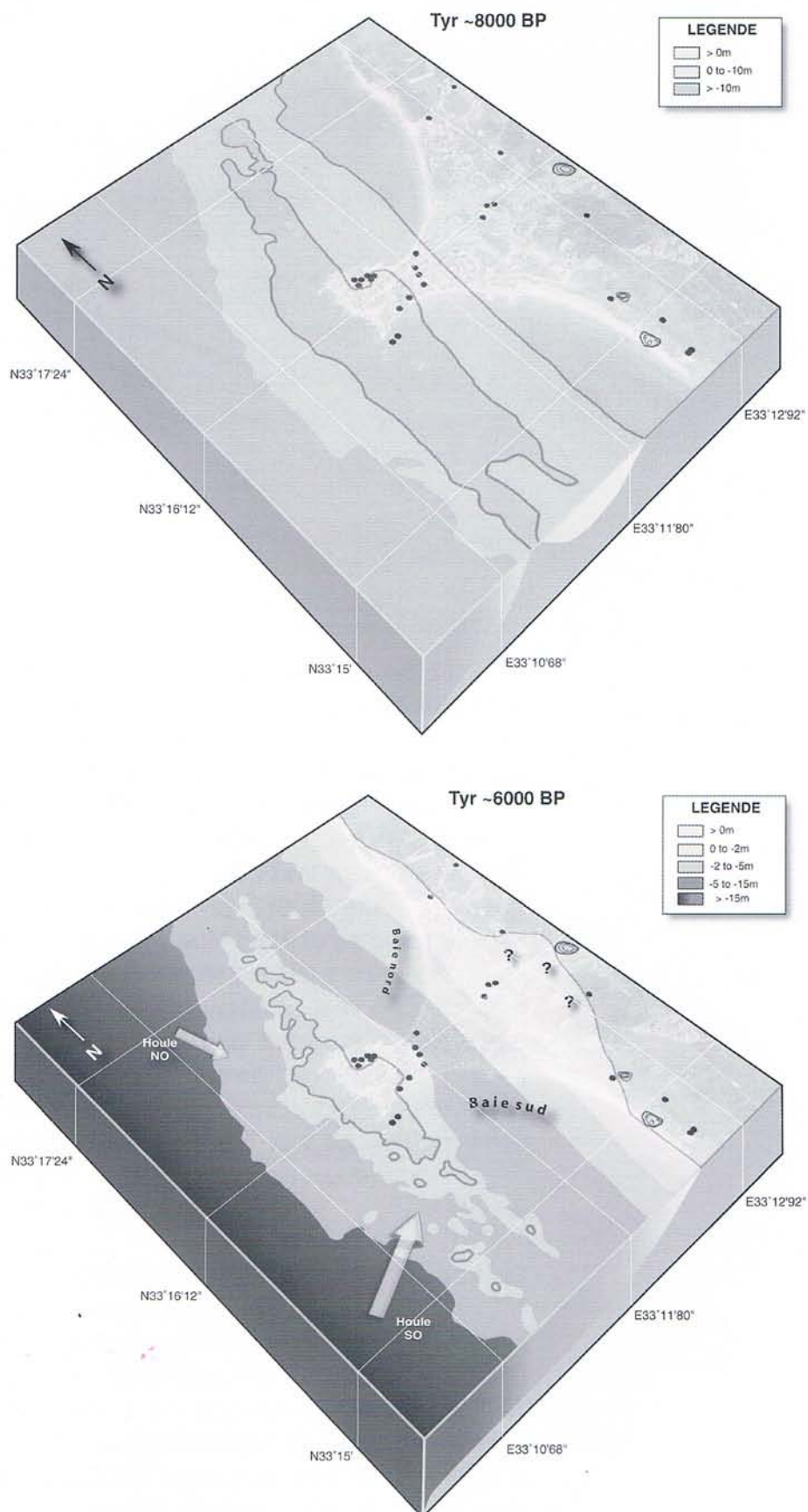
- confirmation de la présence de structures archéologiques encombrant le soit-disant bassin (El Amouri *et al.*, 2005);
- absence totale de sédiments vaseux révélateurs d'un milieu portuaire confiné. Le substrat quaternaire gréseux n'est recouvert que d'un fin dépôt de sables marins biodétriques actuels. Nous avons effectué deux carottes sous-marines dans des secteurs relativement plus envasés qui pourraient correspondre à des dépôts d'argiles d'origine marine en relation hypothétique avec des ateliers de poterie;
- nombreuses traces de carrières d'extraction de grès de type ramleh par environ 2,5 m de profondeur et non datées à ce jour.

