Les variations récentes de la ligne de rivage sur le littoral syrien

Rémi Dalongeville, Jacques Laborel, Paolo Pirazzoli, Paul Sanlaville, Maurice Arnold, Paul Bernier, Jacques Evin, Lucien François Montaggioni, Lucien Montaggioni

▶ **To cite this version:**

Rémi Dalongeville, Jacques Laborel, Paolo Pirazzoli, Paul Sanlaville, Maurice Arnold, et al.. Les variations récentes de la ligne de rivage sur le littoral syrien. Quaternaire, 1993, 4 (1), pp.45 - 53. 10.3406/quate.1993.1990 . hal-03584290

HAL Id: hal-03584290
https://hal.science/hal-03584290

Submitted on 22 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

per sée

Quaternaire

Les variations récentes de la ligne de rivage sur le littoral syrien

Rémi Dalongeville, Jacques Laborel, Paolo Pirazzoli, Paul Sanlaville, Maurice Arnold, Paul Bernier, Jacques Evin, Lucien François Montaggioni

Citer ce document / Cite this document :

Dalongeville Rémi, Laborel Jacques, Pirazzoli Paolo, Sanlaville Paul, Arnold Maurice, Bernier Paul, Evin Jacques, Montaggioni Lucien François. Les variations récentes de la ligne de rivage sur le littoral syrien . In: Quaternaire, vol. 4, n°1, 1993. pp. 45-53;

doi : https://doi.org/10.3406/quate.1993.1990

https://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_1993_num_4_1_1990

Fichier pdf généré le 27/10/2018

BY: creative commons

Résumé

Le littoral syrien est situé au centre des côtes du Levant, mais il semble affecté d'une évolution originale au cours des six mille dernières années par rapport aux rivages situés au nord et au sud. Si la tectonique est bien le moteur principal des variations récentes de la ligne de rivage et si deux niveaux-repères sont bien présents, à + 1,20 m et à + 0,60 m, les mouvements enregistrés ne sont probablement pas simples, positifs ou négatifs, et ne se réduisent pas à deux soulèvements d'une ampleur moyenne d'un demi-mètre comme cela semble avoir été le cas en Turquie et au Liban au cours de la même période. L'onginalité de la côte syrienne a été mise en évidence par l'application d'un protocole d'étude associant étroitement la géomorphologie des environnements sédimentaires et des substrats calcaires, la biologie des organismes constructeurs et la néotectonique.

Abstract

The coasts of Syna, located in the central part of the Levant, seem to have expenenced during the last 6,000 years an original evolution, somewhat different from that of the littoral more to the north or south. Tectonics are indeed the main cause of recent coastal changes and two raised shorelines mark reference levels at + 1.2 m and + 0.6 m. However, vertical displacements might have been non unidirectional and more complex than two simple uplifts of the order of half a metre each, like those reported during the same period from nearby areas in Turkey and the Lebanon. Onginal features of the Syrian coast have been evidenced by a pluridisciplinary approach, associating observations on the geomorphology of sedimentary environments and of the limestone bedrock to data on the biological zonation of bioconstructions and to neotectonic events.

BY: $ = creative commons

Quaternaire, 4, (1), 1993, p. 45-53.

LES VARIATIONS RECENTES DE LA LIGNE DE RIVAGE SUR LE LITTORAL SYRIEN

Rémi DALONGEVILLE*, Jacques LABOREL**, Paolo PIRAZZOLI***, Paul SANLAVILLE*, Maurice ARNOLD****, Paul BERNIER*****, Jacques EVIN***** et Lucien-François MONTAGGIONI******

RESUME

Le littoral syrien est situé au centre des côtes du Levant, mais il semble affecté d'une évolution originale au cours des six mille dernières années par rapport aux rivages situés au nord et au sud. Si la tectonique est bien le moteur principal des variations récentes de la ligne de rivage et si deux niveaux-repères sont bien présents, à + 1,20 m et à + 0,60 m, les mouvements enregistrés ne sont probablement pas simples, positifs ou négatifs, et ne se réduisent pas à deux soulèvements d'une ampleur moyenne d'un demi-mètre comme cela semble avoir été le cas en Turquie et au Liban au cours de la même période. L'originalité de la côte syrienne a été mise en évidence par l'application d'un protocole d'étude associant étroitement la géomorphologie des environnements sédimentaires et des substrats calcaires, la biologie des organismes constructeurs et la néotectonique.

Mots-clés: Syrie, Holocène, paléorivages, Vermets, beach-rock, néotectonique.

ABSTRACT

LAST HOLOCENE SHORELINE CHANGES ALONG THE COASTS OF SYRIA

The coasts of Syria, located in the central part of the Levant, seem to have experienced during the last 6,000 years an original evolution, somewhat different from that of the littoral more to the north or south. Tectonics are indeed the main cause of recent coastal changes and two raised shorelines mark reference levels at + 1.2 m and + 0.6 m. However, vertical displacements might have been non unidirectional and more complex than two simple uplifts of the order of half a metre each, like those reported during the same period from nearby areas in Turkey and the Lebanon. Original features of the Syrian coast have been evidenced by a pluridisciplinary approach, associating observations on the geomorphology of sedimentary environments and of the limestone bedrock to data on the biological zonation of bioconstructions and to neotectonic events.

Key-words: Syria, Holocene, shorelines, Vermetids, beach-rock, neotectonics.

INTRODUCTION

Diverses observations (Sanlaville, 1976; Dalongeville et Sanlaville, 1980) ayant montré que les côtes de la Syrie présentaient des témoins de lignes de rivage supérieures à l'actuelle, une nouvelle mission a été organisée (1) pour retrouver ces témoins, les dater et établir éventuellement des corrélations avec des rivages holocènes émergés de régions avoisinantes: le Liban (Sanlaville, 1977), la Turquie dans les régions d'Antalya et d'Alanya (Dalongeville et Sanlaville, 1977, 1979; Kelletat et Kayan, 1983) et plus près de la Syrie, au débouché de l'Oronte (Pirazzoli *et al.*, 1991), voire d'autres régions de la Méditerranée orientale (Pirazzoli, 1986).

Les côtes syriennes sont carbonatées, à l'exception de quelques affleurements de basalte et d'ophiolites, près

* GREMO-URA 913, Université de Lyon 2-C.N.R.S., Maison de l'Orient, 7 rue Raulin, 69007 LYON.
** Laboratoire de Biologie Marine et d'Ecologie du Benthos, Département des Sciences de la Mer, Luminy, case 901, 13288 MARSEILLE Cedex9.
*** URA 141 C.N.R.S., Laboratoire de Géographie Physique, 1, Place Aristide Briand, 92190 MEUDON-BELLEVUE.
**** C.N.R.S.-C.E.A., Centre des Faibles Radioactivités, Avenue de la Terrasse, 91198 GIF-SUR-YVETTE.
***** URA 11, Université Claude Bernard-C.N.R.S., Centre des Sciences de la Terre, 43-46 Bd du 11 novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE Cedex.
****** URA 1208, Université de Provence-C.N.R.S., 13331 MARSEILLE.

Manuscrit reçu le 15/5/1993, accepté le 16/7/1993.

