HAL open science

Les faunes coralliennes de l'Oligocène de Malte : biodiversité et paléoenvironnement

Jean-Paul Saint Martin, Christian Chaix, Bruno Cahuzac, Pierre Moissette, Jean-Pierre André

▶ **To cite this version:**

Jean-Paul Saint Martin, Christian Chaix, Bruno Cahuzac, Pierre Moissette, Jean-Pierre André. Les faunes coralliennes de l'Oligocène de Malte : biodiversité et paléoenvironnement. Annales de Paléontologie, 2021, 107 (3), pp.102508. 10.1016/j.annpal.2021.102508 . mnhn-03432386

HAL Id: mnhn-03432386

https://mnhn.hal.science/mnhn-03432386

Submitted on 16 Oct 2023

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Version of Record: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753396921000409
Manuscript_6b5d30de025269bd912cfc32d567728f

LES FAUNES CORALLIENNES DE L'OLIGOCÈNE DE MALTE : BIODIVERSITÉ ET PALÉOENVIRONNEMENT

THE CORAL FAUNA FROM THE OLIGOCENE OF MALTA: BIODIVERSITY AND PALEOENVIRONMENT

Jean-Paul Saint Martin[1], Christian Chaix[1], Bruno Cahuzac[2], Pierre Moissette[1,3], Jean-Pierre André[4]

[1] Centre de Recherche en Paléontologie - Paris, UMR 7207 CR2P, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Université, CNRS, Département Origine et Évolution, 8 rue Buffon 75005 Paris, France.

[2] Université de Bordeaux, 351 Cours de la Libération, F - 33405 Talence Cedex, France

[3] Department of Historical Geology and Palaeontology, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, 15784 Athens, Greece

[4] 10 Rue Buffon, 13004 Marseille, France

RÉSUMÉ

L'étude de la biodiversité corallienne de la série sédimentaire de l'Oligocène supérieur (Lower Coralline Limestone, Chattien) de Malte a permis d'identifier 25 genres de scléractiniaires représentés par 41 espèces. Trois nouvelles espèces sont proposées : *Miophora naxxarensis* n. sp., *Nerthastraea maltensis* n. sp.et *Gyrosmilia maltensis* n. sp. Les observations réalisées dans divers sites oligocènes de Malte, surtout aux environs de Naxxar et de Tal Bajjada, permettent d'établir des listes d'associations coralliennes qui peuvent varier spatialement et verticalement. Les associations de scléractiniaires recensées peuvent se présenter de diverses manières : colonies isolées, fonds coralliens à densité variable mais étendus dans l'espace, bancs coralliens plus cohérents ou pâtés coralliens formant des morphologies à pentes latérales douces. Les morphologies coloniales développées sont étroitement liées à ces différents types de communautés. Les constructions coralliennes se sont implantées et développées dans les zones peu profondes des fonds marins. La biodiversité corallienne de l'Oligocène de Malte s'inscrit bien dans l'évolution du phénomène récifal cénozoïque dont le développement atteint son acmé à l'Oligocène avec une grande richesse corallienne au Chattien dans l'aire méditerranéenne.

© 2021 published by Elsevier. This manuscript is made available under the CC BY NC user license
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Mots clés : Scléractiniaires, Oligocène, Chattien, Malte, Méditerranée

ABSTRACT

The study of the coral biodiversity of the Upper Oligocene sedimentary series (Lower Coralline Limestone, Chattian) of Malta permitted the identification of 25 scleractinian genera represented by 41 species. Three new species are proposed: *Miophora naxxarensis* n. sp., *Nerthastraea maltensis* n. sp. and *Gyrosmilia maltensis* n. sp. Observations made in various Oligocene sites in Malta, especially around Naxxar and Tal Bajjada, allow to purpose a suite of coral associations which may vary spatially and vertically. The identified scleractinian associations can be represented by different types of coral assemblages and bioconstructions: isolated colonies, coral beds of varying density but of large spatial extent, more cohesive coral banks (coral carpets) or patch reefs forming morphologies with gentle lateral slopes. The colonial morphologies are closely linked to these different types of bioconstructions. These coral constructions have been established and developed in shallow marine areas. The coral biodiversity of the Oligocene of Malta fits well in the evolution of the Cenozoic reef phenomenon whose development reached its peak in the Oligocene with great coral richness in the Chattian in the Mediterranean area.

Keywords: Scleractinian, Oligocene, Chattian, Malta, Mediterranean

1. Introduction

Sur l'archipel maltais, les terrains marins qui affleurent appartiennent exclusivement au Cénozoïque. Ils représentent une tranche de temps allant de l'Oligocène supérieur (Chattien) au Miocène terminal (Messinien). La succession stratigraphique est facilement repérable sur le terrain par la superposition simple de 5 unités principales déjà anciennement distinguées (Spratt, 1843-1844 ; Adams, 1864 ; Duncan, 1865 ; Murrey, 1890 ; De Stefani, 1913) et plus récemment redéfinies et détaillées (Hyde, 1955 ; Felix, 1973 ; Pedley, 1975 ; Pedley et al., 1976 ; Pedley, 1978 ; Bennett, 1979 ; Bennett, 1980 ; Pedley, 1987 ; Pedley, 1998) : 1) Lower Coralline Limestone (Chattien) ; 2) Globigerina Limestone (Aquitanien à Langhien) ; 3) Blue Clay (Langhien à Messinien ?) ; 4) Greensand (Messinien) ; 5) Upper Coralline Limestone (Messinien).

Lower Coralline Limestone (LCL) et Upper Coralline Limestone (UCL) correspondent de fait à des plates-formes carbonatées riches en bioconstructions algaires (rhodophycées) et, en moindre mesure, coralliennes. Si la faune de scléractiniaires, peu diversifiée, de la formation messinienne a été décrite (Chaix et Saint Martin, 2008), celle de l'Oligocène supérieur reste très mal connue malgré sa plus grande diversité. La présence de coraux dans le Lower Coralline Limestone est cependant signalée depuis longtemps (Spratt, 1854). Quelques genres et/ou espèces ont bien été cités dans divers travaux, mais souvent sans localisation précise et parfois sans âge bien déterminé. Duncan (1865) le premier donne une liste de quelques espèces considérées alors par l'auteur comme miocènes : *Stylocoenia lobatorotundata* (Michelin, 1842) ; *Dendrophyllia irregularis* de Blainville, 1830 ; *Porites incrustans* Defrance, 1826, *Astraea* (*Heliastraea*) sp. Murray (1890) fait seulement mention de coraux dans la liste des fossiles sans plus de précision. Par la suite, dans de nombreux travaux consacrés à l'Oligocène de Malte, la présence de coraux est simplement signalée (Brandano et al., 2010 ; Gatt, 2010 ; Quaranta et al., 2012 ; Baldassini et Di Stefano, 2016) ou bien seuls quelques genres sont cités (*Tarbellastraea, Favites, Porites*, *Stylophora*, *Montastrea*) sans détermination spécifique (Pedley et al., 1976 ; Pedley, 1978 ; Zammit-Maempel, 1993 ; Brandano et al., 2009a,b). Pedley (1975) cite quelques genres et espèces à partir de spécimens conservés au British Museum, prélevés dans divers sites de Malte : *Favites* sp., *Stylophora* cf. *conferta* Reuss, *Colpophyllia* sp. aff. *vetusta* Michelin, *Acropora* sp., *Diploastraea* sp., *Tarbellastraea* cf. *reussiana* Milne Edwards et Haime, *Porites* sp., *Montastraea* (*Heliastraea*) cf. *forbesi*, *Meandrina* sp. Ces déterminations ont été révisées par Bennet (1980) qui fournit une liste de 10 espèces, toutefois sans description systématique : *Antiguastrea*, *Stylophora distans* (Leymerie, 1846)*, Alveopora rudis* Reuss, 1864*, "Hydnophyllia" valleculosa, Astreopora decaphylla* Reuss, 1868*, Cyathoseris appeninica, Stylocoenia taurinensis* Michelin, 1842*, Goniopora rudis* Reuss, 1869*, Leptoria polygonalis* (= *Paraleptoria polygonis* [Catullo, 1856] ?)*, Astrocoenia lobatorotundata* Michelin, 1842. L'étude préliminaire de Chaix et Saint Martin (1994) fait état d'une liste plus étoffée de 24 genres représentés par 33 espèces, données intégrées pour les genres dans le travail de Gatt (2012) qui analyse les caractéristiques du faciès à coraux (Facies IV : Coral Limestone). Cependant cette dernière liste demandait à être révisée et approfondie. Nous proposons donc ici la première revue de la biodiversité corallienne du Chattien de l'île de Malte replacée dans son cadre stratigraphique et paléoenvironnemental. Dans cet objectif, le travail a reposé sur l'étude la plus exhaustive possible, compte tenu des conditions d'affleurement, d'une coupe représentative riche en coraux (carrière de

Naxxar) et de prélèvements dans d'autres sites oligocènes de Malte (Tal Bajjada, Ghar Lapsi).

2. Cadre géologique

2.1. Cadre général

L'archipel maltais est situé au SE de la Sicile, en mer pélagienne. Il est composé des îles de Malte, Gozo et Comino où affleurent essentiellement des dépôts d'âge oligocène à miocène supérieur (Fig. 1A, B). L'évolution cénozoïque de l'archipel maltais est liée aux conséquences de la collision entre la plaque africaine et la plaque eurasienne (Scandone et Patacca, 1984). Du point de vue paléogéographique, les formations maltaises appartiennent à la plate-forme pélagienne (ou hybléenne) mésozoïque à cénozoïque, prolongeant le craton africain, qui s'étend à la Tunisie et à la Tripolitaine et qui est recoupé par le système du rift de Pantelleria (Reuther, 1985 ; Martinelli, 2019). Du point de vue géodynamique se succèdent un stade de pré-rift avant 21 Ma, concernant donc l'Oligocène de Malte (Dart et al., 1993), et un stade de syn-rift durant le Miocène (Illies, 1981 ; Pedley, 1990 ; Gardiner et al., 1995).

Les différents ensembles stratigraphiques définis et décrits précédemment (Fig. 1B) sont coupés et décalés par un double système de failles polyphasées très marquées dans la morphologie maltaise (Lorenz et Mascle, 1981 ; Reuther et Eisbacher, 1985).

2.1. La sédimentation oligocène

La sédimentation oligocène de Malte accompagne le fonctionnement d'une plate-forme carbonatée, connue sous le terme de Lower Coralline Limestone, et renferme des faciès construits à algues et/ou scléractiniaires. L'âge chattien (Oligocène supérieur) de cette plate-forme a d'abord été établi sur des bases biostratigraphiques (Pedley, 1976, 1978) et récemment appuyé par des arguments chronostratigraphiques variés (Gatt, 2012).

Bennett (1979) a interprété la série oligocène comme résultant d'une séquence carbonatée transgressive comme suit :

- la base connue de la plate-forme est représentée par des faciès mudstones à wakestones caractéristiques d'un environnement de "back-reef lagoonal mud-sand" ; cependant, comme aucun récif vrai n'a pu être mis en évidence à ce niveau, il est considéré qu'il s'agit d'une large plate-forme côtière de faibles profondeur et énergie ;

- l'unité suivante serait caractéristique d'un environnement de plate-forme ouverte avec 24 mètres de calcaires bioclastiques à algues corallinacées puis 5 mètres de calcaire bioclastique identique renfermant de plus des colonies coralliennes et des rhodolites ; ces faciès, dont la nature se rapprocherait d'un environnement encore de "backreef", correspondrait à un milieu de mer plus ouverte que précédemment ;

- des calcaires bioclastiques à larges stratifications obliques (26 m de puissance), déjà décrits par Davies (1976), correspondraient ensuite à un environnement de bordure de plate-forme ;

- la séquence oligocène se poursuit par des calcaires à grands foraminifères benthiques et oursins de type *Scutella*, bien représentés sur l'île de Gozo, considérés comme caractérisant un faciès de "foreslope".

Les travaux de Pedley (1975, 1978, 1987) et Pedley et al. (1976, 1978) ont amené également à distinguer plusieurs unités lithostratigraphiques. La base de la série de l'Oligocène supérieur (Maghlaq Member), composée de niveaux de mudstones correspondrait à un faciès de baie. A ces bancs subhorizontaux succèdent en conformité une formation à rhodolites (matrice packstone) à caractère peu profond qui renfermerait dans la partie supérieure une chaîne de patchs ou biohermes coralliens (Attard Member). Cette chaîne, orientée N-S, se serait mise en place sur le flanc oriental d'un bombement également orienté N-S appelé Rabat Axis. Une rampe carbonatée (Xlendli Member) montrant des stratifications obliques à grande échelle ferait ensuite la transition entre les récifs et des sédiments plus profonds, renfermant des foraminifères planctoniques, correspondant à une zone d'avant récif distale (Il Mara Member) distale. Les concepts de stratigraphie séquentielle appliqués au cas de la sédimentation oligocène ont amené à distinguer des associations de faciès séparés par des limites de séquences, au nombre de quatre (Gatt, 2005 ; Gatt et al., 2009), les associations I et IV pouvant renfermer des constructions coralliennes, ou au nombre de six (Gatt, 2012 ; Gatt et Gluyas 2012), l'association IV correspondant au calcaire corallien.

L'unité désignée sous l'appellation de Attard Member, renfermant des coraux, a été considérée comme représentant l'évolution d'une rampe carbonatée (Brandano et al., 2008, 2009a,b ; Brandano et al., 2010 ; Quaranta, 2012), la succession stratigraphique des unités sédimentaires étant le reflet de l'évolution d'une disposition faciologique spatiale modélisée par les auteurs. Cependant les caractéristiques et la signification de ce modèle, notamment en ce qui concerne les constructions coralliennes, ont été remises en cause par Gatt (2010, 2012). Ce sujet sera abordé plus loin dans la discussion.

3. Matériel et méthodes

3.1. Investigations sur le terrain

L'Oligocène supérieur (Lower Coralline Limestone) demeure peu favorable à l'échantillonnage de coraux dans les affleurements naturels de surface. Les efforts ont donc porté sur les dépôts oligocènes à caractère récifal directement observables au niveau de grandes carrières actuellement en activité ou de plus anciennes carrières permettant des observations de détail.

L'exploitation de carrières à proximité de la localité de Naxxar (Fig. 1B) entaillant les flancs du ravin de Wied il-Ghasel, nous a permis d'accéder à une coupe verticale d'environ 55 m d'épaisseur, montrant une présence corallienne quasi permanente (Fig.2). Un réseau de failles orientées N60/70 découpe les couches oligocènes en plusieurs panneaux avec un rejet d'une dizaine de mètres en moyenne. Ces affleurements riches en informations permettent ainsi de mieux caractériser dans le détail l'unité Attard Member de Pedley (1978) (= faciès de plate-forme ouverte de Bennett, 1979). Pour la plupart des niveaux comportant des colonies coralliennes nous avons ainsi établi un inventaire des espèces de scléractiniaires (Tab. 1) et des morphologies coloniales dominantes quand elles sont discernables. Les observations d'ordres paléontologique et sédimentologique ont été reportées sur la coupe synthétique. Les interprétations paléoenvironnementales proposées restent volontairement ouvertes en fonction des champs de possibilités indiquées par le contexte sédimentologique, les microfaciès et le contenu paléontologique (Fig. 2).

Des observations ont été également effectuées dans d'autres carrières situées dans la partie sud-ouest de Malte. Une coupe d'une cinquantaine de mètres (Fig. 3) a été levée depuis la faille de Ghar Lapsi jusqu'au sommet des falaises calcaires, au niveau du temple de Mnajdra, avec une partie entaillée par une ancienne carrière (Fig. 1B). Les coraux ont pu ainsi être resitués dans leur cadre sédimentaire global. Des récoltes indicatives et complémentaires ont été effectuées également dans de grandes carrières des environs de Tal Bajjada (Fig. 1B) où l'observation de détail par niveau n'est guère possible.

La majorité des spécimens recueillis se présente sous forme de moules internes, plus ou moins bien préservés, ce qui, parfois, ne facilite pas l'identification.

3.2. Bases systématiques d'étude des coraux

L'objectif de l'article étant d'estimer et d'intégrer au mieux la biodiversité corallienne dans son cadre sédimentologique et paléoenvironnemental, l'identification des espèces coralliennes

sur le terrain est un préalable indispensable. Des travaux récents (par exemple, Budd et al., 2012 ; Budd et Bosellini 2016 ; Budd et al., 2019) basés sur des critères multiples, aussi bien microstructuraux que génétiques, visent à réviser la systématique et la nomenclature des scléractinaires. Cependant, Mihaljević (2014, 2019) dans une étude sur des scléractiniaires d'âges oligocène et miocène, souligne les difficultés liées à la préservation des squelettes coralliens, et notamment en raison de l'altération générale des éléments microstructuraux, difficultés qui doivent nécessairement être prises en compte et deviennent une contrainte incontournable pour aborder la biodiversité corallienne *in situ*. Nous avons donc adopté l'option d'une utilisation d'un ensemble de caractères accessibles pour des décrire des morpho-espèces en suivant la systématique de Wells (1956), selon des principes déjà mis au point lors de plusieurs études précédentes (Chaix et Cahuzac, 2005 ; Chaix et Saint Martin, 2008 ; Chaix et al., 2015 ; Chaix et al., 2018). Les critères d'identification des coraux reposent classiquement sur la nature et les variations des éléments squelettiques. Les caractères génériques sont plutôt d'ordre qualitatif : caractère solitaire ou colonial du corail, squelette compact ou poreux, types d'éléments radiaires (septes, costo-septes, lames biseptales), de columelle (absente ou allure variée), d'ornementation septale (avec présence ou absence de pali), de muraille (présente ou absente, microstructure variée), existence et allure de l'endothèque et de l'exothèque. Les caractères spécifiques sont plus quantitatifs : diamètres et rapport des diamètres calicinaux, nombre d'éléments radiaires par calice (indiqué en cycles, par pure simplification), distance entre 2 centres calicinaux, nombre de septes par cm (pour les formes méandroïdes). Dans un cadre d'identification précise d'échantillons, les caractères squelettiques sont finalement plutôt fiables, y compris même parfois pour les coraux actuels.

Les taxa identifiés ont été confrontés aux bases de données GBIF (2019), WoRMS (2021) et Corallosphère. Dans quelques cas, les options taxonomiques retenues par ces bases de données sont éventuellement discutées au niveau des remarques dans la description des espèces coralliennes de l'Oligocène de Malte.

3.3. Origine et statut du matériel

Tous les coraux étudiés ici ont été récoltés *in situ* par les auteurs. Les échantillons sont déposés au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

4. Description systématique des scléractiniaires

Famille Astrocoeniidae Koby, 1889

Sous-famille Astrocoeniinae Koby, 1889

Genre ***Stylocoenia*** Milne-Edwards et Haime, 1848

Espèce-type : *Astrea emarciata* Lamarck, 1816

Genre de corail colonial, massif, hermatypique, cérioïde ; des colonnettes cannelées se développent à chaque angle des calices ; les éléments radiaires sont construits avec un nombre limité de trabécules. Septes dentés, columelle styliforme.

Stylocoenia emarciata (Lamarck, 1816)

(Fig. 4A, B)

1816. *Astrea emarciata* Lamarck, t. II, p. 266.

1857. *Stylocoenia emarciata* (Lamarck) - Milne-Edwards et Haime, t. II, p. 251.

1901. *Stylocoenia reussi* - Oppenheim, p. 222, pl. XIII (III), fig.9-9a.

1957. *Stylocoenia emarciata* (Lamarck) - Alloiteau, p. 58.

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar).

Description. Cette espèce possède tous les caractères du genre, dont elle est l'espèce-type. Cependant les exemplaires de Malte ne montrent pas clairement les colonnettes, érodées, mais dont on peut nettement voir les parties septales de base. Les calices développent 2 cycles de septes (soit au maximum 12) et le diamètre calicinal atteint 2,5mm. L'espèce *Stylocoenia reussi* Oppenheim, 1901, possédant les mêmes caractères, est considérée comme synonyme.

Comparaisons. L'espèce *Stylocoenia reussi* Oppenheim, 1901, possédant les mêmes caractères, est considérée comme synonyme. *Stylocoenia monocycla* d'Achiardi, 1866 ne développe qu'un seul cycle de septes, *S. carryensis* Chevalier, 1962 développe 2 cycles complets, mais les colonnettes sont peu développées et les calices ne font que 1,5 mm de diamètre.