Ces trois éléments permettent de proposer une nouvelle interprétation sur la fonction de cette zone qui correspond à un quartier de la ville antique immergé par environ trois mètres de profondeur après la période romaine. La période d'affaissement peut coïncider avec la crise du Early Byzantine Tectonic Paroxysm, épisode de mobilité tectonique en Méditerranée orientale au début de la période byzantine (Pirazzoli, 1996; Morhange *et al.*, 2006). Si un port au sud de Tyr a existé dans ce secteur, il s'agissait d'un bassin de taille modeste et très tardif, en tout cas postérieur à la



période d'affaissement du substrat. L'absence de port sud dans ce secteur, qui avait déjà été pressenti par Renan (1864), ne doit absolument pas limiter les mesures de protection qui s'imposent dans toute cette zone archéologique menacée par le pillage.

Figure A23:  
Morphogénèse du  
tombolo de Tyr entre  
~8000 BP et ~6000  
BP.



**Figure A24:**  
Morphogenèse du  
tombolo de Tyr entre  
~4000 BP et ~3000  
BP.

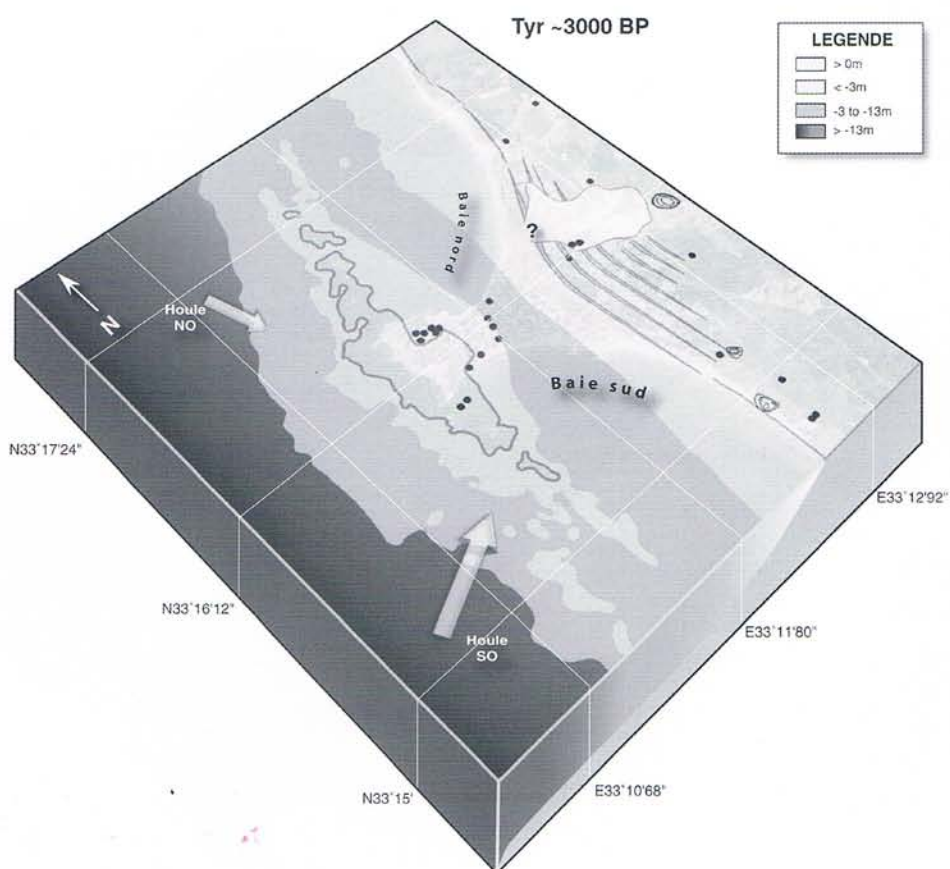
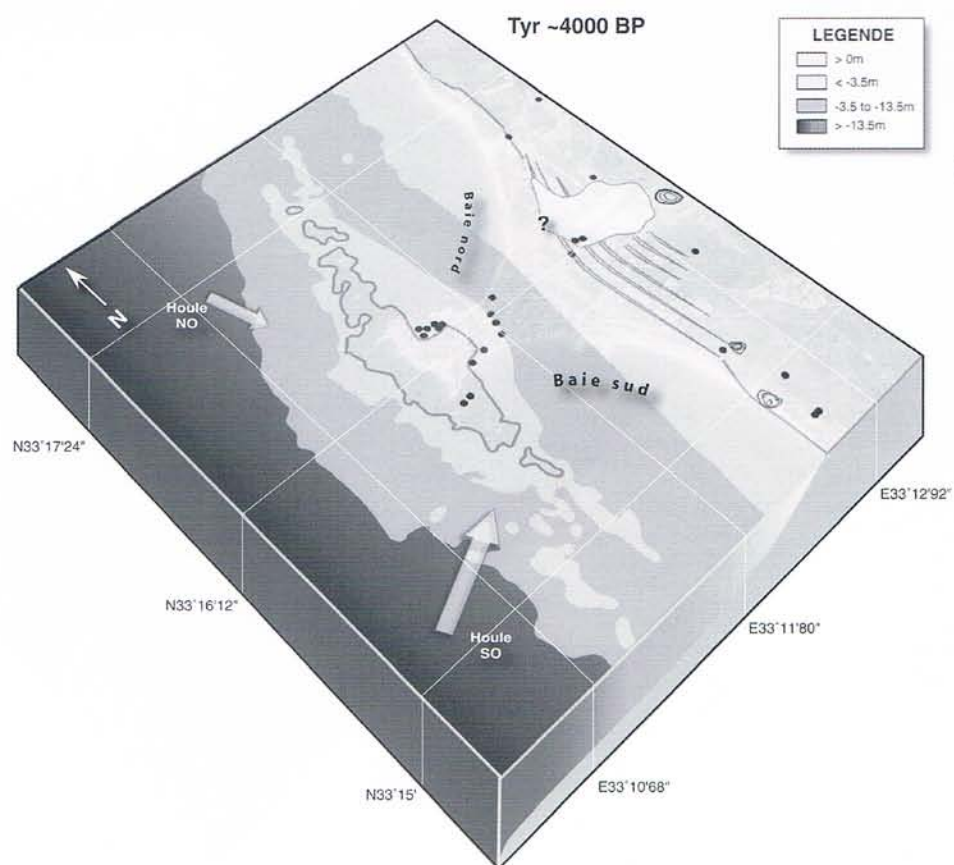
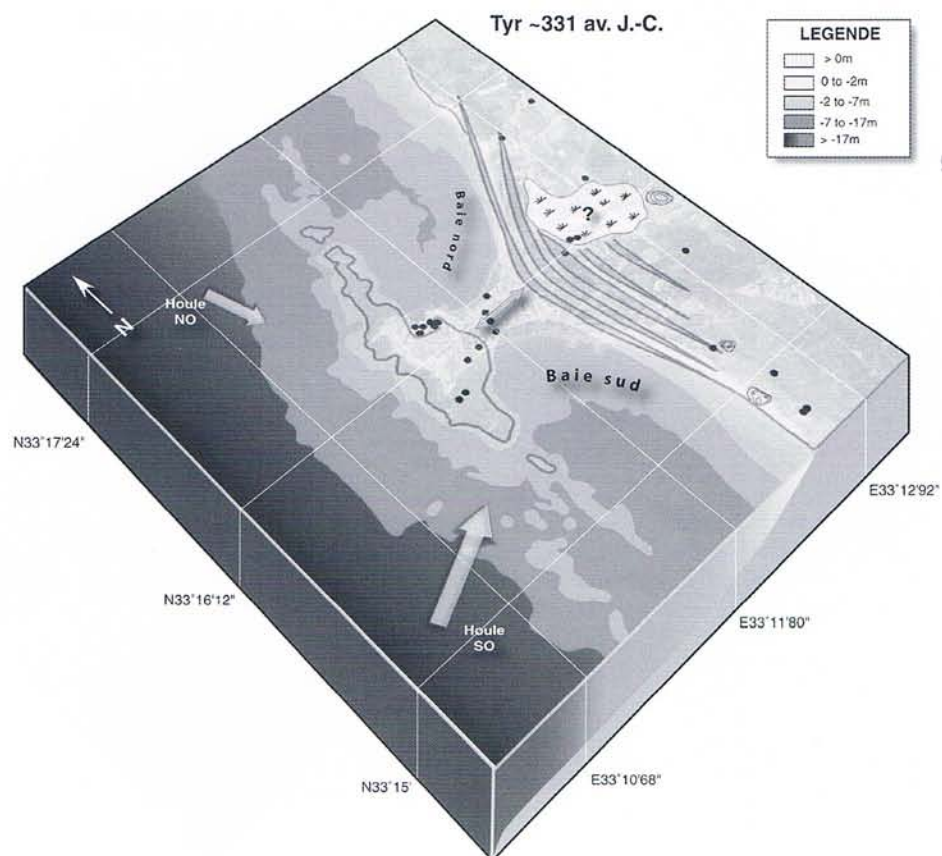
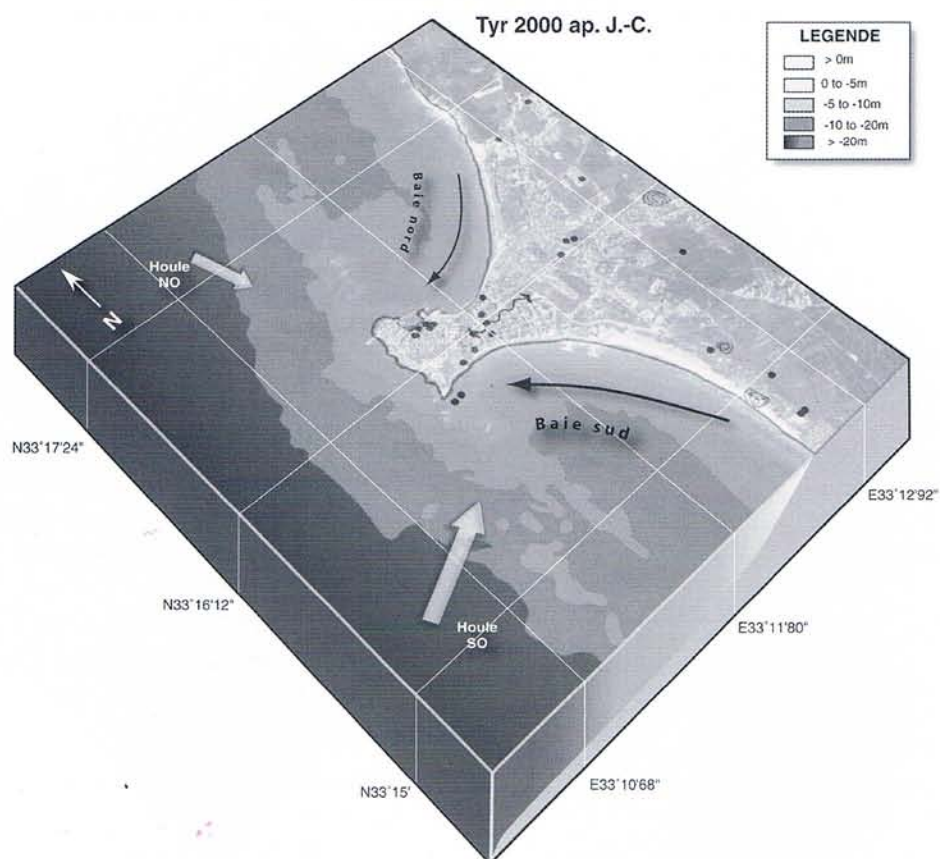