Persée creative commons BY: $ =

de la frontière turque et dans le centre de la façade maritime, à Banyas (fig. 1). Elles sont basses, sauf dans certains secteurs de falaises vives et plongeantes (à Ras al-Bassit, par exemple), et parfois rocheuses; elles correspondent alors à des affleurements de calcaires d'âge miocène ou pléistocène aplanis par l'érosion marine et continentale, comme dans la région de Lattaquieh où elles dessinent des caps plus ou moins avancés dans la mer. Assez souvent, elles sont meubles et correspondent à de vastes épandages fluviatiles et marins de sables et de galets. Mais le recul récent de ces côtes meubles a mis au jour des beach-rocks (Dalongeville et Sanlaville, 1984) qui résistent à l'érosion de sorte que les portions de côtes montrant de véritables plages sont rares en Syrie, même dans la baie du Akkar.

Le littoral présente un certain nombre de témoins de variations récentes de la ligne de rivage: sédiments de plage indurés ou non, formes d'érosion du substrat dur (trottoirs, encoches), constructions organogènes (biostromes à Vermets). Tous ces témoins n'ont ni la même signification ni la même fiabilité, mais ils sont liés à des niveaux marins différents de l'actuel. Les relais qui s'opèrent dans le temps et dans l'espace entre dépôts de plage et constructions organogènes permettent d'avoir une vision assez précise des événements morphologiques et hydrodynamiques qui se sont succédé au cours des six derniers millénaires.

Un premier épisode est marqué, à + 1,20 m environ, mais il n'en reste que peu de témoins caractéristiques. Un deuxième niveau, à + 0,60 m, peut se suivre sur l'ensemble du littoral.

METHODES

L'étude porte essentiellement sur les secteurs où existent des vestiges non seulement significatifs par leur modelé et leur faciès mais encore datables par le radiocarbone. Deux types de supports ont été utilisés pour les datations: les constructions organogènes (biostromes à Vermets) et les coquilles contenues dans les sédiments de plage consolidés ou non. Seules des datations sur des matériaux supposés indicateurs d'anciens rivages ont été effectuées (tab. I).

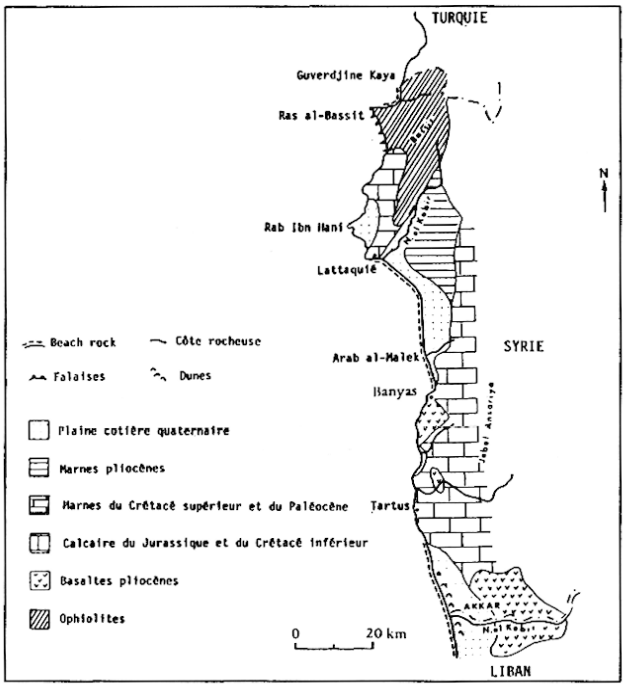

Fig. 1: Carte du littoral syrien. Localisation des principaux points d'observation cités dans le texte.

Fig. 1: Map of the Syrian coast and location of the main sites mentioned in the text.

Les échantillons récoltés ont été répartis en deux catégories:

- ceux dont le poids était suffisant pour une analyse par comptage de radioactivité 14C ont été datés au Centre de Datation par le Radiocarbone de l'Université Claude-Bernard - Lyon 1 (références de labo: Ly-);
- ceux de petite ou très petite taille pour lesquels la technique dite «A.M.S.» de couplage d'accélérateur et de spectrométrie de masse était nécessaire ont été mesurés au Tandétron du Centre des Faibles Radioactivités de Gif-sur-Yvette (références de labo: Gif-AMS).

Afin de comparer entre eux les résultats obtenus par les deux méthodes d'analyse, tous les âges conventionnels (exprimés en BP) ont été calculés après une normalisation à un «delta» 13C de - 25 °/₀₀ PDB. La mesure du «delta» 13C de chaque échantillon a été systématiquement effectuée pour les mesures au Tandétron. Elle n'a pas été faite pour les échantillons mesurés à Lyon mais seulement estimée à 0 °/₀₀ PDB. La conversion de ces dates 14C BP en années réelles a été faite à l'aide de la courbe de calibration des échantillons marins proposée par Stuiver *et al.* (1986), en prenant pour la Méditerranée la valeur R = - 80 ± 25 (Stiros *et al.*, 1991). Cette valeur revient à supposer que l'eau de mer superficielle a, près des côtes syriennes, un âge apparent de 320 ± 25 ans, mais il s'agit d'une estimation à partir de quelques données de la Méditerranée occidentale ou centrale et aucun chiffre précis n'a encore été obtenu dans la région étudiée ici.

Les marges données avec les dates exprimées en calendrier 14C BP (avant 1950) correspondent au critère de 1 sigma. Par contre, les plages de temps en années réelles exprimées en années avant/après J.-C. correspondent à la probabilité de 95 % (2 sigmas), suivant les conventions internationales.

LES TEMOINS DE VARIATIONS DE LA LIGNE DE RIVAGE

Les résultats ne sont pas toujours présentés de la même manière dans le texte: tantôt, en effet, nous avons privilégié le lieu d'observation, tantôt le type de support d'observation.

LE NIVEAU DE + 1,20 M

Guverdjine Kaya: les formes de corrosion et de construction organogène

A Guverdjine Kaya (fig. 2), des placages de Vermets (*Dendropoma petraeum*) ont été observés à 1,20 m (1,2 ± 0,3; tab. I). Les restes du biostrome ne présentent pas d'altération, même si la construction organogène a été quelque peu retouchée par une abrasion ultérieure. Le biostrome recouvre partiellement un trottoir de corrosion d'une cinquantaine de centimètres de large taillé dans des calcaires du Crétacé, résistants et très redressés. A l'arrière, le trottoir passe à une encoche peu

(1) Cette étude résulte d'observations de terrain effectuées par quatre d'entre nous (R.D., J.L., P.A.P. et P.S.) le long du littoral syrien, de la frontière turque à la frontière libanaise, au cours de la première semaine de septembre 1991, dans le cadre du Programme EPOCH de la Commission des Communautés Européennes.

