

Mobilité des paysages littoraux et variation du niveau de la mer à Marseille-La Joliette depuis 6000 ans

Gilles ARNAUD-FASSETTA*
Michel BOURCIER**

Résumé - L'étude de l'anse fossile de la Joliette à Marseille a mis en évidence cinq séquences sédimentaires. La séquence 1 (ante 6310 ± 360 cal. B.P.) est une accumulation d'origine marine proche du niveau marin moyen vers -5 mètres N.G.F. La séquence 2 correspond au développement d'un marécage d'eau douce de 6310 ± 360 cal. B.P. à 1250 ± 190 cal. B.P. La vitesse de sédimentation est rapide au Néolithique final et au Bronze. Ces dépôts marécageux sont transgressés par les séquences marines 3 et 4 qui marquent une phase d'envasement. Enfin l'anse de la Joliette est remblayée artificiellement au XIX^e siècle.

Aucune trace de pulsation marine supérieure à l'actuel depuis 6000 ans n'a été mise en évidence. Par comparaison avec les données du Vieux Port, un tassement d'environ deux à trois mètres a affecté les dépôts vaseux de l'anse de la Joliette.

Abstract - The study of the palaeo-cove of Joliette at Marseilles describes five sedimentary sequences. Sequence 1 (before 6310 ± 360 cal. B.P.) corresponds to an accumulation of marine origin very close to mean sea level. The relative sea level would be at about - 5 m N.G.F. Sequence 2 corresponds to the development of a freshwater swamp. This marsh developed about 6310 ± 360 cal. B.P. and latest until 1250 ± 190 cal. B.P. The rate of sedimentation is rapid during the final Neolithic and Bronze Age. Sequences 3 and 4 transgress the marsh deposits. They mark a phase of silting following. Then the Joliette cove undergoes a phase of artificial infilling at the XIXth century.

The results from the Joliette show an absence of marine fluctuations greater than that of today in the last 6000 years. The difference between the data obtained at Joliette and Lacydon can be explained by the downlift movements of the stratigraphic column of about two or three meters.

INTRODUCTION

Une première étude paléo-bathymétrique de la rive nord du Vieux Port (fouille archéologique de la place J. Verne) a permis d'obtenir des résultats sur la montée relative du niveau marin à Marseille depuis 4 000 ans (MORHANGE, 1994; MORHANGE *et al.*, sous presse). Une nouvelle recherche menée à la Joliette (ARNAUD-FASSETTA,

1994) permet de compléter ces premiers résultats et de les comparer entre eux, afin de mieux cerner la part respective de chaque facteur, eustasique, géodynamique, sédimentaire ou anthropique, dans la mobilité verticale et latérale du plan d'eau.

*Doctorant en Géographie Physique, URA 903, CNRS, Université de Provence, 13621 Aix-en-Provence.

** Station Marine d'Endoume, Centre d'Océanologie de Marseille, 13007 Marseille.

1 - CADRE PHYSIQUE DE LA FOUILLE

La fouille de la Joliette se situe dans la partie nord-ouest de la cuvette marseillaise, drainée par des cours d'eau à pente relativement forte (fig. 1A). Une paléotopographie vallonnée suggère que des écoulements aujourd'hui taris ou canalisés ont drainé le secteur étudié. L'anse fossile de la Joliette, au pied du versant ouest de la butte des Carmes, était bordée au sud par les falaises du cap Titol - hautes d'une douzaine de mètres - et au nord par le cap du Lazaret. Le fond de l'anse correspondait au débouché d'un thalweg, «le vallon des Dames». Par son orientation générale nord-sud, cette zone était beaucoup plus exposée aux houles de sud-ouest et aux forts clapots de nord-ouest que l'abri du Lacydon.

Le site de la Joliette s'inscrit dans les dépôts oligocènes du bassin de Marseille (GUEU, 1977 ; NURY,

1988). La puissance de ces dépôts oligocènes est proche d'un millier de mètres. Ils sont de nature hétérogène, marneuse, sableuse ou conglomératique (fig. 1B).