Figure A25:  
Morphogénèse du  
tombolo de Tyr entre  
la période hellénis-  
tique et aujourd'hui.



94



### A3.5 Morphogenèse du tombolo de Tyr

Par l'étude de cinq carottes, nous avons pu établir le scénario suivant, complétant ainsi les travaux antérieurs de Nir (1996):

- (1) A partir de 4000 ans av. J.-C., le littoral est caractérisé par l'édification naturelle d'un proto-tombolo (figures A23 à A25).<sup>95</sup> L'accumulation de sables se fait préférentiellement sur la face sous le vent de Tyr. A cette époque le niveau de la mer n'était que de quelques mètres plus bas que son niveau actuel et l'île ainsi que des récifs gréseux sub-affleurants protégeaient efficacement ce secteur oriental.
- (2) Au moment de la conquête de Tyr en 332 av. J.-C., le tombolo se positionne à fleur d'eau. La construction d'une chaussée artificielle par l'armée d'Alexandre a donc été facilitée par la présence de hauts fonds sableux. A Alexandrie d'Egypte, notre équipe a déjà pu mettre en évidence la même évolution géomorphologique (Goiran *et al.*, 2005).
- (3) A partir de 332 av. J.-C., la construction de la chaussée hellénistique aboutit à la segmentation du golfe de Tyr en deux baies : la baie nord et la baie sud (Marriner *et al.*, 2007). Le tombolo et la nouvelle chaussée jouent à présent un rôle de barrière déterminant par rapport aux courants marins. Cette transformation majeure du littoral va accélérer la sédimentation sur la face orientale de Tyr et le long des rives du tombolo.
- (4) A partir de l'époque romaine, le tombolo a connu une accrétion importante qui a permis l'aménagement d'équipements urbains importants tels que le stade romain et une nécropole. La construction de la chaussée a permis une croissance urbaine périphérique à l'île initiale.

