

Les terriers de Crustacés décapodes et l'origine de certains faciès du Trias carbonaté

Autor(en): **Baud, Aymon**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **69 (1976)**

Heft 2

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164517>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 69/2	Pages 415-424	1 figure dans le texte et 2 planches	Bâle, juillet 1976
---------------------	-----------	---------------	---	--------------------

Les terriers de Crustacés décapodes et l'origine de certains faciès du Trias carbonaté

Par AYMON BAUD¹⁾

ABSTRACT

The middle Triassic carbonate rocks of the Briançonnais belt (Western Alps) show two main groups of facies: the «calcaires vermiculés» and the «calcaires granuleux». These shallow water facies had a wide distribution in the lower and middle Triassic epeiric seas around the Tethys. In the first group, lumpy, mottled and pseudo-nodular limestones are due to burrowing activity. The newly discovered trace fossils *Spongiomorpha suevica* (RIETH) and *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD) (*Thalassinoides* system) are, with *Rhizocorallium* ZENKER, the most commonly observed forms. In the second group, the enigmatic tubular, dolomitic concretions are recognised as the *Spongiomorpha* types of burrows. The organisms which produced these burrows are decapods (Crustacea). Their presence is confirmed by *Palaxius* and *Favreina* types of coprolites in the surrounding rocks. Decapods were very sparse at the end of the Paleozoic, but at the beginning of the Mesozoic, they apparently underwent explosive development due to favorable ecological conditions in these shallow water seas. In this way, they strongly influenced the early diagenetic environment and consequently the rock facies.

Examples of burrowing activity (mainly decapods) are also shown from lower and middle Triassic carbonate rocks of Eastern Europe (Eastern Alps, Western Carpathians, Silesia), Turkey, Eastern Iran and Pakistan.

1. Introduction

La morphologie des terriers de Crustacés décapodes en relation avec le milieu de dépôt des sédiments actuels a fait l'objet de nombreuses études ces dernières années (bibliographie in FÜRSICH 1973a et b). Parallèlement, de très nombreux travaux ont paru sur les traces fossiles dans les séries anciennes (cf. CRIMES & HARPER 1970; FREY 1975); l'étude des galeries de Crustacés y occupe une place non négligeable mais elle intéresse surtout les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires. C'est cependant à partir d'échantillons provenant du Trias, plus précisément du Muschelkalk d'Allemagne du nord, que FIEGE (1944) donne une des premières descriptions et illustre l'ichnogenre le plus important attribué à l'activité de Crustacés décapodes, *Thalassinoides* EHRENBERG. Un autre ichnogenre, *Rhizocorallium* ZENKER 1836, a également été créé dans le Muschelkalk. Son origine a été interprétée de diverses manières: galerie d'Holothuries, terrier d'Annélides, etc.; actuellement, la majorité des ichnologues s'accorde à penser que *Rhizocorallium* ZENKER est le fait, du moins partiellement, de Crustacés (cf. FÜRSICH 1974a). Si cet ichnogenre a été reconnu

¹⁾ Institut et Musée de Géologie, Palais de Rumine, CH-1005 Lausanne (Suisse).

depuis longtemps dans le Trias alpin où il abonde dans certains sédiments de la base du Trias moyen, nous n'y avons par contre trouvé aucune description de *Thalassinoides*; seul KUBANEK (1969) entrevoit la présence de Crustacés et leur attribue une partie des galeries observées sur les «Wurstelbänke» du Muschelkalk alpin de la région de Kufstein (Tirol).

C'est à la suite de la découverte de coprolites de Crustacés décapodes (BRÖNNIMANN et al. 1972) dans la Formation de Saint-Triphon (C I, Anisien, Préalpes médianes rigides, Suisse) que nous avons entrepris un examen des traces fossiles et de leur rôle dans les sédiments carbonatés du Trias. Centrées d'abord sur le Trias moyen briançonnais, nos observations ont été étendues par la suite à quelques points périphériques de la Téthys triasique que nous avons eu l'occasion de visiter.

2. Traces fossiles et terriers de Crustacés décapodes

FÜRSICH (1973b, 1974a) a révisé les ichnogenres *Thalassinoides* et *Rhizocorallium*: *Ophiomorpha* LUNDGREN et *Thalassinoides* EHRENBURG ont été placés en synonymie avec *Spongiomorpha* SAPORTA et quatre ichno-espèces ont été redéfinies; une foison de formes plus ou moins semblables décrites sous divers noms dans la littérature ont été regroupées dans trois ichno-espèces de *Rhizocorallium* ZENKER 1836.