Le réseau tectonique du bassin de Marseille présente deux orientations préférentielles : une direction nord-ouest/sud-est et une direction nord-est/sud-ouest (BONIFAY, 1962). Ces structures conditionnent l'orientation du littoral marseillais (COLLINA-GIRARD, 1992). Un effondrement et un basculement auraient affecté le bassin de Marseille du Miocène au Quaternaire récent, contribuant à l'immersion de la partie occidentale du bassin sédimentaire de Marseille (BLANC *et al.*, 1967). Sur le site de la Joliette, une faille tertiaire est-ouest de type «inverse-conforme» borde la partie nord de l'anse de l'Ourse, mais aucune trace de rejeu n'a été observée (BORD, 1993).

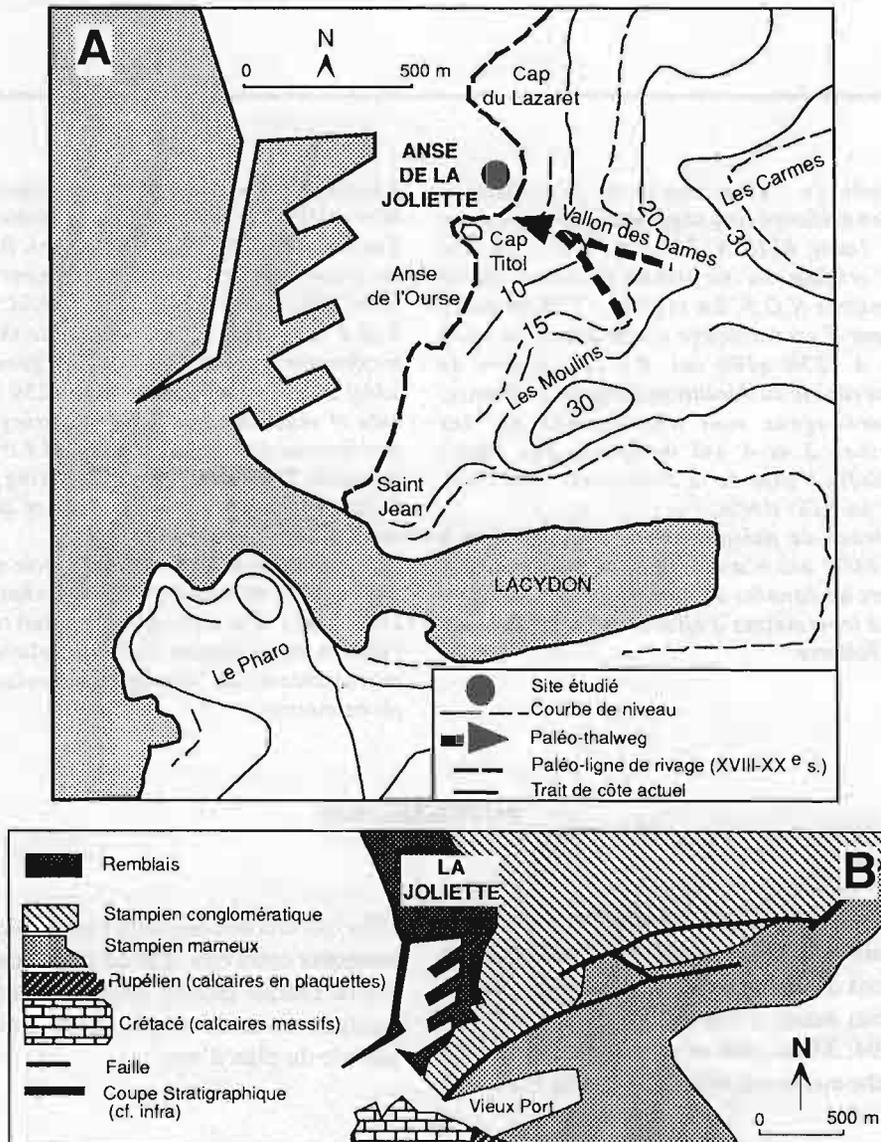


FIG. 1 - A. LOCALISATION DES SITES ÉTUDIÉS, B. CARTON LITHOSTRUCTURAL (d'après DELLERY ET GAUDIN, 1977).

2.1. Séquence marine 1 (entre -520 et -500 cm N.G.F)

Une lentille vert jaune (5 Y 5/3) est composée à 89% de sables ou prédominent les fractions fines (60 % de sables fins, grain moyen à 192μ , $sk_i = -0,26$). L'indice de tri ($\sigma_i = 0,76$) indique un sédiment moyennement trié. Ce dépôt est majoritairement constitué de grains de quartz. Leur exoscopie montre des grains très émoussés avec des globules et des fleurs de silice riches en chlorure de sodium et à aspect dentritique sur les faces planes. On note aussi des cupules et des traces de choc sur les grains d'origine éolienne.