Répartition stratigraphique et géographique. Eocène d'Europe (Milne-Edwards et Haime, 1857, Oppenheim 1901) ; Chattien de Malte (ce travail).

Stylocoenia microphthalma Reuss, 1868

(Fig. 4C, D)

1868. *Stylocoenia microphthalma* Reuss, p. 155, pl. 10, fig.3.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaison. Voisine de *S. emarciata*, *S. microphthalma* s'en distingue par un plus grand nombre de septes (3 cycles incomplets soit entre 12 et 24).

Répartition stratigraphique et géographique. Rupélien de Castelgomberto (Italie) (Reuss, 1868) ; Chattien de Malte (ce travail).

Famille Stylophoridae Verrill, 1866

Genre ***Stylophora*** Schweigger, 1820

Espèce-type : *Madrepora pistillaris* Esper, 1797 accepté comme *Stylophora pistillata* Esper, 1797 (type par désignation originale).

Genre colonial, branchu, hermatypique, plocoïde, développant de petits calices avec peu de septes et une columelle styliforme. Le coenosteum est fréquemment orné, mais cette ornementation se retrouve rarement chez les fossiles.

Stylophora affinis Duncan, 1863

(Fig. 5A, B)

1863. *Stylophora affinis* Duncan, p. 436, pl. XVI, fig.4.

1919. *Stylophora affinis* Duncan - Vaughan, p. 336.

1994. *Stylophora affinis* Duncan - Cahuzac et Chaix, p. 482, pl. I, fig. 1.

1996. *Stylophora affinis* Duncan - Cahuzac et Chaix, p. 112, 117, 119.

2009. *Stylophora affinis* Duncan - Cahuzac et Chaix, p. 33, pl. 3, fig. 1

2015. *Stylophora affinis* Duncan - Chaix et al., p. 370.

2015. *Stylophora affinis* Duncan – Flórez et al., p.3, fig. 2

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Description. Espèce typique de *Stylophora*, à petits calices de 0,9 mm de diamètre, dont les centres sont espacés de 1,8 mm au maximum. Les calices ne renferment que 6 septes principaux, et 6 presque invisibles du 2ème cycle. L'ornementation consiste en une faible ligne en relief entre les calices ; caractéristique de l'espèce, elle n'est pas toujours visible.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1994, 1996), du Vénézuela (Johnson et al., 2009) et de Malte (ce travail) ; Miocène des Antilles (Duncan, 1863 ; Vaughan, 1919), Colombie (Flórez et al., 2019), Panama (Johnson et Kirby, 2006), Vénézuela (Johnson et al., 2009) et France (Cahuzac et Chaix, 1996, 2009 ; Chaix et al., 2015) ; Pliocène des Etats-Unis, Amérique centrale et Antilles (Gill et al., 1987) ; Quaternaire des Antilles, Amérique centrale (Gill et al., 1987) et Soudan (Hamed, 2015).

Stylophora depauperata (Reuss, 1867)

(Fig. 5C, D)

1867. *Stylocoenia depauperata* Reuss, p. 166, pl. I, fig.1.

2005. *Stylophora depauperata* (Reuss) - Conesa et al., p. 36.

Matériel. 8 exemplaires (Naxxar).

Comparaison. Comme l'espèce précédente, c'est un *Stylophora* typique, et non un *Stylocoenia* : la disposition des calices est plocoïde, sans colonnettes intercalicinales. Elle se distingue de l'espèce précédente par la taille de ses calices qui peut atteindre 2 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) ; Oligo-Miocène de Java (Reuss, 1867) ; Miocène moyen et supérieur d'Australie (Conesa et al., 2005).

Stylophora microstyla Meneghini *in* d'Achiardi, 1868

(Fig. 5E, F)

1868. *Stylophora microstyla* Meneghini *in* d'Achiardi, p. 28, pl. I, fig. 13.

1973. *Stylophora microstyla* Meneghini *in litt*. d'Achiardi - Barta-Calmus, p. 183, pl. I, figs. 6-8, pl. II, fig. 8-9-14.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaisons. Toutes les espèces de *Stylophora* étant voisines d'aspect, seuls le nombre de septes et les dimensions calicinales peuvent les distinguer. L'espèce citée ici contient 2 cycles complets de septes (soit 12) inégaux ; le diamètre calicinal est de 1,25mm et la distance centre à centre 1,6 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Paléogène des Baléares (Ramos-Guerrero et al., 1990) ; Rupélien d'Italie (d'Achiardi, 1868, Barta-Calmus, 1973) ; Chattien de Malte (ce travail) ; Oligocène de Turquie (Islamoglu et al., 2010)

Stylophora ramulosa Matheron *in* Chevalier, 1956

1956. *Stylophora ramulosa* Matheron *in coll*. - Chevalier, p. 387, pl. II, fig.6.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaison. Par rapport aux espèces précédentes, cette espèce comporte 2 cycles complets de septes (12) de taille inégale. Le diamètre calicinal est de 1,5 mm et la distance centre à centre de 2 mm. Il n'a pas été trouvé d'exemplaires à mensurations intermédiaires entre les espèces signalées ici.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce rare et assez localisée : Rupélien de France (Chevalier, 1956) ; Chattien de Malte (ce travail).

Stylophora* cf. *silicensis Weisbord, 1973

(Fig. 5G, H)

1973. *Stylophora silicensis* Weisbord, p. 20, pl. 2, figs. 1-4.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar).

Comparaisons. Cette espèce est un peu plus massive que les autres. Elle possède 3 cycles incomplets de septes (soit entre 12 et 24) inégaux, seul le premier cycle joignant la columelle au centre ; le diamètre calicinal est de 1,1 mm. Elle ressemble également à *Stylocoenia microphtalma*, mais les caractères génériques sont différents.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) ; Oligo-Miocène (Chattahoochee Formation) des USA (Weisbord, 1973) ; Miocène du Brésil (Araújo Távora et al., 2010).

Famille Acroporidae Verrill, 1902

Genre ***Acropora*** Oken, 1815

Espèce-type : *Millepora muricata* Linné, 1758 ; Verrill, 1902 selon décision ICZN.

Genre actuellement très abondant de Scléractiniaire colonial récifal, dont les espèces sont pour l'essentiel branchues : le centre des branches est occupé par un polypiérite axial, de diamètre supérieur aux polypiérites latéraux qui en sont issus. Squelette poreux, columelle et côtes absentes ; septes assez peu nombreux (3 cycles complets au plus). Disposition des calices plocoïde, les calices étant surélevés ou non par rapport à la périthèque.

Acropora pachymorpha Chevalier, 1956

(Fig. 6A)

1956. *Acropora pachymorpha* Chevalier, p. 380, pl. I, fig.2.

1996. *Acropora pachymorpha* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 113, 119.

2009. *Acropora pachymorpha* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 39, pl. 3, fig. 6.

Matériel. 3 exemplaires (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Description. Cette espèce se distingue par sa base massive de laquelle croissent des parties plus branchues, à calices non exserts ou peu. La périthèque est quasiment compacte. Les calices, de diamètre 1,5 mm maximum, renferment 2 cycles incomplets de septes au maximum.

Répartition stratigraphique et géographique. Rupélien de France (Chevalier, 1956) ; Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1996) et de Malte (ce travail) ; Aquitanien de France

(Cahuzac et Chaix, 2009 et récoltes récentes) ; Burdigalien de France (Cahuzac et Chaix, 1996).

Genre ***Astreopora*** de Blainville, 1830

Espèce-type *Astrea myriophtalma* Lamarck, 1816

Genre d'Acroporidae à colonie massive, squelette perforé, à calices petits (souvent inférieurs à 1 mm), à columelle absente, contrairement à *Araeacis.* La disposition des calices est plocoïde.

Astreopora elegans Michelotti *in* Sismonda, 1871

1871. *Astraeopora elegans* Michelotti *in* Sismonda, p. 281, pl. IX, figs. 7-8.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Description. Ce corail, qui possède tous les caractères du genre (voir ci-dessus), se distingue des autres espèces car il possède 3 cycles complets bien développés de septes, et un diamètre calicinal de 2 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Rupélien supérieur d'Italie (Michelotti *in* Sismonda, 1871) et Chattien de Malte (ce travail).

Astreopora subcylindrica Matheron *in* Chevalier, 1962

1962. *Astreopora subcylindrica* Matheron *in* Chevalier, p. 503, pl. XXI, fig.8 et tf. 197b, 199.

1994. *Astreopora subcylindrica* Matheron - Cahuzac et Chaix, p. 483.

1996. *Astreopora subcylindrica* Matheron - Cahuzac et Chaix, p. 113.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaison. Par rapport à l'espèce précédente, celle-ci développe un seul cycle de septes (6) et son diamètre calicinal ne dépasse pas 1,8 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Chevalier, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1994, 1996) et de Malte (ce travail) ; Aquitanien de France (Chaix et Cahuzac, 2014 et recherches récentes).

Famille Stylinidae d'Orbigny, 1851

Sous-famille Cyathophorinae Vaughan et Wells, 1943

Genre ***Miophora*** Chevalier, 1963

Espèce-type *Miophora peyrerensis* Chevalier, 1963

Genre de corail colonial, récifal, à petites colonies globuleuses ; squelette compact, disposition plocoïde des calices ; ces derniers renferment des septes non dentés, sans columelle ni pali, ni côtes. Périthèque non ornée. Exothèque tabulaire, endothèque absente. Le genre *Miophora* fut créé par Chevalier (1962) qui le rangea dans les Cyathophorinae avec des arguments qui sont adoptés dans ce travail. Par rapport à *Astreopora,* le squelette ici est compact, ce qui constitue un caractère générique discriminant.

Miophora peyrerensis Chevalier, 1963

(Fig. 6 B,C)

1963. *Miophora peyrerensis* Chevalier, p.47, pl. II, fig. 4.

1994. *Miophora peyrerensis* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 482.

1996. *Miophora peyrerensis* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 112.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar), 2 exemplaires (Tal Bajjada).

Description. Cette espèce est l'espèce-type du genre, elle en possède donc tous les caractères ; par rapport aux autres espèces, celle-ci développe 3 cycles incomplets de septes, avec un diamètre calicinal maximal de 3,8 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Cette espèce semble localisée au Chattien : Chattien de France (Chevalier, 1963) et de Malte (ce travail).

Miophora naxxarensis nov. sp.

(Fig. 6 D,E)

Derivatio nominis : espèce décrite à Naxxar (Malte).

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaisons. Cette espèce, qui possède 3 cycles incomplets de septes comme la précédente, a des calices ne dépassant pas 2 mm de diamètre. Les autres caractères sont identiques : corail colonial, à petites colonies globuleuses ; squelette compact, disposition plocoïde des calices ; ces derniers renferment des septes non dentés, sans columelle ni pali, ni côtes. Périthèque non ornée. Exothèque tabulaire, endothèque absente.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail).

Famille Agariciidae Gray, 1847

Genre ***Leptoseris*** Milne-Edwards et Haime, 1849

Espèce-type *Leptoseris fragilis* Milne-Edwards et Haime, 1849

Genre colonial, récifal, de morphologie lamellaire, plus ou moins évasée, à disposition plocoïde des calices, reliés de manière thamnastérioïde. Columelle trabéculaire, endothèque absente. Quelques synapticules composés relient les septes.

Leptoseris walli Vaughan, 1926

(Fig. 7A)

1926. *Leptoseris walli* Vaughan, p. 28, pl. 6, figs. 2 et 2a.

1962. *Leptoseris* (?) *haouraensis* - Chevalier, p. 410, pl. XVIII, figs. 3, 7 et 10.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Description. De par sa colonie en entonnoir, ses lames thamnastérioïdes, ses calices bien séparés et sa columelle trabéculaire, cette espèce rentre dans le genre *Leptoseris*. Le nombre de septes contenu dans ses calices (jusqu'à 36) la fait rentrer dans *Leptoseris walli*.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce semblant couvrir un vaste domaine géographique et stratigraphique, mais assez rare partout : Chattien de Malte (ce travail) ; Burdigalien du Maroc (Chevalier, 1962a) ; Miocène inférieur des Antilles (Vaughan, 1926).

Famille Siderastraeidae Vaughan et Wells, 1943

Genre ***Siderofungia*** Reis, 1889

Espèce-type *Columnastraea bella* Reuss, 1869

Siderofungia se distingue de *Siderastrea* par la disposition thamnastérioïde des calices et l'absence de muraille.

Siderofungia morloti (Reuss, 1864)

(Fig. 7B)

1864. *Astraea Morloti* Reuss, p. 22, pl. 6, fig. 1.

1869 *Columnastrea bella* - Reuss, p. 243, pl. 21, figs. 5a-b.

1880. *Astraea Morloti,* Reuss - Duncan, p. 44, pl. 7, figs. 15-16.

1889 *Siderofungia bella* (Reuss) - Reis, p. 110, pl. 4, fig. 19.

1949. *Siderofungia andrusovi* - Alloiteau, p. 9, pl. 1, figs 2a-b, pl. 6, fig. 2.

1973 *Siderofungia bella* (Reuss) 1869 - Barta-Calmus, p. 512, pl. 55, figs 1, 2, 7

1975. *Siderastraea zelinskae* Kuzmicheva, sp. nov. - Kuzmicheva, p. 24, pl. 3, fig. 2.

1987. *Siderofungia zelinskae* (Kuzmicheva, 1975) - Kuzmicheva, p. 88, pl. 6, figs. 1-2, pl. 7, fig. 1.

2008. *Siderofungia morloti* (Reuss) - Baron-Szabo, p. 157, pl. 14, fig. 3.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Description. Cette espèce, thamnastérioïde avec tous les caractères de *Siderastrea*, est un *Siderofungia* typique. Bien que mal conservé, notre unique exemplaire montre clairement 4 cycles incomplets de septes, et un diamètre calicinal compris entre 3 et 5 mm. Il s'agit donc bien de l'espèce de Reuss.

Remarque. Signalons que la famille des Rhizangiidae d'Orbigny, 1851 est voisine des Siderastraeidae, elle s'en distingue notamment par la structure de la colonie (polypiérites solitaires reliés par des stolons) et par la microstructure septale (les septes des Rhizangiidae sont compacts).

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce connue du Crétacé au Cénozoïque (Reuss, 1864 ; Baron-Szabo, 2008, ce travail) : Crétacé supérieur de Jamaïque, Paléocène du Pakistan, Eocène d'Espagne, Slovaquie et Ukraine, Oligocène d'Allemagne, d'Italie, de Hongrie et de Slovénie, Chattien de Malte.

Famille Actinacididae Vaughan et Wells, 1943

Genre ***Actinacis*** d'Orbigny, 1849

Espèce-type *Actinacis martiniana* d'Orbigny, 1849

Genre de corail colonial massif, à squelette perforé, toujours plocoïde et à petits calices. Columelle trabéculaire. Une couronne de palis.

Actinacis rollei Reuss, 1864

(Fig. 7C)

1864. *Actinacis rollei* Reuss, p. 27, pl. 8, fig.6.

1995. *Actinacis rollei* Reuss - Bosellini et Russo, pl. 2, fig. 1-6, pl.3, fig. 1; texte-fig. 2, 3.

2002a *Actinacis rollei* Reuss - Schuster, p. 18-19.

2020. *Actinacis rollei* Reuss - Baron-Szabo et Sanders, p. 328, pl. 1, figs. 8-10.

Remarque. Pour une synonymie plus étendue, voir Bosellini et Russo (1995).

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Description. Les exemplaires de Malte correspondent en tous points à l'espèce de Reuss : colonie massive, plocoïde, 3 cycles incomplets de septes, et diamètre calicinal pouvant atteindre 1,6 mm. Les palis sont visibles.

Répartition stratigraphique et géographique. Cette espèce a une très vaste répartition à l'Eocène et à l'Oligocène (pour plus de détail, voir Bosellini et Russo, 1995 et Baron-Szabo et Sanders, 2020). Pour le Chattien, elle est présente en Italie (d'Achiardi, 1868 ; Michelotti,

1871 ; de Angelis, 1894 ;Pfister, 1985 ; Fravega et al., 1987 ; Bosellini et Russo, 1992), en Lybie (Hladil et al., 1992) et à Malte (ce travail).

Famille Poritidae Gray, 1842

Genre ***Porites*** Link, 1807

Espèce-type *Madrepora porites* Pallas, 1766

Genre colonial, récifal, à squelette très poreux, cérioïde, à tout petits calices (1 à 2 mm de diamètre en général), columelle réduite à quelques papilles entourées ou non d'une couronne de pali ; muraille très poreuse parfois peu visible en surface ; lorsque l'érosion est plus forte, toute structure calicinale devient indiscernable. Il est à noter que nombre de septes n'est pas un caractère générique, mais spécifique.

Porites collegniana Michelin, 1842

(Fig. 8A)

1842. *Porites collegniana* Michelin, p. 65, pl. 13, fig. 9.

1962. *Porites collegniana* Michelin - Chevalier, p. 448, Pl. XX, fig.2, Pl. XXVI, fig.1-3, tf. 165,166 et 171 b ; l'essentiel de la synonymie y est indiqué.

1996. *Porites collegniana* Michelin - Cahuzac et Chaix, p. 113, 117, 119, 121

2008. *Porites collegniana* Michelin - Chaix et Saint Martin, p. 198, fig. 5B.

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar), 4 exemplaires (Tal Bajjada).

Description. Espèce bien décrite dans Chaix et Saint Martin (2008), elle se distingue des autres espèces par son nombre de septes (entre 12 et 24) et par son diamètre calicinal (jusqu'à 2 mm). Elle est très commune dans tout l'Oligo-Miocène récifal atlanto-méditerranéen, et présente également en Asie (études en cours). La sous-espèce branchue n'existe que dans le Miocène supérieur de Méditerranée.

Répartition stratigraphique et géographique. Bien détaillée dans Chaix et Saint Martin (2008) : Chattien de France (Chevalier, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1996) et Malte (ce travail) ; Aquitanien de France, Portugal et Grèce ; Burdigalien de France, Espagne, Algérie ; Miocène moyen de France, Italie, Hongrie, Egypte ; Tortonien de Crète ; Messinien d'Algérie, Maroc, Crète.

Porites micrantha Reuss, 1869

(Fig. 8B)

1846- Non *Porites lobata* Dana, p.562, pl. 55, fig. 1.

1864. *Litharaea lobata* Reuss, p. 28, pl. 8, fig. 9.

1869. *Porites micrantha* Reuss, p. 251, pl. 26, fig.4.

1956. *Porites oligocenica* Chevalier, p. 400, pl. II, fig.4 (*sic*).

1956. *Porites matheroni* Chevalier, p. 402, pl. II, fig.2.

1956. *Porites matheroni* var. *major* Chevalier, p. 402, pl. II, fig.4 (*sic*).

1996. *Porites matheroni* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 113

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Comparaison. Par rapport à *Porites collegniana*, cette espèce possède un plus grand calice (3 mm de diamètre, pour 2 seulement chez *P. collegniana*). Les autres caractères sont identiques. Par ailleurs, les 3 taxons créés par Chevalier (1956) dans le Rupélien de Gaas (*oligocenica, matheroni et matheroni major*) possèdent les mêmes caractères que l'espèce de Reuss (1869), du Rupélien de Crosara. L'espèce *Litharaea lobata* du Rupélien de Slovénie est également identique. Toutes ces espèces possèdent environ 24 septes, parfois un peu plus, et un diamètre calicinal pouvant atteindre 3 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Forme essentiellement oligocène, de France (Chevalier, 1956 ; Cahuzac et Chaix, 1996) ; d'Italie (Reuss, 1869) ; de Malte (ce travail) et de Slovénie (Reuss, 1864).

Genre ***Goniopora*** de Blainville, 1830

Espèce-type *Goniopora pedunculata* Quoy et Gaimard, 1833

Genre voisin de *Porites*, mais subplocoïde et possédant toujours des calices beaucoup plus grands. Les autres caractères sont très proches de ceux de *Porites*. Le genre *Litharaea* de Blainville, 1830 est parfois suggéré pour remplacer *Goniopora*. Il faut signaler que ce genre est un synonyme partiel et postérieur (Milne-Edwards et Haime, 1857) non valide. Il est de plus décrit comme cérioïde, alors que *Goniopora* est subplocoïde.