### A3.6 Paléo-Tyr: mobilité des lignes de rivage depuis l'Age du Bronze

Trois principaux sites archéologiques, pouvant correspondre à Paléo-Tyr, méritent d'être protégés le plus rapidement possible: Tell Mashuk, Tell Chawakir et Tell Rachidiye.

Au pied de Tell Mashuk, nous avons effectué trois carottes. Nous identifions deux phases principales. A l'Age du Bronze, tout le secteur d'El Bass est caractérisé par la présence d'un paléo-golfe marin. A partir de 3500 ans av. J.-C., le littoral se présente sous la forme d'un milieu lagunaire en connexion avec la mer jusqu'à l'époque romaine (figure A26). Ce secteur semble assez répulsif du fait de l'accrétion des racines du tombolo qui isole un espace marécageux derrière le salient. A partir de l'époque hellénistique, l'accès terrestre à Tyr se présentait donc sous la forme d'une chaussée encadrée d'une nécropole bordée de lagunes et d'étangs.

Plus au sud, le contexte géomorphologique et l'évolution paléoenvironnementale sont un peu différents entre Tell Chawakir et Tell Rachidiye (Doumet-Serhal, 2004b). Nos carottages ont pu mettre en évidence la présence d'un marécage margino-littoral déconnecté du domaine marin durant l'holocène. D'autres travaux le long du mont Carmel ont pu mettre en évidence des environnements similaires vers 7500 ans BP (Cohen-Seffer *et al.*, 2005). A l'Age du Bronze, ces trois sites archéologiques étaient donc beaucoup plus proches du plan d'eau marin qu'aux périodes classiques. La progradation du tombolo et la régularisation du rivage ont partiellement enclavé les tells.



### A3.7 Variations du niveau de la mer depuis 6000 ans

Alors que l'île de Tyr se localise au niveau d'un bloc tectoniquement soulevé, nous avons pu identifier de nombreuses traces d'affaissement du substrat qui semblent les plus importantes de toute la côte libanaise.

96

Les observations sont les suivantes:

- môle nord-ouest du port nord de Tyr par 2,5 m de fond qui traduit une montée relative du niveau de la mer de près de 3,5 m (Noureddine et Hérou, 2005).

