

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/276559363>

Problématique et méthodes d'étude des lignes de rivage holocènes le long de l'arc dinaro-helléno-taurique

Article in *Topoi Orient Occident* · January 2001

DOI: 10.3406/topoi.2001.1953

CITATION

1

READS

33

2 authors, including:



Eric Fouache

United Arab Emirates University

159 PUBLICATIONS 1,384 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



IAG Working Group on Geoarchaeology [View project](#)



Bronze and Iron Age studies in Khorasan, NE Iran [View project](#)

Problématique et méthodes d'étude des lignes de rivage holocènes le long de l'arc dinaro-helléno-taurique

In: Topoi, volume 11/2, 2001. pp. 579-597.

Citer ce document / Cite this document :

Fouache Eric, Dalongeville Rémi. Problématique et méthodes d'étude des lignes de rivage holocènes le long de l'arc dinaro-helléno-taurique. In: Topoi, volume 11/2, 2001. pp. 579-597.

doi : 10.3406/topoi.2001.1953

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/topoi_1161-9473_2001_num_11_2_1953

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODES D'ÉTUDE DES LIGNES DE RIVAGE HOLOCÈNES LE LONG DE L'ARC DINARO-HELLÉNO-TAURIQUE

Introduction

La réflexion méthodologique et les résultats préliminaires présentés dans cet article sont le fruit des études menées au sein du programme « Évolution des paysages littoraux de Méditerranée Orientale durant les six derniers millénaires » dirigé par Rémi Dalongeville et du programme « Dynamiques et évolutions du littoral adriatique balkanique et occupation humaine à l'Holocène (Albanie, Croatie) » dirigé par Éric Fouache. L'unité géologique de ce vaste ensemble régional littoral étiré le long de l'Arc dinaro-helléno-taurique est réelle (*fig. 1*), tout comme l'omniprésence de roches carbonatées ou la densité exceptionnelle de vestiges archéologiques. Cela explique que l'intérêt pour l'étude des variations relatives des lignes de rivage y soit ancien. La tendance a cependant été de négliger le long de cet arc la variabilité des conditions géodynamiques et donc l'importance variable de la néotectonique, tandis que les méthodologies d'étude ont surtout privilégié les secteurs à falaise calcaire en surrection relative, où la datation par le ^{14}C de constructions organogènes fossiles associées à des encoches était possible, et les déplacements co-sismiques (donc instantanés, au sens propre du terme)¹ comme facteur explicatif. Nous avons donc choisi de prendre du recul par rapport à cette méthode et, sans en nier les acquis, d'en replacer les résultats dans la perspective d'une aire régionale vaste afin de ne pas nous enfermer dans un contexte géodynamique et morphostructural limité. Dans notre propre inventaire de marqueurs des variations relatives de la ligne de rivage, nous avons privilégié les marqueurs sédimentaires, notamment les

1. Si l'on prend en compte la littérature spécialisée, notamment chez P.A. Pirazzoli, le terme de « co-sismique » caractérise un mouvement tectonique accompagnant instantanément une secousse sismique. La réaction est donc de l'ordre de la seconde.

beachrocks et, dans les régions à submersion relative, les marqueurs archéologiques. Les résultats préliminaires auxquels nous aboutissons nous permettent aujourd'hui d'envisager le prolongement de notre travail par un programme raisonné de datations systématiques des ciments des beachrocks et de biohermes fossiles.

Problématique

L'intérêt pour les variations des lignes de rivage holocènes n'est pas nouveau dans la région. Il n'est que de citer la polémique entre Ph. Negrès (1903)² et L. Cayeux (1907, 1911, 1914)³ au début du XX^e siècle pour s'en persuader. On est passé d'une attitude extrême à une autre.

Au début du siècle, on considérait qu'il y avait « fixité » du niveau marin et, méthodologiquement, on se concentrait sur un inventaire des marqueurs archéologiques littoraux. Cet inventaire a permis de réaliser que cette fixité était illusoire et de dessiner des courbes de « variations relatives du niveau marin », ayant valeur d'information locale ou régionale, que l'on a eu tendance à prendre pour des courbes de variations réelles⁴.

Aujourd'hui, dans la lignée de travaux récents (PIRAZZOLI 1986, 1996)⁵, on considère que la mobilité est générale et les déplacements co-sismiques sont le facteur d'explication privilégié des variations relatives du niveau marin. Méthodologiquement, les marqueurs désignés sont les formes fossiles de corrosion / biocorrosion comme les encoches ou les trottoirs, tandis que la majorité des datations sont réalisées sur des constructions organogènes fossiles, excellents marqueurs de l'interface entre Médiolittoral inférieur et Infralittoral supérieur (ce qui correspond *grosso modo* au niveau moyen de la mer). En conséquence, les études se sont focalisées sur des secteurs de falaises carbonatées en zone d'émersion relative, en négligeant l'information des formes sédi-

-
2. Ph. NEGRIS, « Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques », *C.R. Acad. Sciences Paris II* (1903), p. 222-224.
 3. L. CAYEUX, « Fixité du niveau de la Méditerranée à l'époque historique », *Annales de Géographie* 86 (1907), p. 97-116 ; *id.*, 1911, *Description physique de Délos, EAD IV* (1911) ; *id.*, « Les déplacements de la mer à l'époque historique », *Revue Scientifique* 19 (1914), p. 577-586.
 4. D. KELLETAT, « Eine eustatische Kurve das jüngere Holozän konstruiert nach Zeugnissen früherer Meeresspiegelstände im östlichen Mittelmeergebiet », *N. JB. Geol. Paläont.*, Mh.6 (1975), p. 360-374.
 5. P.A. PIRAZZOLI, « The Early Byzantine Paroxysm », *Z. Geomorph.*, N.F., Suppl-Bd 62 (1986), Berlin-Stuttgart, p. 31-49 ; *id.*, *Sea-Level Changes : The Last 20000 Years*, Wiley (1996) ; P.A. PIRAZZOLI, J. LABOREL, S. STIROS, « Earthquake clustering in the Eastern Mediterranean during historical times », *Journal of Geophysical Research* 101, NO (1996), B3: 6083-6097.

mentaires fossiles et actuelles, plages, grèves, beachrocks, mais aussi en négligeant les secteurs où, pour des raisons bioclimatiques, il n'y a pas de biohermes comme en Adriatique. Notre objectif n'est pas de nier la réalité des déplacements co-sismiques, mais de montrer qu'il y a d'autres formes de déplacements sur la durée et que, pour reconstituer l'évolution des lignes de rivage, il est nécessaire en passant d'un secteur de côte à l'autre de se servir de marqueurs différents et complémentaires, souvent plus pertinents.

Une autre raison justifie notre démarche. On dispose aujourd'hui de modèles théoriques qui prétendent reconstituer les variations réelles du niveau marin depuis 6000 ans, comme les courbes de Lingle et Clark (*fig. 2*), selon lesquelles le maximum de la transgression flandrienne aurait correspondu à un niveau marin situé environ 1 m au-dessus du niveau moyen actuel de la mer en Méditerranée⁶, ou le modèle plus complexe de K. Lambeck et P. Johnston (LAMBECK 1995 ; LAMBECK et JOHNSTON 1995)⁷ qui combine les composantes glacio-isostatiques et hydro-isostatiques (*fig. 3*). Comme le souligne P.A. Pirazzoli (1997)⁸, il est impératif aujourd'hui de rassembler de nouvelles observations de terrain pour valider ou critiquer ces modèles.