Goniopora raulini (Milne-Edwards et Haime, 1851)

(Fig. 8C)

1851. *Rhodaraea raulini* Milne-Edwards et Haime, p. 145.

1994. *Goniopora raulini* (Milne-Edwards et Haime) - Cahuzac et Chaix, p. 483.

1996. *Goniopora raulini* (Milne-Edwards et Haime, 1851) - Cahuzac et Chaix, p. 113, 119.

Matériel. 4 exemplaires (Tal Bajjada).

Description. Forme massive, plocoïde, à squelette perforé et gros calices (environ 6 mm), pali peu visibles car nous avons affaire à des moules internes ; columelle trabéculaire.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Milne-Edwards et Haime, 1851 ; Cahuzac et Chaix, 1994, 1996) et de Malte (ce travail) ; Aquitanien de France (Chaix et Cahuzac, 2014 et recherches récentes) ; Burdigalien de France (Cahuzac et Chaix, 1996).

Genre ***Alveopora*** de Blainville, 1830

Espèce-type *Madrepora daedalea* Forskal, 1775

Squelette très fin, très poreux et très peu dense, cérioïde. Les éléments radiaires sont réduits à des épines plus ou moins faciles à dénombrer. Genre à croissance très rapide. Selon Worms, (2021), ce genre est classé parmi les Acroporidae. Cette position est à revoir car la structure squelettique est très différente. D'autre part, le coenosteum est notoirement développé chez les Acroporidae.

Alveopora elegans (Leymerie, 1846)

(Fig. 8D, E)

1846. *Porites elegans* Leymerie, p. 358, pl. 13, fig.1.

1847. *Alveopora elegans* (Leymerie, 1846) - Michelin, p. 276, pl. 63, figs. 5 a-b.

1994. *Alveopora elegans* (Leymerie) - Cahuzac et Chaix, p. 483, pl. 3, figs. 2-3.

1996. *Alveopora elegans* (Leymerie, 1846) - Cahuzac et Chaix, p. 113.

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar).

Description. Cette espèce possède tous les caractères du genre *Alveopora* décrits ci-dessus. Par rapport aux autres espèces, ce taxon développe trois cycles incomplets d'épines septales, pour un diamètre calicinal de 2 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Eocène de France (Leymerie, 1846) ; Rupélien de France (études personnelles non publiées) ; Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1994, 1996) et de Malte (ce travail).

Alveopora polyacantha Reuss, 1867

(Fig. 8F, G)

1867. *Alveopora polyacantha* Reuss, p. 178, pl. III, fig. 6.

1927. *Alveopora polyacantha* Reuss, 1867 - Felix, p. 168

1946. *Alveopora polyacantha* Reuss, 1867 - Umbgrove, p. 540, pl. 80, fig. 3, pl. 82, fig.1.

1954. *Alveopora polyacantha* Reuss, 1867 - Wells, p. 614, pl. 224, fig. 3.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar).

Comparaison. Cette espèce est voisine de la précédente, cependant ses calices ne mesurent jamais plus d'1,5 mm. C'est ici la première identification de cette espèce au Chattien.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) – Miocène à Pliocène de la zone indo-pacifique (Reuss, 1867, Umbgrove, 1946, Wells, 1954).

Remarque. La série-type comporte des colonies branchues. Ce n'est pas un caractère générique, ni spécifique**.**

Famille Montlivaltiidae Dietrich, 1926

Sous-famille Montlivaltiinae Dietrich, 1926

Genre ***Nerthastraea*** Chevalier, 1962

Espèce-type *Nerthastraea orbignyi* Chevalier, 1962)

Genre colonial bien défini par Chevalier (1962, p. 129).

Nerthastraea maltensis nov. sp.

(Fig. 9A, B)

Derivatio nominis. Espèce décrite dans plusieurs sites de Malte.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar), 6 exemplaires (Tal Bajjada).

Description. Espèce possédant tous les caractères de *Nerthastraea* : colonie plocoïde, muraille et columelle absentes, squelette compact. Bord distal constitué de dents égales et arrondies ; carènes sur les faces latérales. Endothèque vésiculeuse. Le diamètre calicinal peut atteindre 5 mm. C'est la seule espèce du genre à développer seulement 3 cycles complets d'éléments radiaires.

Comparaisons. *Nerthastraea orbignyi* Chevalier, 1961 développe 4 cycles complets, tandis que *N. maltensis* n'en développe que 3 complets.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte.

Remarque. La famille des Montliivaltiidae est parfois considérée comme éteinte depuis le Crétacé moyen. Cependant cette famille est en fait représentée jusqu'à l'Eocène (sous-famille Placosmiliinae Alloiteau, 1952). Nous étendons donc la durée de la famille jusqu'au Chattien.

Famille Merulinidae Gregory, 1900

Remarque. Les récents travaux de Budd et al. (2012) concernant le vaste ensemble des Faviina et portant sur des coraux actuels ont permis d'étudier la variabilité des différents

caractères macro- et microscopiques. Ce travail très exhaustif amène à modifier toute la systématique du sous-ordre des Faviina. Le présent travail intègre cette nouvelle conception. Cependant, malheureusement, certains caractères microscopiques ne sont que rarement conservés chez les coraux fossiles, il est souvent délicat voire impossible d'utiliser à bon escient les caractères discriminants nouvellement instaurés. Dans ces conditions il peut être préférable de suivre, au moins dans certains cas, la systématique classique des scléractiniaires, qui conviendrait au mieux à la description des taxons fossiles, dont les caractères macroscopiques sont les manifestations directes de la microstructure.

Genre ***Caulastraea*** Dana, 1846

Espèce-type *Caulastraea furcata* Dana, 1846

Genre colonial, phacéloïde, récifal, à squelette compact et columelle faible.

Caulastraea retiformans (Kühn, 1933)

(Fig. 9C, D)

1933. *Rhabdophyllia retiformans* Kühn, p. 191, tf. 3.

1963. *Caulastraea tournoueri* Matheron *in coll*. - Chevalier, p. 48, pl. I, fig. 6.

1994. *Caulastraea tournoueri* Matheron *in* Chevalier, 1963 - Cahuzac et Chaix, p. 482.

1996. *Caulastraea tournoueri* Matheron *in coll*. - Cahuzac et Chaix, p. 112.

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar).

Description. Ce corail possède tous les caractères de *Caulastraea* : colonie phacéloïde, columelle faible, pali absents, calices monocentriques. Cette espèce se distingue de toutes les autres par ses 5 cycles incomplets d'éléments radiaires et son diamètre calicinal compris entre 10 et 18 mm. Ce genre est rentré depuis peu dans les Merulinidae (Budd et al., 2012). Il est à remarquer qu'il s'en distingue cependant par de nombreux caractères, notamment par des costo-septes non épineux, et un bourgeonnement extra-calicinal d'apparence extra-calicinale, qui sont des caractères de Faviidae.

Comparaisons. Parmi les espèces voisines, *C. pseudoflabellum* (Catullo, 1852) développe 4 cycles incomplets de septes, alors que *retiformans* développe 5 cycles incomplets. Les autres espèces ont des nombres de septes très différents.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Chevalier, 1963 ; Cahuzac et Chaix, 1994, 1996) et de Malte (ce travail), Miocène inférieur d'Iran (Kühn, 1933).

Genre ***Favites*** Link, 1807

Espèce-type *Madrepora abdita* Ellis et Solander, 1786

Genre colonial, récifal, à squelette compact, très commun ; colonie cérioïde, à columelle trabéculaire plus ou moins développée ; endothèque abondante, vésiculeuse. Le rattachement à la famille des Faviidae serait également envisageable pour les genres fossiles, notamment par leur dentition septale et leur morphologie coloniale.

Favites neglecta (Michelotti *in* d'Achiardi, 1868)

(Fig. 10A)

1868. *Aphastraea ? neglecta* Michelotti *in* d'Achiardi, p. 13, pl. I, fig. 10 et 11.

1962. *Favites neglecta* (Michelotti) - Chevalier, p. 138, pl. X, fig. 2, pl. XVII, fig. 16, tf. 45 a-b.

1996. *Favites neglecta* (Michelotti) - Cahuzac et Chaix, p. 112, 117, 119

2015. *Favites neglecta* (Michelotti) - Chaix et al., p. 372, figs. 3 E-F.

2018. *Favites neglecta* (Michelotti) - Chaix et al., p. 330, fig. 5D.

Matériel. 5 exemplaires (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Description. Forme typique de *Favites* : colonial, squelette compact, cérioïde, columelle trabéculaire. Sur la figure, l'exemplaire semble plocoïde mais c'est un moule interne ; un moulage à la plastiline montre bien l'aspect cérioïde de la colonie. Elle développe 4 cycles incomplets de septes, et le calice peut atteindre 13 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce connue de l'Oligocène au Miocène moyen d'Atlantique, Paratéthys et Méditerranée (Chevalier, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1996 ; Chaix et al., 2018).

Favites* cf. *neglecta minor Chevalier, 1962

Un exemplaire de *Favites*, trouvé dans le Chattien de Ghar Lapsi, présente certains caractères de la sous-espèce créée par Chevalier. Mais l'identification reste cependant sous réserve.

Favites detecta (Michelotti *in* Sismonda, 1871)

(Fig. 10 B)

1871. *Septastraea detecta* Michelotti *in* Sismonda, p. 314, pl. VIII, fig. 6.

1996. *Favites detecta* (Michelotti *in* Sismonda, 1871) - Cahuzac et Chaix, p. 112.

2001. *Favites detecta* (Michelotti *in* Sismonda, 1871) - Chaix et Cahuzac, p. 12, pl. I, fig. 2.

2015. *Favites detecta* (Michelotti *in* Sismonda, 1871) - Chaix et al., p. 372, fig. 4A.

2018. *Favites detecta* (Michelotti *in* Sismonda, 1871) - Chaix et al., p. 332, fig. 5 E.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar).

Comparaisons. Cette espèce est voisine de la précédente, mais son calice ne dépasse jamais 10 mm de largeur. *F. parvula* (Michelotti, 1871) développe 4 cycles incomplets mais les calices ne font que 3 mm. *F. borsoni* (Sismonda, 1871) est très voisin du précédent mais les calices font 5 mm. *F. neugeboreni* (Reuss, 1871) développe des calices de 8,5 mm. Les autres espèces du Chattien ont des mensurations très différentes.

Répartition stratigraphique et géographique. La même que *F. neglecta*.

Favites gajensis (Duncan, 1880)

(Fig. 10C)

1880. *Prionastraea gajensis* Duncan, p. 94, pl. XXII, fig.3.

Matériel. 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Comparaisons. Espèce très particulière, à caractères nets de *Favites*, mais développant 5 cycles incomplets de septes (environ 90) et des calices de 30 mm de largeur.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce rare, très facile à identifier, avec de grandes incertitudes sur sa répartition : Chattien de Malte (ce travail) ; Miocène moyen du Pakistan (Duncan, 1880).

Favites neuvillei Chevalier, 1962

(Fig. 10D, E)

1962. *Favites neuvillei* Chevalier, p. 142, pl. X, fig. 5 et tf 45 e.

1996. *Favites neuvillei* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 117.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Comparaisons. Espèce typique de *Favites* qui se distingue de *neglecta* et *detecta* (même nombre de septes) par un calice atteignant 20 mm de largeur.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce rare dans l'état actuel des connaissances. Chattien de Naxxar (ce travail) ; Aquitanien de France (Chevalier, 1962 ; Chaix et Cahuzac, 2014).

Favites densisepta Chevalier, 1962

(Fig. 10 F)

1962. *Favites densisepta* Chevalier, p. 143, pl. III, fig. 14.

Matériel. 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Comparaisons. Cette espèce se distingue facilement des autres par ses 5 cycles d'éléments radiaires et son calice atteignant 9 mm. Sur le cliché, la morphologie semble plocoïde. Il n'en est rien : un moulage à la plastiline révèle que c'est bien une forme cérioïde.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce également rare, avec de grandes incertitudes dans sa répartition : Chattien de Malte (ce travail) ; Burdigalien de France (récoltes personnelles non publiées) ; Miocène moyen d'Italie (Chevalier, 1962).

Sous-famille Heliastraeinae Alloiteau, 1952

Genre ***Heliastraea*** Milne-Edwards et Haime, 1857

Genre récifal à squelette compact, plocoïde. Costo-septes dentés, columelle spongieuse. *Heliastraea* est actuellement un genre non accepté (voir bases GBIF, WoRMS et Corallosphere) mis en synonymie avec *Dipsastraea* Blainville, 1830. Le genre *Dipsastraea* est un synonyme postérieur de *Favia* et ne peut donc s'appliquer à *Favites* De plus, pour des raisons pratiques, *Heliastraea* et ses sous-genres sont utilisés dans ce travail car aucun autre genre ne convient en fait pour décrire les exemplaires du Chattien de Malte. Le genre *Montastrea*, très mal décrit et à série-type très hétéroclite, est un *nomen nudum* (Chevalier, 1954).

Sous-genre ***Heliastraeopsis*** Chevalier, 1954

Espèce-type *Heliastraeopsis alloiteaui* Chevalier, 1954

Se distingue du sous-genre *Heliastraea* par la présence, parfois discrète, de pali autour de la columelle.

Heliastraea (Heliastraeopsis) solenastroides Chevalier, 1954

1954. *Heliastraea (Heliastraeopsis) solenastroides* Chevalier, p. 149, pl. I, fig. 6.

1962. *Heliastrea (Heliastraea) solenastroides* Chevalier - Chevalier, p. 180.

1996. *Heliastrea (Heliastraea) solenastroides* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 119.

2018. *Heliastraea (Aquitanastraea) solenastroides* (Chevalier, 1954) - Chaix et al., p. 333, fig. 6D.

Matériel. 2 exemplaires (Tal Bajjada).

Comparaisons. En fonction de la bonne conservation ou non des pali (caractère non discriminant), cette espèce est placée par les auteurs dans l'un ou l'autre des sous-genres d'*Heliastraea*. Ici les palis sont bien conservés. Cette espèce se distingue des autres *Heliastreopsis* par ses 3 cycles incomplets de septes, et son diamètre calicinal de 8 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) ; Burdigalien de France (Chevalier, 1954, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1996) ; Badénien de Roumanie (Chaix et al., 2018).

Sous-genre ***Aquitanastraea*** Chevalier, 1962

Espèce-type *Aquitanastraea piveteaui* Chevalier, 1954

Sous-genre caractérisé par la présence de nombreux et fins piliers verticaux entre les dissépiments de l'exothèque.

Heliastraea (Aquitanastraea) pruvosti Chevalier, 1954

(Fig. 11A, B)

1954. *Aquitanastraea pruvosti* Chevalier, p. 143, pl. IV, fig. 3.

1962. *Heliastraea (Aquitanastraea) pruvosti* Chevalier - Chevalier, p.186.

1996. *Heliastraea (Aquitanastraea) pruvosti* Chevalier - Cahuzac et Chaix, p. 112, 117, 119.

2014. *Heliastraea (Aquitanastraea) pruvosti* Chevalier, 1954 - Chaix et Cahuzac, p. 220, fig. 167C.

Matériel. 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Comparaisons. Comme indiqué ci-dessus, cette espèce possède de nombreux piliers joignant les dissépiments de l'exothèque. Par ailleurs le nombre de septes (4 cycles incomplets) et le diamètre calicinal (7 mm) la distinguent nettement des espèces voisines.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1996) et Malte (ce travail) ; Aquitanien de France (Chevalier, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1996 ; Chaix et Cahuzac, 2014) ; Burdigalien de France (Chevalier, 1954 ; Chevalier, 1962 ; Cahuzac et Chaix, 1996) ; Miocène moyen d'Italie, Grèce (Chevalier, 1962).

Genre ***Antiguastraea*** Vaughan, 1919

Espèce-type *Astrea cellulosa* Duncan, 1863

Genre de Merulinidae colonial caractérisé par ses petits calices circulaires (forme plocoïde), sa columelle lamellaire et ses dissépiments endo- et exothécaux très abondants,

contrairement à *Tarbellastraea* où endothèque et exothèque sont tabulaires et peu abondantes. Budd et al. (1996) ont souligné les différences entre ces 2 genres (p. 517) et nous souscrivons à cette analyse. Il est à rappeler que la microstructure des exemplaires de la série-type est fort mal conservée.

Antiguastraea alveolaris (Catullo, 1856)

(Fig. 11C)

1856. *Astrea alveolaris* Catullo, p. 54, Pl.11, fig.1.

1868. *Phyllangia alveolaris* (Catullo, 1856) - d'Achiardi, p. 20.

1919. *Antiguastraea alveolaris* (Catullo, 1856) - Vaughan, p. 409.

1996. *Antiguastraea alveolaris* (Catullo, 1856) - Cahuzac et Chaix, p. 112, 117, 119, 121.

2001. *Antiguastraea alveolaris* (Catullo, 1856) - Chaix et Cahuzac, p. 12, pl. I, fig. 4.

2009. *Antiguastraea alveolaris* (Catullo, 1856) - Cahuzac et Chaix, p. 40, pl. 4, figs. 8a-b.

Matériel. 4 exemplaires (Naxxar).

Description. Cette espèce possède toutes les caractéristiques du genre ; comme les espèces voisines, elle a été confondue avec des espèces du genre *Tarbellastraea.* Pourtant, ses exothèque et endothèque très abondantes suffisent à l'en dissocier facilement Ses 4 cycles incomplets de costo-septes et son diamètre calicinal de 2,5 mm la distinguent aisément des espèces voisines.

Remarque. Il est à noter que Pfister (1977, 1980) considère *Antiguastraea alveolaris* comme synonyme de *Antiguastrea lucasiana* (Defrance 1826). Cette option n'a pas été retenue par la suite (voir Cahuzac et Chaix, 1996, 2009 ; Chaix et Cahuzac, 2005). De même, Worms (2021) retient *Antiguastraea alveolaris* en tant qu'espèce valide.

Répartition stratigraphique et géographique. Rupélien et Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1996 ; Chaix et Cahuzac, 2001), Italie (Catullo, 1856 ; d'Achiardi, 1868 ; Reuss, 1874 ; Fabiani, 1915), Malte (ce travail) ; Aquitanien de France (Cahuzac et Chaix, 1996, 2009) ; Burdigalien de France (Cahuzac et Chaix, 1996) ; Langhien de France (Cahuzac et Chaix, 1996 ; Chaix et Cahuzac, 2005).

Genre ***Tarbellastraea*** Alloiteau, 1952

Espèce-type *Astrea ellisiana* Defrance, 1826)

Description. Genre colonial voisin d'*Antiguastraea*, il s'en distingue par des endothèque et exothèque peu abondantes, et plutôt tabulaires. Les autres caractères sont identiques.

Tarbellastraea anomala (Michelotti *in* Sismonda, 1871)

(Fig. 11D)

1871. *Leptastraea anomala* Michelotti *in* Sismonda, p. 306, pl. VIII, fig. 7.

1937. *Orbicella anomala* - Zuffardi-Commerci, p. 277, pl. XXIV, fig. 4.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar) et 1 exemplaire (Ghar Lapsi).

Description. Cette espèce possède tous les caractères de *Tarbellastraea* : colonie plocoïde à petits calices, columelle lamellaire, exothèque et endothèque tabulaires et peu abondantes. Se distingue des autres espèces (voir Budd et al., 1996) par ses calices plus grands (diamètre 5,5 mm).

Répartition stratigraphique et géographique. Rupélien d'Italie (Michelotti in Sismonda, 1871) ; Chattien de Malte (ce travail) ; Miocène d'Italie (de Angelis d'Ossat, 1894) et de Somalie (Zuffardi-Commerci, 1937).

Remarque. Une colonie de *Tarbellastraea,* non identifiable spécifiquement, a été récoltée à Tal Bajjada.

Genre ***Phyllocoeniella*** Felix, 1926

Espèce-type *Phyllocoenia archiaci* Abich, 1857

Genre très voisin des deux précédents, mais dont la columelle est génétiquement totalement absente.