Dans le Trias moyen briançonnais (description et bibliographie in BAUD & MÉGARD-GALLI 1975) nous avons recensé différentes catégories de traces d'activité animale (texte-fig.):

- des galeries plus ou moins horizontales; nous avons déterminé les ichnogenres *Rhizocorallium* ZENKER, *Spongiomorpha* SAPORTA, *Planolites* NICHOLSON et *Gyrochorte* HEER;
- des galeries et terriers verticaux, soit: *Balanoglossites* MÄGDEFRAU (terriers d'Entéropeustes, description in KAZMIERCZAK & PSZCZOLKOWSKI 1969), *Arenicolites* SALTER;
- des perforations semblables à *Trypanites* MÄGDEFRAU;
- des coprolites avec ou sans structures internes (BRÖNNIMANN et al. 1972).

Parmi les galeries et terriers, c'est l'ichnogenre *Spongiomorpha* que l'on rencontre le plus fréquemment; mais dans les calcaires vermiculés de la base du Trias moyen, *Rhizocorallium* et *Planolites* peuvent prédominer et couvrir de vastes surfaces.

3. Description

Ichnogenus *Spongiomorpha* SAPORTA

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1973b et 1974b.

Description: Galerie cylindrique de 0,3 à 8 cm de diamètre, à bifurcations en Y ou en T, régulières ou irrégulières. Correspondant au système *Thalassinoides*, tombé en synonymie, les deux ichno-espèces présentes dans le Trias moyen sont: *Spongiomorpha suevica* (RIETH) et *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD).

AGE	LITHOLOGIE	TRACES	MILIEU	ENVIRONNEMENT	
TRIAS MOYEN	LADINIEN	C IV	subévaporitique — émerision — confiné ouvert	tapis algaires barres et lagunes	
		C III	— émerision —	tapis algaires	
	LADINIEN	C II	600 m	confiné - sursalé	barres et lagunes (tidal flat)
			400 m		
	ANISIEN	C I	S5	— émerision — confiné	tapis algaires lagunes
			S4	ouvert	barres et lagunes (tidal flat)
			S3	confiné	lagunes
			S2	— émerision — confiné	tapis algaires lagunes
S1			— émerision — sursalé - dessalé	tapis algaires paralique	
T. INF.					

LEGENDE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Profil synthétique du Trias moyen des Préalpes médianes (Suisse W et Chablais, France) avec la répartition des principales traces fossiles. C I à C IV se rapportent aux grands cycles du Trias carbonaté briançonnais et S₁ à S₅ aux séquences définies dans le cycle I (description in BAUD & MÉGARD-GALLI 1975).

1 = quartzites; 2 = pélites; 3 = calcaires fins (lime mudstone-wackestone); 4 = dolomies; 5 = calcaires vermiculés; 6 = calcaires granuleux; 7 = niveau à silex; 8 = dolomies bréchiques; 9 = *Rhizocorallium jenense* ZENKER, forme B; 10 = *Rhizocorallium jenense* ZENKER, forme A; 11 = *Rhizocorallium irregulare* MAYER; 12 = *Planolites* sp.; 13 = *Spongiomorpha suevica* (RIETH); 14 = *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD); 15 = galeries fragmentées de *Spongiomorpha* sp. (pseudo-galets mous); 16 = *Balanoglossites* sp.; 17 = *Arenicolites* sp.

Ichnospecies *Spongiomorpha suevica* (RIETH)

(Pl. I, fig. 6-7)

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1973b et 1974b.

Description: Galerie cylindrique de diamètre compris entre 0,3 et 2 cm, à bifurcations relativement régulières en Y ou en T, à parois lisses et à parcours horizontal.

Préservation: Dans les faciès boueux (lime mudstone), ce type de galerie montre un remplissage presque identique à la matrice; parfois, il peut apparaître par différence de coloration sur les surfaces altérées. Mais dans de nombreux cas, les transformations diagénétiques rendent indistincte la morphologie originelle. Dans les faciès granuleux (grainstone, packstone) le remplissage des galeries est sujet à une dolomitisation préférentielle qui a pour conséquence une préservation excellente de la morphologie des galeries.

Distribution: *Spongiomorpha suevica* est présente dans toutes les séquences du premier grand cycle (Anisien) du Trias carbonaté briançonnais. Elle apparaît dès la base et devient abondante dans les calcaires vermiculés où elle accompagne ou alterne avec *Rhizocorallium* et *Planolites*. Elle disparaît dans le cycle II mais on la retrouve sporadiquement dans le cycle III (Ladinien supérieur). En dehors du domaine briançonnais, elle existe avec *Sp. paradoxica* dans le Trias de nombreuses régions, comme nous le verrons au chapitre 5.