Echantillon n°	Localité			Matériel (a)	Altitude (m au-dessus de l'équivalent actuel)	Position de l'ancien niveau moyen de la mer (m au-dessus de l'actuel)	Datations		
	Nom	Lat. N	Long. E				Laboratoire N°	Age 14C conventionnel (e) ans BP ± 1σ	Age calibré ± 2σ(f) ans réels
91SY5	Guverdjine Kaya	35°55'	35°54'	D	+0.6±0.2(b)	+0.6±0.2	Ly-5623	1890 ± 55	280-580 ap. J.-C.
91SY6	,, ,,	35°55'	35°54'	D	+1.2±0.3(b)	+1.2±0.3	Ly-5624	5595 ± 85	4330-3950 av. J.-C.
AKKRA5-A	,, ,,	35°55'	35°54'	Cc	+2.5±0.3(c)	>+0.7, ≤+2.8	Gif-AMS	3590 ± 70	1820-1440 av. J.-C.
AKKRA5-B						>+0.7, ≤+2.8	Gif-AMS	2945 ± 55	970-760 av. J.-C.
91SY4	Ras al Bassit	35°51'	35°48'	D	+0.65±0.1(b)	+0.65±0.2	Ly-5622	1335 ± 50	890-1100 ap. J.-C.
							Gif-AMS	1450 ± 60	730-1020 ap. J.-C.
							Gif-AMS	1400 ± 70	770-1060 ap. J.-C.
91SY1	Ras Ibn Hani	35°35'	35°44'	D	+0.5±0.2(b)	+0.5±0.2	Ly-5621	2590 ± 45	520-320 av. J.-C.
91SY2	,, ,,	35°35'	35°44'	Cm	+0.3(c)	≥+0.3	Ly-5636	3225 ± 55	1370-1010 av. J.-C.
91SY7	,, ,,	35°35'	35°44'	D	+0.05±0.2(c)	±0	Ly-5625	1675 ± 55	550-770 ap. J.-C.
91SY8	,, ,,	35°35'	35°44'	Cm	+0.4±0.2(c)	≥+0.4	Ly-5637	2915 ± 50	910-750 av. J.-C.
91SY9/1	,, ,,	35°35'	35°44'	C	+0.45(d)	+0.80±0.75	Ly-5626	1920 ± 55	250-550 ap. J.-C.
91SY9/2	,, ,,	35°35'	35°44'	C	+0.9(d)	+1.25±0.75	Ly-5627	1970 ± 55	200-470 ap. J.-C.
91SY15-A	Arab al Malek	35°16'	35°55'	D	+0.6±0.1(b)	+0.6±0.2	Gif-AMS	1820 ± 60	370-650 ap. J.-C.
91SY15-B							Gif-AMS	1880 ± 70	260-620 ap. J.-C.
91SY16-A	,, ,,	35°16'	35°55'	D	+0.4±0.1(b)	+0.4±0.2	Gif-AMS	2010 ± 50	150-430 ap. J.-C.
91SY16-B							Gif-AMS	1890 ± 60	270-590 ap. J.-C.
91SY16-C							Gif-AMS	1900 ± 50	280-560 ap. J.-C.
MALEK1	,, ,,	35°16'	35°55'	Cd	+1.5±0.2(c)	<+1.5	Ly-5630	5960 ± 60	4680-4360 av. J.-C.
MALEK 2a	,, ,,	35°16'	35°55'	V(r)	+1.3±0.2(c)	≥+0.9, ≤+1.5	Ly-5631	5275 ± 65	3940-3630 av. J.-C.
MALEK 2b	,, ,,	35°16'	35°55'	C	+1.3±0.2(c)	≥+0.9, ≤+1.5	Ly-5632	5155 ± 65	3780-3500 av. J.-C.

(a): D = Dendropoma; C = coquilles marines; Cc = coquilles marines dans conglomérat; Cd = coquilles marines dans des sédiments contenant des coquilles d'eau douce; Cm = ciment marin; S = Serpulorbis; V = Vermets; Ac = algues calcaires. (r): remanié.
(b): par rapport au niveau instantané de la mer lors du prélèvement. (c): au-dessus du niveau moyen de la mer actuel. (d): au-dessus de la nappe d'eau.
(e): âges normalisés pour $\delta^{13}C$ = -25°/∞ PDB. (f): en utilisant la courbe de calibration pour les échantillons marins proposée par Stuiver et al. (1986) et en prenant pour la Méditerranée ΔR = -80 ± 25 (Stiros et al., 1992).

Tab. I: Reconstitution des variations relatives récentes du niveau de la mer en Syrie.

Tab. I: Reconstitution of the recent relative variations of the sea level in Syria.

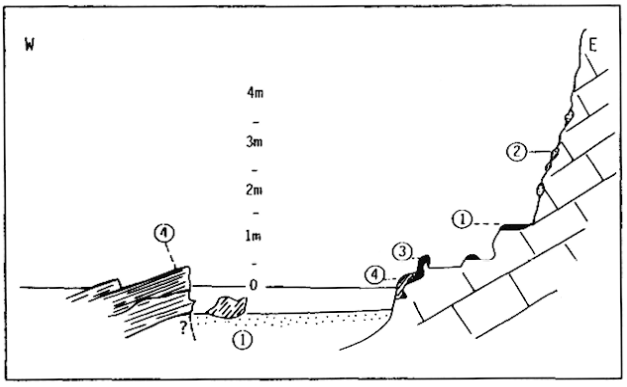

Fig. 2: Profil littoral de la baie de Guverdjine Kaya (sud). 4 - Faciès littoraux d'une plage ancienne cimentée, conservés sous la forme d'un beach-rock et ayant érodé les Vermets à + 0,60 m. 3 - Biostrome à Vermets (daté de 1890 ± 55 BP), associé à un trottoir de corrosion et à des cavités du type cuvette. Niveau de + 0,60 m. 2 - Placages de sédiments de plage cimentés à la surface de la falaise (datés de 3590 ± 70 BP à 2945 ± 55 BP) et correspondant à un niveau marin indéterminé (+ 1,20 m?). 1 - Biostrome à Vermets (daté de 5595 ± 85 BP). Niveau de + 1,20 m.

Fig. 2: Coastal profile in the south part of Guverdjine Kaya Bay. 4 - Littoral facies of a cemented ancient beach, preserved as a beach-rock, having abraded the Vermetids at + 0,60 m. 3 - Vermetid biostrome (dated 1890 ± 55 yr BP) associated with a surf bench and to pools: + 0,60 m. 2 - Veneer of beach deposits cemented on the cliff (dated from 3590 ± 70 to 2945 ± 55 yr BP), corresponding to an undetermined sea level (+ 1.2 m?). 1 - Vermetid biostrome (dated 5595 ± 85 yr BP): + 1.2 m level.

profonde, assez ouverte, que l'on peut suivre plus au nord, courant le long de la falaise. Les Vermets et le trottoir attestent un épisode durablement stable de la mer à + 1,20 m. Les Vermets sont datés de 5595 ± 85 BP (tab. I).

Arab al-Malek: les dépôts de plage

Le secteur d'Arab al-Malek a fourni des séquences sédimentaires particulièrement significatives. Une coupe de plus de 3 m de haut, levée à l'est de la piste littorale, montre une succession de deux séquences au moins (fig. 3).