Phyllocoeniella eggenburgensis (Chevalier et Nascimento, 1975)

(Fig. 11 E)

1925. Non *Orbicella eggenburgensis* Kühn, p. 5, pl. 1, fig. 1-2.

1975. *Tarbellastraea eggenburgensis* (Kühn), Chevalier et Nascimento, p. 264, pl. VI, figs. 1-2.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Remarque. Cette espèce, apparemment rare, ne correspond pas à *Orbicella eggenburgensis* Kühn, qui possède une columelle lamellaire bien développée. Chevalier et Nascimento (1975) ont considéré que ses caractéristiques correspondent plutôt à celles du genre *Tarbellastraea*. Cependant, les exemplaires de Chevalier, comme les nôtres, n'ont aucune columelle, ils rentrent donc en fait dans le genre *Phyllocoeniella,* plus fréquent en Europe de l'Est et rare à l'Ouest. Dans ce genre l'endothèque est moins développée que l'exothèque, les deux sont vésiculeuses. Dans cette espèce, on dénombre 3 cycles complets de septes ou un peu plus, et le diamètre calicinal avoisine 3 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) ; Aquitanien du Portugal (Chevalier et Nascimento, 1975).

Famille Rhizangiidae d'Orbigny 1851

Genre ***Reussangia*** Wells, 1937

Espèce-type *Stylangia elegans* Reuss, 1874

Genre plocoïde, voisin de *Cladangia* (à forte columelle papilleuse), mais ici la columelle se compose d'une seule papille. Le genre a été récemment replacé dans la famille des Rhizangiidae (Löser, 2021). Il est à noter que les 3 familles Astrangiidae, Siderastraeidae et Rhizangiidae sont très différentes et demanderaient à être bien séparées : les Astrangiidae ont un squelette compact, Siderastraeidae et Rhizangiiidae sont plus ou moins poreux, le squelette des Rhizangiidae est plus ou moins lamelllaire, et les Siderastraeidae développent de fortes colonies massives.

***Reussangia* sp.**

(Fig. 12A)

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar).

Description. Cet exemplaire possède les caractères de *Reussangia* mais ne peut être identifié spécifiquement.

Remarque. Quelques exemplaires de forme méandroïde ont été récoltés, malheureusement ils ne peuvent être identifiés ni spécifiquement, ni génériquement.

Famille Mussidae Ortmann, 1890

Genre ***Acanthophyllia*** Wells, 1937

Espèce-type *Caryophyllia deshayesiana* Michelin, 1850

Mussidae solitaire à fort squelette très épineux et columelle spongieuse. Forme libre ou fixée. Muraille parathécale peu développée. Par ailleurs, ce genre diffère de *Cynarina* Brüggemann, 1877 qui possède une couronne de palis très développés (cf. Veron, 2000, p. 82).

Remarque. La famille des Lobophylliidae ayant été mal définie au départ, nous maintenons *Acanthophyllia* dans les Mussidae, dont il posssède tous les caractères.

Acanthophyllia* cf. *japheti (Michelin, 1841)

1841. *Turbinolia japheti* Michelin, p. 33, pl. 8, fig. 5.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar).

Description. Cette espèce semble rare et son holotype n'a été retrouvé qu'il y a quelques années (Collections de Paléontologie, MNHN). Elle possède tous les caractères d'*Acanthophyllia* et ne rentre donc pas dans le genre *Turbinolia*. Elle développe 5 cycles incomplets de costo-septes fortement dentés, et possède un rapport D/H très voisin de 1.

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail) ; Miocène moyen d'Italie (Michelin, 1841).

***Acanthophyllia* sp.**

Un autre exemplaire du même genre, différent du précédent par un nombre de septes différent mais non comptabilisable, donc non identifiable spécifiquement, a été récolté également à Naxxar.

Genre ***Lithophyllia*** Milne-Edwards et Haime, 1857

Espèce-type *Madrepora lacera* Pallas, 1766

Genre de Mussidae solitaire de morphologie discoïde à cylindroïde, libre ou fixé. Les autres caractères sont ceux de la famille. Il est à remarquer que *Scolymia* Haime, 1952, fréquemment présenté comme synonyme antérieur de *Lithophyllia* (Budd et al., 2019) est un *nomen nudum*. Dans sa proposition du genre *Scolymia*, Haime in Bellardi (1852) avait indiqué simplement dans une note infra-paginale (p. 279) qu'il serait bon de remplacer le nom de *Caryophyllia* par celui de *Scolymia* adopté pour les collections de Lyon. En fait le genre *Caryophyllia* est un genre à conserver, mais appartenant à une toute autre famille admise depuis par une majorité d'auteurs. La dénomination de *Scolymia* devrait finalement disparaitre de la nomenclature au profit de *Lithophyllia*, seul genre bien défini permettant d'identifier ce taxon. La famille des Lobophylliidae Milne-Edwards et Haime étant fort mal définie, nous conserverons *Lithophyllia* dans les Mussidae, dont il a tous les caractères.

Lithophyllia detrita (Michelin, 1841)

1841. *Anthophyllum detritum* Michelin, p. 48, pl. X, fig. 1.

1871. *Montlivaultia patula* Michelotti *in* Sismonda, p. 338, pl. VII, figs. 4-4a.

1962. *Lithophyllia patula* (Sismonda) - Chevalier, p. 278, tf. 100 b.

1973. *Lithophyllia detrita* (Michelin, 1841) - Barta-Calmus, p. 320, pl. XXVI, figs. 10 à 12.

1996. *Lithophyllia detrita* (Michelin, 1841) - Cahuzac et Chaix, p. 112, 121.

1996. *Lithophyllia patula* (Sismonda) - Cahuzac et Chaix, p. 112, 117, 119.

2001. *Lithophyllia detrita* (Michelin, 1841) - Chaix et Cahuzac, p. 15, pl. II, fig. 2.

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar), 3 exemplaires (Ghar Dorf, île de Gozo).

Description. Cette espèce présente tout à fait les caractères des *Lithophyllia*. Elle est subdiscoïde, avec un squelette à fortes dents costo-septales, et une columelle spongieuse. Elle se distingue des autres espèces par ses 5 cycles incomplets de septes, et un diamètre calicinal de 35 mm maximum. *Lithophyllia patula* possédant les mêmes caractères, n'est qu'un synonyme postérieur de *Lithophyllia detrita.*

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de France (Cahuzac et Chaix, 1996 ; Chaix et Cahuzac, 2001) et de Malte (ce travail) ; Rupélien d'Italie (Barta-Calmus, 1973) ; Aquitanien et Burdigalien de France (Cahuzac et Chaix, 1996) ; Miocène moyen de France (Cahuzac et Chaix, 1996) et d'Italie (Michelin, 1841, Chevalier, 1962).

Remarque. 1 exemplaire de corail solitaire présentant certains caractères de *Cyclomussa* (subdiscoïde, libre, costo-septes très exserts) a été récolté à Tal Bajjada. On ne peut l'identifier plus précisément.

Famille-Euphylliidae Milne-Edwards et Haime, 1857

Genre ***Euphyllia*** Dana, 1846

Espèce-type *Caryophyllia glabrescens* Chamisso et Eysenhardt, 1821

Ce genre colonial et récifal est phacéloïde, ou phacélo-flabelloïde, sans aucune ornementation septo-costale et sans columelle ; séries libres latéralement. Ce genre était rangé dans la famille des Caryophylliidae et est maintenant intégré à la famille des Euphylliidae. Notons toutefois que le genre *Euphyllia* était un taxon de la sous-famille des Eusmiliinae, qui ne se distingue des Caryophylliinae que par leur morphologie coloniale. Les Eusmiliinae ont ainsi été élevés au rang de famille (Milne-Edwards et Haime, 1857).

Euphyllia fasciculata (Reuss, 1864)

(Fig. 12B, C)

1864. *Calamophyllia fasciculata* Reuss, p. 15, pl. 2, figs. 13-14 ; pl. 3, fig.1.

Matériel. 2 exemplaires de Naxxar.

Description. Espèce possédant toutes les caractéristiques du genre ; l'attribution de cette espèce à *Calamophyllia* relève d'une confusion due à la convergence morphologique entre les 2 genres. D'ailleurs la plupart des coraux cénozoïques identifiés en *Calamophyllia* devront

être reclassés. Cette espèce se distingue des autres par l'absence de séries calicinales, et 4 cycles complets de septes développés.

Répartition stratigraphique et géographique. Espèce peu récoltée, avec un grand hiatus géographique entre les 2 localités connues : Rupélien de Slovénie (Reuss, 1864) ; Chattien de Malte (ce travail).

Genre ***Gyrosmilia*** Milne-Edwards et Haime, 1851

Espèce-type *Manicina interrupta* (Ehrenberg, 1834)

Genre colonial voisin d'*Euphyllia*, mais méandroïde à séries tendant à être radiaires, et à bifurquer sur le pourtour de la colonie. Jusqu'à présent seulement 2 espèces étaient connues. Ce genre rangé antérieurement dans la famille des Caryophylliidae est attribué par Budd et al., (2012) à la famille des Euphylliidae. Notons que les Caryophylliidae sont très voisin des Eusmilliinae (voir ci-dessus la diagnose du genre).

Gyrosmilia maltensis nov. sp.

(Fig. 12D)

Matériel. 6 exemplaires (Naxxar), 3 exemplaires (Tal Bajjada), 1 exemplaire (SW de Mnajdra Temples).

Derivatio nominis. Espèce décrite dans plusieurs sites de Malte.

Description. Eusmiliidae de morphologie phacélo-flabelloïde, à séries relativement unies les unes aux autres et murailles septothécales. Les autres caractères sont ceux des Eusmiliidae.

Comparaisons. Cette espèce se distingue des autres espèces par sa densité septale dans les séries (18 costo-septes par cm).

Répartition stratigraphique et géographique. Chattien de Malte (ce travail).

Famille Flabelliidae Bourne, 1905

Genre ***Flabellum*** Lesson, 1831

Espèce-type *Flabellum pavoninum* Lesson, 1831

Genre de corail solitaire trochoïde à flabelloïde, solitaire, libre ou fixé, à columelle trabéculaire, sans ornementation distale. La muraille est archeothécale, il n'y a donc pas de côtes.

***Flabellum* sp.**

(Fig. 12E)

Matériel. 1 exemplaire (Naxxar), 1 exemplaire (Tal Bajjada).

Remarques. Les 2 seuls exemplaires trouvés ne sont visibles que par leur base : ils ne sont donc pas identifiables spécifiquement. Cependant ils appartiennent bien au genre *Flabellum*.

Famille Dendrophylliidae

Genre ***Turbinaria*** Oken, 1815

Espèce-type *Madrepora crater* Pallas, 1766

Genre colonial à structure périthécale, plus ou moins vermiforme. Ce genre est plocoïde et perforé. Il est très commun dans les récifs depuis l'Oligocène.

Turbinaria cyathiformis (de Blainville, 1830)

(Fig. 12F)

1830. *Gemmipora cyathiformis* de Blainville, p. 352.

1962. *Turbinaria cyathiformis* (de Blainville) - Chevalier, p. 495, tf. 192 à 194

1962. *Turbinaria cyathiformis turonensis, lamelliformis* et *reussi* - Chevalier, p. 496, 497, Pl.XXI, fig. 18 et pl. XXII, figs. 1, 10 et 16.

1996. *Turbinaria cyathiformis* (de Blainville) - Cahuzac et Chaix, p. 113, 117, 119, 123.

Matériel. 2 exemplaires (Naxxar).

Description. Comme tous les *Turbinaria*, cette espèce forme des colonies lamelliformes plus ou moins épaisses. Elle est plocoïde, et seule la périthèque est poreuse. La morphologie est souvent infundibuliforme. Elle se distingue des autres espèces par son nombre de septes (3 cycles incomplets).

Répartition stratigraphique et géographique. Cette espèce est très répandue du Chattien au Langhien dans toute la zone atlanto-méditerranéenne et la Paratéthys (cf. Chevalier, 1962, Cahuzac et Chaix, 1996).

5. Biodiversité corallienne et répartition dans la série oligocène

5.1. Principales caractéristiques

A partir des déterminations effectuées sur le terrain et des récoltes menées dans les différents sites étudiés (Figs.13-15), nous avons pu identifier 25 genres (dont 21 récifaux) représentés par 41 espèces (dont 35 récifales). Parmi les genres récifaux, on en dénombre 16 encore actuels.

Les morphologies coloniales sont variées : colonies branchues grêles (*Stylophora)*, colonies branchues épaisses ou rameuses (*Acropora, Porites, Tarbellastraea, Euphyllia, Turbinaria*), colonies massives subsphériques (*Stylocoenia, Miophora, Siderofungia*, *Nerthastraea*), colonies en lames recouvrantes (*Turbinaria*), colonies à port colonnaire (*Tarbellastraea*), colonies massives hémisphériques (*Astreopora, Actinacis, Goniopora*, *Alveopora, Favites, Heliastraea, Antiguastraea, Phyllocoeniella*), colonies en coupelles (*Leptoseris, Turbinaria*)**.**

Les sites récifaux étudiés ne montrent pas tous la même biodiversité corallienne (Tab. 1). À Naxxar, on observe une grande quantité de coraux branchus ou plus ou moins lamellaires (*Stylophora, Acropora, Leptoseris, Caulastraea, Euphyllia, Turbinaria*), voire très poreux (*Astreopora, Alveopora*) disposés en nombreux bancs successifs de 1 ou plusieurs mètres d'épaisseur chacun. À Tal Bajjada, le fond est colonisé par des formes beaucoup plus massives, coloniales (*Actinacis, Porites, Goniopora, Nerthastraea, Favites, Heliastraea, Antiguastraea, Tarbellastraea, Phyllocoeniella, Gyrosmilia*) ou solitaires (*Acanthophyllia, Lithophyllia)*. Les autres morphologies sont rares et dispersées dans les deux sites récifaux. Ces observations montrent qu'à Naxxar il y a eu de nombreuses phases successives de construction coralliennes, en milieu relativement très calme, tandis que le niveau corallien identifié à Tal Bajjada représente une construction dense développée en mode bien battu. Les autres gisements situés à proximité des temples de Mnajdra comme à Ghar Lapsi (Fig. 3), renferment une moindre biodiversité corallienne concentrée dans des niveaux à caractère récifal plus limités, avec surtout des formes massives (*Astreopora*, *Alveopora*, *Tarbellastraea*, *méandroïdes*, *Miophora*, *Nerthastraea*) et plus rarement des formes foliacées (*Leptoseris*) ou branchues (*Acropora*).

5.2. Constructions coralliennes

L'étude axée sur les faciès comprenant des colonies coralliennes permet de préciser les environnements de dépôt et les modalités de mise en place des constructions coralliennes. La carrière de Naxxar est caractérisée par la nature très stratifiée de la sédimentation avec une composante subhorizontale dominante (Fig. 13A-C). Les scléractiniaires n'y constituent pas des récifs de grande ampleur verticale mais des constructions aux reliefs peu marqués (pâtés-patchs surbaissés) (Fig. 13D), des bancs plus ou moins cohérents spatialement étendus ou, assez souvent, des fonds coralliens aux colonies plus ou moins espacées. Il est possible ainsi de suivre sur de grandes étendues spatiales des niveaux peu épais (de l'ordre d'un mètre ou moins) à colonies coralliennes massives dont la présence est marquée par des cavités résultant de la dissolution des squelettes coralliens (Fig. 13E).

La carrière de Ghar Lapsi montre, intercalés dans des dépôts rhodolitiques, plusieurs niveaux coralliens (Figs 3, 14A-B) dont un (GL3) est constitué d'une trame très dense de colonies coralliennes de type framestone.

Le secteur de Tal Bajjada montre plutôt une concentration corallienne constituant une construction dense épaisse de près de 10 m (Fig. 14C), correspondant probablement aux pâtés coralliens-(patch reefs) tels qu'envisagés par Pedley (1978, 1987). On observe latéralement que la masse corallienne peut être moins dense avec une matrice plus micritique et des morphologies coloniales en branches d'*Acropora* dominantes (Fig. 15D).

Nos observations démontrent donc que la part prise par la composante corallienne peut être conséquente aussi bien tout au long de la succession des dépôts que dans la répartition spatiale. En effet, la coupe-type de la carrière de Naxxar (Figs. 2, 13) montre la quasi permanence des coraux soit en place soit sous forme de débris tout au long de la sédimentation. En première approche, il apparaît de manière significative que le développement de la plate-forme est marqué par une alternance de divers faciès :

- des constructions lâches (type bafflestone) à formes coloniales branchues délicates (*Stylophora*) avec une matrice boueuse (Fig. 15E) ;
- des constructions plus denses (type framestone) à formes branchues, massives, en chandelles, pouvant s'organiser en massifs décamétriques peu élevés (*Acropora, Porites*, *Tarbellastraea, Euphyllia, Caulastraea)* (Fig. 15B-D) ;
- des dépôts de boues calcaires (type mudstone à wackestone) pouvant s'enrichir en foraminifères (milioles) ou comporter, à plusieurs reprises, des tubes et coquilles de tarets conservés *in situ* (Fig. 15A) ;
- des bancs rhodolitiques (vers le haut visible de la série), pouvant renfermer également des débris coralliens dans la matrice mais également comme nucleus des rhodolites.

Ces variations dans la densité et la fréquence verticale de niveaux coralliens ont amené Gatt (2012) à distinguer deux types de faciès construits : des biostromes coralliens de texture framestone/rudstone de faible profondeur (inférieure à 10 m) en association avec des algues corallinacées ; des patch reefs également associés à des algues corallinacées correspondant à des fonds un peu plus plus importants sur une pente externe. La répartition de ces deux types peut être tant horizontale que verticale, dans le cas de Naxxar notamment. Par ailleurs d'autres niveaux sont caractérisés par des petites constructions coralliennes ou des colonies éparses. Enfin certains niveaux correspondent nettement à des remaniements avec des colonies

fragmentées, souvent plutôt des formes branchues, probablement suite à des événements soudains de type tempête.

5.3. Contenu paléontologique

Les niveaux renfermant des scléractiniaires montrent en général des contenus paléontologiques assez diversifiés. Les foraminifères benthiques de type milioles peuvent ainsi abonder dans la matrice des constructions coralliennes ou constituer des accumulations indépendantes (Fig. 2). D'autres restes d'organismes sont parfois bien représentés dans certains niveaux : spicules de spongiaires calcaires, serpulidés, oursins, ostracodes, décapodes, cirripèdes et bryozoaires.

Les grands foramnifères benthiqes sont bien diversifiés et correspondent à l'association classsique reconnue dans la Téthys occidentale, comme en Aquitaine, Italie, Espagne, Méditerranée… (Felix, 1973, et observations personnelles). Ce sont des espèces thermophiles et littorales, parmi lesquelles on peut noter *Miogypsinoides complanatus, M. formosensis,* des lépidocyclines (*Eulepidina dilatata* incluant *E. elephantina, Nephrolepidina praemarginata*), des Nummulitidae assez variés (*Operculina complanata, Grzybowskia assilinoides, Cycloclypeus eidae, Spiroclypeus blanckenhorni, Nummulites* sp. en lame mince), des amphistégines, accompagnées par des porcelanés dont *Borelis, Peneroplis, Austrotrillina*. Sur le plan stratigraphique, cette association caractérise la biozone SBZ 23 des grands foraminifères néritiques, définie au Chattien par Cahuzac et Poignant (1997).

Les algues calcaires corallinacées sont omniprésentes le long de la sédimentation jusqu'à former des accumulations cohérentes qui ont conduit à l'appellation de Lower Coralline Limestone. Elles sont représentées par les formes dominantes *Archaeolithothamnion* et *Lithothamnion* (Pedley, 1978).

Les mollusques abondent généralement dans les niveaux riches en coraux. Ils sont présents surtout sous forme de moules internes et externes difficilement identifiables au rang spécifique, voire parfois générique. Les gastéropodes sont représentés notamment par des exemplaires de *Strombus*, *Conus*, *Cassis, Ampullina* et *Haliotis.* Quelques niveaux renferment des accumulations de cérithidés (Fig. 2). Parmi les bivalves, on note la présence de pectinidés (*Chlamys*, *Ammussiopecten*), *Lima*, *Corbula* et *Cardita*. Les squelettes coralliens sont parfois envahis par des bivalves foreurs du genre *Lithophaga*, pouvant traduire une nécrose de la colonie. Le plus remarquable reste cependant la présence tout au long de la coupe de Naxxar de tubes de *Kuphus melitensis* Zammit-Maempel, 1993, bivalve de vases indurées appartenant à la famille des Teredinidae (Zammit-Maempel, 1979, 1993).