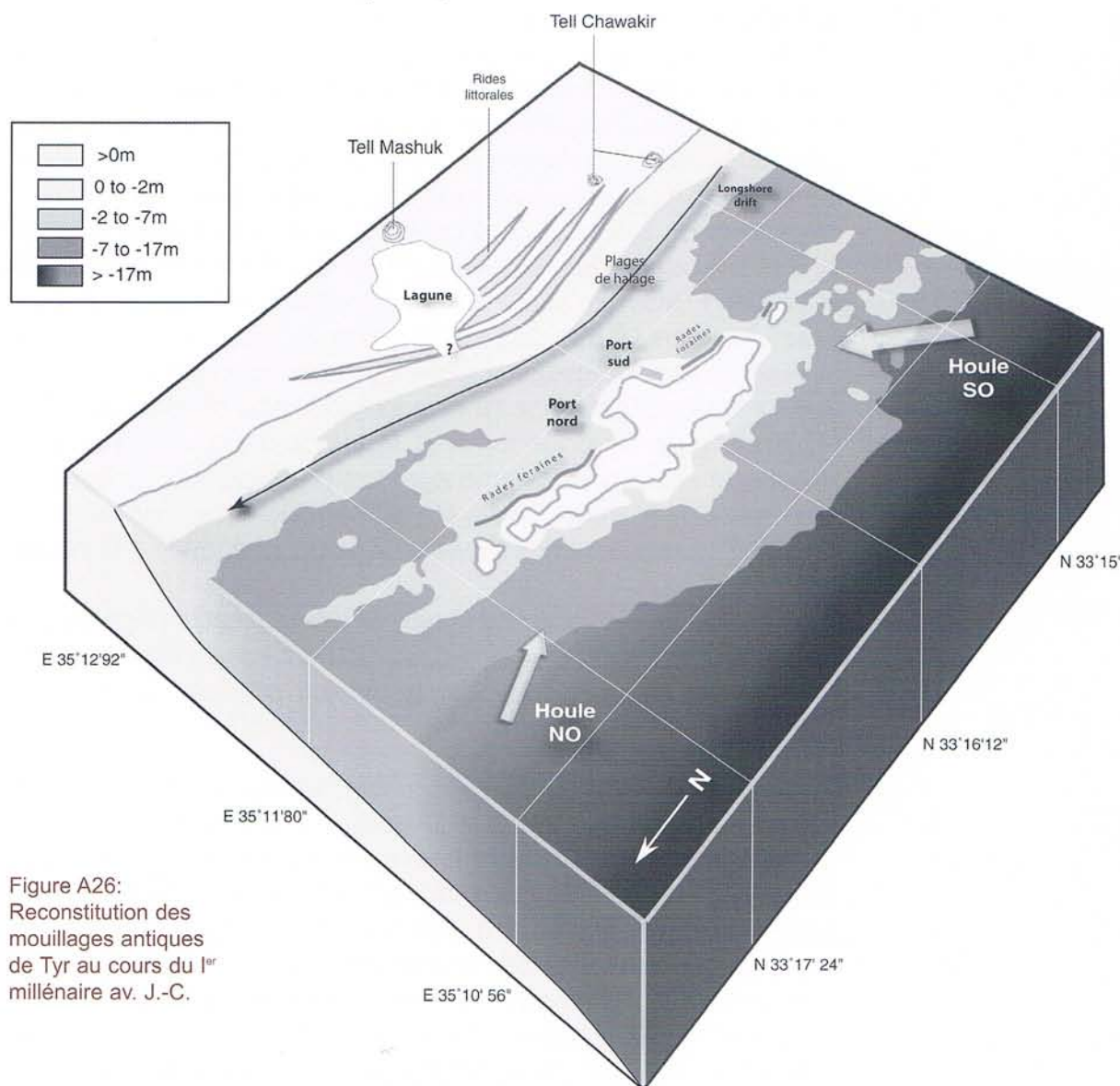
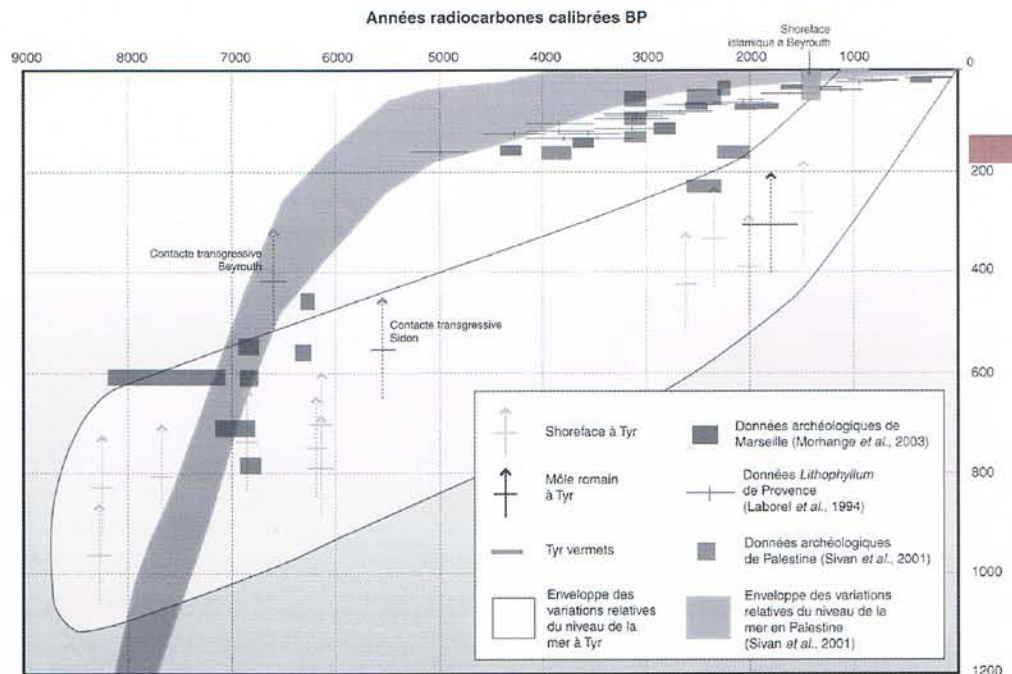


Figure A26:  
Reconstitution des  
mouillages antiques  
de Tyr au cours du I<sup>er</sup>  
millénaire av. J.-C.