La séquence 1 correspond à une accumulation d'origine marine (émergée?) proche du niveau marin moyen vers -500 cm N.G.F. Cette séquence se met en place antérieurement à 6310 ± 360 cal. B.P (fig. 2 et 3).

2.2. Séquence marécageuse 2 (entre -500 et -360 cm N.G.F)

Cette séquence est constituée de deux couches distinctes :

La couche 2.1 (entre -500 et -430 cm N.G.F) se compose de vases grises (10 YR 5/1) moyennement organiques (environ 3 %). Elles contiennent une microfaune d'eau douce (notamment *Cyclostomes* et *Potamogeton*), des algues, des mousses et des hépatiques d'eau douce en position de vie (détermination L. BOREL).

La couche 2.2 (entre -480 et -360 cm N.G.F) est composée de vases compactes de couleur variée : de gris foncé (10 YR 4/1) à la base, à noir (10 YR 2/1) au sommet. Cette variation de couleur est liée à un taux de matière organique croissant du bas vers le haut (de 4 à 8 %). L'analyse malacologique met en évidence des vases très riches en gastéropodes terrestres (sur plus de 1000 individus et 19 espèces déterminés par F. MAGNIN, notamment *Truncatellina callicratis*, *Granopupa granum*, *Vitrea narbonensis*, *Trochoidea pyramidata* et *Cernuella virgata*). La faune aquatique est également abondante mais peu diversifiée (772 individus et 6 espèces, notamment *Gyraulus crista*, *Galba truncatula*, *Acroluxus lacustris*, *Ancylus fluviatilis*). Des passées plus grossières, sableuses ou caillouteuses, structurent horizontalement ce dépôt.

La séquence 2 correspond au développement d'un marécage d'eau douce. La couche 2.1 marque le début de l'envasement. La couche 2.2 traduit un milieu marécageux d'eau douce ou oligohalin, bordé par un milieu plus sec où prédomine une végétation herbacée. Ce marécage est alimenté par le ruisseau des Dames qui peut alors épandre du matériel plus grossier dans le marais (fig. 3).

Le passage d'un milieu marin à un environnement marécageux d'eau douce est lié à une progradation du littoral. Ce palud prend naissance au moins à partir de 6310 ± 360 cal. B.P. (LGQ 1064, calibration STUIVER et BRAZUNAS, 1993) et perdure jusqu'à 1250 ± 190 cal. B.P. (LGQ 1067). Sa mise en place est à mettre en relation avec une déconnexion du fond de l'anse de la Joliette avec la mer ouverte, derrière un cordon littoral supposé.

Ces vases d'eau douce présentent un taux de sédimentation variable. En effet, de 6310 ± 360 cal. B.P. à 4330 ± 230 cal. B.P. (LGQ 1065), la vitesse de sédimentation est d'environ 0,04 cm/an. De 4330 ± 230 cal. B.P. à 1250 ± 190 cal. B.P., elle ralentit à 0,01 cm/an. Cette variation peut traduire des apports détritiques relativement abondants au cours du Néolithique et du Bronze suivis d'une réduction de la charge solide au cours des deux derniers millénaires avant notre ère. Ces résultats s'accordent partiellement avec ceux de basse Provence (PROVANSAL et MORHANGE, 1994). La pause sédimentaire entre 4330 ± 230 cal. B.P. et 1250 ± 190 cal. B.P. semble difficile à expliquer dans le cadre de la fondation puis de la croissance urbaine de *Massalia* vers 600 avant notre ère. Le site de la Joliette, en périphérie du centre-ville, n'enregistre pas l'augmentation des apports détritiques liée au développement de la cité.

La base des vases d'eau douce (couche 2.2), datée de 6310 ± 360 cal. B.P., est située à -470 cm N.G.F. Cette base peut être considérée comme un indicateur paléobathymétrique, étant donné qu'un marécage se développe immédiatement au-dessus du niveau des plus hautes mers.

Ce marécage se positionne à plus de 1,5 mètre sous un niveau marin indiqué par une plage de la rive nord du Lacydon (MORHANGE, 1994 ; fig. 4). L'hypothèse d'un tassement de la couche 2.1 vaseuse sous-jacente et/ou du substrat stampien marneux est envisageable.