Milieu: *Spongiomorpha suevica* est abondante surtout dans les milieux lagunaires protégés, de basse énergie; mais on la trouve également, avec un diamètre plus faible, dans les milieux de haute énergie, en particulier sur les barres sableuses carbonatées où elle accompagne *Sp. paradoxica* (texte-fig.).

Ichnospecies *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD)

(Pl. I, fig. 5 et 8; pl. II, fig. 6)

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1973b et 1974b.

Description: Galeries plus ou moins contournées à éléments verticaux et surtout horizontaux avec épaississements, de diamètre variable de 0,2 à 8 cm avec bifurcations irrégulières; les branches latérales ont généralement une section inférieure à la galerie principale.

Préservation: Les galeries sont généralement épigénisées par de la dolosparite; il s'agit d'une dolomitisation préférentielle du remplissage primaire, induite par un micromilieu favorable (présence de matière organique et microporosité plus forte). Cette dolomitisation permet, comme nous l'avons vu une excellente préservation; ainsi nous avons pu retrouver dans des calcaires déformés et métamorphiques du Trias des zones internes des Alpes des galeries parfaitement reconnaissables.

Distribution: *Spongiomorpha paradoxica* apparaît dans la partie supérieure du cycle I, dans les faciès granuleux de la séquence 4 (Anisien moyen) du Trias briançonnais. Nous l'avons retrouvé plus haut dans des faciès semblables du cycle III (Ladinien supérieur).

Milieu: *Spongiomorpha paradoxica* est présente dans les faciès de moyenne à haute énergie, dans les zones de divagation des chenaux de marées et sur les barres sableuses (texte-fig.).

Ichnogenus *Rhizocorallium* ZENKER

(Pl. II, fig. 1)

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1974a.

Description: Galerie en U, avec ou sans traverses, parallèle ou légèrement oblique par rapport au plan de couche. Parmi les trois ichno-espèces redéfinies par FÜRSICH (1974b), deux sont présentes dans le Trias briançonnais: *Rh. jenense* ZENKER et *Rh. irregulare* MAYER.

Ichnospecies *Rhizocorallium jenense* ZENKER

(Pl. I, fig. 1-2)

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1974a.

Description: Tube relativement régulier de 1 à 3 cm de diamètre, en U de 5 à 20 cm de longueur. Nous avons distingué des formes A et B. Les formes A (pl. I, fig. 1) sont des U généralement allongés, comprimés ou évasés; elles ont été illustrées par ELLENBERGER (1958, pl. 21/11), BOTTERON (1961, fig. 1), MEGARD-GALLI (1964, pl. I/2). Elles sont caractérisées par des traverses (stries d'accroissement in ELLENBERGER 1958) soulignées par des traînées de grains clairs (coprolites sans structure interne?). La largeur du U varie de 5 à 14 cm et la longueur de 6 à 20 cm. Les formes B sont régulières et trapues, en U court et arrondi (pl. I, fig. 2); le diamètre du tube est de 1 à 2 cm et la longueur du U comprise entre 4 et 8 cm; elles ne montrent pas de traverses visibles.

Préservation: *Rh. jenense* apparaît le plus souvent en relief à la surface des bancs. Le remplissage est identique à la matrice mais la couleur devient légèrement différente à l'altération, soulignant ainsi les textures fines (traverses).

Distribution et association: Dans le Trias briançonnais, *Rh. jenense* n'est présent que dans le cycle I (Anisien). Il apparaît dès les premiers bancs calcaires et devient très abondant dans les calcaires vermiculés de la base de la séquence 2 (Anisien inf.) Il est associé là à *Rh. irregulare*, *Sp. suevica* et *Planolites* sp. On retrouve de très nombreux *Rh. jenense* dans les faciès boueux de la séquence 5 (texte-fig.).

Milieu: Dans le Trias briançonnais, *Rh. jenense* paraît limité aux milieux lagunaires protégés. Ailleurs, on le trouve également dans des faciès plus marins, à Céphalopodes (Trias inférieur de Turquie et du Pakistan, cf. chapitre 5).

Ichnospecies *Rhizocorallium irregulare* MAYER

(Pl. I, fig. 3-4)

Définition et synonymie: cf. FÜRSICH 1974a.

Description: Tube de diamètre de 1 à 3 cm, en U long (jusqu'à 50 cm) et sinueux, parfois recourbé ou bifurqué, avec traverses (pl. I, fig. 4).

Préservation et distribution identique à *Rh. jenense*.