La partie inférieure de la coupe est occupée par un sédiment siliciclastique rouge sombre [1a]. Vers le haut, on passe insensiblement à un dépôt [1b] dans lequel des coquilles terrestres (*Helix*) et marines (*Murex, Cardium*) sont mêlées. Il s'agit là d'un dépôt deltaïque, situé nettement au-dessus du niveau marin actuel puisque sa base se tient à + 1,50 m et que son sommet est à + 2,50 m. Les coquilles marines ont été datées de 5960 ± 60 BP (tab. I).

Le dépôt supérieur [2] est un sédiment marin qui monte jusqu'à plus de 4 m d'altitude absolue. Il ravine la formation deltaïque en y taillant de profonds chenaux. Les grosses coquilles de *Murex* (datées de 5155 ± 65 BP), les blocs de Vermets (datés de 5275 ± 65 BP) et les galets correspondent à un cordon de plage, donc à l'étage supralittoral [2a]. Le démaigrissement de ces dépôts restés meubles a atteint le beach-rock très dur [2b] qui s'étend sur 20 m de large, en avant de la coupe et jusqu'au trait de côte actuel.

Ces deux dépôts, en particulier la deuxième formation, ne peuvent être raccordés à des niveaux marins précis; mais ils correspondent à une mer située nettement au-dessus du niveau actuel et l'on peut considérer que l'on a là des témoins multiples d'un même niveau, situé vers + 1,20 m.

D'autres secteurs du littoral syrien n'ont livré que des observations plus fragmentaires. A Tell Soukkas, des Vermets à + 1,20 m sont peu développés et fortement attaqués par la corrosion supralittorale (embruns, paquets de mer et mazout).

Ces formes sont les marques précises, bien que dispersées et souvent endommagées, d'un niveau stable situé vraisemblablement à + 1,20 m.

LE NIVEAU DE + 0,60 M

En de nombreux points du littoral syrien, des formes de corrosion du type trottoir et des biostromes à *Dendropoma petraeum* ont été conservés à une altitude oscillant le plus souvent entre 0,50 m et 0,80 m au-dessus de la limite supérieure des formes homologues actuelles. Les constructions de Vermets sont peu altérées, leur structure interne est homogène et ne montre ni stade d'érosion ni reprise de croissance.

Les datations donnent des âges compris pour la plupart entre 2010 BP et 1820 BP.

Guverdjine Kaya

Un biostrome à Vermets se présente à + 0,60 m, juste au-dessous de celui décrit précédemment à + 1,20 m (fig. 2). Il a été daté de 1890 ± 55 BP. Les Vermets sont associés à un profil littoral typique de l'étage médiolittoral en roches carbonatées: trottoir de corrosion (1 m de large au maximum), encoche, cuvette. Un profil semblable est observable un peu plus au nord, en bordure de la baie voisine. Dans les deux cas, Vermets et formes de corrosion ont été recouverts d'un sable foncé qui est actuellement cimenté et dont il ne reste aujourd'hui que des placages. Il correspond à une plage différente de l'actuelle qui a fossilisé la falaise, postérieurement à l'établissement des Vermets à + 0,60 m.

L'épais beach-rock qui subsiste en avant de la falaise et de la plage actuelle correspond probablement à cet épisode marin mais il n'a pas pu être daté, faute d'éléments coquilliers.

Les dalles du beach-rock sont les témoins d'un niveau marin supérieur à l'actuel de quelques décimètres (0,60

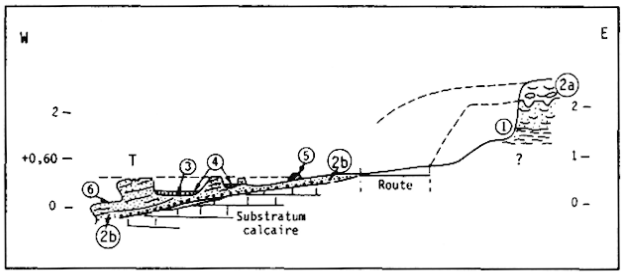

Fig. 3: Profil synthétique du littoral de Arab al-Malek. Formes de corrosion, formes de dépôt (deux épisodes) et Vermets. 6 - Trottoir de corrosion actuel. 5 - Biostrome à Vermets (daté de 2010 ± 50 BP à 1820 ± 60 BP). 4 - Excavations de carrières. 3 - Couche 3. Sédiments de plage récents non datés, peut-être responsables de la mort des Vermets du niveau de + 0,60 m. 2 - Couche 2 (datée de 5275 ± 65 BP à 5225 ± 65 BP). 2a. Cordon de haut de plage (supralittoral), non cimenté. 2b. Faciès médiolittoral, cimenté sous la forme d'un beach-rock. 1 - Couche 1. Sédiments terrigènes à la base passant vers le sommet à des dépôts deltaïques (datés de 5960 ± 60 BP).

Fig. 3: Simplified coastal profile at Arab al-Malek. Sea-corrosion features (two episodes) and Vermetids. 6 - Present surf bench. 5 - Vermetid biostrome, dated from 2010 ± 50 to 1820 ± 60 yr BP. 4 - Quarry. 3 - Formation 3, undated recent beach sediments, which might have killed the Vermetids. 2 - Formation 2, dated 5275 ± 65 and 5155 ± 65 yr BP; 2a - upper beach (supralittoral) deposits; 2b - mediolittoral facies cemented as a beach-rock. 1 - Formation 1: terrigenous deposits (below) capped by delta deposits (above), dated 5960 ± 60 yr BP.