2.3. Séquence marine 3 (entre -370 et -310 cm N.G.F)

La séquence 3 transgresse les dépôts marécageux :

A la base, **la couche 3.1** (entre -370 et -360 cm N.G.F) est constituée d'une dalle de thalles de *Lithophyllum dentatum* (identification M. VERLAQUE). Cette couche a été datée 250 ± 170 cal. B.P. (LGQ 1066). Cette bio-accumulation fossile est caractéristique du sommet de l'étage infralittoral où elle se développe généralement entre un mètre et 50 cm sous le niveau marin. La présence de cette algue calcaire suppose un milieu bien brassé et oxygéné. L'exigence d'une eau claire laisse envisager que le ruisseau des Dames ne s'écoule plus dans l'anse de la Joliette à cette époque, suite à son tarissement ou au détournement de son cours (fig. 2 et 3).

La couche 3.2 (entre -350 et -340 cm N.G.F) est composée de graviers calcaires émoussés mélangés à une thanatocénose broyée (63 % du poids total de l'échantillon). La matrice sableuse (37 %) contient des radioles d'oursins en abondance. Cette fraction est caractérisée par une prédominance de sables fins mal triés (68,3 %, $sk_i = -0,73$, $\sigma_i = 1,29$). L'analyse des foraminifères montre l'association de Miliolidés et de *Rotaliina* indicatrice d'un milieu de sédimentation influencé par deux dynamiques :

- une dynamique marine (milieu infralittoral à herbier de Posidonies) ;
- une dynamique continentale : de nombreuses

espèces (*Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida*, *Elphidium crispum*) vivant en eau saumâtre ont été identifiées. Ce sédiment peut correspondre à une plage immergée proche du niveau marin moyen et du trait de côte.

Des tessons datant du V^e siècle ap. J.-C. sont mélangés à du matériel moderne (XVII^e siècle). Ce mélange peut s'expliquer par le remaniement à l'Epoque Moderne de sédiments de l'Antiquité tardive à proximité de la zone de déferlement des vagues.

La couche 3.3 (entre -330 et -310 cm N.G.F) est composée à 55 % de sables coquilliers et de 44 % de ballast constitué de nombreuses coquilles marines roulées