Méthodologie

Notre travail a pour l'essentiel consisté en une patiente prospection du trait de côte à la recherche de marqueurs géomorphologiques et archéologiques fossiles indiscutablement en relation avec l'interface Médiolittoral-Infralittoral au moment de leur façonnement ou de leur construction. Du fait que les analyses sont en cours de réalisation, nous ne prenons pas dans cette présentation de nos résultats préliminaires l'utilisation des marqueurs sédimentaires et biologiques retenus pour l'analyse des carottages réalisés dans les deltas albanais. Trois types

-
6. On se demande où seraient les témoins de ce niveau puisque, à moins d'être tyrrhéniens, les seuls hauts niveaux (supérieurs à l'actuel) ont donné des âges bien plus récents, mis à part l'exemple de Guverdine Kaya pour lequel la part de la tectonique est évidente (DALONGEVILLE *et al.* 1993) (cf. note 25).
 7. K. LAMBECK, « Late Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and South-Western Turkey : a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions », *Geophys. J. Int.* 122 (1995), p. 1022-1044 ; K. LAMBECK, P. JOHNSTON, « Land subsidence and sea-level change : contributions from the melting of the last great ice sheets and the isostatic adjustment of the earth », in F.J. BARENDIS, F.-J. BROWER, F.-H. SCHRODER (éds), Actes du colloque *Land Subsidence*, La Hague, 16-20 Octobre 1995, Rotterdam (1995), p. 3-18.
 8. P.A. PIRAZZOLI, « Mobilité verticale des côtes méditerranéennes à la fin de l'Holocène : une comparaison entre données de terrain et modélisation isostatique », in *Transformation and evolution of the Mediterranean Coastline*, sous la direction de F. Briand et A. Maltonado, *Bulletin de l'Institut Oceanographique de Monaco*, N° spécial 18 (1997), p. 15-33.

de marqueurs ont été retenus : les marqueurs de corrosion et de bioconstruction, les cimentations de corps sédimentaires de type beachrock et les marqueurs archéologiques.

Sur l'ensemble de notre région d'étude les falaises en roche carbonatée dominant. C'est la raison pour laquelle nous avons porté une extrême attention aux formes de corrosion et de bioconstruction. Ces marqueurs ont des significations différentes (GUILCHER 1953, 1954 ; FÉVRET et SANLAVILLE 1965, 1966 ; SANLAVILLE 1977)⁹.

Les marqueurs de corrosion et de bioconstruction

L'encoche est la forme de corrosion la plus commune (DALONGEVILLE 1986 ; PIRAZZOLI 1986)¹⁰. Celle-ci produit une incision dont les lèvres sont plus ou moins ouvertes. On reconnaît classiquement dans une encoche un plancher, un plafond et un point de fond d'encoche appelé point de retrait ou vertex (*fig. 4*). Ce point constitue le repère géométrique principal qui indique le niveau moyen de la mer. Une autre forme de corrosion fréquente est le trottoir (SANLAVILLE 1967, 1970)¹¹.

Le trottoir est un replat de corrosion subhorizontal, de largeur variable. Le véritable trottoir de corrosion se présente comme une entaille de pied de falaise, dont la surface horizontale, dégagée à marée basse, correspond au niveau moyen de la mer.

Ce trottoir de corrosion est dans la plupart des cas prolongé vers la mer par un encorbellement de bioherme (*fig. 5*). Inversement, la présence d'un bioherme

-
9. M. FÉVRET, P. SANLAVILLE, « Contribution à l'étude du littoral libanais », *Méditerranée* 2 (1965), p. 113-134 ; *id.*, « L'utilisation des Vermets dans la détermination des anciens niveaux marins », *Méditerranée* 4 (1966), p. 357-364 ; A. GUILCHER, « Essai sur la zonation et la distribution des formes littorales de dissolution du calcaire », *Annales de Géographie* 62/331 (1953), p. 161-179 ; *id.*, *Morphologie littorale et sous-marine*, Paris (1954a) ; *id.*, « Morphologie littorale du calcaire en Méditerranée occidentale (Catalogne et environs d'Alger) », *Bulletin de l'Association des Géographes Français* 241-242 (1954b), p. 50-58.
 10. R. DALONGEVILLE, *Formes de corrosion et de construction organogène des littoraux actuels calcaires de Méditerranée*, Thèse Doctorat d'État, Univ. Brest (1986), 2 vol., 374 p et 156 p. ; P.A. PIRAZZOLI, « Marines notches », in O. VAN DE PLASSCHIE (ed.), *Sea-Level Research : A Manual for the Collection and Evaluation of Data* (1986), p. 361-400.
 11. P. SANLAVILLE, « Le calcaire dans la morphologie littorale du Liban », *Hannon Revue Libanaise de Géographie* I (1967), p. 17-24 ; *id.*, « Les variations holocènes du niveau de la mer au Liban », *Revue de Géographie de Lyon* XLVI/3 (1970), p. 279-304.

n'implique pas celle d'un trottoir de corrosion, même dans les roches carbonatées ¹².

Les trois formes (encoche, trottoir et encorbellement organogène) sont fréquemment associées (SANLAVILLE 1972, 1974) ¹³, sauf dans les zones, comme le Nord de l'Adriatique, où la fraîcheur des eaux hivernales n'est pas favorable au développement des organismes bioconstructeurs de manière générale et de ceux utilisés comme marqueurs des variations de la ligne de rivage plus particulièrement.

L'autre grande catégorie de marqueur géomorphologique dont on peut disposer, cette fois-ci au sein de corps sédimentaires de plages en recul, est le beachrock.

Le beachrock

Le beachrock trouve son origine dans des cimentations littorales carbonatées précoces (RUSSELL 1959 ; RUSSELL et MCINTYRE 1965) ¹⁴ qui consolident les sédiments d'une plage et se matérialisent sous forme de dalles inclinées vers la mer. Le mérite d'avoir mis en évidence que la consolidation (cimentation) appelée beachrock appartient systématiquement, en Méditerranée, à une plage holocène fossile dont les vestiges sont souvent reconnaissables en amont de la plage, revient à des géomorphologues (SANLAVILLE 1977, DALONGEVILLE et SANLAVILLE 1984) ¹⁵. Pour qu'un beachrock se forme et qu'il apparaisse comme entité morphologique sur le littoral actuel, alors qu'il est le témoin de conditions hydrodynamiques passées, il est nécessaire que se succèdent une phase de progradation, à l'origine du corps sédimentaire qui constitue la plage ancienne, une phase durant laquelle s'opère la gestation de la cimentation et, enfin, une phase terminale de mise au jour par recul de la plage ancienne au profit de la plage actuelle. Le beachrock s'élabore au sein de la plage fossile. En simplifiant beaucoup, disons que la cimentation, dans laquelle l'activité cyanobactérienne

-
12. R. DALONGEVILLE, « Le rôle des organismes constructeurs dans la morphologie des littoraux de la Mer Méditerranée : algues calcaires et vermétidés », *Norois*, Poitiers, 42/165 (1995), p. 73-88.
 13. P. SANLAVILLE, « Vermetus dating of Changes in Sea-Level », in *Underwater archaeology, a nascent discipline*, Paris, UNESCO, II/5 (1972), p. 185-191 ; *id.*, 1974, « Le rôle de la mer dans les aplanissements côtiers du Liban », *Revue de Géographie de Lyon* 4, p. 295-310.
 14. R.J. RUSSELL, « Carribean beach rock observations », *Zeitschrift für Geomorphologie* 3/3 (1959), p. 227-236 ; R.J. RUSSELL - W.G. MCINTYRE, « Southern hemisphere beach rock », *Geographical Review* 55 (1965), p. 17-45.
 15. P. SANLAVILLE, *Étude géomorphologique de la région littorale du Liban*, Beyrouth, Thèse Brest 1973, Publ. Univ. Lib., Section des Études Géographiques (1977), 859 p. ; R. DALONGEVILLE - P. SANLAVILLE, « Essai de synthèse sur le beach-rock », in *Le beach-rock* (Actes du colloque, Lyon 1983), TMO 8, Lyon (1984), p. 161-167.

joue également un rôle, s'opère au niveau médiolittoral par la formation de cristaux d'aragonite ou de calcite magnésienne (BERNIER et DALONGEVILLE 1988, 1996) ¹⁶.

En première approche, et avant même de réaliser des datations radiométriques, les formes géomorphologiques que nous venons de passer en revue peuvent, lorsqu'elles sont fossiles, être approximativement datées si elles sont en relation géométrique ou stratigraphique avec des marqueurs archéologiques fiables.

Les marqueurs archéologiques

L'idée d'utiliser les nombreux vestiges archéologiques concentrés en position littorale, pour essayer de reconstituer les variations de la ligne de rivage à l'époque historique est déjà ancienne. Nous pourrions citer Ph. Negrès (1904 a et b) ¹⁷ ou A. Degrassi (1955) ¹⁸, mais la méthode n'a véritablement été systématisée que par N.C. Flemming (1969, 1979) ¹⁹ puis G. Schmiedt (1975) ²⁰ et Blackman (1973 a et b, 1982 a et b) ²¹. La première erreur à éviter est d'imaginer reconstituer, à l'aide des marqueurs archéologiques, des courbes de variation eustatique. On reconstitue uniquement des courbes de variation relative du niveau marin, dont il faut chercher les causes.