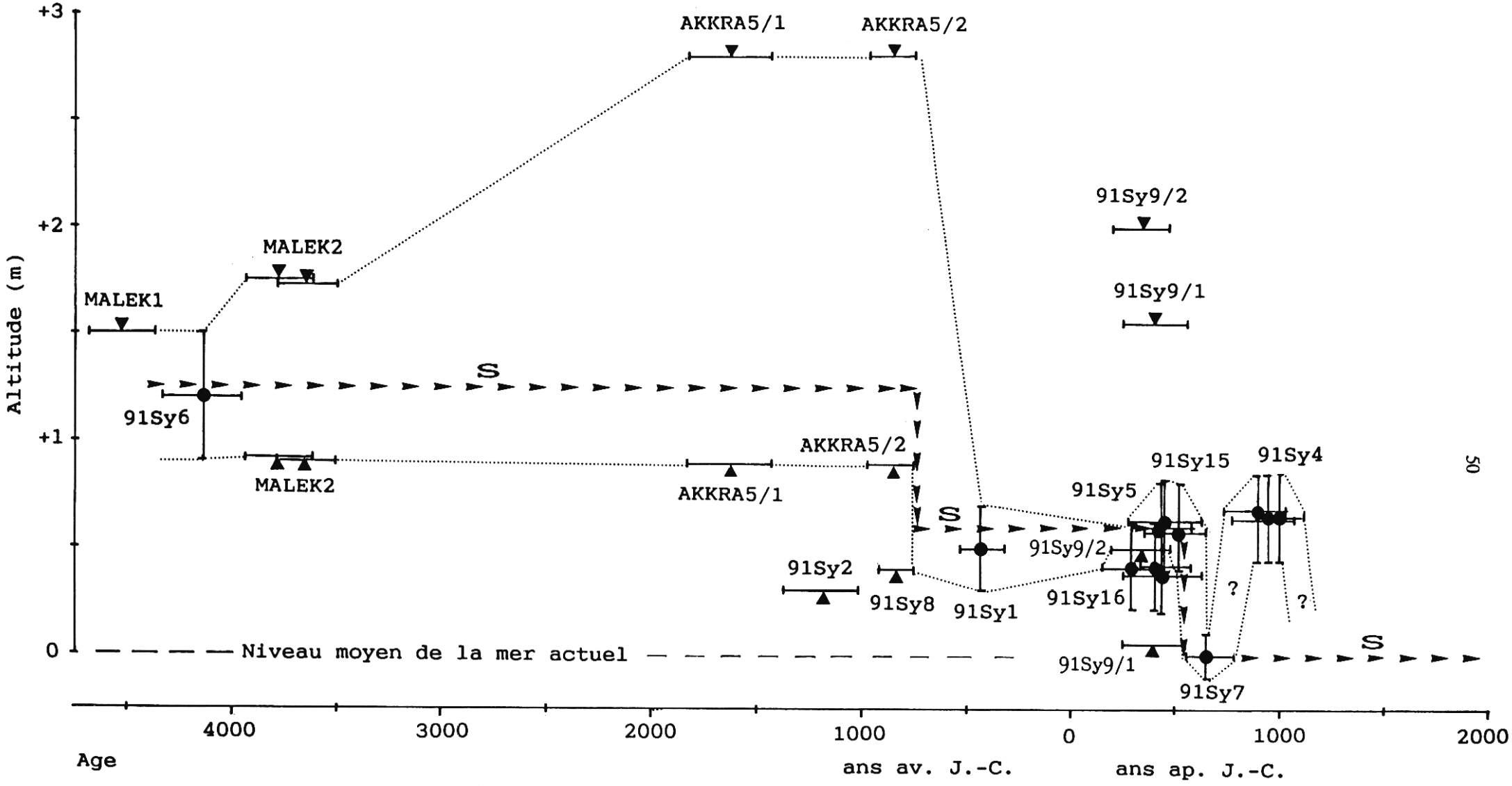

Fig. 6: Graphique altitude-âge des données sur le niveau de la mer, datées et calibrées. Cercles pleins avec croix: position du niveau moyen de la mer avec marge d'incertitude. Triangles avec une barre horizontale: position minimum (partie supérieure) et maximum (partie inférieure) du niveau moyen de la mer avec une déviation standard de 2 sigmas. Pointillé: limite supérieure et inférieure du niveau moyen de la mer (le niveau moyen de la mer est situé entre ces deux lignes). Flèches: changements simplifiés du niveau moyen relatif de la mer en corrélation avec les données fournies dans des régions voisines (Liban et Turquie).

Fig. 6: Elevation vs time plot of calibrated radiocarbon-dated sea-level data available from the coast of Syria (see Table I). Full circles with crossed segments: reconstructed MSL positions with uncertainty limits. Triangles with horizontal bars: minimum (upward vertex) or maximum (downward vertex) positions of reconstructed MSL with 2 standard deviations of dates. Dotted lines: band of the upper and lower MSL limits; the relative MSL was situated somewhere inside this band. S lines (arrows): simplified relative MSL changes deduced from correlation with data reported from nearby areas of Turkey and the Lebanon.

m à 0,80 m), donc identique à celui indiqué par les Vermets. La mer a donc pu se maintenir au niveau de + 0,60 m après l'implantation des Vermets. Puis les conditions de la sédimentation littorale ont brusquement changé: les baies ont été comblées et la progradation des plages pourrait être à l'origine de la mort des Vermets.

Arab al-Malek

Contrairement à Guverdjine Kaya, l'environnement du secteur d'Arab al-Malek est presque entièrement constitué de dépôts meubles (fig. 3). Les sables médiolittoraux de la formation 2, datés de 5155 BP à 5275 BP (tab. I) (voir plus haut) forment un épais beach-rock qui s'est comporté, après avoir été mis au jour, comme n'importe quel substrat rocheux dur. Un biostrome s'est développé à la surface des dalles, à 0,60 m; les Vermets en ont été datés de 2010 ± 50 BP à 1820 ± 60 BP. Ce biostrome a presque totalement disparu mais un trottoir de corrosion à + 0,60 m est visible partout, taillé dans la roche en place (calcaire) ou bien dans des sédiments antérieurs consolidés en beach-rock. Un tel trottoir pourrait être contemporain du niveau marin à + 0,60 m et son développement serait le signe d'une certaine stabilité de la mer.

Entre le biostrome et le trait de côte, le beach-rock a été exploité comme pierre à bâtir lors d'un bas niveau marin. Le fond des carrières est rempli d'un sable de plage (fig. 3, formation 3) dont la consolidation a donné naissance à une seconde génération de beach-rock qui vient en discordance sur la première. Ses dalles moulent la morphologie littorale antérieure façonnée dans le beach-rock sous-jacent. Cette disposition permet de restituer un niveau marin à + 0,50 m environ, équivalent de celui qui a permis l'installation des Vermets, et suppose des oscillations significatives du niveau relatif de la mer, capables de modifier la charge sédimentaire.

Ras Ibn Hani

Dans une zone intermédiaire, le site archéologique de Ras Ibn Hani offre un plus grand nombre de renseignements que les points précédents, mais les données recueillies sur place s'insèrent plus difficilement dans le raisonnement général. Pour sa période la plus ancienne (âge du Bronze), ce site est en grande partie implanté sur une petite île rattachée depuis à la côte par un tombolo (fig. 4) sur lequel les hommes ont construit une chaussée et des môles. Les données archéologiques ne permettent pas de dater ces deux types de constructions. La similitude de l'appareillage semble cependant indiquer que môles et chaussée ont été édifiés au cours d'une même période d'occupation, avec un niveau marin identique.

Construite de moellons de calcaire pléistocène et miocène, la chaussée a été probablement posée sur des bancs sableux du tombolo. Son profil a enregistré un certain nombre de variations de la ligne de rivage, mais les témoins sont à des altitudes qui ne sont pas exactement conformes à celles qui ont été observées ailleurs, tant au nord qu'au sud (fig. 5). En effet, si le sommet originel de la chaussée semble s'être trouvé vers + 0,80 m, comme l'attestent des blocs non calcaires (basaltes) restés en place, la mer a arasé la construction dont le sommet est actuellement à + 0,40 m. Une autre surface a été façonnée dans la construction, sur son flanc sud: un trottoir de corrosion est visible, au niveau de la mer actuelle, recouvert de Vermets qui ont été datés de 1675± 55 BP (tab. I).