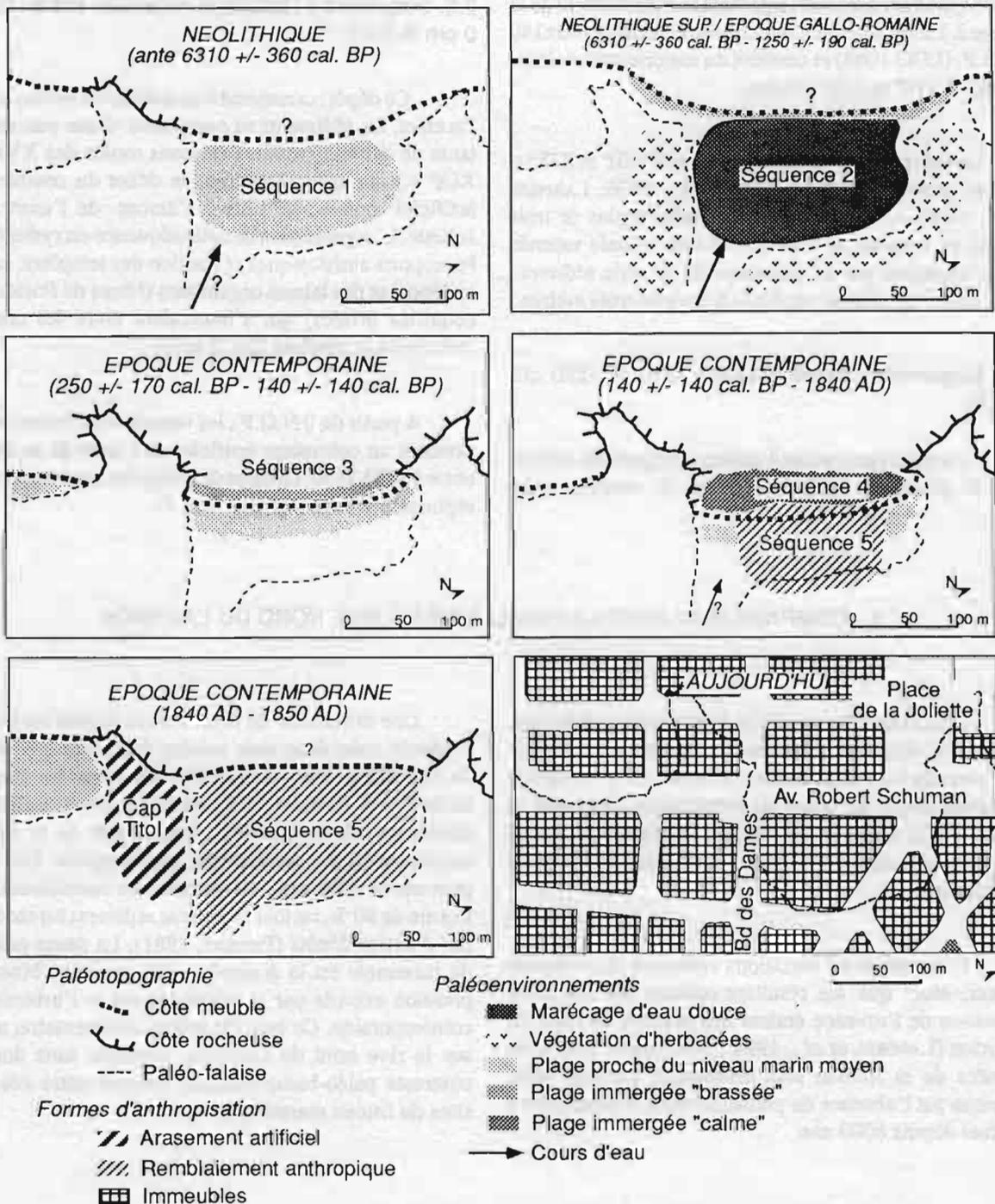


FIG. 3 - ÉVOLUTION PALÉOENVIRONNEMENTALE DE L'ANSE DE LA JOLIETTE

appartenant à des milieux variés et des morceaux de thalles de *Lithophyllum dentatum*. Les sables sont mal triés ($\sigma_1 = 1,35$) et enrichis en sables fins ($sk_1 = -0,24$). Les foraminifères (*Miniacina miniacea*), les gastéropodes (*Neverita josephina*) ainsi que divers pélécytopodes brisés (*Solen sp.*, *Venerupis decussata*, *Venerupis rhomboides*, *Macra sp.*) évoquent le sommet de l'étage infralittoral, au niveau de la zone de déferlement des vagues. A ceux-ci sont mêlées des espèces originaires de milieux souvent plus profonds et beaucoup plus vaseux parfois caractéristiques de la biocénose (rejet à la côte des coquilles ?) des sables vaseux en mode calme (*Venerupis aurea*, *Loripes lacteus*, *Parvicardium paucicostatum*).

Cette couche correspond à un dépôt de plage immergée proche du trait de côte. Les morceaux de thalles de *Lithophyllum dentatum* signalent le remaniement de la couche 3.1 sous-jacente. Cette couche a été datée 140 ± 140 cal. B.P. (LGQ 1068) et contient du matériel archéologique des XVIII^e et XIX^e siècles.

Le «niveau moyen de la mer» aux XVIII^e et XIX^e s. est très proche de l'actuel (PIRAZZOLI, 1976; LABOREL *et al.*, 1994). La présence de ces dépôts à plus de trois mètres en dessous de leur profondeur initiale estimée peut s'expliquer par un tassement de la série sédimentaire, dont l'amplitude est égale à environ trois mètres.

2.4. Séquence marine 4 (entre -310 et -250 cm N.G.F)

La séquence marine 4 est marquée par une succession de plusieurs épisodes vaseux de couleur noire

(10 YR 2/1) qui s'intercalent avec des sables de plage immergée, composés de plus de 90% de sables coquilliers gris foncé (5Y 4/1). Les sables fins et moyens assez bien triés prédominent. Ces sédiments contiennent aussi de nombreuses écailles de poissons et radioles d'oursins. Cette couche correspond à un dépôt de plage immergée assez proche du trait de côte (fig. 2 et 3).

Des tessons des XVIII^e et XIX^e siècles datent ces dépôts. L'anse de la Joliette connaît alors une phase d'envasement consécutive à un apaisement de l'hydrodynamisme (obstruction partielle de l'anse?) ou une augmentation des apports détritiques continentaux.