4. Les faciès bioturbés du Trias moyen briançonnais

La plateforme carbonatée du Trias moyen briançonnais, épaisse de 300 à 800 m, se caractérise par l'enchaînement de 3 grands cycles transgressifs - régressifs (texte-

fig. et BAUD & MÉGARD-GALLI 1975). L'activité des organismes fousseurs s'est principalement manifestée durant le cycle I et sporadiquement dans le cycle III. Nous examinerons successivement les faciès de basse énergie regroupés sous le terme de calcaires vermiculés, puis les faciès bioturbés des calcaires granuleux.

a) *Les calcaires vermiculés*

C'est une famille de faciès largement répandue au Trias inférieur et moyen, caractérisée par une matrice boueuse à silteuse sujette à une bioturbation plus ou moins intense. Nous avons distingué 4 faciès bioturbés principaux:

- les calcaires dits «à pistes» (pl. II, fig. 1);
- les calcaires bicolores (mottled limestone) (pl. II, fig. 2);
- les calcaires à pseudo-galets mous (lumpy limestone) (pl. II, fig. 3);
- les calcaires suturés ou cellulés (pseudo-nodular limestone) (pl. II, fig. 4).

Les calcaires dits «à pistes» sont des calcilutites en plaquettes à surface couverte de tubes et galeries en relief. *Rhizocorallium*, *Spongeliomorpha* et *Planolites* (ce dernier dû probablement à l'activité d'Annélides) sont tour à tour les éléments dominants ou exclusifs de l'ichnofaune. Celle-ci est admirablement préservée par une cimentation précoce des galeries dont le remplissage est de même nature que la boue encaissante qui a été partiellement lessivée. Ce faciès très typique est fréquent dans les couches de transgression du Trias carbonaté.

Les calcaires bicolores ou tachetés (mottled limestone) sont caractérisés par des taches centimétriques de forme arrondie qui se différencient de la matrice uniquement par leur couleur généralement plus sombre. Ces taches peuvent avoir diverses origines. Dans les calcaires vermiculés du Trias briançonnais, il est possible de reconnaître dans de nombreux cas des sections de terriers dont certains montrent un embranchement caractéristique de *Spongeliomorpha*. Nous interprétons là la genèse de ces calcaires tachetés par bioturbation d'une boue carbonatée homogène à sédimentation régulière, puis cimentation conjointe de la matrice et des terriers. Les différences de coloration ont pour origine de très légères variations de la quantité de matière organique et de la microporosité.

Il existe d'autres types de calcaires tachetés dont l'origine est très différente; ils peuvent en particulier résulter de la déformation précoce de calcaires finement rubanés ou zonés, ceci en l'absence de toute bioturbation; nous les observons essentiellement dans le cycle II (Ladinien).

Les calcaires à pseudo-galets mous (lumpy limestone) se trouvent surtout dans la séquence 3 (Anisien inférieur) et ils affleurent particulièrement bien dans la carrière des Fontenailles, à côté du village de Saint-Triphon près d'Aigle (vallée du Rhône, Suisse). De loin leur aspect est semblable aux calcaires tachetés (pl. II, fig. 2), mais un examen de la roche montre qu'elle est formée de très nombreux fragments de terriers où l'on reconnaît des chambres et bifurcations de type *Spongeliomorpha*, ainsi que des fragments de lits centimétriques de calcarénite à débris d'articles de Crinoïdes, le tout nageant dans une matrice de boue calcaire (lime mudstone). Il s'agit d'un faciès de basse énergie, contrairement aux calcaires à vrais galets mous

(flat pebble conglomerate) qui résultent d'un remaniement par les courants de fragments partiellement lithifiés.

Nous interprétons de la manière suivante la genèse de ce faciès: tout d'abord dépôt d'une série rythmée de boues à propriétés thixotropiques, partiellement bioturbée par des Crustacés décapodes, et de petits niveaux de sables carbonatés fins; cimentation précoce des terriers et des niveaux de calcarénites. Puis un déséquilibre d'origine externe (surpression d'eau?) a pour conséquence une liquéfaction de la matrice; il en résulte un tronçonnement des galeries et des lits de sables fins dont les fragments vont se déplacer et se mélanger. Dans certains cas nous observons une augmentation de la densité des fragments vers la base du banc.

Les calcaires suturés ou cellulux (pseudo-nodular limestone) sont des calcilutites découpées par un réseau de grosses pellicules argileuses ondulées ou anastomosées donnant à la roche une structure flaser ou pseudo-noduleuse (pl. II, fig. 4). Nous interprétons la genèse de ce faciès de la manière suivante:

- bioturbation en partie par des Crustacés décapodes (on peut, dans certains cas, reconnaître la morphologie de *Spongiomorpha*) d'une boue carbonatée contenant au moins 15% de matériel argileux;
- cimentation par migration des carbonates vers les zones bioturbées; il en résulte une première concentration des insolubles autour de celles-ci;
- compaction avec accentuation de la migration des carbonates et formation de véritables joints ou pellicules argileuses contournées autour des zones bioturbées.