-
16. P. BERNIER, R. DALONGEVILLE, « Incidence de l'activité biologique sur la cimentation des sédiments littoraux actuels. L'exemple des îles de Délos et de Rhénée (Cyclades, Grèce) », *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 307 (1988), p. 1901-1907 ; *eid.*, « Mediterranean coastal changes recorded in beachrock cementation », *Zeit. für Geomorphologie NF*, Berlin, suppl.-Bd 102 (1996), p. 185-198.
 17. Ph. NEGRIS, « Vestiges antiques submergés », *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts*, Athènes 29 (1904a), p. 340-363 ; *id.*, « Nouvelles observations sur la dernière transgression de la Méditerranée », *C.R. Acad. Sc.*, Paris, II (1904b), p. 379-381.
 18. A. DEGRASSI, « I porti romani dell'Istria », *Anthemon*, Florence (1955), p. 119-169.
 19. N.C. FLEMING, *Archaeological evidence for eustatic change of sea level and earth movements in Western Mediterranean in the last 2000 years*, *Geol. Soc. Am.*, Spec. Pap. 109 (1969) ; *id.*, « Archaeological indicators of sea-level », in *Les indicateurs de niveaux marins*, séminaire du 2 décembre 1978, *Océanis*, Fascicule Hors-Série 5 (1979-80), p. 184-191.
 20. G. SCHMIEDT, *Antichi porti d'Italia, gli scali fenicio, punici i porti della Magna Grecia*, Istituto Geografico Militare, Florence (1975).
 21. D.J. BLACKMAN, « Ancient harbours in the Mediterranean, part 1 », *The International Journal of Nautical Archaeology and underwater Exploration* 11/2 (1982a), p. 79-104 ; *id.*, 1982b, « Ancient harbours in the Mediterranean, part 2 », *The International Journal of Nautical Archaeology and underwater Exploration* 11, 3, p. 185-211 ; *id.*, 1973a, « The Harbors of Phaselis », *IJNA* 2/2, p. 355-364 ; *id.*, « Evidence of sea level change in ancient harbors and coastal installations », *Colston Papers* 32 (1973b), p. 115-139.

Avant toute chose il faut donc surtout établir une typologie des vestiges archéologiques. Il convient d'éliminer les vestiges archéologiques qui ne sont pas en place ou qui n'ont pas de signification précise par rapport au niveau marin, comme les épaves ou les monuments basculés dans la mer. Les vestiges les plus intéressants sont ceux d'infrastructures qui étaient construites au niveau médiolittoral pour avoir un lien direct avec le niveau de la mer. C'est le cas des structures portuaires, digues, jetées, brise-lames (*fig. 6*), hangars à bateaux, des carrières littorales, mais aussi des viviers à poissons (*fig. 7*) (PIRAZZOLI 1979) ²². Il faut alors, sur ces vestiges, essayer de retrouver des repères précis (FOUACHE et DALONGEVILLE 1998 a et b ; FOUACHE *et al.* 1999, 2000) ²³.

L'inégale répartition régionale de ces marqueurs nous a conduits à favoriser dans nos prospections tantôt l'un ou tantôt l'autre et à reconstituer des variations relatives du niveau marin ayant une valeur régionale ou locale (*fig. 8*). L'information mise bout à bout nous conduit à proposer un découpage régional du littoral situé le long de l'Arc dinaro-helléno-aurique qui fait ressortir des unités régionales au fonctionnement géodynamique contrasté, où le facteur déterminant dans les variations relatives du niveau marin semble bien être la néotectonique, mais pas forcément les déplacements co-sismiques.

Résultats

Cinq ensembles régionaux peuvent être identifiés (FOUACHE 2001) ²⁴ et il est intéressant de les interpréter à la lumière de la carte de répartition des séismes récents (*fig. 9*).

-
22. P.A. PIRAZZOLI, « Les viviers à poissons romains en Méditerranée », in *Les indicateurs de niveaux marins*, séminaire du 2 décembre 1978, *Océanis*, Fascicule Hors-Série, 5 (1979-80), p. 184-191.
 23. É. FOUACHE, R. DALONGEVILLE, « De la nécessaire prise en compte des sédiments dans la connaissance des variations récentes de la ligne de rivage : les exemples d'Aghios Andreas (Grèce) et de Guverdine Kaya (Syrie) », *Géomorphologie* 2, (1998a), p. 131-140 ; *eid.*, « Neotectonics in Historical Times : the Example of the Bay of Aghios Andreas (Ilia, Greece) », *Zeitschrift für Geomorphologie* 42 (1998b), p. 367-372 ; É. FOUACHE, J.-J. DUFAURE, S. FAIVRE, « New observations on the evolution of the Croatian shore between Poreč and Zadar over the past 2000 years », *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl.-Bd 122 (2000), p. 33-46 ; É. FOUACHE, P. SIBELLA, R. DALONGEVILLE, « Holocene variations of the shoreline between Antalya and Andriake (Turkey) », *International Journal of Nautical Archaeology* 28/4 (1999), p. 305-318.
 24. É. FOUACHE, *Dynamiques holocènes continentales et littorales et variations de la ligne de rivage de l'Adriatique au sud de la Turquie*, Vol. III HDR, Université de Paris IV (2001), 274 p.

En Istrie et au Kvarner (FOUACHE *et al.* 2000) ²⁵, on observe une encoche fossile dissymétrique qui peut être corrélée avec des vestiges archéologiques d'époque romaine des I^{er} et II^e siècles ap. J.-C. Elle correspond à un niveau marin situé environ 0,5 m sous le niveau marin moyen actuel. Sur les 2000 dernières années, l'eustatisme, dans une région à la sismicité faible, semble être le facteur d'évolution dominant.

Le long du littoral dalmate, de Zadar à Split, on observe l'absence de marqueurs géomorphologiques de lignes de rivages fossiles, mais en revanche une grande abondance de marqueurs archéologiques d'époque romaine, tous datés des I^{er} et II^e siècles ap. J.-C. Ces derniers permettent de reconstituer une ligne de rivage pour cette période située aux alentours de -1,5 m sous le niveau marin actuel. L'activité sismique intense au pied du front de chevauchement du Velebit à partir de la latitude de Zadar pourrait trahir l'influence d'une subsidence tectonique régionale.

En Albanie, où notre étude s'est concentrée sur les littoraux progradants des deltas du Seman et de la Vjosë, au Sud, et ceux du Drin, de l'Erzen et du Mati au Nord, nous aboutissons à une bonne reconstitution sur l'horizontale des variations de la ligne de rivage holocènes. En revanche, le travail de laboratoire est encore en cours sur les carottes que nous avons prélevées, et il est encore trop tôt pour établir un bilan des variations relatives du niveau marin.

C'est avec la Grèce et la Mer Ionienne que le facteur tectonique devient incontestablement prépondérant. On assiste soit à des jeux tectoniques locaux, comme à Phéia (FOUACHE et DALONGEVILLE 1998 a et b) ²⁶, soit à des jeux tectoniques régionaux comme dans le cas de la subsidence globale des Cyclades situées dans un contexte de bassin d'arrière-arc. Dans cette aire régionale les mouvements néotectoniques ne sont pas tous co-sismiques et certains déplacements lithosphériques semblent s'inscrire dans la durée. Ils ne sont pas exclusifs non plus de mouvements eustatiques. On voit également se généraliser en Grèce les beachrocks et les constructions de Vermets. Les littoraux fossiles submergés et émergés abondent, mais avec une distribution confuse qui fait de cette région le pire endroit qui soit pour établir un bilan des parts respectives de la tectonique et de l'eustatisme dans les variations de la ligne de rivage. Il en est ainsi vers l'est jusqu'à la péninsule de Finike au Sud de la Turquie, qui semble fonctionner comme une charnière tectonique.

-
25. É. FOUACHE, J.-J. DUFAURE, S. FAIVRE, « New observations on the evolution of the Croatian shore between Poreç and Zadar over the past 2000 years », *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl.-Bd 122 (2000), p. 36-46.
26. É. FOUACHE, R. DALONGEVILLE, « De la nécessaire prise en compte des sédiments dans la connaissance des variations récentes de la ligne de rivage : les exemples d'Aghios Andreas (Grèce) et de Guverdjine Kaya (Syrie) », *Géomorphologie* 2 (1998a), p. 131-140 ; *eid.*, « Neotectonics in Historical Times : the Example of the Bay of Aghios Andreas (Ilia, Greece) », *Zeitschrift für Geomorphologie* 42 (1998b), p. 367-372.