Les bryozoaires sont également bien représentés et diversifiés en association avec des constructions coralliennes ou des rhodolites algaires. Un inventaire indicatif sur certains niveaux coralliens où ils sont relativement abondants montre une biodiversité d'environ 28 espèces (Tabl. 2). Les différences entre les trois niveaux étudiés sont relativement peu marquées du point de vue de la diversité (de 15 à 22 espèces). Les morphologies coloniales sont également sensiblement les mêmes : rares formes encroûtantes (*Disporella*, *Steginoporella*, *Smittina*), colonies nodulaires (*Celleporaria*, *Turbicellepora*) et érigées rigides (*Exidmonea*, *Adeonella*, *Reteporella*) relativement communes, ainsi que de nombreuses formes érigées articulées (*Crisia*, *Nellia*, *Vincularia*, *Margaretta*). Ces assemblages indiquent des environnements de faible profondeur où prédominent les substrats durs (coraux, algues) et souples (algues, herbiers) (Amini et al., 2004 ; Hageman et al., 1997 ; Moissette, 2000 ; Smith, 1995 ; Taylor, 2005).

6. Discussion

6.1. Biodiversité corallienne

Parmi les genres constructeurs encore actuels, 3 sont connus aux Antilles (*Acropora*, *Porites* et *Heliastraea*) et 12 sont connus dans l'Indo-Pacifique (*Stylophora*, *Acropora*, *Astreopora*, *Goniopora*, *Alveopora*, *Porites*, *Leptoseris*, *Caulastraea*, *Favites*, *Euphyllia, Gyrosmilia* et *Turbinaria*). Les autres genres constructeurs, uniquement fossiles, sont localisés à l'Oligo-Miocène en Atlantique et en Méditerranée, et exceptionnellement dans l'Indo-Pacifique (*Stylocoenia*, *Miophora*, *Siderofungia*, *Nerthastraea*, *Actinacis*, *Tarbellastraea*, *Antiguastraea* et *Phyllocoeniella*), le genre *Tarbellastraea* étant endémique en Méditerranée.

Les faunes récoltées sont fréquentes en Méditerranée, bien que fréquemment attribuées au Miocène (Chevalier, 1962). De nombreux genres sont communs avec l'Oligo-Miocène d'Aquitaine, tandis que quelques-uns se retrouvent au Moyen-Orient à l'Oligocène. Il est à remarquer que l'Oligocène de Malte n'a pas livré de scléractinaires méandroïdes identifiables à rapporter à ceux décrits par Budd et Bosellini (2016) dans divers gisements oligocènes, du Rupélien et du Chattien.

À l'Oligocène, les communautés de coraux à zooxanthelles sont surtout abondantes au Rupélien en Méditerranée, mais semblent un peu plus rares au Chattien, Malte représentant alors un point important pour évaluer la biodiversité corallienne à cette époque (Perrin et Bosellini, 2012). Il n'est cependant pas exclu qu'une partie de l'édification récifale de la Nerthe

(SE de la France) soit encore d'âge chattien (Demory et al., 2011). Des récifs chattiens sont connus également dans le bassin central iranien (Schuster et Wielandt, 1999 ; Karevan et al., 2014), avec une association ressemblant partiellement à celle de Malte. Les genres de coraux à zooxanthelles du Chattien de Malte figurent parmi les genres les plus répandus dans le domaine méditerranéen, avec notamment *Antiguastraea*, *Stylophora* et *Tarbellastraea* accompagnés d'*Acropora*, *Caulastraea*, *Favites*, *Goniopora*, *Porites*, *Siderastrea* et *Stylocoenia* (Perrin et Bosellini, 2012). Finalement la faune de scléractiniaires ainsi mise en évidence à Malte constitue une donnée importante pour l'évaluation de la biodiversité corallienne potentielle des fonds marins méditerranéens à la fin de l'Oligocène. C'est d'autant plus probant que les conditions de préservation des squelettes coralliens dues à une intense diagenèse amènent de toute évidence à sous-estimer cette biodiversité (Budai, 1980).

6.2. Implantation corallienne

Il n'y a malheureusement pas de continuité suffisante et/ou de conditions d'affleurement favorables à l'observation pour suivre dans le détail les implantations coralliennes dans l'espace et tout au long de la série oligocène. De ce fait il est très délicat de définir des modèles récifaux à valeur générale et également d'assigner strictement des limites aisément corrélables aux unités antérieurement définies (Maghlak Member, Attard Member et Xlendli Member : voir Pedley, 1975), la présence de coraux n'étant pas représentative. Cette constatation appelle une réflexion sur l'importance verticale de l'unité lithostratigraphique dite Attard Member. Il faut rappeler que cette unité est censée être caractérisée par une sédimentation dominée par des accumulations à rhodolites avec éventuellement des constructions coralliennes (Pedley, 1978). Pour Brandano et al. (2009a,b), sur la base d'observations de surface à proximité immédiate de la carrière de Naxxar étudiée dans ce travail, la puissance de cette unité serait de l'ordre de 10-15 m et la composante corallienne en conséquence minimisée (Brandano et al., 2010). Cependant Gatt (2010) remarque que la puissance de cette unité peut atteindre en réalité 60 m et signale la présence de coraux dans l'unité Maghlak Member sous-jacente à l'unité Attard Member. Par ailleurs Gatt (2014) souligne que l'association de faciès « coral limestone » (FA IV) semble faible en volume mais est probablement sous-estimée en raison de la préservation médiocre des squelettes coralliens. La présente étude ne peut que renforcer l'idée que la présence des coraux récifaux dans la plate-forme carbonatée oligocène est plus importante qu'il n'apparaît en première approximation et touche les deux unités encadrant l'unité Attard Member.

Selon Pomar et Hallock (2007, 2008), les coraux à zooxanthelles ne construisaient pas jusqu'à la fin du Miocène de structures tridimensionnelles atteignant le niveau de la mer, favorisant ainsi le développement des grands foraminifères et des algues corallinacées. Dans l'Oligocène de Malte, les coraux auraient ainsi vécu dans la partie inférieure de la zone photique et n'auraient donc pas prospéré dans les environnements peu profonds. Cette interprétation est réfutée par Gatt (2010) qui indique la présence de constructions coralliennes dans des environnements de rampe interne, ce qui est en accord avec nos observations (Fig. 2). Plus généralement, il est à remarquer que des récifs d'âge chattien, comme à Malte, ont été décrits avec toutes les caractéristiques structurelles et la zonation des récifs modernes avec arrière-récif, platier récifal, front récifal, barrière et avant-récif (Bosellini et Russo, 1992 ; Bosellini et Perrin, 1993, 1994). Un autre exemple de zonation récifale intégrant un platier, une barrière et un talus d'avant-récif caractérise des constructions du bassin de Sirt en Lybie (Hladil et al., 1991). Dans le cas de l'Oligocène de Malte, on constate une grande variété dans la présence des coraux, caractérisée par des colonies isolées, des fonds coralliens aux colonies plus denses parfois très étendus spatialement, des bancs coralliens plus cohérents et des pâtés coralliens (patch reefs) à la densité plus importante et à la morphologie tridimensionnelle plus accusée. Cette diversité dans les communautés coralliennes peut sans doute être exprimée par la notion de « coral carpet » développée à partir d'observations réalisées sur des environnements actuels de Mer Rouge (Riegl et Piller, 1999, 2000a) ou sur des dépôts miocènes en Paratéthys (Riegl et Piller, 2000b). Il s'agirait de communautés coralliennes au relief peu important avec des placages plus ou moins étendus latéralement suivant la topographie sous-marine dont l'équivalent géologique pourrait être associé à la notion de biostrome. Les différentes phases d'occupation du fond, depuis la colonisation jusqu'à la constitution de bancs coralliens observés, qualifiés également par ailleurs de biostromes (Pedley, 1978), répondent assez bien à ce modèle.

En fait, la répartition et l'importance des constructions coralliennes sont étroitement dépendantes de la topographie (plates-formes à rampes peu accentuées) mais également de l'espace disponible variable corrélable avec les séquences et paraséquences de dépôt détaillées par Gatt (2012). Selon ce dernier modèle, au cours de la phase d'inondation des paraséquences, les conditions marines franches ont pu favoriser le développement des coraux tout en restant en deçà du niveau de la mer en condition oligotrophique.

La biodiversité constatée est donc dépendante de ces différents types de communautés coralliennes, dont une partie résulte cependant des conséquences de l'implantation aléatoire et/ou multifactorielle des premières colonies et des ensembles construits sur un fond quasi

horizontal ou à pente très faiblement prononcée. D'autre part, l'influence de la cohésion du substrat comme c'est le cas des fonds durcis, mais aussi des encroûtements de corallinacées ou des accumulations de rhodolites par exemple, a pu jouer un rôle déterminant. Le développement corallien a pu également être soumis et influencé par la turbidité sans doute importante comme indiquée par la matrice micritique.

6.3. Paléoenvironnements et sédimentation

Dans la partie visible de la carrière de Naxxar, au moins 2 grandes séquences (Fig. 2) peuvent être distinguées dont la succession traduit une évolution dans l'énergie des dépôts. La première séquence correspond à des milieux de plate-forme abritée et la seconde à une plate-forme plus ouverte. Les limites de différentes séquences sont soulignées par des discontinuités plus ou moins nettement marquées, représentées par des surfaces d'érosion, des joints secs ou des surfaces stylolitisées (Figs 2, 3). Par l'examen de ces variations, notamment sur le plan sédimentologique, quelques enseignements peuvent être dégagés. L'absence quasi-totale d'apports terrigènes témoigne de la permanence d'un milieu de plate-forme isolée. La mise en évidence de séquences (approfondissements-remplissages-accrétions-progradations) permet de relier croissance corallienne et variations du niveau marin relatif. Ces variations du niveau marin relatif peuvent être d'origine eustatique ou tectonique (Pedley, 1978), ou une combinaison des deux (Gatt, 2012).

La tendance à des constructions de mode calme à matrice micritique s'accompagne de la décantation de boues laiteuses dont l'origine demanderait à être éclaircie. C'est un aspect dominant bien visible au niveau de la coupe de Naxxar qui pourrait être reliée au phénomène de « whiting » (eau laiteuse) constaté localement en milieu marin (B. Thomassin, communication personnelle). Ce phénomène affecte notamment le grand banc des Bahamas, et pourrait résulter de l'érosion-abrasion de la plate-forme, de la remise en suspension d'anciens sédiments (Broeker et al., 2000 ; Morse et al., 2003 ; Trower et al., 2019), du rôle de précipitations d'origine microbienne (Robbins et Blackwelder, 1992 ; Thompson et al., 1997 ; Thompson, 2000) ou de processus mixtes (Turpin et al., 2011). Des analyses pétrographiques et sédimentologiques détaillées seraient nécessaires pour déterminer la part de ces différentes sources possibles dans la constitution des boues carbonatées originelles caractérisant la sédimentation synchrone du développement corallien.

6.4. Paramètres climatiques et paléobiogéographiques

La présence importante des scléractinaires à zooxanthelles dans la série oligocène de Malte résulte de paramètres paléoocéanographiques et climatiques favorables au développement des communautés coralliennes potentiellement récifales. Selon Bosellini et Perrin (2008, 2010), la richesse en coraux à zooxanthelles au Chattien serait une des plus importantes au Cénozoïque. Ainsi, la température moyenne des eaux de surface déduite durant l'Oligocène à Malte serait évaluée à 19,7°C. Cette estimation est basée sur l'étude préliminaire de Chaix et Saint Martin (1994) et pourrait être revue à la hausse en fonction de la présente révision. Les caractères des biotas associés aux coraux confirment également cette évidence d'une mer chaude subtropicale : importance des grands foraminifères, faune de mollusques avec des espèces de mers tropicales comme des strombes et des cônes.

Au point de vue paléobiogéographique, l'influence indo-pacifique est manifeste tant au niveau des scléractiniaires que de certains mollusques, notamment le bivalve *Kuphus* considéré comme représentant cette influence (Zammit-Maempel, 1993). Parmi les bryozoaires, trois genres (*Nellia*, *Canda* et *Steginoporella*) sont particulièrement caractéristiques des eaux chaudes de l'Atlantique et de l'indo-pacifique (Almeida et al., 2020 ; Di Martino et Taylor, 2014).

Conclusions

Nous avons pu montrer que la participation corallienne à l'édification de la plate-forme carbonatée oligocène de Malte est plus importante que bien souvent avancée. La riche association de scléractiniaires, même sous-estimée en raison des conditions de préservation et d'observation, apporte des éléments déterminants sur la biodiversité corallienne des environnements de l'Oligocène supérieur.

Les communautés coralliennes du Chattien de Malte correspondent à un modèle de développement corallien dans des environnements peu profonds, dans un contexte de plate-forme isolée marquée par une succession de séquences et paraséquences d'approfondissement-remplissage avant l'ennoyage au Miocène inférieur. Les caractéristiques des constructions, mais aussi la biodiversité corallienne, dépendent étroitement des possibilités restreintes de croissance verticale offertes par un dispositif de rampe à pente peu accentuée amenant à une nette stratification des dépôts.

Remerciements

Le travail sur le terrain à Malte a été réalisé dans le cadre du Programme National Récifs Coralliens (PNRCO). Les recommandations de trois rapporteurs anonymes ont permis de faire progresser sensiblement la rédaction du manuscrit.

Références

Abich, H., 1857. Ueber der Steinsalz und seine geologische Stellung in Russische Armenien. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg 6, 7, 59.

Adams, A.L., 1864. Description of the Miocene beds of Malta. Quarterly Journal of the Geological Society 20, 470-474.

Alloiteau, J., 1949. Les coraux de l'Éocène de Bojnice-les–Bains près de Prievidza dans les Karpates Slovaques. Práce atátneho heologického ústavu 24, 1-30.

Alloiteau, J., 1952. Madréporaires post-paléozoïques. In : Piveteau, J. (Coord.), Traité de Paléontologie, Tome I, Masson, Paris, pp. 539-684.

Alloiteau J., 1957. Contribution à la systématique des Madréporaires fossiles. Éditions du CNRS, Paris, 2 tomes, 462 p.

Almeida, A.C.S., Souza, F.B.C., Vieira, L.M., Nogueira, M.M., 2020. Influence of depth on bryozoan richness and distribution from the continental shelf of the northern coast of Bahia State, north-eastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) 92, e20191096.

Amini, Z.Z., Adabi, M.H., Burrett, C.F., Quilty, P.G., 2004. Bryozoan distribution and growth form associations as a tool in environmental interpretation, Tasmania, Australia. Sedimentary Geology 167, 1-15.

Araújo Távora, V., dos Santos A.A.R., Araujo, R.N., 2010. Localidades fossiliferas da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais, Belém 5, 207-224.

Baldassini, N, Di Stefano, A., 2016. Stratigraphic features of the Maltese Archipelago: a synthesis. Natural Hazards 86**,** 203-231.

Baron-Szabo, R.C., 2008. Corals of the K/T-boundary: Scleractinian corals of the suborders Dendrophylliina, Caryophylliina, Fungiina, Microsolenina, and Stylinina. Zootaxa 1952, 1-244.

Baron-Szabo, R.C., Sanders, D., 2020. Scleractinian corals (Anthozoa) from the lower Oligocene (Rupelian) of the Eastern Alps, Austria. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 59, 319-336.

Barta-Calmus, S., 1973. Révision de collections de Madréporaires provenant du Nummulitique du Sud-Est de la France, de l'Italie et de la Yougoslavie septentrionales. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, CNRS, Paris, 695 p.

Bellardi, L., 1852. Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nice, Mémoires de la Société géologique de France 4, 205-300.

Bennett, S.M., 1979. A transgressive carbonate sequence spanning the Paleogene-Neogene boundary on the Maltese Islands. Annales géologiques des pays helléniques 1, 71-80.

Bennett, S.M., 1980. Palaeoenvironmental studies in Maltese mid-Tertiary carbonates. Unpublished PhD thesis, University of London, 2 volumes, 526 p.

Bosellini, F.R., Russo, A., 1992. Stratigraphy and Facies of an Oligocene Fringing Reef (Castro Limestone, Salento Peninsula, Southern Italy). Facies 26, 145-166.

Bosellini, F.R., Perrin, C., 1993, Zonation of a Late Oligocene coral reef complex: a quantitative approach (Castro Limestone, Salento Peninsula, Southern Italy). First European Regional Meeting of the International Society for Reef Studies, Vienna, Abstracts, 7.

Bosellini, F.R., Perrin, C., 1994. The coral fauna of Vitigliano: qualitative and quantitative analysis in a back reef environment (Castro Limestone, Late Oligocene, Salento Peninsula, southern Italy). Bollettino della Società Paleontologica Italiana 33, 171-181.

Bosellini, F.R., Perrin, C., 2008. Estimating Mediterranean Oligocene-Miocene sea-surface palaeotemperatures: an approach based on coral taxonomic richness. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 258, 71-88.

Bosellini, F.R., Perrin, C., 2010. Coral diversity and temperature: a palaeoclimatic perspective for the Oligo-Miocene of the Mediterranean region. International Association of Sedimentology Special Publications 42, 229-244.

Bourne, G.C., 1905. Report on the solitary corals collected by Professor Herdman at Ceylon, in 1902. In: Herdman, W.A. (Ed.), Report to the government of Ceylon on the pearl oyster fisheries in the Gulf of Manaar, London, Royal Society 29, 4, pp. 187-242.

Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., Pedley, M., Matteucci, R., 2008. The controlling factors of an Upper Oligocene carbonate ramp (Attard Member, Lower Coralline Lms. Fm., Malta): from facies to paleolatitude. Rendiconti online Societa Geologica Italiana, January 2008, Rendiconti online SGI, 2, Note Brevi, 45-50.

Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., Pedley, M., Matteucci, R., 2009a. Facies analysis and palaeoenvironmental interpretation of the late Oligocene Attard Member (Lower Coralline Limestone Formation), Malta. Sedimentology 56, 1138-1158.

Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., Cuffaro, M., 2009b. Heterozoan carbonates in oligotrophic tropical waters: The Attard member of the lower coralline limestone formation (Upper Oligocene, Malta). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 274, 54-63.

Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., Pedley, M., Matteucci, R., 2010. Reply to the Discussion by Peter A. Gatt on ‘‘Facies analysis and palaeoenvironmental interpretation of the Late Oligocene Attard Member (Lower Coralline Limestone Formation), Malta’’ by Brandano et al. (2009). Sedimentology 56, 1138–1158.

Budai, J.M., 1980. A diagenetic study of the lower coralline limestone (Oligocene), the Maltese Islands. Master’s Thesis, Rice University, Houston, USA, 105 p.

Broecker, W.S., Sunyal, A., Takahshi, T. 2000. The origin of Bahamian whitings revisited. Geophysical Research Letters 27, 3759-3760.

Budd, A.F., Bosellini, F.R., 2016. Revision of Oligocene Mediterranean meandroid corals in the scleractinian families Mussidae, Merulinidae and Lobophylliidae. Journal of Systematic Palaeontology 14 (9), 771-798.

Budd, A.F., Bosellini, F.R., Stemann T.A., 1996. Systematics of the Oligocene to Miocene reef coral *Tarbellastraea* in the northern Mediterranean. Paleontology 39, 515-560.

Budd, A.F., Fukami, H., Smith, N.D., Knowlton, N., 2012. Taxonomic classification of the reef coral family Mussidae (Cnidaria: Anthozoa : Scleractinia). Zoological Journal of the Linnean Society 166, 465-529.

Budd, A.F., Woodell, J.D., Huang, D., Klaus J.S., 2019. Evolution of the Caribbean subfamily Mussinae (Anthozoa: Scleractinia: Faviidae): transitions between solitary and colonial forms. Journal of Systematic Palaeontology 17 (18), 1361-1396.

Cahuzac, B., Chaix, C., 1994. La faune de coraux du Chattien de La Téoulère (Peyrehorade, Landes). Bulletin de la Société de Borda, Dax, 119e année 436, 4, 463-484.