Cette interprétation se rapproche de celle donnée par FÜRSICH (1973a) pour l'origine des «Nodular Rubble» (Oxfordien) de Bran Point (Dorset, Angleterre). Et comme lui nous observons également des surfaces de banc mamelonnées (pl. II, fig. 5) qui sont dues à la compaction de boues bioturbées par un système de galeries bifurquées de type *Spongiomorpha suevica*.

Des figures sédimentaires et diagénétiques très semblables à celles que nous venons de présenter à propos de certains faciès des calcaires vermiculés, ont été décrites et étudiées très minutieusement et en détail dans la craie de Normandie et du sud de l'Angleterre respectivement par KENNEDY & JUIGNET (1974) et KENNEDY & GARRISON (1975). Bien que les sédiments originels soient différents quant à leur origine, leur mode et leur milieu de dépôt, la bioturbation est en partie le fait du même groupe d'organismes (Crustacés décapodes), et les évolutions diagénétiques montrent certaines similitudes frappantes. Nous espérons avoir l'occasion de développer cette comparaison dans d'autres travaux.

b) *Les calcaires granuleux*

Les curieux tubes dolomitiques plus ou moins tordus ou contournés (pl. I, fig. 5) des séquences granuleuses du Trias moyen briançonnais avaient déjà attiré l'attention de nombreux géologues qui leur avaient donné entre autres les noms imagés de «doigts de gant» et «racines». L'étude morphologique de ces concrétions dolomitiques tubulaires a montré qu'il s'agissait de galeries ou terriers d'organismes fouisseurs avec les embranchements caractéristiques de *Spongiomorpha*, soit *Sp.*

suevica pour les galeries à bifurcations régulières (pl. I, fig. 6-7) et *Sp. paradoxica* pour les galeries contournées, à diamètre variable et embranchements irréguliers (pl. I, fig. 5; pl. II, fig. 6). Ces galeries, que nous avons tout d'abord reconnues dans la séquence 4 (Anisien moyen) du Trias des Préalpes médianes rigides, ont été retrouvées avec J. Mégard-Galli dans les mêmes niveaux en Vanoise et dans plusieurs profils de la région de Briançon (Alpes françaises) et en particulier dans la coupe du Trias moyen des Peygus (MÉGARD-GALLI 1975). Le remplissage de ces galeries a été un micromilieu très favorable à la dolomitisation ainsi qu'à la croissance de cristaux et nodules de sulfates (gypse, célestine) qui sont par la suite pseudomorphosés en dolomite ou quartz (pl. I, fig. 8). Si nous n'avons jamais observé de coprolites dans ces galeries dolomitisées, le sédiment encaissant peut se révéler par contre très riche en déjections de Crustacés anomoures avec en particulier *Palaxius aiglensis* BRÖNNIMANN, ZANINETTI & BAUD 1972.

5. Répartition géographique: quelques exemples

En dehors des domaines germaniques et briançonnais, *Rhizocorallium* et *Spongeliomorpha* sont également largement répandus dans les sédiments carbonatés peu profonds du Trias inférieur et moyen autour de la Téthys. Dans le domaine alpin, *Rhizocorallium* a été décrit à de nombreuses reprises, par contre on ne trouve pas mention de *Spongeliomorpha* (ou *Thallassinoides*). Cependant il est possible de reconnaître dans les illustrations de quelques auteurs, des terriers appartenant à ce dernier ichnogenre. Nous citerons entre autres: KOBEL (1969, fig. 42) et KUBANEK (1969, fig. 6) dans les Alpes calcaires septentrionales (Trias moyen); MISIK (1972, pl. 44/1) dans les Carpathes occidentales (Anisien) et KOTANSKI (1955, pl. 2/1) dans les Tatras (Anisien). Dans le Muschelkalk inférieur de Pologne, à la frontière entre les domaines alpin et germanique, KAZMIERCZAK & PSZCZOLKOWSKI (1969) ont étudié les nombreux terriers verticaux qui s'ouvrent dans les bancs calcaires des «Lukowa beds», et les ont attribués à des Enteropneustes (Protocordés). Ces terriers semblent bien distincts de *Spongeliomorpha* et se développent dans des substrats partiellement lithifiés (nous les avons mentionnés, chapitre 2, dans le Trias moyen briançonnais). Cependant, certaines illustrations de ce Muschelkalk - ZAWIDZKA (1975, pl. 5/4), TRAMMER (1975, pl. 1/2) - indiqueraient également la présence de galeries pouvant se rapporter à *Spongeliomorpha suevica*.