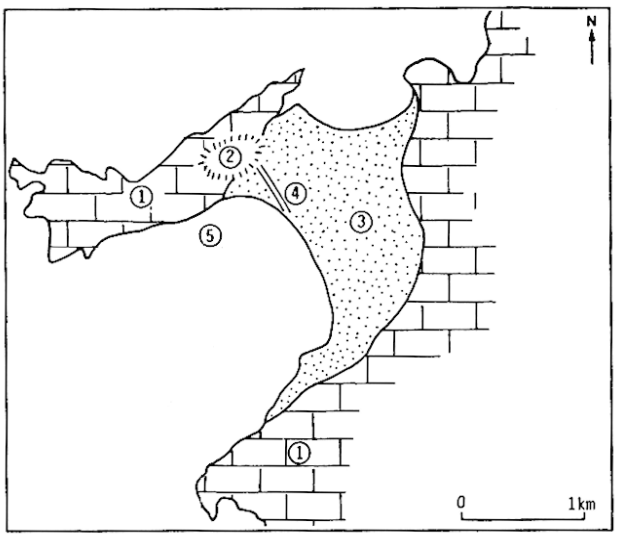

Fig. 4: Ras Ibn Hani. Localisation de la chaussée et des môles. 5 - Môles. 4 - Chaussée. 3 - Tombolo. 2 - Tell archéologique. 1 - Substratum de calcaires récifaux miocènes.

Fig. 4: Ras Ibn Hani. Location of the moles and the causeway. 5 - Moles. 4 - Causeway. 3 - Tombolo. 2 - Archaeological tell. 1 - Miocene reefal limestone.

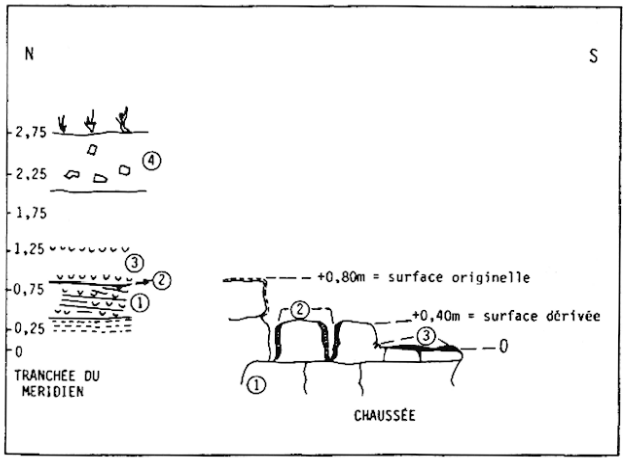

Fig. 5: Ras Ibn Hani. Coupe dans les sédiments littoraux holocènes. Formes de corrosion et de construction associées à la chaussée et aux môles. A gauche: Tranchée du Méridien. 4 - Déblais. 3 - Nouvelle séquence de plage plus fine, moins cimentée, à fines laminations médiolittorales. Passée coquillière datée de 1970 ± 55 BP. 2 - Croûte stromatolitique. 1 - Base de la coupe montrant les faciès littoraux d'une plage faiblement cimentée, datée de 1920 ± 55 BP. Au centre: Chaussée. 3 - Placage de Vermets (datés de 1675 ± 55 BP) et traces de Lithophages. 2 - Dégagement des joints par la corrosion et colmatages algaires datés de 2915 ± 50 BP. 1 - Moellons de calcaire miocène dont le sommet culminait à + 0,80 m. A droite: Môles.

Fig. 5: Ras Ibn Hani. Sections in the Holocene coastal sediments and in sea-corrosion and constructional features associated with the causeway and the moles. Left: Meridien trench. 4 - Filling. 3 - New beach sequence, thinner and less cemented, with slight midlittoral laminations, dated 1970 ± 55 yr BP. 2 - Thin stromatolitic layer, suggesting a possible interruption of the sedimentation and a sea-level boundary. 1 - Littoral facies showing a weakly cemented beach, dated 1920 ± 55 yr BP. Centre: Causeway. 3 - Venner of Vermetids (dated 1675 ± 55 yr BP) and marks by Lithophaga. 2 - Joints enlarged by sea-corrosion and subsequently filled by algal crusts dated 3225 ± 55 and 2915 ± 50 yr BP. 1 - Miocene limestone ashlars, reaching + 0,8 m. Right: causeway.

La chaussée, mise au jour en 1976 par les archéologues (2), était recouverte par une plage dont le sommet visible est à + 2 m et dont les horizons médiolittoraux se suivent jusqu'à + 1,50 m. Deux datations, effectuées

dans ces faciès aisément reconnaissables, à + 0,90 m et à + 0,45 m, ont donné respectivement des âges de 1970 ± 55 BP et de 1920 ± 55 BP.

DISCUSSION

L'ENCHAINEMENT GENERAL DES FAITS

Les datations 14C (tab. I) déterminent un intervalle 5960/5155 pour le niveau-repère de + 1,20 m et un intervalle 2010/1820 pour le niveau-repère de + 0,60 m.

La position altitudinale et le bon état de conservation des biostromes à Vermets pourraient être le résultat de deux pulsations tectoniques positives d'une ampleur de 0,60 m chacune à 6000 BP et à 2000 BP.

On doit toutefois se poser la question suivante: les séquences sédimentaires observées dans chaque site sont-elles le résultat de variations réelles du niveau de la mer (quelle que soit l'origine de ce mouvement) ou sont-elles dues à de simples variations de la charge sédimentaire en transit?

Le niveau de + 1,20 m

Les âges en années réelles des événements repérés à Guverdjine Kaya et à Arab al-Malek sont très proches les uns des autres et, s'ils ne se superposent pas, leur contiguïté est telle qu'ils ne sont pas séparables de manière irréfutable. L'interprétation est, de plus, rendue difficile par le fait que les supports des datations sont de nature et de signification éco-environnementale différentes.

L'épisode le plus ancien (4680-4360 av. J.-C.) correspond a priori à la formation deltaïque (fig. 3, [1]) d'Arab al-Malek. Celle-ci s'est mise en place lors du niveau marin de + 1,20 m et en fonction d'un trait de côte plus interne que l'actuel. Les datations sur les coquilles d'une formation sédimentaire de plage ont tendance à vieillir celle-ci (Flessa *et al.*, 1993), notamment parce que l'âge calculé est celui de la mort des organismes. La mort des Vermets de Guverdjine Kaya pourrait être due à l'un des deux épisodes sédimentaires repérés à Arab al-Malek, probablement au second (formation 2, datée sur coquilles de 3780 à 3500 av. J.-C).

Les blocs de Vermets contenus dans la formation supérieure [2] d'Arab al-Malek (5275 ± 65 BP, soit 3940-3630 av. J.-C.) traduisent une situation antérieure au dépôt 2 mais postérieure au dépôt 1. Le littoral était alors constitué d'un substrat dur (beach-rock ou substratum) sur lequel les Vermets pouvaient se développer. Les Vermets d'Arab al-Malek ne seraient donc pas contemporains de ceux de Guverdjine Kaya (4330-3950 av. J.-C.).

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'y a pas lieu de relier ces multiples témoins de variations de la ligne de rivage à des niveaux marins différents. Une mer à la cote moyenne de + 1,20 m suffit à expliquer les événements. La côte syrienne connaissait alors une dynamique changeante: des alternances locales de progradation et de démaigrissement des plages (sous l'action d'apports fluviatiles très changeants qu'il reste à expliquer) fournissaient aux Vermets le substrat nécessaire à leur installation.