- carrières immergées par 2,5 m de fond au niveau du pseudo-port sud.
- nombreux murs et structures archéologiques encombrant le pseudo-port sud entre 0 et 3 m de profondeur.

Tous ces éléments témoignent d'un affaissement du substrat postérieur à l'époque romaine (figure A27). Du point de vue de la conservation des vestiges, il est donc très important de classer les fonds marins entre 0 et 5 m (Morhange et Saghih-Beydoun, 2005).

Figure A27:  
Enveloppe des  
changements relatifs  
du niveau de la mer à  
Tyr depuis 8000 BP et  
comparaison avec  
d'autres données des  
littoraux méditerranéens.



#### A4. Conclusions et recommandations

Ces nouvelles données permettent de proposer un plan précis de sauvegarde du patrimoine archéologique et naturel des littoraux de Tyr, basé sur une approche pluridisciplinaire, associant les géosciences à l'archéologie sur terre comme en mer (Marriner et Morhange, 2005; Morhange et Saghieh-Beydoun, 2005; figure A28). Nous proposons des modifications du plan directeur d'urbanisme de Tyr qui prennent mieux en compte la richesse du patrimoine archéologique et du milieu naturel côtier, éléments indispensables à un développement raisonné et durable de cette métropole du Sud Liban en voie de croissance rapide. Afin d'éviter les erreurs d'un passé proche, comme l'urbanisation anarchique du tombolo à proximité de l'hippodrome antique d'El Bass, nous préconisons le respect des principes énoncés ci-dessous. Nos travaux ont mis en évidence ou confirmé la présence de secteurs archéologiques à sauvegarder.

- Port nord. Les carottes ont permis de préciser l'extension du bassin portuaire antique, pour l'instant seul port abrité de Tyr. Le port sidonien de Tyr était deux fois plus étendu que de nos jours. Nous recommandons la protection de cette zone envasée et urbanisée. Tout aménagement souterrain (du type fondation, cave ou parc de stationnement) devra être précédé d'une fouille archéologique préventive. De plus, les parcelles qui limitent cet ancien bassin au nord-ouest correspondent à la muraille médiévale ou moderne, elle-même fondée sur le môle antique. Toute cette zone mériterait une fouille archéologique programmée et une valorisation du bâti.

- Le port 'sud' de Poidebard correspond à un quartier urbain antique, de type terre-plein gagné sur la mer, puis immergé et érodé. Les aménageurs doivent donc prendre en compte la présence très probable de structures archéologiques jusqu'à au moins trois mètres de profon-



deur. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette profondeur doit être portée à cinq mètres le long du littoral de tell Rachidiyé au sud à Abassiyé au nord. Nous recommandons la protection intégrale des petits fonds marins de moins de 5 mètres de profondeur et nous proposons d'interdire l'ancrage des navires dans le 'port sud' qui détruit les structures immergées et facilite le pillage du matériel archéologique. Les secteurs des ports nord et sud doivent absolument être conservés et