Dans des régions plus orientales, tout d'abord en Turquie, nous avons eu l'occasion d'observer de très nombreuses traces appartenant à *Rhizocorallium jenense* (pl. I, fig. 1) et *Rh. irregulare* (pl. I, fig. 2) ainsi qu'à *Spongeliomorpha paradoxica* dans les calcaires à *Tirolites cassianus* (Scythien sup.) de la presqu'île de Kocaeli. L'aspect de ces calcaires en plaquettes qui affleurent bien dans la région de Gebze (niveau 3 d'ASSERETO 1972 et de GEDIK 1975) rappellent beaucoup certains faciès des calcaires vermiculés. Dans les roches triasiques de l'Iran oriental, nous avons observé des calcaires (Anisien?) très riches en *Spongeliomorpha paradoxica* discordants sur les dolomies de Shotori de la région de Sirghesh (correspond au niveau 7, p. 73, in RUTTNER et al. 1968). *Spongeliomorpha* semble par contre absent aussi bien dans la Formation de Shork (Scythien inférieur) sous-jacente que dans les «calcaires vermiculés» de même âge de la Formation d'Elika en Iran septentrional.

Formées sur la bordure méridionale de la Téthys, les roches de la coupe classique du Scythien de la Salt Range (Pakistan) montrent dès leur base les traces en U (pl. I, fig. 4) caractéristiques de *Rhizocorallium*. *Spongeliomorpha* n'apparaît que plus haut dans la série soit dans les calcaires de la base de la Formation de Kingriali (Trias moyen) affleurant à Landu Nala (Surgar Range). Nous avons également observé *Spongeliomorpha* plus au nord, dans les calcaires du Trias moyen des Kalachittas Hills au bord de l'Indus.

6. Conclusions

La bioturbation, attribuée en partie à des Crustacés décapodes, a joué un rôle important dans la transformation des sédiments carbonatés peu profonds qui ont couvert au Trias inférieur et moyen de très vastes surfaces sur le pourtour de la Téthys. La diagenèse plus tardive, accentuant les différences introduites par l'activité des organismes fousseurs a eu pour conséquence dans certains cas de rendre méconnaissable cette bioturbation; il en est résulté les faciès de calcaires suturés ou pseudonoduleux et de calcaires à pseudo-galets mous. Dans d'autre cas au contraire, cette bioturbation a été admirablement préservée, en particulier dans les faciès de calcaires dits à pistes et les calcaires granuleux à concrétions dolomitiques tubulaires.

Les Crustacés décapodes n'apparaissent qu'au Paléozoïque tout à fait supérieur (GLAESSNER 1969). Ils semblent ainsi avoir connu à l'aube du Mésozoïque (plus particulièrement du Scythien supérieur à l'Anisien moyen) des conditions écologiques favorisant un développement explosif qui s'est marqué profondément mais de manière différenciée dans les sédiments carbonatés de cette époque.

Remerciements

Je remercie le Prof. D. Bernoulli qui m'a rendu attentif à certaines structures «ichno-diagénétiques», le Prof. H. Masson de ses conseils amicaux et le Prof. S. Ayrton de son aide pour la traduction du résumé anglais. Ma reconnaissance va à J. Mégard-Galli avec qui je collabore à l'étude du Trias briançonnais et qui m'a fourni un matériel important pour cette note, ainsi qu'aux Prof. P. Brönnimann et L. Zaninetti et au Dr. J. Guex qui m'ont associé à leurs recherches sur le Trias de Turquie, d'Iran et du Pakistan. Je remercie enfin la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne pour ses subsides généreux.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSERETO, R. (1972): *Notes on the Anisian biostratigraphy of the Gebze Area (Kokaeli Peninsula, Turkey)*. - Z. dtsh. geol. Ges. 123, 435-444.
- BAUD, A., & MÉGARD-GALLI, J. (1975): *Evolution d'un bassin carbonaté du domaine alpin durant la phase pré-océanique: cycles et séquences dans le Trias de la zone briançonnaise des Alpes occidentales et des Préalpes*. - IX^e Congr. int. Sédimentol. Nice, thème 5, 45-50.
- BOTTERON, G. (1961): *Etude géologique de la région du Mont d'Or (Préalpes romandes)*. - Eclogae geol. Helv. 54/1, 29-106.
- BRÖNNIMANN, P., ZANINETTI, L., & BAUD, A. (1972): *New thalassinid anomuran (Crustacea, Decapoda) coprolites from the Anisian of the Préalpes médianes rigides of Switzerland and France (Chablais)*. - Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Innsbruck 21/2, 885-904.
- CRIMES, T. P., & HARPER, J. C. (Ed.) (1970): *Trace fossils*. - Geol. J. (Liverpool), spec. issue 3.
- ELLENBERGER, F. (1958): *Etude géologique du Pays de Vanoise*. - Mém. Carte géol. France.