Cahuzac, B., Chaix C., 1996. Structural and faunal evolution of Chattian-Miocene refs and corals in western France and the northeastern Atlantic Ocean. In: Franseen, E., Esteban, M., Ward, W., Rouchy, J.-M. (Eds), Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reefs Complexes of the Mediterranean Regions, SEPM (Society for Sedimentary Geology) Concepts in sedimentology and paleontology 5, pp. 105-127.

Cahuzac, B., Chaix, C. 2009. Première faune de Scléractiniaires découverte dans l'Aquitanien du Plantat (Saint-Morillon, Gironde, SW France). [Contribution à la connaissance de l'étage Aquitanien, n° 2]. Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux 144, nouvelle série 37, 25-55.

Cahuzac, B., Poignant, A., 1997. Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. Bulletin de la Société géologique de France 168, 155-169.

Catullo, T.A., 1852 Cenni sopra il terreno di sedimento superiore delle Provincie Venete e caudescrizione di alcuni polipari fossili ch'esse rachiude. Memorie reale Ist. Veneto Scienze 4, 1-44.

Catullo, T.A., 1856. Dei terreni di sedimenti superiore delle Venezie e dei fossili Bryozoari, Antozoari e Spongiari ai quali danno ricetto. Padova, 88 p.

Chaix, C., Cahuzac, B., 2001. Une faune inédite de coraux scléractiniaires dans le gisement chattien d'Escornebéou (Landes, SW France) ; stratigraphie, systématique et paléoécologie. Annales de Paléontologie 87, 3-47.

Chaix, C., Cahuzac B., 2005. Les faunes de Scléractiniaires dans les faluns du Miocène moyen d'Atlantique Est (bassins de la Loire et d'Aquitaine) : paléobiogéographie et évolution climatique. Annales de Paléontologie 91, 33-72.

Chaix, C., Cahuzac, B., 2014. Scléractiniaires. In : Londeix, L. (Coord.), Stratotype Aquitanien. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris & Biotope, Mèze, collection Patrimoine géologique, pp. 218-222 + CD-rom.

Chaix, C., Galloni, F., Ferrandini, M., Cornée J.J., 2015. Les coraux scléractiniaires du Burdigalien supérieur du bassin de Bonifacio (Corse-du-Sud). Geodiversitas 37, 367-381.

Chaix, C., Saint-Martin, J.P., 1994. Les associations coralliennes oligo-miocènes de Malte, un résumé de l'histoire paléobiogéographique de la Méditerranée. Interim Colloquium R.C.M.N.S, Abstracts, Marseille, p. 12.

Chaix, C., Saint Martin, J.P., 2008. Les faunes de scléractiniaires hermatypiques dans les plates-formes carbonatées méditerranéennes au Miocène supérieur. Geodiversitas 30 (1), 181-209.

Chaix, C., Saint Martin, J.P., Merle, D., Saint Martin S., Caze B., 2018 - Biodiversité des coraux scléractiniaires du Langhien (Badénien, Miocène moyen) de Lăpugiu de Sus (Roumanie). Geodiversitas 40 (14), 321-353.

Chamisso, A. Eysenhardt, C.G., 1821. De animalibus quibusdam e classe vermium Linneana, in circumnavigatione Terrae, auspicante Comite N. Romanoff, duce Ottone di Kotzebue, annis 1815-1818 peracta, observatis Fasciculus secundus, reliquos vermes continens. Nova acta physico-medica, Academiae caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae curiosorum 10, 2, 343-373.

Chevalier, J.P., 1954. Contribution à la révision des Polypiers du genre *Heliastraea*. Annales Hébert et Haug 8, 105-190.

Chevalier, J.P., 1956. Les polypiers anthozoaires du Stampien de Gaas (Landes). Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse 90, 375-410.

Chevalier, J.P., 1962. Recherches sur les Madréporaires et les formations récifales miocènes de la Méditerranée occidentale. Mémoires de la Société géologique de France, Nouvelle Série 10, 93, 1-562.

Chevalier, J.P., 1963. Les Madréporaires de l'Aquitanien inférieur de Peyrère, près de Peyrehorade (Landes). Annales de l'Association Régionale pour l'Etude et la Recherche Scientifique 1, 2, 3-16.

Chevalier, J.P., Nascimento, A., 1975. Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVI. Contribution à la connaissance des Madréporaires et des faciès récifaux du Miocène inférieur. Boletim de la Sociedade Geologica de Portugal 19, 247-281.

Conesa G., Favre E., Münch P., Dalmasso H., Chaix C., 2005. Biosedimentary and paleoenvironmental evolution of the Southern Marion Platform from the middle to late Miocene (northeast Australia, ODP Leg 194, Sites 1196 and 1199). Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific results, Ocean Drilling Program 194, doi 10.2973/odp.proc.sr.194.005.2005.

Corallosphère, in progress. http://www.corallosphere.org.

D'Achiardi, A., 1868. Studio comparativo fra i coralli dei terreni terziari del Piemonte e dell'Alpi Venete. Annali delle università toscane 10, 73-144.

Dana, J.D., 1846. Structure and classification of Zoophytes. Geological United States Exploring Expedition, Londres 7, 740 p.

Dart, C. J., Bosence, D. W., McClay, K.R., 1993. Stratigraphy and structure of the Maltese graben system. Journal of the Geological Society, London 150, 1153-1166.

Davies, C., 1976. Accretion sets in the Lower Coralline Limestone of the Maltese Islands. Journal of Sedimentary Petrology 46, 414-417.

De Angelis, G., 1894. I Corallari dei terreni terziari dell'Italia settentrionale. Collezione Michelotti. Museo Geologico della Reale Università di Roma. Atti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, Memorie Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali 5, 1, 164-280.

De Blainville, H.M.D., 1830. Zoophytes. In : Dictionnaire des sciences naturelles, Paris 40, 546 p.

Defrance, M., 1826. Polypier. In : Cuvier, F. (Ed.), Dictionnaire des Sciences naturelles, Levrault, Strasbourg, Paris 42, pp. 372-398.

D'Orbigny, A., 1849-1852. Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, faisant suite au cours élémentaire de paléontologie, Paris, 3 volumes.

Dietrich, W.O., 1925-1927. Steinkorallen des Malms und der Unterkreide im südlichen Deutsch-Ostafrica. Palaeontographica 7, 43-101.

Di Martino, E., Taylor, P.D., 2014. Miocene Bryozoa from East Kalimantan, Indonesia. Part I: Cyclostomata and 'Anascan' Cheilostomata. Scripta Geologica 146, 17-126.

Demory, F., Conesa, G., Oudet, J., Mansouri, H., Münch, P., Borgomano, J., Thouveny, N., Lamarche, J., Gisquet, F., Marié, L., 2011. Magnetostratigraphy and paleoenvironments in shallow-water carbonates: the Oligocene-Miocene sediments of the northern margin of the Liguro-Provençal basin (West Marseilles, south-eastern France). Bulletin de la Société géologique de France 182, 37-55.

Duncan, P.M., 1863. On the fossil corals of the west Indian islands, Part I. Quarterly Journal of the Geological Society of London 19, 406-458.

Duncan, P. M. 1865. On the corals of the Maltese Miocene. The Annals and magazine of natural history, London serie 3, 15, 273-276.

Duncan, P.M., 1880. Sind fossil corals and Alcyonaria. Paleontologia Indica, Memoirs of the Geological Survey of India serie 14, 1, 1-110.

Ehrenberg, C.G., 1834. Beitrag zur Kenntniss der Corallenthiere des rothen Meeres. Abhandlungen der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften (Physische Classe)1832, 225-380.

Ellis, J., Solander, D., 1786. Natural history of many curious and uncommon Zoophytes. Londres, 206 p.

Esper, E.J.C., 1797. Die Pflanzenthiere in Abbildungen nach der Natur mit Farben erleuchtet nebst Bechreibungen. Pt.7-8, pp. 169-230.

Fabiani, R., 1915. Il paleogene Veneto. Memorie dell'Istituto geologico della Reale Università di Padova 8, 336 p.

Felix, J.P., 1927. Anthozoa miocenica. Fossilium Catalogus I, Animalia 35, pp. 295-488.

Felix, R., 1973. Oligo-Miocene Stratigraphy of Malta and Gozo. H. Veenman and Zonen, B.V., Wageningen, 103 p.

Flórez, P., Zapata-Ramírez, P., Klaus J.S., 2019. Early Miocene shallow-water corals from La Guajira, Colombia: Part II, Mussidae–Siderastreidae and Milleporidae. Journal of Paleontology 93, 413-436.

Forskal, P., 1775. Descriptiones animalium. Quae in itinere Orientali Observavit, IV - Corallia, pp. 131-137.

Fravega, P., Giammarino, S., Piazza, M., Russo, A., Vannucci, G., (1987. Significato paleoecologico degli episodi coralgali a nord di Sassello. Nuovi dati per una ricostruzione paleogeografico-evolutiva del margine meridionale del bacino terziario del Piemonte. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali A 94, 19-76.

Gardiner, W., Grasso, M., Sedgeley, D., 1995. Plio-Pleistocene fault movment as evidence for mega-block kinematics within the Hyblean-Malta plateau, Central Mediterranean. Journal of Geodynamics 19, 35-51.

Gatt, P.A., 2005. Syntectonic deposition of an Oligo-Miocene phosphorites conglomerate bed in Malta. The Central Mediterranean Naturalist 42, 109-119.

Gatt, P.A., 2010. ‘‘Facies analysis and palaeoenvironmental interpretation of the Late Oligocene Attard Member (Lower Coralline Limestone Formation), Malta’’ by Brandano et al. Sedimentology, 56, 1138–1158. Discussion. Sedimentology 57, 1152–1154.

Gatt, P.A., 2012. Carbonate facies, depositional sequences and tectonostratigraphy of the palaeogene Malta platform. Unpublished PhD, Durham University, 442 p.

Gatt, P.A., 2014. Field-guide to the Cenozoic platform carbonates and salt tectonics of the Malteses Islands. Shallow Anomalies Workshop Indications of prospective petroleum systems? 23 - 26th November 2014, Malta, 10 p.

Gatt, P., Gluyas, J., 2012. Climatic controls on facies in Palaeogene Mediterranean subtropical carbonate platforms. Petroleum Geoscience 18, 355-367.

Gatt, P., Tucker, M., Davies, R., 2009. Drowning of the Malta carbonate platform: facies and sequence stratigraphy of the Lower Coralline Limestone (U. Oligocene). In: Pascucci, V., Andreucci, S. (Eds.), Sedimentary Environments of Mediterranean Islands, Conference abstract book, 27th IAS Meeting of Sedimentology, Alghero, Italy, p. 181.

GBIF Secretariat, 2019. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset https://doi.org/10.15468/39omei.

Gill, I.P., Hubbard, D.K., 1987. Subsurface geology of the St. Croix carbonate rocks system, phase II: St. Thomas, U.S. Virgin Islands, College of the Virgin Islands, Technical Report 28, 86 p.

Gray, J.E., 1842. Synopsis of the contents of the British Museum, edition 44. British Museum. London, 308 p.

Gray, J.E., 1847. An outline of an arrangement of stony corals. The Annals and magazine of natural history 19, 720-728.

Gregory, J.W., 1900. Geology and fossil corals and echinoids of Somaliland. Quarterly Journal of the Geological Society, London 56, 26-45.

Hageman, S.J., Bone, Y., McGowran, B., James, N.P., 1997. Bryozoan colonial growth-forms as paleoenvironmental indicators: evaluation of methodology. Palaios 12, 405-419.

Hamed, B., 2015. Pleistocene reefs of the Red Sea, Sudan: depositional environments, fossil coral, age dating and diagenesis. Ph. D. Thesis, Technische Universität Berlin, 131 p. https://doi.org/10-14379/depositonce-4414.

Hladil, J., Otava, J., Galle, A., 1991. Oligocene Carbonate Buildups of the Sirt Basin, Libya. In: Salem, M.J., Hammuda, O.S., Eliagoubi, B.A. (Eds.). The Geology of Libya 4, pp. 1401-1420. Elsevier, Amsterdam.

Hyde, H.P.T., 1955. The geology of the Maltese islands - with special reference to water supply and the possibility of oil. Lux Press, Malta, 135 p.

Illies, J.H., 1981. Graben formation - the Maltese Islands - a case history. Tectonophysics 73, 151-168.

Islamoglu, Y, Harzhauser, M, Gross, M, Jiménez-Moreno, G, Coric, S, Kroh, A, Rögl, F, van der Made, J., 2010. From Tethys to Eastern Paratethys: Oligocene depositional environments, paleoecology and paleobiogeography of the Thrace Basin (NW Turkey). International Journal of Earth Sciences 99, 183-200.

Johnson, K.G., Sánchez-Villagra, M.R., Aguilera, OA., 2009. The Oligocene-Miocene transition on coral Reefs in the Falcón basin (NW Venezuela). Palaios 24, 59-69

Johnson, K.G., Kirby, M.X., 2006. The Emperador Limestone rediscovered: Early Miocene corals from the Culebra Formation, Panama. Journal of Paleontology 80, 283-293.

Karevan, M., Vaziri-Moghaddam, H., Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R., 2014. Biostratigraphy and paleo-ecological reconstruction on Scleractinian reef corals of Rupelian-Chattian succession (Qom Formation) in northeast of Delijan area. Geopersia 4, 11-24.

Koby, F., 1880-1889. Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse : Stratigraphie. Mémoires de la Société Paléontologique Suisse 7-16, 130 p.

Knoerich, A.C., Mutti, M., 2006. Missing aragonitic biota and the diagenetic evolution of heterozoan carbonates: a case study from the Oligo-Miocene of the central Mediterranean. Journal of Sedimentary Research 76, 871–888.

Knoerich, A.C., Mutti, M., 2003. Controls of facies and sediment composition on the diagenetic pathway of shallow-water heterozoan carbonates: the Oligocene of the Maltese Islands. Internatioal Journal of Earth Sciences 92, 494-510.

Kühn, O., 1925. Die Korallen des Miocäns von Eggenburg. Abhandlungen der Geologischen Bundensanstalt, Wien 22, H3, 18 p.

Kühn, O., 1933. Das Becken von Isfahan-Saidabad und seine altmiocäne Korallenfauna. Paleontographica 79, A, 143-218.

Kuzmicheva, E.I., 1975. Ranne - i srednepaleogenovye korally nekotorykh rajonov Evropejskoj chasti SSSR. In: Menner, V.V., Moskvin, M.M. & Nadyn, N. (Eds.), Razvitie I smena organicheskogo mira na rubeshemezozoya I kaynozoya. Nauka, Moskva, pp. 15-31 [en Russe].

Kuzmicheva, E.I., 1987. Verkhnemelovyye i paleogenovyye korally SSSR [Upper Cretaceous and Paleogene corals of the USSR]. Verkhnenelovye paleogenovye korally SSSR. Nauka, Moskva, 187 pp. [en Russe].

Lamarck, J.B.P.A. de, 1816-1818. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, Paris 7, 568 p.

Lesson, R.P., 1831-1835. Illustrations de zoologie ou recueil de figures d'animaux peintes d'après Nature : ouvrage orné de planches dessinées et gravées par les meilleurs artistes. Arthus Bertrand, Paris.

Leymerie, M.A., 1846. Mémoire sur le terrain à Nummulites des Corbières et de la Montagne Noire. Mémoires de la Société géologique de France Série 2, 1, 338-373.

Link, 1807. Beschreibung der Naturalien. Sammlungen Universität Rostok 3, 161-165.

Linné, C., 1758. Systema naturae. Stockholm. Tome I, 10, 823 p.

Lorenz, C., Mascle, G., 1981. Le point sur la géologie de l'archipel maltais. Revue de géologie dynamique et de géographie physique 25, 63-68.

Löser, H., Fernández-Mendiola, P.A., Pérez-Malo, J., Pascual, S. D., Cahuzac, B., 2021. Redefinition of the family Rhizangiidae (Scleractinia; Cretaceous to Recent) and description of a new genus from the Early Cretaceous of Spain. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen 299, 259-274.

Martinelli, M., Bistacchi, A., Balsamo, F., Meda, M., 2019. Late Oligocene to Pliocene Extension in the Maltese Islands and Implications for Geodynamics of the Pantelleria Rift and Pelagian Platform. Tectonics 38, 9, 3394-3415.

Mihaljević, M., 2014. The Eocene-Miocene evolution of coral reefs from the Central Indo-Pacific. Unpublished PhD of the University of Queensland, Australia, 275 p.

Mihaljević, M., 2019. Oligocene-Miocene scleractinians from the Central Indo-Pacific: Malaysian Borneo and the Philippines. Palaeontologia Electronica 22.3.61, 1-55.

Michelin, J.L.H., 1840-1847. Iconographie zoophytologique - Description par localités et terrains des polypiers fossiles de France, et pays environnants, Paris 348, p. 79.

Michelin, J.L.H., 1850. Description d'une nouvelle espèce de caryophyllie. Revue et Magasin de Zoologie, 2e série, 2, 238-239.

Michelotti, G., 1871. Animaux. Types Protozoaires et Célentérés. In Sismonda E. - Matériaux pour servir à la paléontologie du terrain tertiaire du Piémont. Memorie della Accademia reale della Scienze di Torino 2, 25, 257-362.

Milne-Edwards, H., Haime, J., 1848-1851. Recherches sur la structure et la classification des Polypiers récents et fossiles. Annales des Sciences naturelles, série 3, 1 (Structure et développement des polypiers en général), 9 (1848 : Turbinoliidae : 37-89 et 212-344), 10 (1848 : Eupsammiidae : 65-114, Astreidae ; 209-320), 11 (1849 : Astreidae : 233-312), 12 (1849 : Astreidae : 95-197), 13 (1850 : Oculinidae : 63-110), 15 (1850 : Fungiidae : 73-144), 16 (1851 : Poritidae : 21-70).

Milne-Edwards, H., Haime, J., 1857-1860. Histoire naturelle des coralliaires ou polypes proprement dits. Librairie Encyclopédique de Roret, Paris, t.1 (1857 : VIII + 1-95), 2 (1857 : 1-268), 3 (1860 : 1-219), atlas (1857).

Moissette, P., 2000. The use of Neogene bryozoans for a better understanding of the ecology of some Recent species, in: Herrera Cubilla, A., Jackson, J.B.C. (Eds.), Proceedings of the 11th International Bryozoology Association Conference. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Republic of Panama, pp. 291-297.

Morse, J.W., Gledhill D.K., Millero, F.J., 2003. CaCO3 precipitation kinetics in waters from the Great Bahama Bank: Implications for the relationship between Bank hydrochemistry and whitings. Geochimica et Cosmochimica Acta 67 (15), 2819-2826.

Murray J. 1890. The Maltese Islands, with special reference to their geological structure, Scottish Geographical Magazine 6, 9, 449-488.

Oken, L., 1815. Erdkorallen, Steinkorallen. Lehrbuch der Naturgeschichte, Leipzig 3, 1, 57-79.

Oppenheim, P., 1901. Ueber einige alttertiäre Faunen der Österreichish-Ungarischen Monarchie. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich - Ungarns und des Orients, 13, 145-277.

Ortmann, A., 1890. Die Morphologie des Skeletts der Steinkorallen in Beziehung zur Kolonienbildung. Zeitschrift fürWissenshatliche Zoologie 50, 278-316.

Pallas, P.S., 1766. Elenchus zoophytorum sistems generum adumbrationes generaliores et specierum cognitarum succinctas descriptiones cum selectis auctorum synonymis. Hagae conitum, n° 176 B, Frankfürt am Main, 451 p.

Pedley, H.M., 1975. The Oligo-Miocene sediments of the Maltese Islands. PhD thesis, University of Hull, Hull, 205 p.

Pedley, H.M., 1978. A new lithostratigraphical and palaeoenvironmental interpretation for the coralline limestone formations (Miocene) of the Maltese Islands. Overseas Geological & Mineralogical Resources 54, 273-291.

Pedley, H.M., 1987. Controls on Cenozoic carbonate deposition in the Maltese Islands : review and interpretation. Memorie della società geologica italiana 38, 81-94.