98

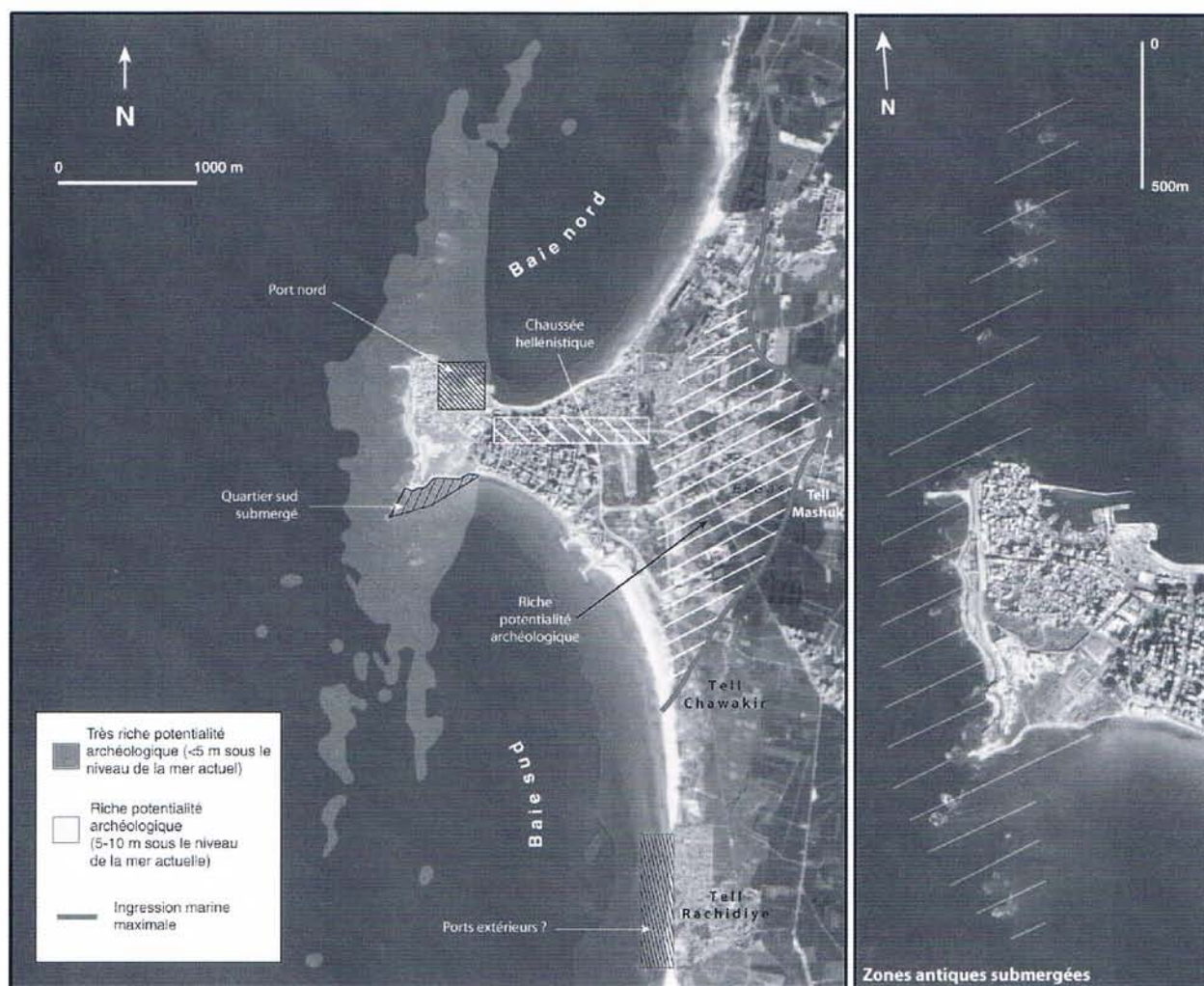


Figure A28:  
Délimitation des zones  
archéologiques à pro-  
téger.

protégés. Un périmètre de protection d'un rayon de 500 mètres doit être appliqué en ce qui concerne les vestiges archéologiques des ports antiques le long de toute la côte ouest de la presqu'île de Tyr et le long du littoral de Rachidiyé à Abassiyé.

- Limites est de l'île de Tyr. Les forages ont permis de préciser les limites orientales de l'île originelle (Katzenstein, 1997; Bikai et Bikai, 1987). Nous insistons sur l'exigüité de celle-ci. Des carottages localisés au sud-est de la colonnade romaine montrent que ce quartier a aussi été gagné sur la mer par remblayage durant l'antiquité. En effet, on note au moins 7,5 mètres de remblais riches en tessons au-dessus de sables marins caractéristiques des plages de poche. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous n'avons pas identifié de port fermé à l'est de l'île.

- Les rades foraines nord et sud méritent une prospection géophy-

sique et archéologique précise. A l'image de l'îlot de Ziré au large de Sidon, elles peuvent présenter des structures archéologiques de type carrière ou aménagement portuaire. Nous proposons de classer ces secteurs en réserve naturelle intégrale car les épaves antiques sont certainement nombreuses à proximité.

- Tell Chawakir. La prospection préliminaire n'a pas livré de matériel céramique antérieur à la période Romaine. Ce secteur est actuellement classé en zone de développement touristique. Il faut impérativement envisager la fouille archéologique et la sauvegarde de toute cette zone, partie intégrante de Paleo-Tyr.