- FIEGE, K. (1944): *Lebenspuren aus dem Muschelkalk Nordwestdeutschlands*. - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] 88, 401-426.
- FREY, R. W. (Ed.) (1975): *The study of trace-fossils*. - Springer, Berlin.
- FÜRSICH, F. T. (1973a): *Thalassinoides and the origin of nodular limestone in the Corallian Beds (Upper Jurassic) of Southern England*. - N. Jb. Geol. Paläont. [Mh.] 3, 136-156.
- (1973b): *A revision of the trace fossils Spongiomorpha, Ophiomorpha and Thalassinoides*. - N. Jb. Geol. Paläont. [Mh.] 12, 719-735.
- (1974a): *Ichnogenus Rhizocorallium*. - Paläont. Z. 48/1, 16-28.
- (1974b): *Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy*. - Stuttgarter Beitr. Natkd. (B), 13.
- GEDIK, I. (1975): *Die Conodonten der Trias auf der Kocaeli-Halbinsel (Turkei)*. - Palaeontographica (A), 150/4-6, 99-160.
- GLAESSNER, M. F. (1969): *Decapoda*. In: MOORE, R. C. (Ed.): *Treatise on invertebrate Paleontology* (Part R, Arthropoda 4/2). - Geol. Soc. Amer., Boulder.
- KAZMIERCZAK, J., & PSZCZOLKOWSKI, A. (1969): *Burrows of Enteropneusta in Muschelkalk (Middle Triassic) of the Holy Cross Mountains, Poland*. - Acta palaeont. pol. 14/2, 298-315.
- KENNEDY, J., & GARRISON, R. E. (1975): *Morphology and genesis of nodular chalks and hardgrounds in the Upper Cretaceous of southern England*. - Sedimentology 22/3, 311-386.
- KENNEDY, J., & JUIGNET, P. (1974): *Carbonate banks and slump beds in the Upper Cretaceous (Upper Turonian-Santonian) of Haute Normandie, France*. - Sedimentology 21/1, 1-42.
- KOBEL, M. (1969): *Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der kalkalpinen Mitteltrias (Anisian und Ladinian) des Rätikon (Österreich und Fürstentum Liechtenstein)*. - Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich [N.F.] 118.
- KOTANSKY, Z. J. (1955): *Vermicular limestones from the High-Tatric middle Triassic of the Tatra Mts.* - Acta geol. pol. 5/3, 118-123.
- KUBANEK, F. (1969): *Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg)*. - Diss. tech. Univ. Berlin.
- MÉGARD-GALLI, J. (1964): *Etude stratigraphique et tectonique du Monte Boulliagna (Haut Val d'Acceglio, Italie)*. - Mém. D.E.S. Fac. Sci. Univ. Paris (inédit).
- (1975): *La coupe des Peygus*. In: BOURBON et al.: *Carbonate de plateforme et séries pélagiques condensées dans le mésozoïque de la zone briançonnaise (Alpes françaises)*. - IX^e Congr. int. Sédimentol. Nice, Excursion 5.
- MISIK, M. (1972): *Lithologische und fazielle Analyse der mittleren Trias der Kerngebirge der Westkarpaten*. - Acta geol. geogr. Univ. Comeniana [Geol.] 22, 5-154.
- RUTTNER, A., NABAVI, M. H., & HAJIAN, J. (1968): *Geology of the Shirgesht Area (Tabas area, East Iran)*. - Rep. geol. Surv. Iran 4.
- TRAMMER, J. (1975): *Stratigraphy and facies development of the Muschelkalk in the south-western Holy Cross Mts.* - Acta geol. pol. 25/2, 179-216.
- ZAWIDZKA, K. (1975): *Conodont stratigraphy and sedimentary environment of the Muschelkalk in Upper Silesia*. - Acta geol. pol. 25/2, 217-256.
- ZENKER, J. C. (1836): *Historisch-topographisches Taschenbuch von Jena und seiner Umgebung besonders in naturwissenschaftlicher und medizinischer Beziehung*. - Jena.