Du niveau de + 1,20 m à celui de + 0,60 m

A Guverdjine Kaya, des lambeaux de sédiments marins coquilliers, restés accrochés à la falaise bien au-dessus (jusqu'à + 5 m) du niveau à Vermets, ont été datés de 3590 ± 70 BP (1820-1440 av. J.-C.) à 2945 ± 55 BP (970-760 av. J.-C.). Déplacés par la dérive littorale, les fortes houles et les vents d'ouest, les sables et les coquilles ont pu être accumulés très haut le long de la paroi, que le niveau de la mer ait été à + 1,20 m ou à + 0,60 m.

Le niveau relatif de la mer a probablement changé alors que ces dépôts étaient encore en place. En effet, à Ras Ibn Hani, un placage de Vermets prélevé à la racine des môles et deux fragments de sédiment induré dans les joints de la chaussée ont été datés respectivement de 2590 ± 45 BP (520-320 av. J.-C.), 3225 ± 55 BP (1370-1010 av. J.-C.) et 2915 ± 50 BP (910-750 av. J.-C.) (tab. I). Les Vermets fournissent ainsi à la fois un âge et une cote qui peuvent servir de repère: vers 500 av. J.-C., la mer se tenait à + 0,50 ± 0,2 m au-dessus du niveau actuel.

La mer a pu passer à ce niveau brutalement (mouvement tectonique) ou bien s'abaisser progressivement (mouvement eustatique), abandonner des dépôts qui ont recouvert tout le littoral et remonter ensuite au niveau de + 0,60 m. La mer a alors érodé les sédiments qu'elle avait précédemment déposés et atteint à nouveau le substratum calcaire et, comme à Guverdjine Kaya, le plan des falaises.

Le niveau de + 0,60 m

Si ce niveau est atteint depuis 520 av. J.-C. (en fait entre 520 et 320 av. J.-C.), il n'est bien matérialisé, par un nuage de datations, qu'entre 150 et 650 ap. J.-C. Les datations et les altitudes sont cohérentes, même avec des supports différents (Vermets ou coquilles de Lamellibranches) et des types de dépôt variés (biostromes ou sédiments de plage). La mer aurait pu rester à ce niveau durant sept siècles au moins.

Mais, comme pour le niveau de + 1,20 m, des datations s'écartent du schéma général: nous avons découvert à Ras al-Bassit des Vermets ayant un âge beaucoup plus récent (entre 1335 BP et 1400 BP, soit entre 730 et 1100 ap. J.-C.) mais situés à la cote-repère de + 0,60 m et à Ras Ibn Hani des Vermets d'un âge très proche (1675 ± 55 BP, soit 550 à 770 ap. J.-C.) mais situés à un cote beaucoup plus basse (le niveau actuel).

Du niveau de + 0,60 m à l'actuel

La plage ayant recouvert la chaussée et les môles de Ras Ibn Hani a été mise en place vers 250-550 ap. J.-C. Les Vermets à la cote + 0,60 m ont été enfouis sous des sédiments coquilliers et sont morts. A Arab al-Malek, les Vermets ont également été fossilisés sous une plage (formation 3). Les deux épisodes ultimes de Ras Ibn Hani et de Arab al-Malek ont probablement la même signification: ils ont été mis en place entre 250 et 550 ap. J.-C. A Guverdjine Kaya, le beach-rock a fossilisé non seulement les Vermets inférieurs mais également le biostrome supérieur (mort depuis longtemps) et les formes de corrosion (cavités, encoche et trottoir).

Une nouvelle tendance au colmatage a donc gagné l'ensemble du littoral syrien. Mais ni la durée ni la cause ne sont connues: mouvement tectonique brutal ou apports

(2) Les fouilles archéologiques du site de Ras Ibn Hani sont menées dans le cadre d'une collaboration entre le Ministère Français des Affaires Etrangères et la Direction Générale des Antiquités et Musées de Syrie. Elles sont dirigées conjointement par H. Bounni et J. et E. Lagarce, qui ont bien voulu nous héberger dans leur maison de fouilles et que nous tenons à remercier ici.

fluviatiles massifs.

Les Vermets plaqués sur le flanc sud de la chaussée de Ras Ibn Hani à une cote proche de celle du niveau marin actuel ont un âge de 1675 ± 55 BP, soit de 550 à 770 ap. J.-C. On pourrait donc considérer que la mer a atteint son niveau actuel dès le VIème siècle ap. J.-C.

Sur le flanc nord du cap de Ras al-Bassit, des Vermets montrent qu'en fait le niveau de la mer s'est élevé ensuite pour atteindre à nouveau + 0,60 m vers le Xème siècle. Toutefois, cet épisode n'est pas attesté par la présence de sédiments. Parmi les nombreuses datations de ce niveau, non seulement en Syrie mais également en Turquie et au Liban, aucune autre datation n'est postérieure au VIème siècle. Ce deuxième épisode à + 0,60 m pourrait donc avoir été très bref ou très limité géographiquement. Par ailleurs, aucun élément ne permet de savoir - du moins à Ras al-Bassit - depuis combien de temps exactement la mer est revenue à son niveau actuel.

LA COMPARAISON AVEC DES LITTORAUX VOISINS

La Turquie

Au débouché de l'Oronte (Nahr al-Assi), deux niveaux de Vermets ont été reconnus (Pirazzoli *et al.*, 1991). Le niveau supérieur, situé à + 2 m au sud du delta, mais incliné entre + 2,5 m et + 3 m plus au nord, a été daté entre environ 5570 et 3000 BP (3). Le niveau inférieur, situé entre + 0,7 m et + 0,8 m, a été daté entre 3300 et 1750 BP. Ici, les changements de niveau de la mer se seraient produits brusquement, à deux reprises, vers 3000 BP et au VIème siècle de notre ère. Cette partie du littoral turc ne semble pas avoir connu une sédimentation comparable à celle de la Syrie.

Le Liban

Au sud, le littoral libanais montre un certain nombre de témoins de variations récentes de la ligne de rivage: des trottoirs de corrosion et des encoches étagés, des biostromes à Vermets plus ou moins épais ancrés sur la roche calcaire elle-même mais aussi sur des conglomérats holocènes, notamment dans l'archipel de Tripoli (Sanlaville, 1977). Le *Zennadien* est un épisode de haut niveau marqué par des Vermets à + 2,20 m datés de 3490 ± 80 BP (soit de - 2035 à - 1632 BC). Le *Tabarjien* est un épisode moins élevé (vers + 0,80 m) daté par des Vermets de 2035 BP à 1880 BP.

En Turquie, au débouché de l'Oronte, comme au Liban, les événements paraissent beaucoup plus nets qu'en Syrie, puisque seuls les deux rivages émergés sont bien marqués, par des Vermets mais également par des trottoirs de corrosion et des encoches. Le passage d'un niveau à l'autre s'est fait rapidement, comme l'atteste l'absence de placages de Vermets dans la tranche intermédiaire, et il est d'origine tectonique. Cependant, l'ampleur des pulsations recensées au Liban n'est pas comparable à ce qui a été observé sur le littoral syrien.