À partir de la péninsule de Finike, et jusqu'à Antalya, en fait jusqu'à la frontière syrienne, on entre à nouveau dans une zone de calme sismique relatif, au moins depuis le XIII^e siècle. Deux lignes de rivage holocènes fossiles se suivent de part et d'autre du niveau marin actuel et témoignent, au moins pour le dernier épisode, d'une submersion réelle de 0,5 m d'origine tectonique post-byzantine et antérieure à la période seldjoukide qui cadrerait bien avec le concept de « Early Byzantine Tectonic Paroxysm » (EBTP) (PIRAZZOLI 1986) ²⁷.

Discussion

En comparant nos observations enregistrées le long du continuum dinaro-helléno-aurique, on peut aboutir à plusieurs conclusions. La première est méthodologique. La variabilité des marqueurs disponibles le long du littoral est due à trois types de facteurs : des facteurs historiques, des facteurs géodynamiques, des facteurs bioclimatiques. Cette observation justifie à elle seule notre démarche qui consiste à croiser des marqueurs différents et complémentaires, ce qui évite de laisser de côté des régions entières ou de laisser de vastes secteurs sous l'entière responsabilité d'une explication unique.

La seconde concerne l'interprétation du facteur néotectonique. Nous avons clairement mis en évidence que la sismicité ne constitue qu'un des aspects de la néotectonique et qu'il existe des mouvements tectoniques qui se réalisent sur la durée et affectent des régions étendues, comme la côte dalmate ou le Sud de la Turquie. En ce qui concerne l'eustatisme, il semble que depuis 2000 ans on puisse attribuer à ce facteur une remontée réelle estimée à environ 50 cm sur la rive Nord de la Méditerranée, sans pouvoir exclure des fluctuations intermédiaires, notamment dans les Cyclades. Il est également incontestable que la courbe de remontée du niveau marin proposée par le modèle de Lingle et Clark pour la Méditerranée est fautive sur un point. Hors contexte tectonique, le niveau marin actuel est le plus haut niveau marin jamais atteint à l'Holocène.

En nous fondant notamment sur les datations radiométriques réalisées en Syrie sur le site de Guverdine Kaya (*fig. 10*) (DALONGEVILLE *et al.* 1993 ; SANLAVILLE *et al.* 1995, 1997) ²⁸ et sur l'homogénéité des marqueurs géomorphologiques observés de ce point jusqu'à Antalya un schéma d'évolution se dessine.

27. P.A. PIRAZZOLI, « The Early Byzantine Paroxysm », *Z. Geomorph.*, N.F., Suppl-Bd 62 (1986), Berlin-Stuttgart, p. 31-49 ; *id.*, *Sea-Level Changes : The Last 20000 Years*, Wiley (1996).

28. R. DALONGEVILLE, J. LABOREL, P.A. PIRAZZOLI, P. SANLAVILLE, M. ARNOLD, P. BERNIER, J. ÉVIN, L.-F. MONTAGGIONI, « Les variations récentes de la ligne de rivage sur le littoral syrien », *Quaternaire* 4/1 (1993), p. 45-53 ; P. SANLAVILLE, R. DALONGEVILLE, P. BERNIER, J. ÉVIN, « Rythmes et modalités de l'évolution du littoral syrien à l'Holocène », *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, Paris, 5, p. 410-427 ; *id.*, « The Syrian coast : a model for Holocene coastal changes », *J. Coastal Research* 13/2 (1997), p. 385-396.

Aux alentours de 5500 BP, la transgression flamandienne a atteint sa pénétration maximale à l'intérieur des terres. À cette date, les falaises vives dominent largement. Rapidement on assiste à l'empâtement général du littoral par des sédiments livrés à la côte de manière importante et à une progradation qui semble culminer vers 3500 BP et aboutir à la mise en place de larges plages qui se cimentent en beachrocks et à la fossilisation de pieds de falaises, notamment lorsque la partie immergée des falaises plongeantes n'est pas trop importante. Des observations de ce type ont été faites en d'autres secteurs du littoral méridional de la Turquie (DALONGEVILLE et SANLAVILLE 1977, 1979)²⁹ et en certains points des côtes crétoises (NEUMEIER *et al.* 2000)³⁰. Le littoral adriatique, à l'exception de la côte sédimentaire albanaise, semble rester à l'écart de cette évolution, sans doute du fait de l'absence de la fourniture suffisante de sédiments. À partir de cette phase, plus on avance dans les périodes historiques, plus la différenciation régionale est forte selon le jeu de la néotectonique.

Il nous reste à valider cette chronologie par un programme de datation systématique des ciments des beachrocks et de constructions organogènes fossiles qui débutera à l'été 2002.

Conclusion

Le continuum morphodynamique constitué par l'Arc dinaro-helléno-aurique, le long duquel nous avons choisi de rechercher des marqueurs géomorphologiques et archéologiques susceptibles de nous permettre de reconstituer des variations relatives du niveau marin depuis 6000 ans, s'est avéré présenter de nombreux atouts pour notre étude. L'inventaire des formes fossiles que nous avons réalisé est déjà riche et permet d'établir, surtout pour les 2000 dernières années, un premier bilan. Au total, le facteur néotectonique mais pas forcément co-sismique apparaît déterminant pour expliquer les différences régionales.

Rémi DALONGEVILLE
GREMMO-UMR 5647, Université Lumière-CNRS.
Maison de l'Orient-Jean Pouilloux
7, rue Raulin. F-69007 Lyon
remi.dalongeville@mom.fr

Éric FOUACHE
Université Paris IV
191, rue Saint-Jacques
F-75005 Paris

-
29. R. DALONGEVILLE, P. SANLAVILLE, « Témoins de lignes de rivage holocènes en Turquie méridionale », *Bull. A.F.E.Q.* 4/1 (1977), p. 79-81 ; *id.*, « Les rivages holocènes de Turquie méridionale », *Bull. Lab. Rhod. Geomorph.*, Bron, 4/5 (1979), p. 5-15.
30. U. NEUMEIER, P. BERNIER, R. DALONGEVILLE, C. OBERLIN, « Les variations holocènes du niveau marin mises en évidence par les caractères et la diagenèse des beachrocks : l'exemple de Damnoni (Crète) », *Géomorphologie* 4 (2000), p. 211-220.