2.5. Séquence 5 (remblais «marins» entre -160 et 0 cm N.G.F)

Ce dépôt correspond à un remblai en milieu marin. En effet, les sédiments se composent d'une part importante de déblais grossiers (tessons roulés des XVIII^e et XIX^e s.) qui coïncident avec le début du comblement artificiel -commencé plus à l'amont- de l'anse de la Joliette. L'organisation de cette séquence est rythmée par les apports anthropiques et l'action des tempêtes, celles-ci déposant des laisses organiques (fibres de Posidonies, coquilles brisées) qui s'intercalent entre les couches remaniées de remblai (fig. 2 et 3).

A partir du 0 N.G.F., les remblais terrestres correspondent au colmatage artificiel de l'anse de la Joliette entre 1840 à 1850. La ligne de rivage est alors rapidement repoussée vers la mer (fig. 2 et 3).

3 - COMPARAISON AVEC LA FOUILLE DE LA RIVE NORD DU LACYDON

Concernant les variations latérales du trait de côte, les résultats obtenus à la Joliette s'accordent partiellement avec ceux du Lacydon. Le littoral de la Joliette prograde «naturellement» au cours du Néolithique alors que le niveau marin continue de monter. Plus tard, le trait de côte est caractérisé par une progradation d'origine anthropique.

Concernant les variations verticales du niveau de la mer, alors que les résultats obtenus sur les côtes rocheuses de Provence étaient très proches de ceux du Lacydon (LABOREL *et al.*, 1994 ; MORHANGE, 1994), les données de la Joliette sont différentes. Le seul point commun est l'absence de pulsation marine supérieure à l'actuel depuis 6000 ans.

Une différence de deux mètres et plus est mise en évidence entre deux sites voisins de quelques centaines de mètres (fig. 4). Une mobilité des formations superficielles est à l'origine de ce décalage. Un tassement des dépôts vaseux s'est produit dans l'anse de la Joliette, entraînant un abaissement des stratigraphies. Des vases peuvent en effet subir des tassements considérables, de l'ordre de 80 %, surtout lorsque le sédiment est recouvert par d'autres dépôts (PRIGENT, 1981). La cause probable du tassement est la diagenèse des vases combinée à la pression exercée par le remblaiement et l'urbanisation contemporaine. Ce type de milieu sédimentaire, absent sur la rive nord du Lacydon, explique sans doute le contraste paléo-bathymétrique observé entre ces deux sites du littoral marseillais.