Pedley, H.M., 1990. Syndepositional tectonics affecting Cenozoic and Mesozoic deposition in Malta and SE Sicily (Central Mediterranean) and their bearing on Mesozoic reservoir development on the N Malta offshore region. Marine and Petroleum Geology **7**, 171-180.

Pedley, H.M., 1998. A review of sediment distributions and processes in Oligo-Miocene ramps of southern Italy and Malta (Mediterranean divide). In: Wright, V.P., Burchette, T.P. (Eds), Carbonate Ramps, Geological Society Special Publications 149, pp. 163–179.

Pedley, H.M., House, M., Waugh, B., 1976. The geology of Malta and Gozo. Proceedings of the Geologist's Association 87, 325-341.

Pedley, H.M, House, M., Waugh, B., 1978. The Geology of the Pelagian Block: The Maltese Islands. In: Nairn, A., Kaines, W., Stehli F. (Eds.), The Ocean Basins and Margins, New York, Plenum Press 48, pp. 201-256.

Perrin, C., Bosellini, F.R., 2012. Paleobiogeography of scleractinian reef corals: Changing patterns during the Oligocene-Miocene climatic transition in the Mediterranean. Earth-Science Reviews 111, 1-24.

Pfister, T., 1977. Das Problem der Variationsbreite von Koral- len aus Beispiel der oligozfinen *Antiguastraea lucasiana* (Defrance). Eclogae Geologicae Helvetiae 70, 825-843.

Pfister, T., 1980. Systematische und paläoökologische Untersuchungen an oligozänen Korallen der Umgebung von San Luca (Provinz Vicenza, Norditalien). Schweizerischen Paläontologischen Abhandlungen 103, 1-121.

Pfister, T.E., 1985. Coral Fauna and facies of the Oligocene fringing reef near Cairo Montenotte (Liguria, Northern Italy). Facies 73, 175-226.

Pomar, L., Hallock, P., 2007. Changes in coral-reef structure through the Miocene in the Mediterranean province: adaptive *vs*. environmental influence. Geology 35, 899-902.

Pomar, L., Hallock, P., 2008. Carbonate factories: A conundrum in sedimentary geology. Earth-Science Reviews 87, 134-169.

Quaranta F., Tomassetti L., Vannucci G., Brandano M. 2012. Coralline algae as environmental indicators: a case study from the Attard member (Chattian, Malta). Geodiversitas 34, 151-166.

Quoy, J.R.C., Gaimard, P., 1830-1835. Zoologie. In : Dumont d'Urville, M.J. (Coord), Voyages de découverte de l'Astrolabe exécutés pendant les années 1826-1829, Paris, J. Tastu, 4.

Ramos-Guerrero, E., Busquets P., Alvarez-Perez, G., 1989-1990. Fauna coralina de las plataformas mixtas del paleogeno de las Baleares. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears 33, 9-24.

Reis, O.M., 1889. Korallen der Reiter Schichten. Geognostichte Jahreshefte (München), 11, 91-162.

Reuss A.E. von, 1864. Die fossilen Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg in Steiermark. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Denkschrift 23, 1-36.

Reuss, A.E. von, 1867. Über fossile Korallen von der Insel Java. Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde. Geologische Theil 2, 165-185.

Reuss, A.E. von, 1868. Die fossilen Anthozoen der Schichten von Castelgomberto. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 28, 129-180.

Reuss, A.E. von, 1869. Die fossilen Anthozoen und Bryozoen der Schichtengruppe von Crosara. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 29, 215-298.

Reuss, A.E. von, 1874. Die fossilen Anthozoen der Schichtengruppe von San Giovanni Ilarione und von Ronca. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 13, 1-60.

Reuther, C., 1985. Tectonics of the Maltese Islands. Centro 1, 1-20.

Reuther, C., Eisbacher, G., 1985. Pantelleria Rift - Crustal extension in a convergent intraplate setting. Geologische Rundschau 74, 585-597.

Riegl, B, Piller, W.E., 1999. Frameworks revisited: Reefs and coral carpets of the northern Red Sea. Coral Reefs 18, 305-316.

Riegl, B, Piller, W.E., 2000a. Reefs and coral carpets in the northern Red Sea as models for organism-environment feedback in coral communities and its reflection in growth fabrics. In: Insalaco, E., Skelton, PW. (Eds), Carbonate Platform Systems: Components and Interactions, Geological Society, London, Special Publications, 178, pp. 71-88.

Riegl, B, Piller, W.E., 2000b. Reefs and coral carpets in the Miocene Paratethys (Badenian, Leitha Limestone, Austria). Proceedings of the Ninth International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia, 1, pp. 211-216.

Robbins, L.L., Blackwelder, P.L., 1992. Biochemical and ultrastructural evidence for the origin of whitings: a biologically induced calcium carbonate precipitation mechanism. Geology 20, 464-468.

Scandone, P., Patacca, E., 1984. Tectonic evolution of the Central Mediterranean area. Annales Geophysicae 2, 139-142.

Schuster, F., 2002. Scleractinian corals from the Oligocene of the Qom formation (Esfahan-Sirjan fore-arc basin, Iran). Courier Forschungsinstitut Senckenberg 239, 5-55.

Schuster, F., Wielandt, U., 1999. Oligocene and Early Miocene coral faunas from Iran: palaeoecology and palaeobiogeography. International Journal of Earth Sciences 88, 571-581.

Schweigger, A.F., 1820. Handbuch der Naturgeschichte der skelettosen ungegliederten Thiere, Leipzig, 776 p.

Sismonda, E., 1871. Matériaux pour servir à la Paléontologie du terrain tertiaire du Piémont. Memorie della Accademia reale della Scienze di Torino Serie 2, 25, 257-361.

Smith, A.M., 1995. Palaeoenvironmental interpretation using bryozoans: a review. In: Bosence, D.W.J., Allison, P.A. (Eds.), Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils. Geological Society, London, Special Publications 83, pp. 231-243.

Spratt, T.A.B., 1843-1844. On the Geology of Malta and Gozo. Proceedings of the Geological Society of London 4, 2, 225-230.

Spratt, T.A.B., 1854. On the Geology of Malta and Gozo. 2nd edition. (The Governor = Wm. Reid) Whitefriars, 16 p.

Stefani, C., de, 1913. L'arcipelago di Malta. Atti della Reale Accademia dei Lincei 22, 1-12.

Taylor, P.D., 2005. Bryozoans and palaeoenvironmental interpretation. Journal of the Palaeontological Society of India 50, 1-11.

Thompson, J.B., 2000. Microbial whitings. In: Riding, R.E., Awramik, S.M. (Eds.), Microbial Sediments, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 250-260.

Thompson, J.B., Schultze-Lam, S., Beveridge, T.J., Des Marais, D.J. 1997. Whiting events: Biogenic origin due to the photosynthetic activity of cyanobacterial picoplankton. Limnology and Oceanography 42, 133-141.

Trower, E.J., Lamb, M.P., Fischer, W.W., 2019. The Origin of Carbonate Mud. Geophysical Research Letters 46, 1-8.

Turpin, M., Emmanuel, L., Reijmer, J.J.G., Renard, M., 2011. Whiting-related sediment export along the Middle Miocene carbonate ramp of Great Bahama Bank. International Journal of Earth Sciences 100, 1875-1893.

Umbgrove, J.H.F., 1946. Corals from a lower Pliocene patch-reef in central Java. Journal of Paleontology (Tulsa) 20, 521-542.

Vaughan, T.W., Wells, J.W., 1943. Revision of the suborders, families and genera of the Scleractinia. Geological Society of America, Special Papers 43, 363 p.

Vaughan, T.W., 1919. Fossil corals from Central America, Cuba, Porto-Rico with an account of the American Tertiary, Pleistocene and recent coral reefs. United States National Museum Bulletin 103, 189-524.

Veron, J.E.N., 2000. Corals of the world. Australian Institute of marine science and CRR Qld Pty Ltd, 3 volumes.

Verrill, A.E., 1865. On the corals and polyps of Panama, with descriptions of new species. Proceedings of the Boston Society of Natural History 10, 323-333.

Verrill, A.E., 1866. Synopsis of the polyps and corals of the North Pacific exploring expedition - III Madreporaria. Proceedings of the Essex Institute 5, 17-50, 315-330.

Verrill, A.E., 1870. Review of the corals and polyps of the west coast of America. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 1, 2, 377-558.

Verrill, A.E., 1902. Notes on corals of the genus *Acropora* (Madrepora Lam.), with new descriptions and figures of types, and of several new species. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences (New Haven) 11, 207-266.

Weisbord, N.E., 1973. New and little-known corals from the Tampa Formation of Florida. State of Florida, Department of natural resources, Bureau of Geology, Division of interior resources 56, 146 p.

Wells, J.W., 1937a. New genera of Mesozoic and Cenozoic corals. Journal of Paleontology 11, 73-77.

Wells, J.W., 1937b. Coral studies: Part II. Five new genera of the Madreporaria. Bulletins of American Paleontology 23, 97, 242-250.

Wells, J.W., 1954. Fossil corals from Bikini atoll. U.S. Geological Survey Professional Paper, 260 p.

Wells, J.W., 1956. Scleractinia. In: Moore, R. C. (Ed.), Treatise on invertebrate paleontology, Part F, Coelentarata. New York, Geological Society of America and Lawrence, Kansas, University of Kansas Press, pp. F328-444.

WoRMS Editorial Board, 2021. World Register of Marine Species. Available from http://www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2021-02-27. doi:10.14284/170.

Zammit-Maempel, G. 1979. The indo-pacific affinity of some Maltese Tertiary fossils. The Central Mediterranean Naturalist 1, 1-12.

Zammit-Maempel, G. 1993. *Kuphus melitensis*, a new Teredinid bivalve from the Late Oligocene Lower Coralline Limestone of Malta. Contributions to Tertiary and Quaternary Geology 30, 155-175.

Zuffardi-Commerci, R., 1937. Corallari oligocenici e miocenici della Somalia. Paleontografia Italiana 32, 265-301.

LEGENDES DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Inventaire des espèces de scléractiniaires par niveaux coralliens de la coupe de Naxxar (N) et globalement pour les sites de Tal Bajjada (TB) et Ghar Lapsi (GL).

List of scleractinian species by coral levels of the Naxxar section and overall, for the sites of Tal Bajjada and Ghar Lapsi.

Tableau 2. Associations de bryozoaires dans trois niveaux coralliens de la coupe de Naxxar.

Bryozoan associations in three coral levels of the Naxxar section.

Figure 1. A. Situation de l'archipel maltais en Méditerranée. ; B. Carte géologique de l'île de Malte avec l'emplacement des coupes et sites de prélèvements (Geological Map of the Maltese Islands, Scale 1 :25,000, Oil Exploration Directorate Office of the Prime Minister, Valetta, Malta, modifiée).

A. Situation of the Maltese archipelago in the Mediterranean; B. Geological map of the island of Malta with the location of sections and sampling sites (Geological Map of the Maltese Islands, Scale 1: 25,000, Oil Exploration Directorate Office of the Prime Minister, Valetta, Malta, modified).

Figure 2. Coupe de la carrière de Naxxar avec indication des niveaux coralliens au sein des deux mégaséquences de dépôt.

Geological section of the Naxxar quarry with indication of coral levels into the two depositional megasequences.

Figure 3. Coupe de Ghar Lapsi. A. Vue des falaises et de la carrière ; B. Détail de la coupe.

Geological section of Ghar Lapsi. A. View of the cliffs and the quarry; B. Detail of the section.

Figure 4. A,B. *Stylocoenia emarciata* (Lamarck, 1816), Naxxar, MNHN.F.A81733 ; C,D. *Stylocoenia microphtalma* Reuss, 1868, Naxxar, MNHN.F.A81734. Echelle A,B,C : 1 cm. Echelle D : 0,5 cm. Photographies Lilian Cazes.

A,B. Stylocoenia emarciata *(Lamarck, 1816), Naxxar, MNHN.F.A81733 ;* C,D. Stylocoenia microphtalma *Reuss, 186, Naxxar, MNHN.F.A81734. Scale bar* A,B,C *: 1 cm. Scale bar D : 0,5 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 5. A,B. *Stylophora affinis* Duncan, 1863, Naxxar, MNHN.F.A81735 ; C,D. *Stylophora depauperata* (Reuss, 1867), Naxxar, MNHN.F.A81736; E,F. *Stylophora microstyla* Meneghini *in* d'Achiardi, 1868, Naxxar, MNHN.F.A81737 ; G,H. *Stylophora* cf. *silicensis* Weisbord, 1973, Naxxar, MNHN.F.A81738. *Scale bar* A,C,E,G : 1 cm. *Scale bar* B,D,F,H : 0,5 cm. Photographies Lilian Cazes.

A,B. Stylophora affinis *Duncan, 1863, Naxxar, MNHN.F.A81735 ;* C,D. Stylophora depauperata *(Reuss, 1867), Naxxar, MNHN.F.A81736;* E,F. Stylophora microstyla *Meneghini in d'Achiardi, 1868, Naxxar, MNHN.F.A81737* ; G,H. Stylophora *cf.* silicensis *Weisbord, 1973, Naxxar, MNHN.F.A81738. Echelle* A,C,E,G *: 1 cm. Echelle* B,D,F,H *: 0,5 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 6. A. *Acropora pachymorpha* Chevalier, 1956, Tal Bajjada, MNHN.F.A81739 ; B,C. *Miophora peyrerensis* Chevalier, 1963, Naxxar, MNHN.F.A81740; D,E. *Miophora naxxarensis* nov. sp, Naxxar, MNHN.F.A81741. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A. Acropora pachymorpha *Chevalier, 1956, Tal Bajjada, MNHN.F.A81739 ;* B,C. Miophora peyrerensis *Chevalier, 1963, Naxxar, MNHN.F.A81740;* D,E. Miophora naxxarensis *nov. sp, Naxxar, MNHN.F.A81741. Scale bar : 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 7. A. *Leptoseris walli* Vaughan, 1926, Tal Bajjada, MNHN.F.A81742; B. *Siderofungia morloti* (Reuss, 1864), Naxxar, MNHN.F.A81743; C. *Actinacis rollei* Reuss, 1864, Tal Bajjada, MNHN.F.A81744. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A. Leptoseris walli *Vaughan, 1926, Tal Bajjada, MNHN.F.A81742;* B. Siderofungia morloti *(Reuss, 1864), Naxxar, MNHN.F.A81743;* C. Actinacis rollei *Reuss, 1864, Tal Bajjada, MNHN.F.A81744. Scale bar: 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 8. A. *Porites collegniana* Michelin, 1842, Tal Bajjada, MNHN.F.A81745 ; B. *Porites micrantha* Reuss, 1869, Tal Bajjada, MNHN.F.A81746 ; C. *Goniopora raulini* (M.E. et H, 1857), Tal Bajjada, MNHN.F.A81747 ; D,E. *Alveopora elegans* (Leymerie, 1846), Naxxar, MNHN.F.A81748 ; F,G. *Alveopora polyacantha* Reuss, 1867, Naxxar, MNHN.F.A81749. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A. Porites collegniana *Michelin, 1842, Tal Bajjada, MNHN.F.A81745 ;* B. Porites micrantha *Reuss, 1869, Tal Bajjada, MNHN.F.A81746 ;* C. Goniopora raulini *(M.E. et H, 1857), Tal Bajjada, MNHN.F.A81747 ;* D,E. Alveopora elegans *(Leymerie, 1846),*

Naxxar, MNHN.F.A81748 ; F,G. Alveopora polyacantha *Reuss, 1867, Naxxar, MNHN.F.A81749. Scale bar : 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 9. A,B. *Nerthastraea maltensis* nov. sp., Tal Bajjada, MNHN.F.A81750 ; C,D. *Caulastraea retiformansi* (Kühn, 1933), Naxxar, MNHN.F.A81751. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A,B. Nerthastraea maltensis *nov. sp., Tal Bajjada, MNHN.F.A81750 ;* C,D. Caulastraea retiformansi *(Kühn, 1933), Naxxar, MNHN.F.A81751. Scale bar : 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 10. A. *Favites neglecta* (Michelotti in d'Achiardi, 1868), Tal Bajjada, MNHN.F.A81752 ; B. *Favites detecta* (Michelotti in Sismonda, 1871), Naxxar, MNHN.F.A81753 ; C. *Favites gajensis* (Duncan, 1880), Tal Bajjada, MNHN.F.A81754 ; D,E. *Favites neuvillei* Chevalier, 1962, Naxxar, MNHN.F.A81755 ; F. *Favites densisepta* Chevalier, 1961, Tal Bajjada, MNHN.F.A81756. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A. Favites neglecta *(Michelotti in d'Achiardi, 1868), Tal Bajjada, MNHN.F.A81752 ;* B. Favites detecta *(Michelotti in Sismonda, 1871), Naxxar, MNHN.F.A81753 ;* C. Favites gajensis *(Duncan, 1880), Tal Bajjada, MNHN.F.A81754 ;* D,E. Favites neuvillei *Chevalier, 1962, Naxxar, MNHN.F.A81755 ;* F. Favites densisepta *Chevalier, 1961, Tal Bajjada, MNHN.F.A81756. Scale bar : 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 11. A,B. *Heliastraea* (*Aquitanastraea*) *pruvosti* Chevalier, 1954, Tal Bajjada, MNHN.F.A81757 ; C. *Antiguastraea alveolaris* (Catullo, 1856), Naxxar, MNHN.F.A81758 ; D. *Tarbellastraea anomala* (Sismonda; 1871), Ghar Lapsi, MNHN.F.A81759 ; E. *Phyllocoeniella eggenburgensis* (Chevalier et Nascimento, 1975), Naxxar, MNHN.F.A81760. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A,B. Heliastraea *(*Aquitanastraea*)* pruvosti *Chevalier, 1954, Tal Bajjada, MNHN.F.A81757 ;* C. Antiguastraea alveolaris *(Catullo, 1856), Naxxar, MNHN.F.A81758 ;* D. Tarbellastraea anomala *(Sismonda; 1871), Ghar Lapsi, MNHN.F.A81759 ;* E. Phyllocoeniella eggenburgensis *(Chevalier et Nascimento, 1975), Naxxar, MNHN.F.A81760. Scale bar : 1 cm. Photographies by Lilian Cazes.*

Figure 12. A. *Reussangia* sp., Naxxar, MNHN.F.A81761; B,C. *Euphyllia fasciculata* (Reuss, 1864), Naxxar, MNHN.F.A81762 ; D. *Gyrosmilia maltensis* nov. sp., Tal Bajjada,

MNHN.F.A81763 ; E. *Flabellum* sp., Naxxar, MNHN.F.A81764 ; F. *Turbinaria cyathiformis* (de Blainville, 1830), Naxxar, MNHN.F.A81765. Echelle : 1 cm. Photographies Lilian Cazes.

A. Reussangia *sp.,* Naxxar*, MNHN.F.A81761*; B,C. Euphyllia fasciculata *(Reuss, 1864), Naxxar, MNHN.F.A81762 ;* D. Gyrosmilia maltensis *nov. sp., Tal Bajjada, MNHN.F.A81763 ;* E. Flabellum *sp., Naxxar, MNHN.F.A81764 ;* F. Turbinaria cyathiformis *(de Blainville, 1830), Naxxar, MNHN.F.A81765. Scale bar: 1 cm. Photographies Lilian Cazes.*

Figure 13. Carrière de Naxxar. A. Vue de la partie W de la carrière montrant la succession des niveaux sédimentaires subhorizontaux ; B. Front de taille montrant la stratification des niveaux et des alignements de cavités de dissolutions correspondant le plus souvent à des colonies coralliennes dissoutes ; C. Front de taille avec fracturation ; D. Morphologie en dôme d'une construction corallienne (patch) montrant une pente à la périphérie (flèche noire) et un alignement de colonies coralliennes massives (flèche blanche) ; E. Détail d'alignement de colonies coralliennes massives marquées par une dissolution partielle.