CONCLUSION

La Syrie présente un enchaînement d'événements littoraux dans lequel sont étroitement associés des processus de corrosion marine (trottoirs, encoches), de sédimentation (plages, dépôts deltaïques), de diagenèse carbonatée précoce (beach-rock) et de construction organogène (biostromes à Vermets). Chaque processus a son rythme particulier de mise en place, plus ou moins long, et il est porteur d'enseignements qui lui sont propres, notamment dans la définition altitudinale du niveau marin dont il est la manifestation.

Si les témoins des phases de sédimentation intense sont mal conservés dans les secteurs rocheux, parce qu'il s'agit de falaises dont le façonnement a été polygénique et polychronique, ils envahissent au contraire les secteurs bas qu'ils remblaient d'épais dépôts fluviatiles et marins. Au pied des falaises, la lecture des événements s'effectue verticalement. Le long des plaines, c'est au contraire une succession horizontale de faits qu'il faut saisir, les témoins des épisodes les plus externes ayant disparu sous l'action du recul de la ligne de rivage.

En Syrie, les deux niveaux marins s'individualisent nettement à + 1,20 m et + 0,60 m et un relais constant s'établit dans le temps et dans l'espace, le long de la côte, entre processus d'érosion et processus de construction (fig. 6). Entre 6000 BP et aujourd'hui, le littoral syrien a connu plusieurs phases de progradation et plusieurs phases d'érosion qu'il faut essayer d'expliquer.

La variation générale de la ligne de rivage dans les six mille dernières années est probablement tectonique et on pourrait imaginer que le relèvement du continent a pu entraîner, dans le volume montagneux tout proche, une légère reprise du creusement des cours d'eau et une déstabilisation des nombreuses terrasses pléistocènes qui expliqueraient les différents épisodes sédimentaires. Mais il est moins sûr que les mouvements aient été brusques (instantanés), à l'exception du dernier sursaut à + 0,60 m (Ras al-Bassit). Quand on prend en compte tous les indices de datation et de niveaux possibles, les cimentations inter-joints de la chaussée et des môles (tab. I) par exemple, tout se passe comme si le littoral n'avait enregistré qu'un lent mouvement de surrection.

En tout cas, les épisodes de colmatage gomment un certain nombre de phénomènes. Les modifications du tracé littoral en substrat meuble sont assez lents, car il faut un certain temps aux sédiments pour se mettre en place puis être enlevés, en un endroit donné, et la dynamique littorale participe d'un effet d'onde sud-nord qui augmente les temps de réponse. Il est actuellement difficile de dire quand et en combien de temps le niveau marin relatif est passé de + 1,20 m à + 0,60 m le long du littoral syrien: tous les secteurs ne sont pas en phase les uns avec les autres.

La période étudiée correspond à l'augmentation de l'emprise humaine, avec ses côtés néfastes (déforestation intense) et ses côtés bénéfiques (construction de terrasses de culture), se relayant dans le temps et dans l'espace selon les modalités de l'occupation. La cause des différentes phases d'alluvionnement reconnues sur le littoral syrien est probablement, pour une part notable, d'origine humaine.

Une origine climatique n'est cependant pas à écarter. Des éléments disparates font penser qu'une période plus humide a existé vers 4000-3500 BP dans les Cyclades mais aussi au Moyen-Orient. Les influences méditerranéennes humides de secteur ouest ont ainsi pu jouer un rôle non négligeable sur la façade occidentale de la montagne syrienne.

Enfin, le télescopage des événements rend difficile

(3) Les datations de la publication Pirazzoli *et al.* sont ici corrigées pour être comparables aux âges conventionnels présentés dans la fig. 6 (correction en fonction de l'effet réservoir des eaux méditerranéennes, Stiros *et al.*, 1991).

l'individualisation de chacun d'entre eux pendant une période aussi courte et dans une région où le niveau marin était proche de l'actuel.

BIBLIOGRAPHIE

DALONGEVILLE, R., 1983 - Variations de la ligne de rivage en Méditerranée orientale au cours de l'Holocène: témoins morphologiques et archéologiques. Actes du colloque *Les Cyclades antiques*, 1982, Dijon, C.N.R.S., Lyon, 89-98.

DALONGEVILLE, R. et SANLAVILLE, P., 1977 - Témoins de lignes de rivage holocènes en Turquie méridionale. *Bul. A.F.E.Q.*, **4**, 53, 79-81.

DALONGEVILLE, R. et SANLAVILLE, P., 1979 - Les rivages holocènes de Turquie méridionale. *Bul. Lab. Rhod. Géomorph.*, **4-5**, 5-15.

DALONGEVILLE, R. et SANLAVILLE, P., 1980 - Les changements de la ligne de rivage en Méditerranée orientale, à l'époque historique. Exemple de la côte levantine. Actes du colloque *Salamine de Chypre, Histoire et Archéologie*, 13-17 mars 1978, Lyon, 19-32.

DALONGEVILLE, R. et SANLAVILLE, P., 1984 - Essai de synthèse sur le beach-rock. *In*: *Le beach-rock*, Actes du colloque de Lyon, nov. 1983, Dalongeville édit., T.M.O. 8, Maison de l'Orient, Lyon, 161-167.

FLESSA, K.W., CUTLER, A.H. et MELDAHL, K.H., 1993 (sous presse) - Time and taphonomy: quantitative estimates of time-averaging and stratigraphic disorder in a shallow marine habitat. *Paleobiology*, **19**, 29 p.

KELLETAT, D. and KAYAN, I., 1983 - Alanya batisindaki kiyilarda ilk 14C tatihlendirmelerinin Geç Holosen tektonik hareketleri. *Türk. Jeol. Kurumu Bül.*, C, 26, 83-87.

PIRAZZOLI, P.A., 1986 - The Early Byzantine tectonic paroxysm. *Z. Geomorphol.*, suppl. 62, 31-49.

PIRAZZOLI, P.A., LABOREL, J., SALIEGE, O., EROL, O., KAYAN, I. et PERSON, A., 1991 - Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Turkey): palaecological and tectonic implications. *Mar. Geol.*, **96**, 295-311.

SANLAVILLE, P., 1976 - Sur l'existence en Syrie de lignes de rivage holocènes supérieures à l'actuelle. *Bul. Lab. Rhod. Géomorphol.*, **1**, Bron, 45-52.

SANLAVILLE, P., 1977 - *Etude géomorphologique de la région littorale du Liban*, Thèse doctorat d'Etat, Brest, Publ. Univ. Libanaise, Beyrouth, 2 vol., 859 p.

SANLAVILLE, P., 1978 - Note sur la géomorphologie de la presqu'île d'Ibn Hani (Syrie). Rapport préliminaire sur la deuxième campagne de fouilles (1976) à Ibn Hani (Syrie). *Syria*, LV, 3-4, Paul Geuthner, Paris, 303-305.

STIROS, S.C., ARNOLD, M., PIRAZZOLI, P.A., LABOREL, J., LABOREL, F. et PAPAGEORGIOU, S., 1991 - Historical coseismic uplift in Euboea Island (Greece). *Earth and Planetary Sc. Lett.*, **108**, 109-117.

STUIVER, M., PEARSON, G.W. et BRAZIUNAS, T., 1986 - Radiocarbon age calibration of marine samples back to 9000 cal Yr BP. *Radiocarbon*, **28**, 2B, 980-1021.