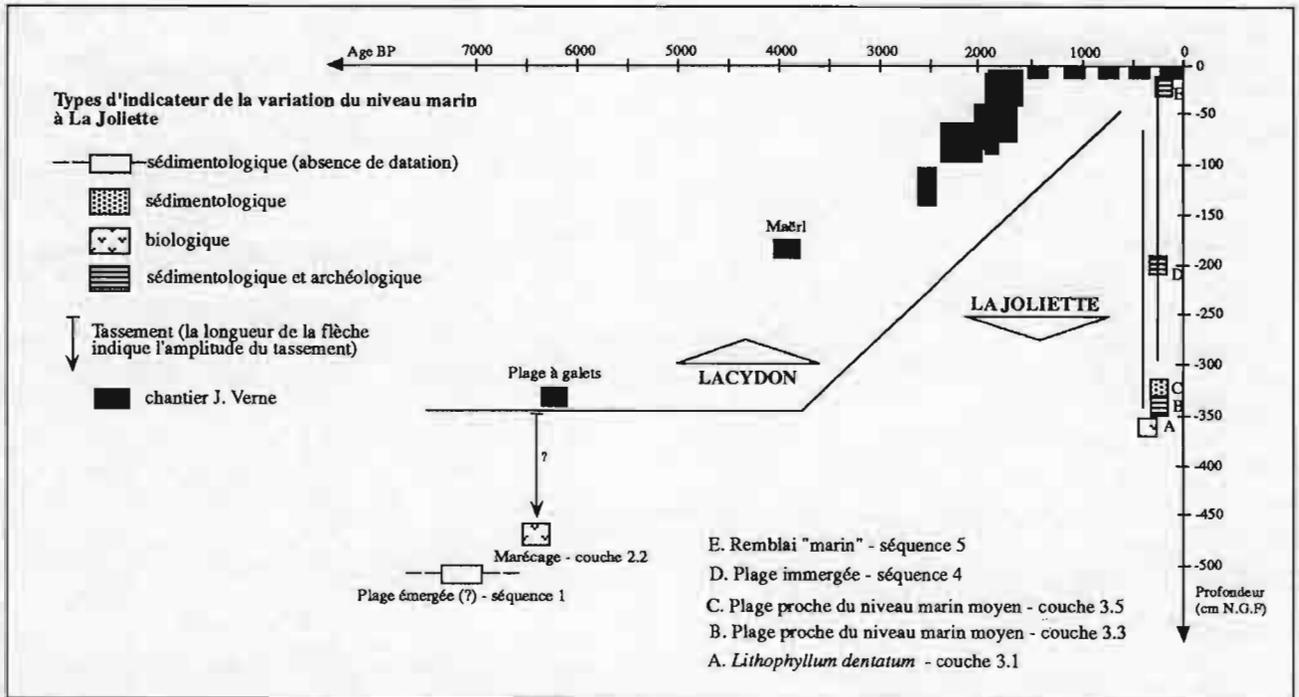


FIG. 4 - DIAGRAMME ÂGE-PROFONDEUR DE L'ANSE DE LA JOLIETTE. COMPARAISON AVEC LA RIVE NORD DU LACYDON (MORHANGE *et al.*, sous presse)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNAUD-FASSETTA G., (1994).- *Etude géomorphologique du littoral de la Joliette*. Rapport de fouilles AFAN, p.43-114
- BLANC J.J., FROGET C. et GUIEU G., (1967).- Géologie littorale et sous-marine dans la région de Marseille. Relation avec les structures de Basse Provence. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, 9, p.561-571.
- BONIFAY E., (1962).- *Recherches sur les terrains quaternaires dans le sud-est de la France*. Thèse, Université de Bordeaux, 194 p.
- BORD H., (1993).- *Chantier du tunnel routier de la Joliette (Marseille) : participation aux suivis géologique et géotechnique d'exécution*. Rapport SIMECSOL. 3 p.
- COLLINA-GIRARD J., (1992).- Présentation d'une carte bathymétrique au 1/25 000 du précontinent marseillais. *Géologie Méditerranéenne*, 19, 2, p.77-87.
- DELLERY B. et GAUDIN B., (1977).- Observations géologiques et géotechniques à l'occasion de travaux souterrains dans le bassin de Marseille. *Revue de Géologie Méditerranéenne*, 4, 1, p. 55-64.
- FOLK R.L. and WARD W.C., (1957).- Brazos River bar : a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary petrology*, 27, 1, p. 3-26.
- GUIEU G., (1977).- Etude tectonique de la région de Marseille. *Revue de Géologie Méditerranéenne*, 4, 1 p.9-24.
- LABOREL J., MORHANGE C., LAFONT R., LE CAMPION J., LABOREL-DEGUEN F. and SARTORETTO S., (1994).- Biological evidence of sea-level rise during the last 4500 years, on the rocky coasts of continental southwestern France and Corsica, *Marine Geology*, 120, p. 203-223.
- MORHANGE C., (1994).- *La mobilité récente des littoraux provençaux : éléments d'analyse géomorphologique*. Thèse, Université de Provence. 269 p. et annexes.
- MORHANGE C, LABOREL J., HESNARD A. and PRONE A., (in print).- Variation of relative mean-sea level during the last 4000 years on the Northern shores of Lacydon, the ancient harbour of Marseilles, (Chantier J. Verne), *Journal of Coastal Research*.
- NURY D., (1988).- L'Oligocène de Provence méridionale, stratigraphie, dynamique sédimentaire, reconstitutions paléogéographiques, *Document du BRGM*, 163, 395 p. et ann.
- PIRAZZOLI P.A., (1976).- *Les variations du niveau marin depuis 2000 ans*. Mémoire du Lab. de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 30, 421 p.
- PRIGENT D., (1981).- Tassement naturel de tourbes holocènes. *Bull. Soc. Géol. France*, 23, 2, p.137-141.
- PROVANSAL M. et MORHANGE C., (1994).- Seuils climatiques et réponses morphogéniques en Basse-Provence depuis 5000 ans, *Quaternaire*, 5, (3-4), pp. 113-118.
- STUIVER M. and BRAZUNAS T.F., (1993).- Modelling atmospheric ¹⁴C influences and ¹⁴C ages of marine samples to 10 000 B.C., *Radiocarbon*, 35, 1, p.137-189.