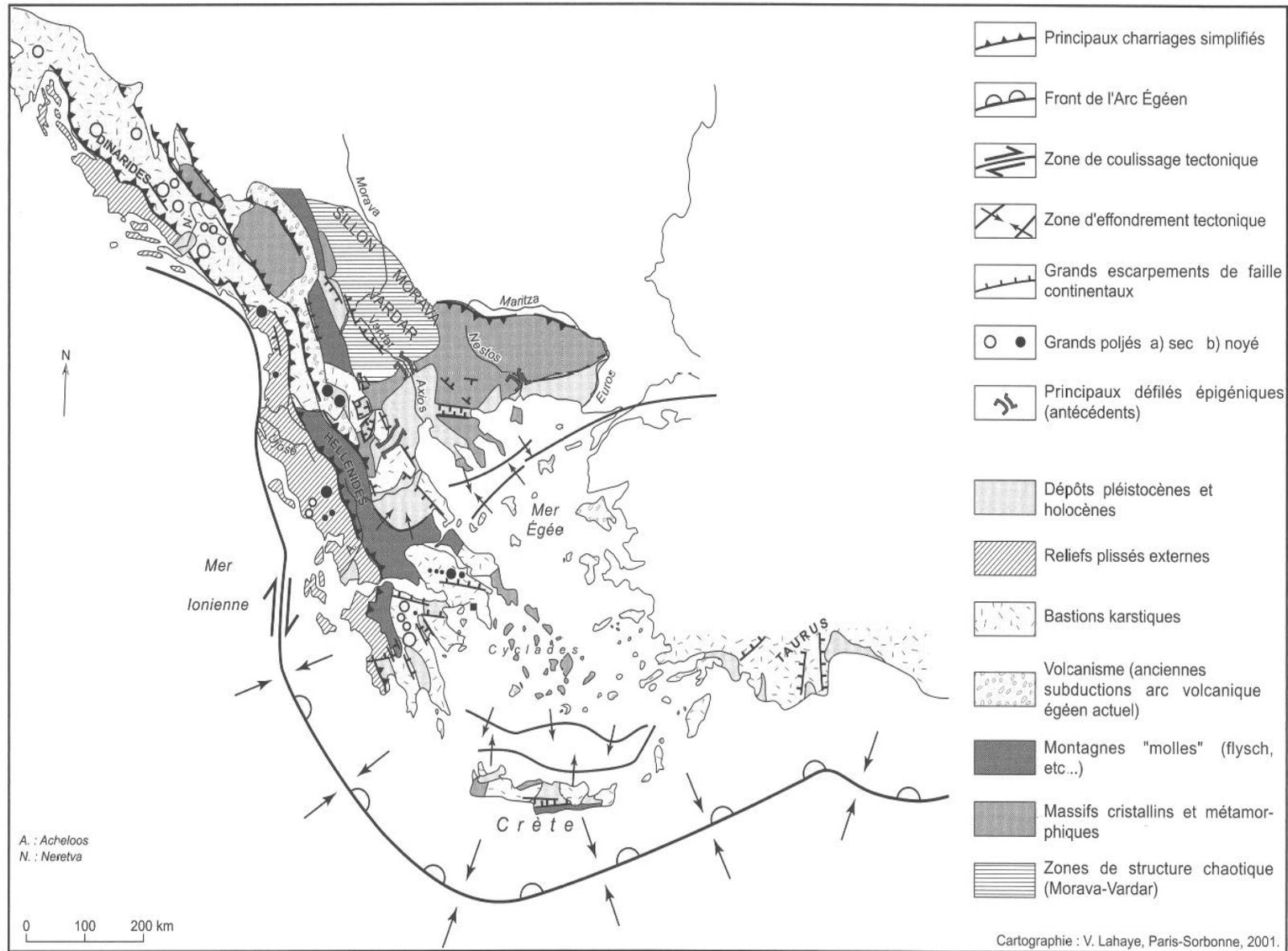


Fig. 1 — Le cadre géodynamique et morphostructural de l'aire d'étude.
(adapté de DUFAURE, 1993)

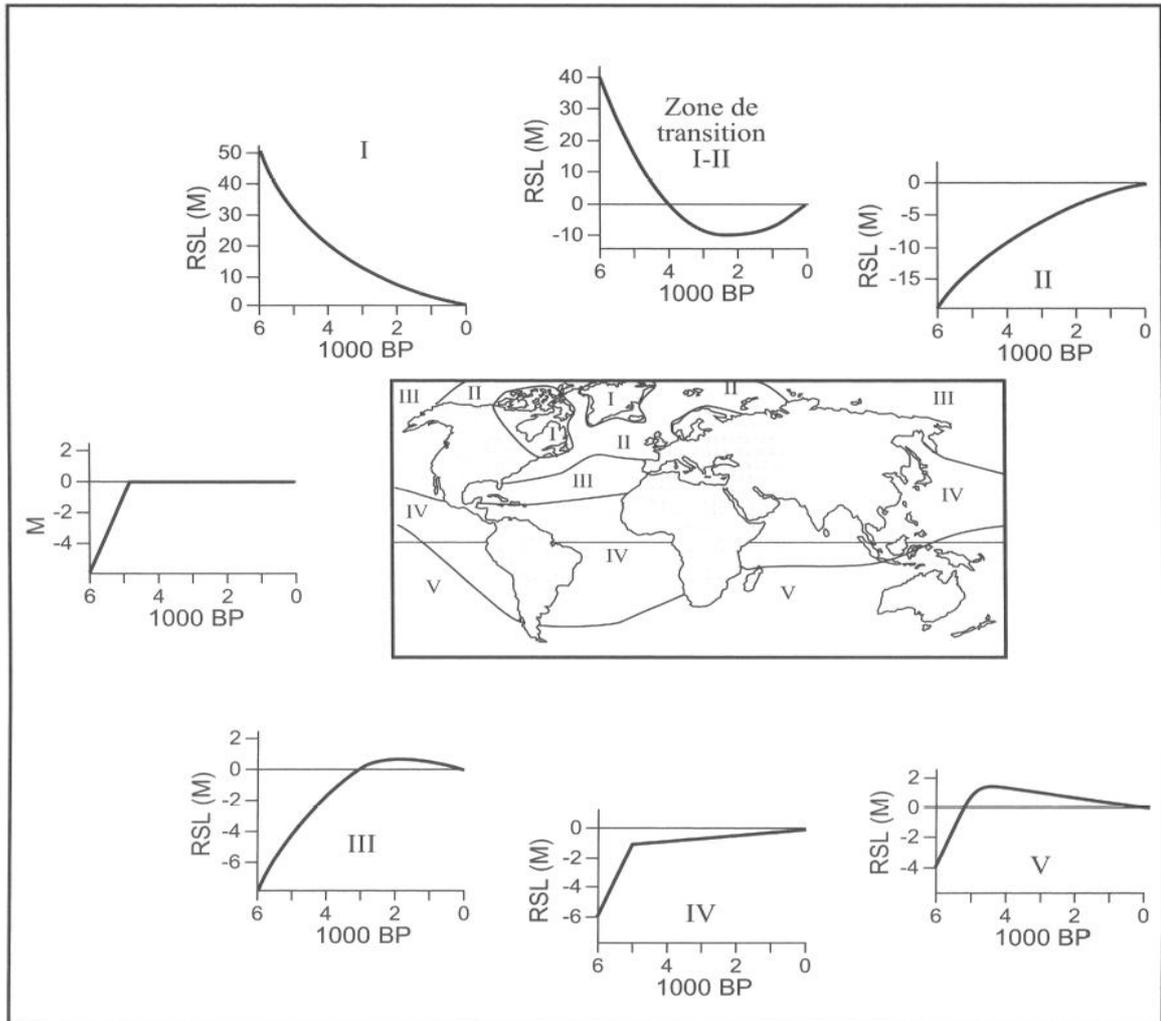


Fig. 2 — Courbes de variation relative du niveau marin depuis 6 000 ans selon les zones déterminées par Clark et Lingle (1978), en fonction d'une remontée eustatique considérée comme achevée depuis 5 000 BP.

La zone III correspond à la Méditerranée
(adapté de CLARK et LINGLE, 1979)