Planche I

- Fig. 1 *Rhizocorallium jenense* ZENKER, forme A; calcaires en plaquettes (couches à *Tirolites cassianus*, Scythien supérieur), région de Gebze près d'Izmit, Turquie.
- Fig. 2 *Rhizocorallium jenense* ZENKER, forme B; calcaires vermiculés, S₂ (Anisien inférieur), Eperon de Nant, Préalpes du Chablais, France (domaine briançonnais).
- Fig. 3 *Rhizocorallium irregulare* MAYER; provenance idem fig. 1.
- Fig. 4 *Rhizocorallium irregulare* MAYER; banc calcaire à rides d'oscillations; Upper Ceratite Limestone (Scythien moyen), Namal Gorge, Salt Range, Pakistan.
- Fig. 5 *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD), terriers dolomitisés; calcaires granuleux, S₄ (Anisien moyen), Lac Blanc, Vanoise, Alpes françaises (domaine briançonnais).
- Fig. 6 *Spongiomorpha suevica* (RIETH), terrier dolomitisé; calcaires granuleux, S₄ (Anisien moyen), Rothorn, Préalpes bernoises, Suisse (domaine briançonnais).
- Fig. 7 *Spongiomorpha suevica* (RIETH), terrier dolomitisé avec chambre d'habitation; provenance idem fig. 6.
- Fig. 8 *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD), terriers dolomitisés avec pseudomorphoses de nodules d'anhydrite par de la silice (quartz), section naturelle; calcaires granuleux, S₄ (Anisien moyen), Gummfluh, Préalpes vaudoises, Suisse (domaine briançonnais).

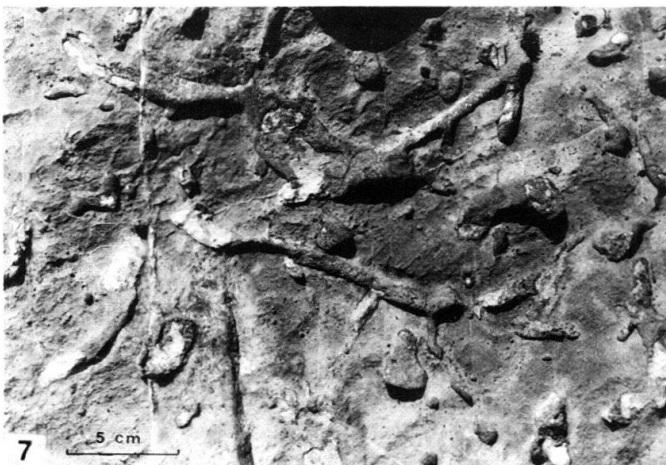
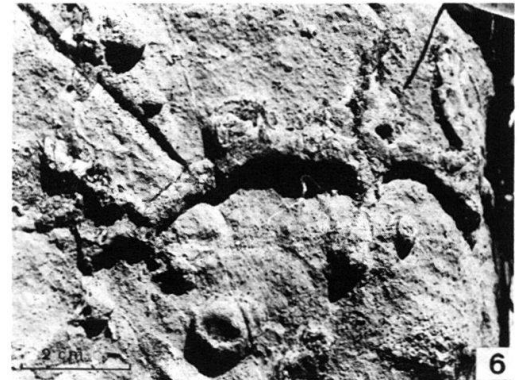
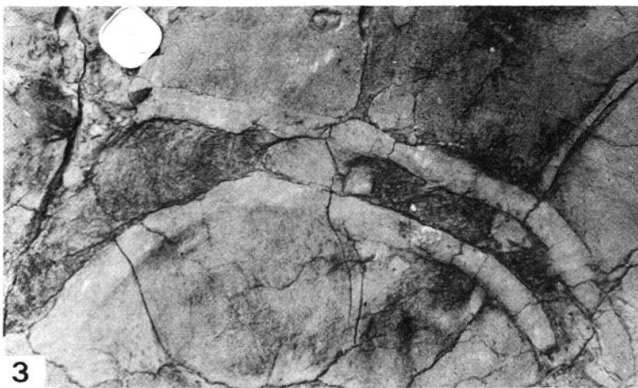


Planche II

- Fig. 1 Calcaire «à pistes» avec *Rhizocorallium jenense*, *Rh. irregulare*, *Planolites* sp. et *Spongiomorpha suevica*; calcaires vermiculés, S₂ (Anisien inférieur), Lac Blanc, Vanoise, Alpes françaises (domaine briançonnais).
- Fig. 2 Calcaire bicolore (mottled limestone); calcaires vermiculés, S₃ (Anisien inférieur à moyen), carrière des Fontenailles, St-Triphon, vallée du Rhône, Suisse (domaine briançonnais).
- Fig. 3 Calcaire à pseudo-galets mous (lumpy limestone); provenance idem fig. 2.
- Fig. 4 Calcaire suturé (pseudo-nodular limestone); provenance idem fig. 2.
- Fig. 5 Surface mamelonnée d'un banc calcaire: figure due à la compaction d'une boue calcaire bioturbée par un système de galeries bifurquées de type *Spongiomorpha suevica*; provenance idem fig. 2.
- Fig. 6 *Spongiomorpha paradoxica* (WOODWARD), système de galeries dolomitisées, section naturelle; calcaires granuleux, S₄ (Anisien moyen), profil des Peygus près Briançon, Alpes françaises (domaine briançonnais).