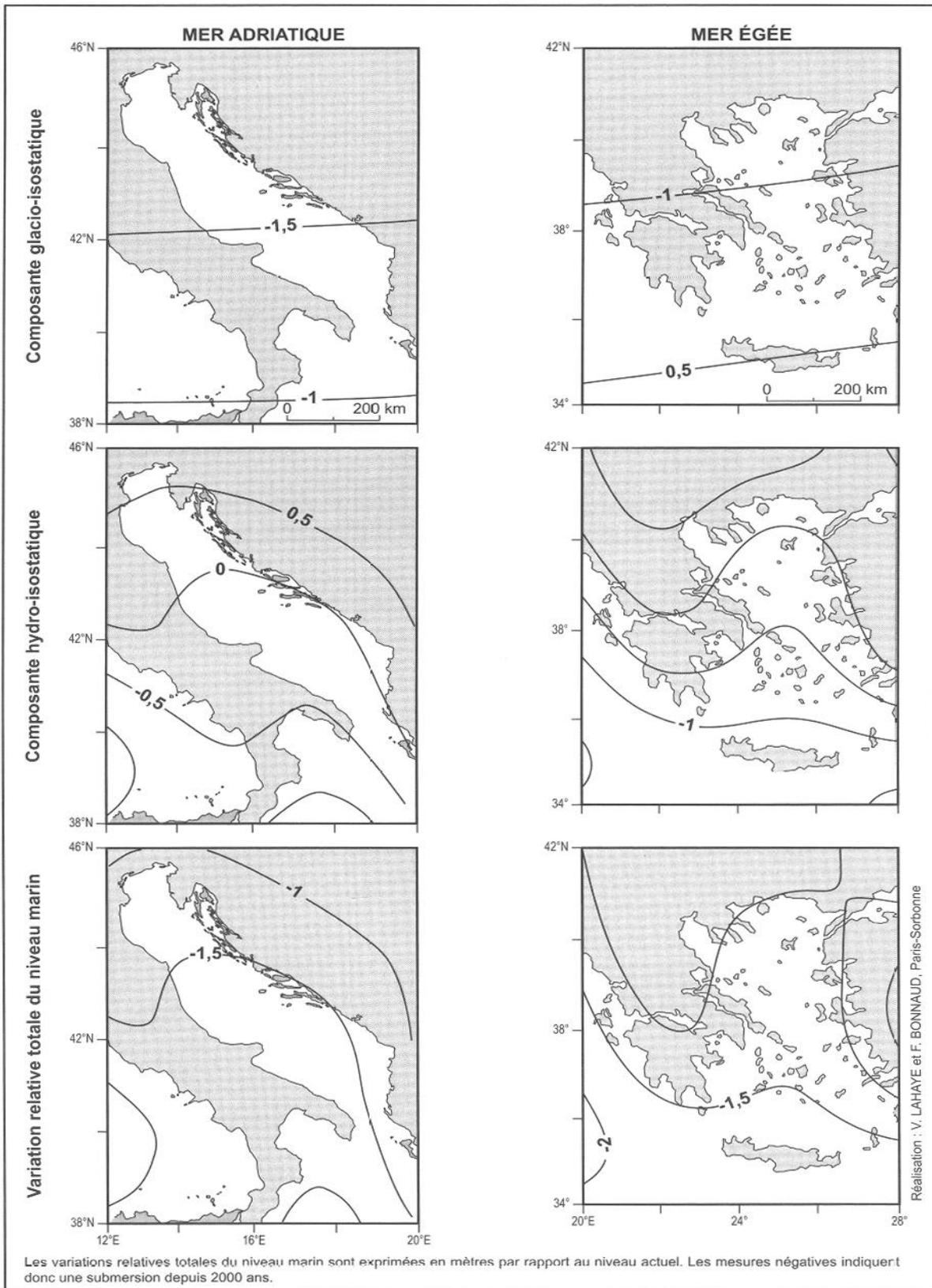


Fig. 3 — Modélisation par Lambeck et Johnston des différentes composantes des variations relatives du niveau marin depuis 2000 ans en Adriatique et en Mer Égée. (adapté de LAMBECK et JOHNSTON, 1995)

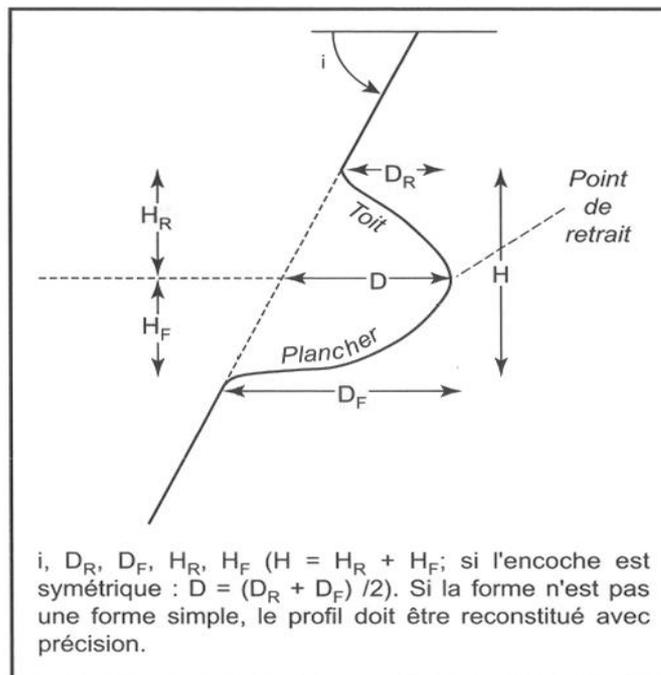


Fig. 4 — Caractéristiques géométriques du profil d'une encoche. (d'après PIRAZZOLI, 1986)

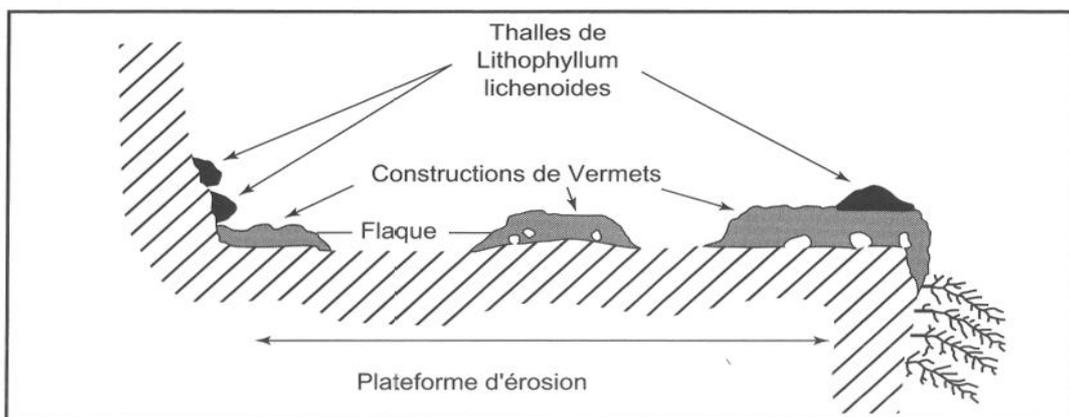


Fig. 5 — Plateforme à Vermets et algues calcaires. (adapté de BLANC et MOLINIER, 1955)

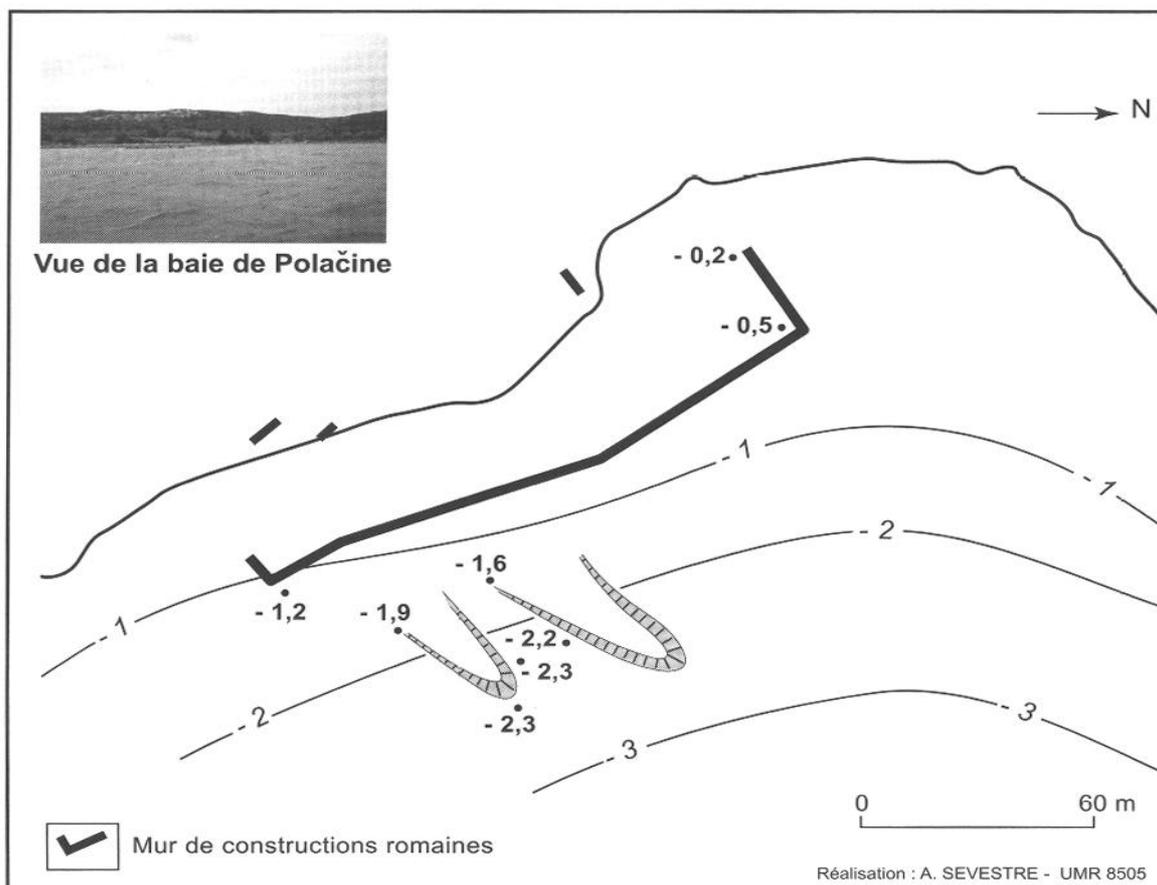


Fig. 6 — Deux môles submergés sur le site romain de Polacine (île de Pasman, Croatie).
(adapté d'un document inédit communiqué par Smiljan Gluscevic)

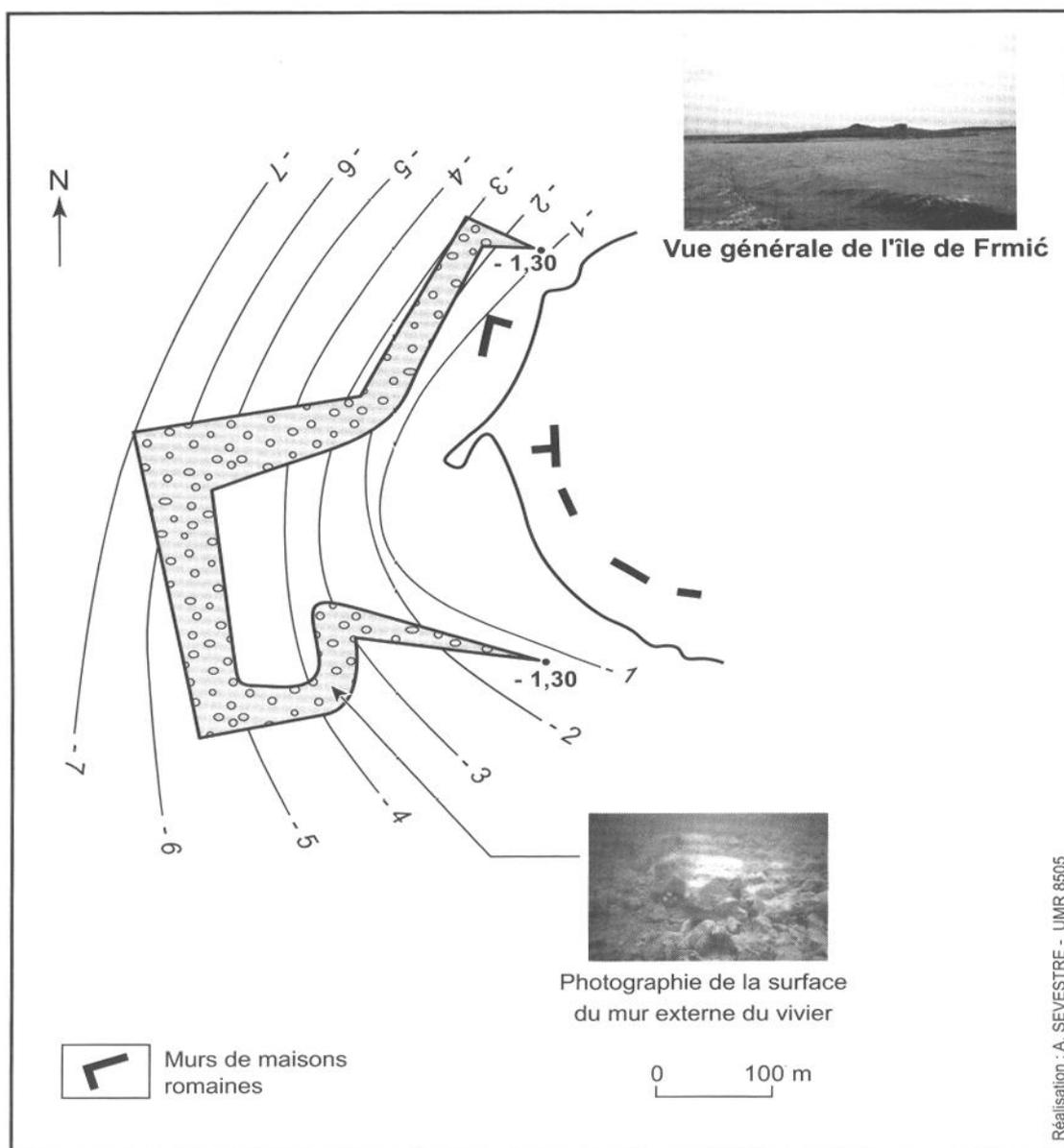


Fig. 7 — Vivier à poissons, d'époque romaine, de l'île de Frmić.
(adapté d'un document inédit communiqué par Smiljan Gluscevic)

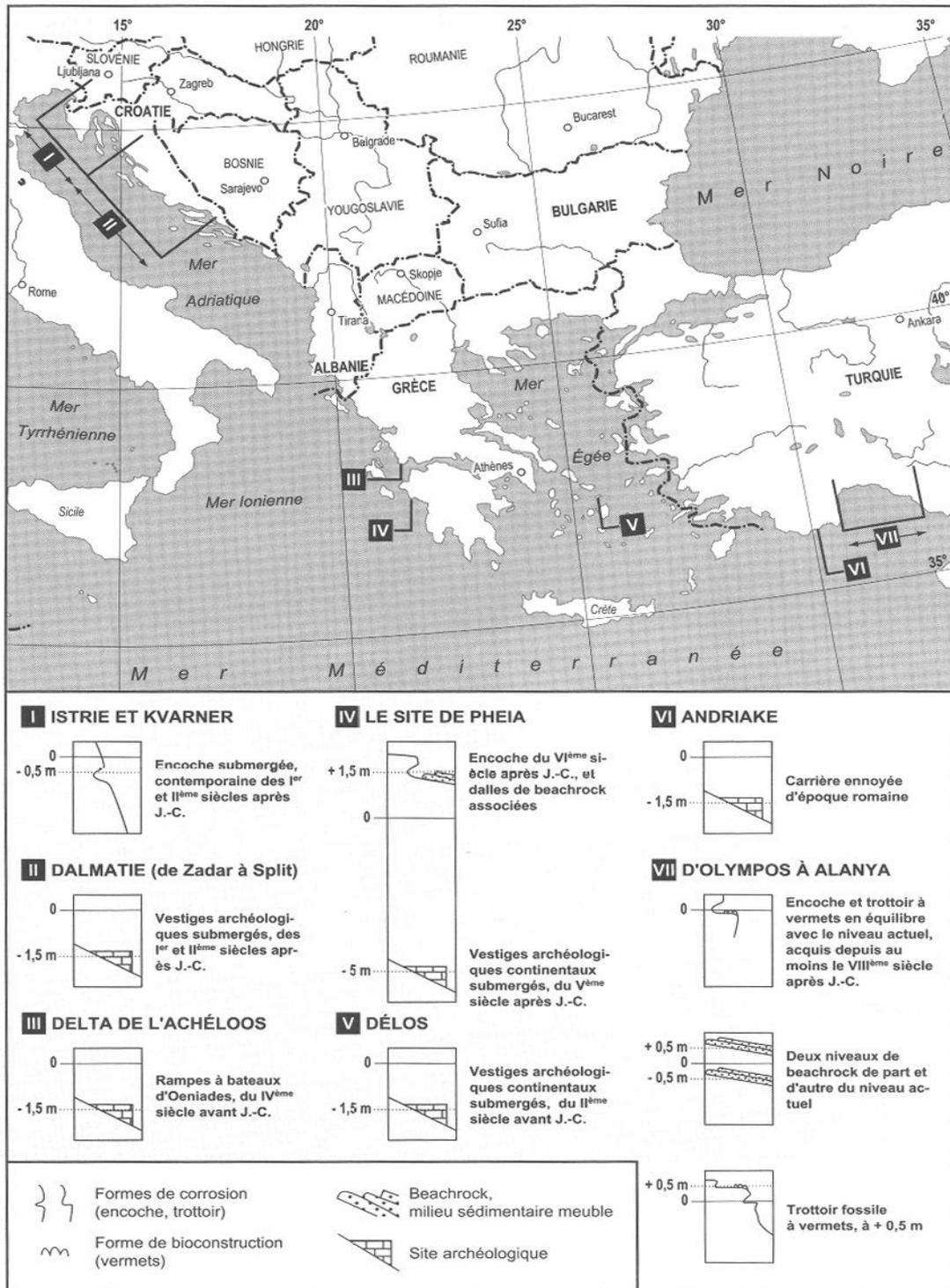


Fig. 8 — Marqueurs de lignes de rivages holocènes et variations relatives du niveau marin, de l'Adriatique au sud de la Turquie.

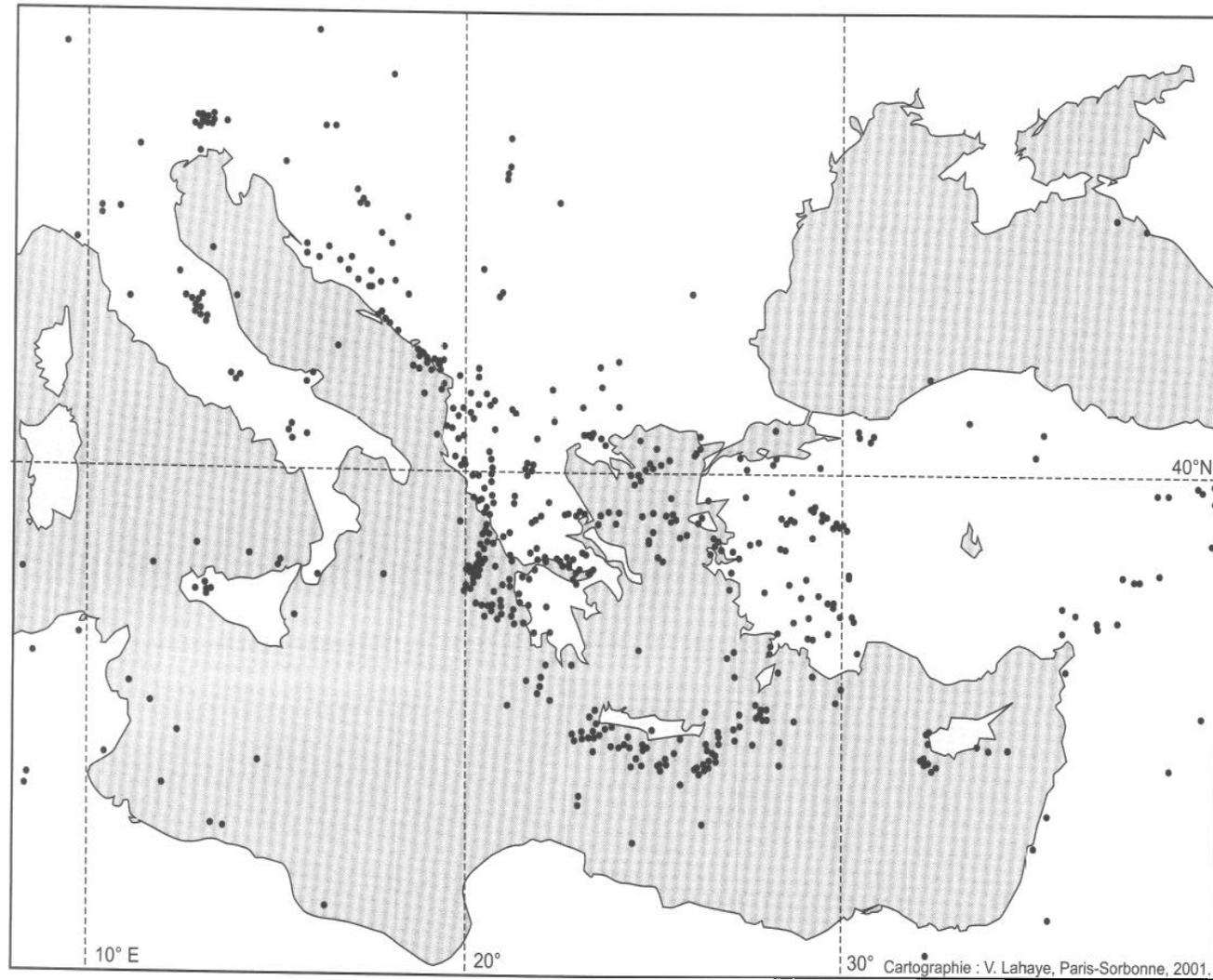


Fig. 9 — Répartition des séismes de magnitude supérieure à 5 sur l'échelle de Richter entre 1964 et 1997 en Méditerranée orientale et en Adriatique.
(Source : CNRS, JPGP)

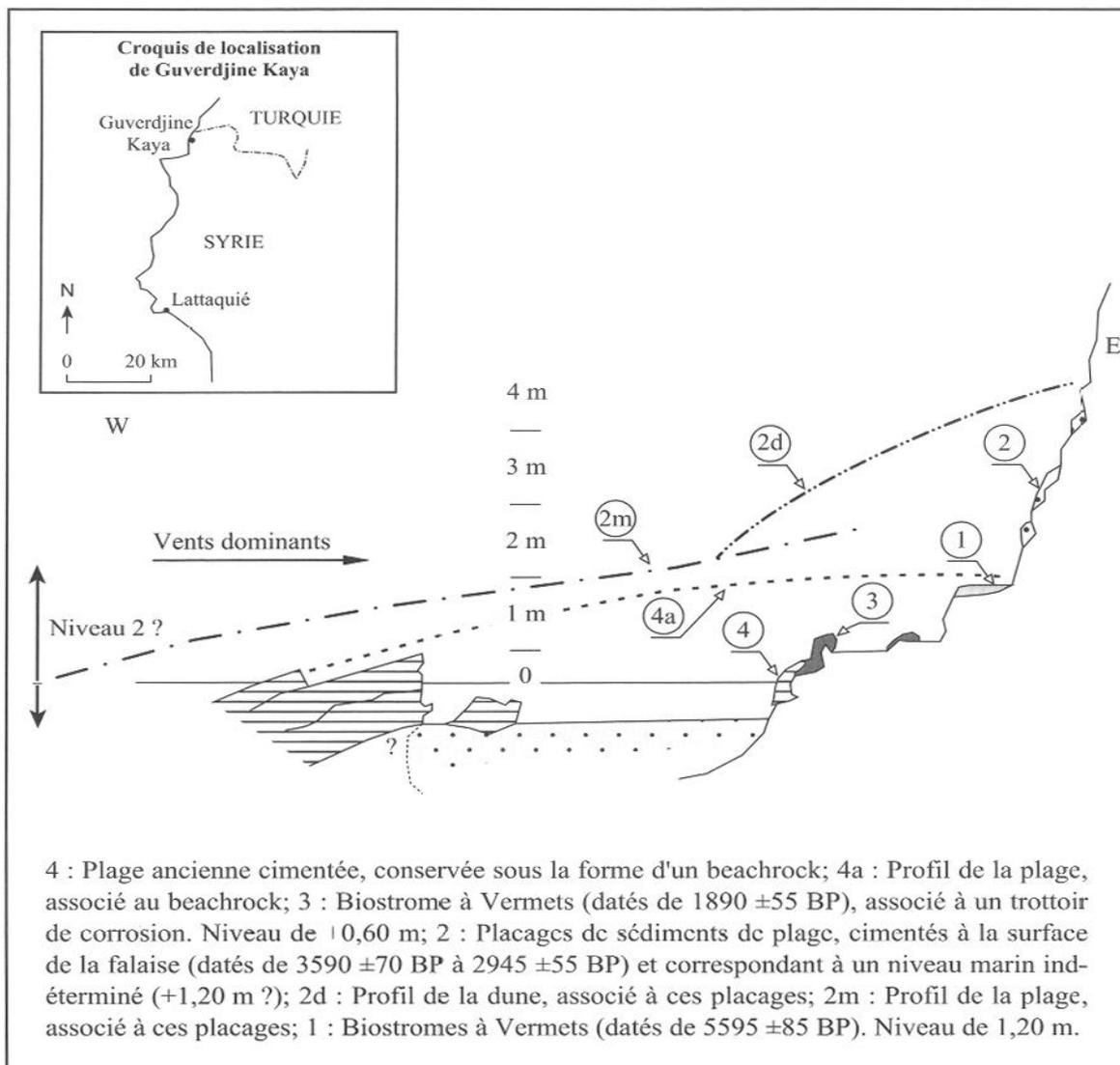


Fig. 10 — Croquis du pied de falaise à Guverdjine Kaya.
(d'après DALONGEVILLE *et al.* 1993)