Naxxar quarry. A. *View of the western part of the quarry showing the succession of subhorizontal sedimentary levels;* B. *Lower quarry face showing the stratification of levels and alignments of solution cavities, most often corresponding to dissolved coral colonies;* C. *Quarry face with fracturing;* D. *Dome morphology of a coral construction (patch) showing a slope at the periphery (black arrow) and an alignment of massive coral colonies (white arrow);* E. *Detail of alignment of massive coral colonies marked by partial dissolution.*

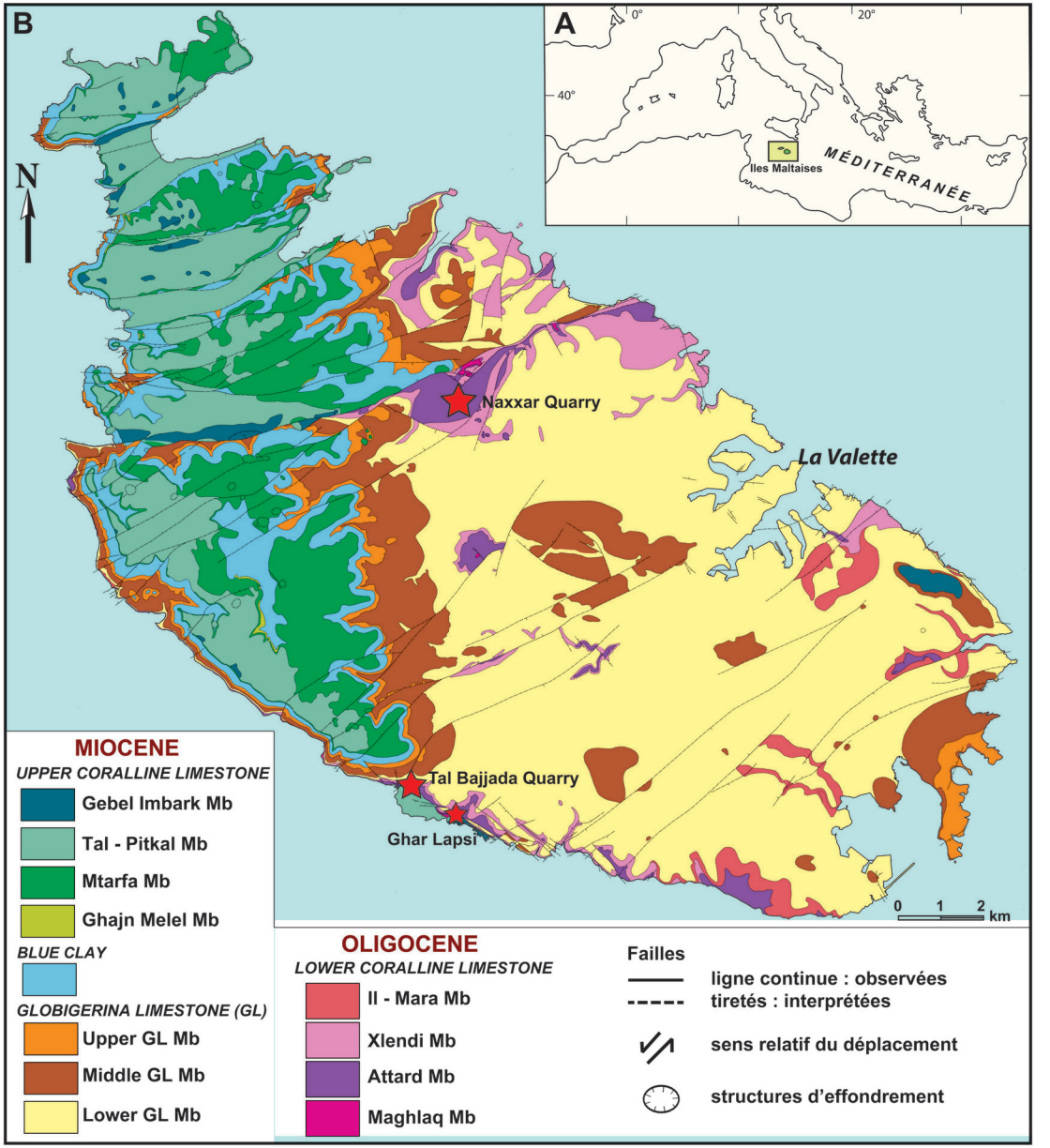
Figure 14. A,B. Carrière de Ghar Lapsi avec les niveaux GL1 à GL3 (voir Fig. 3) renfermant des communautés coralliennes ; C. Carrière de Tal Bajjada montrant la superposition des faciès attribués à l'unité Attard Member : 1, Niveau corallien à colonies denses ; 2, Dépôts à rhodolites renfermant quelques colonies coralliennes ; 3, calcaire bioclastique à stratifications obliques.

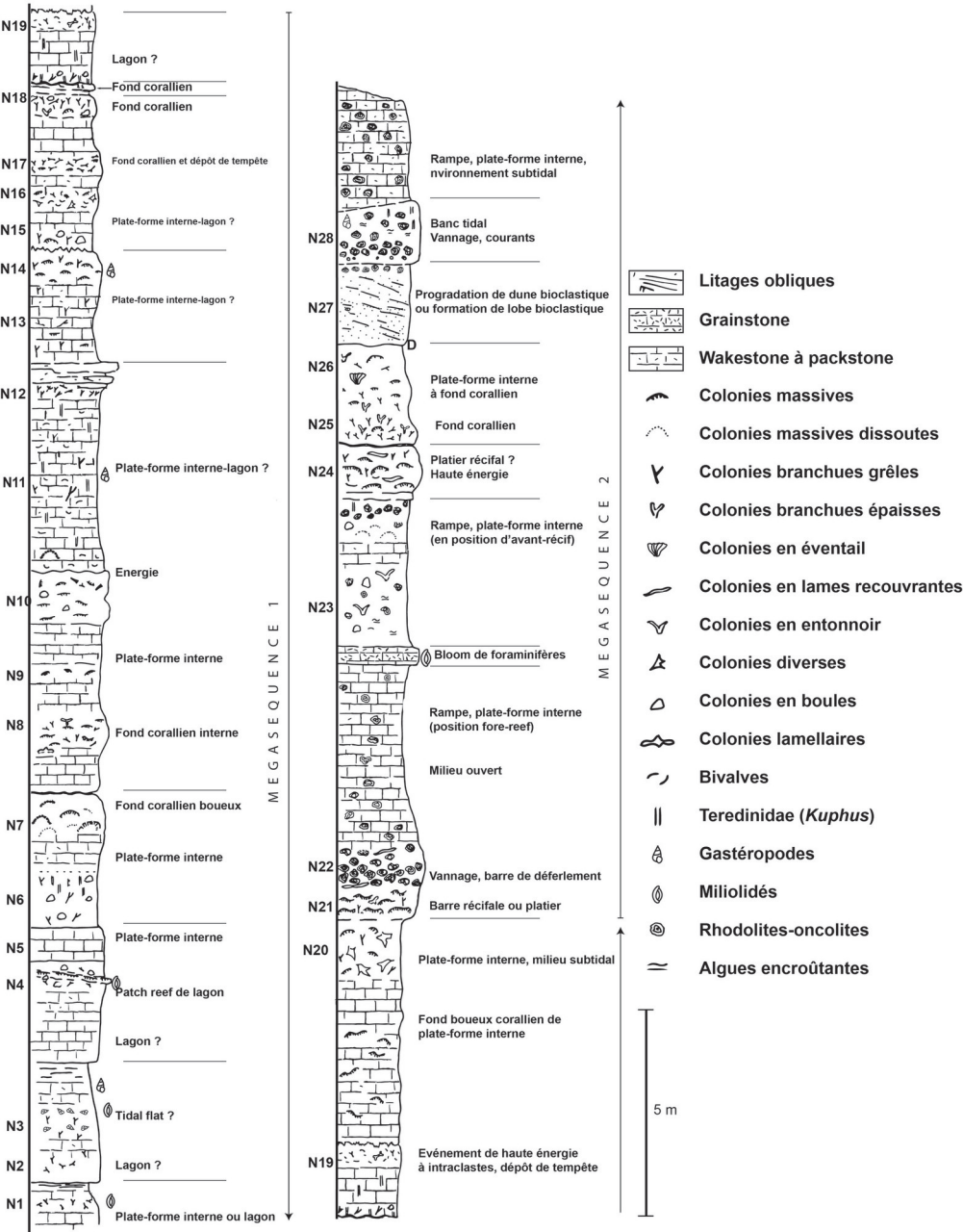
A,B. *Ghar Lapsi quarry with levels GL1 to GL3 (see Fig. 3) containing coral communities;* C. *Tal Bajjada quarry showing the superposition of facies assigned to the Attard Member unit: 1, coral level with dense colonies; 2, rhodolite deposits containing a few coral colonies; 3, bioclastic limestone with oblique stratifications.*

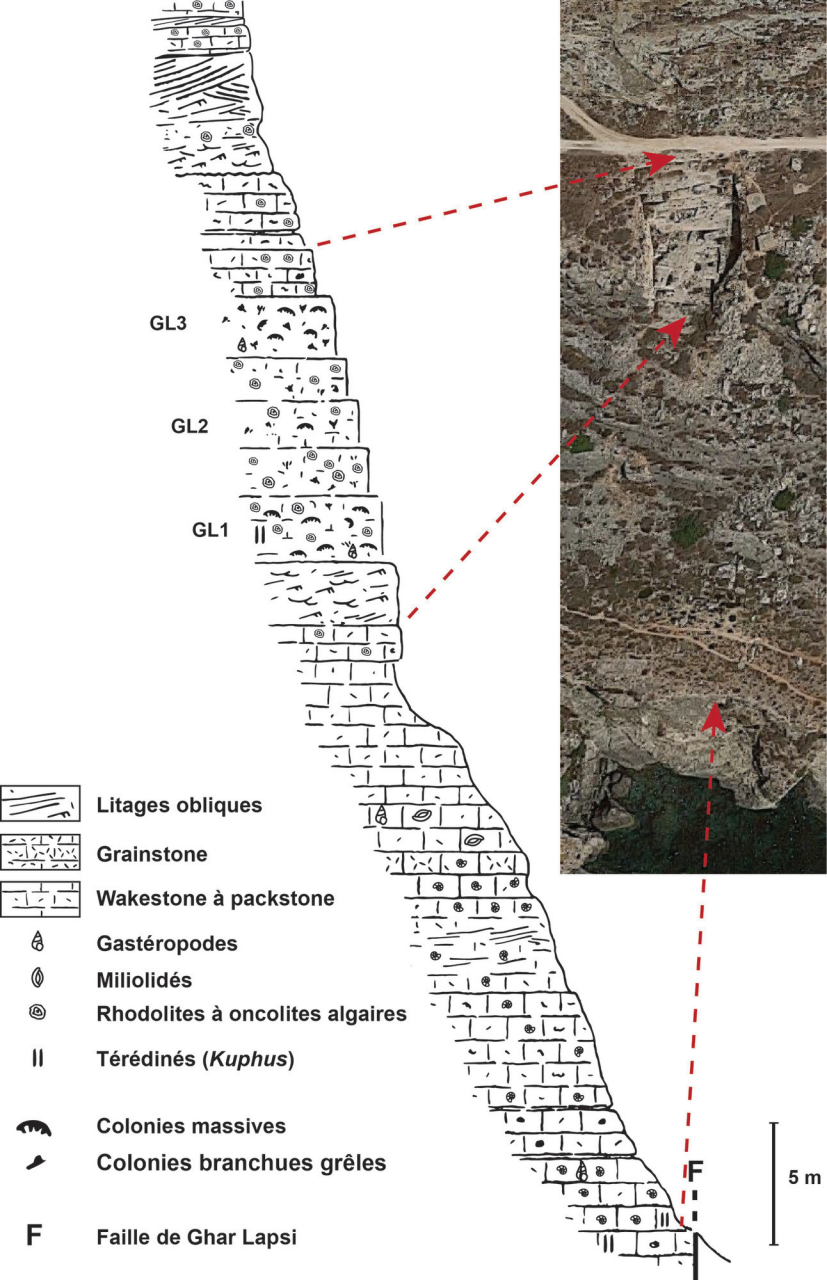
Figure 15. Contenu faunistique et détail des colonies coralliennes. A. Niveaux à Teredinidae du genre *Kuphus* en position de vie (flèches), Naxxar ; B. Colonie massive de *Favites*

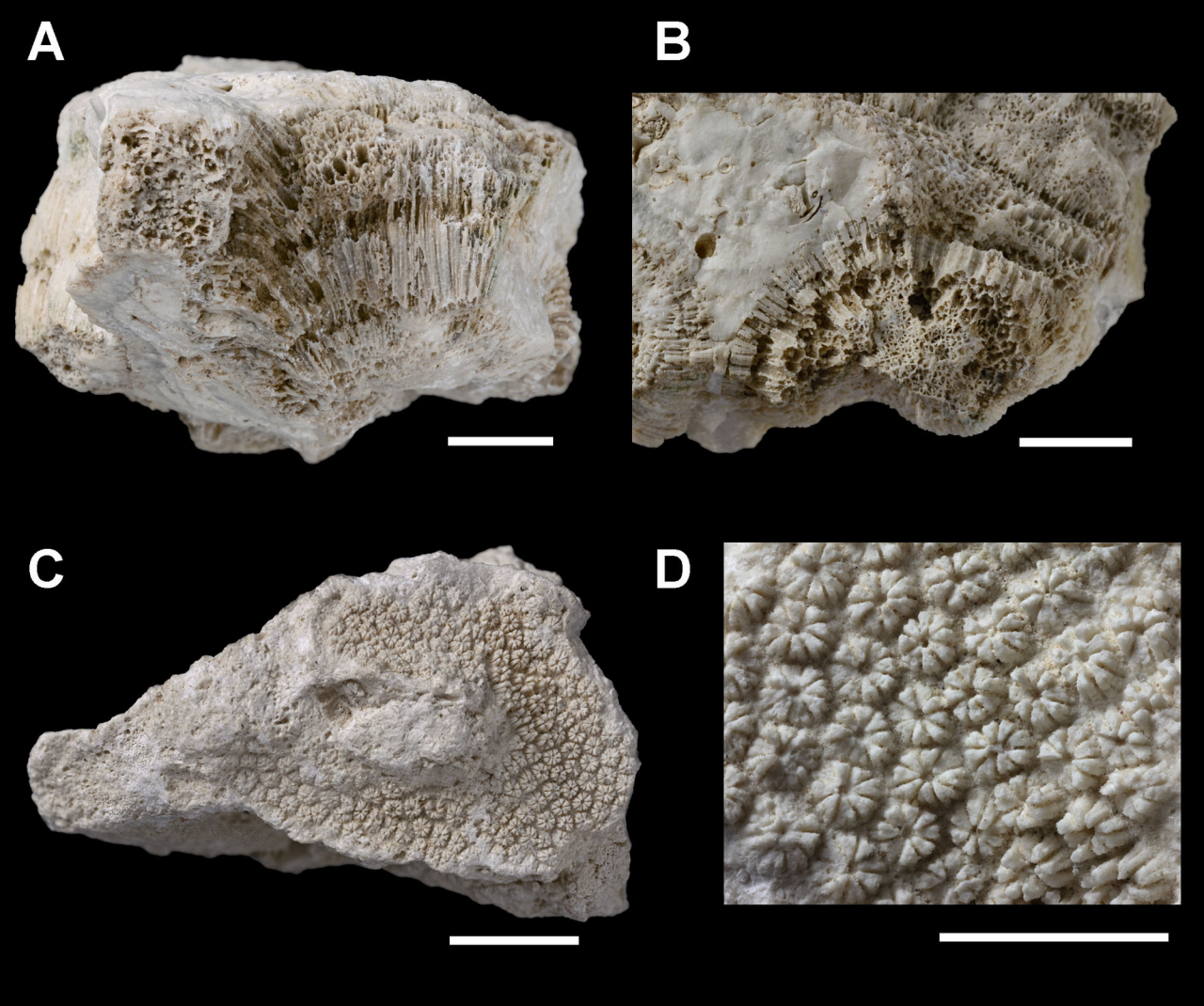
gajensis ; C. Masse construite à coraux diversifiés : *Miophora* (1), *Stylocoenia* (2), *Astreopora* (3), colonie méandriforme, (4), Tal Bajjada; D. Colonies branchues d'*Acropora*, Tal Bajjada; E. Colonies à branches grêles de *Stylophora*, Naxxar.

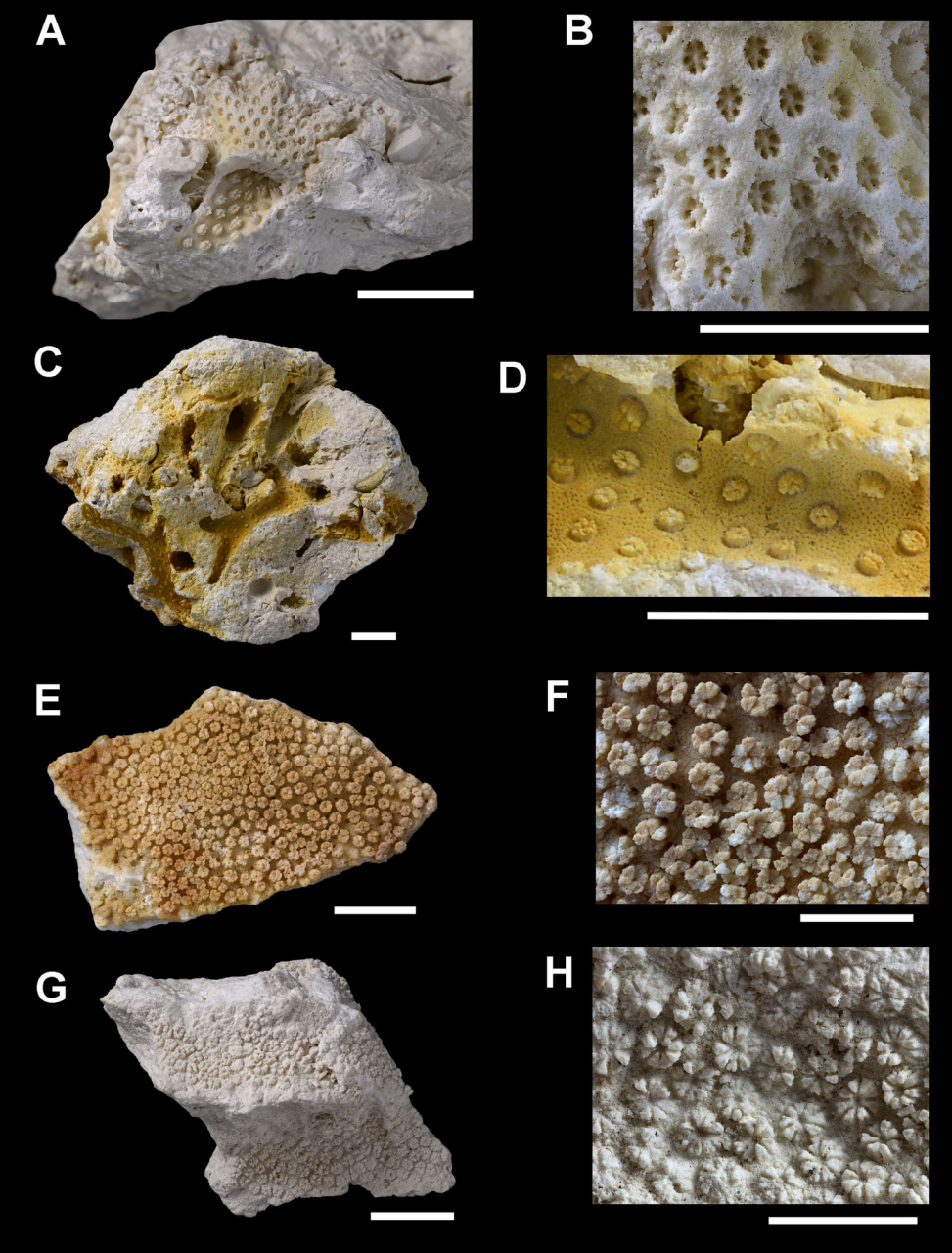
Faunal content and detail of coral colonies. A. *Levels in Teredinidae of the genus* Kuphus *in life position (arrows), Naxxar;* B. *Massive colony of* Favites gajensis *; C. Build up with diversified corals:* Miophora *(1),* Stylocoenia *(2),* Astreopora *(3), meandering colony, (4), Tal Bajjada; D. Branched colonies of Acropora, Tal Bajjada; E. Colonies with slender branches of* Stylophora*, Naxxar.*

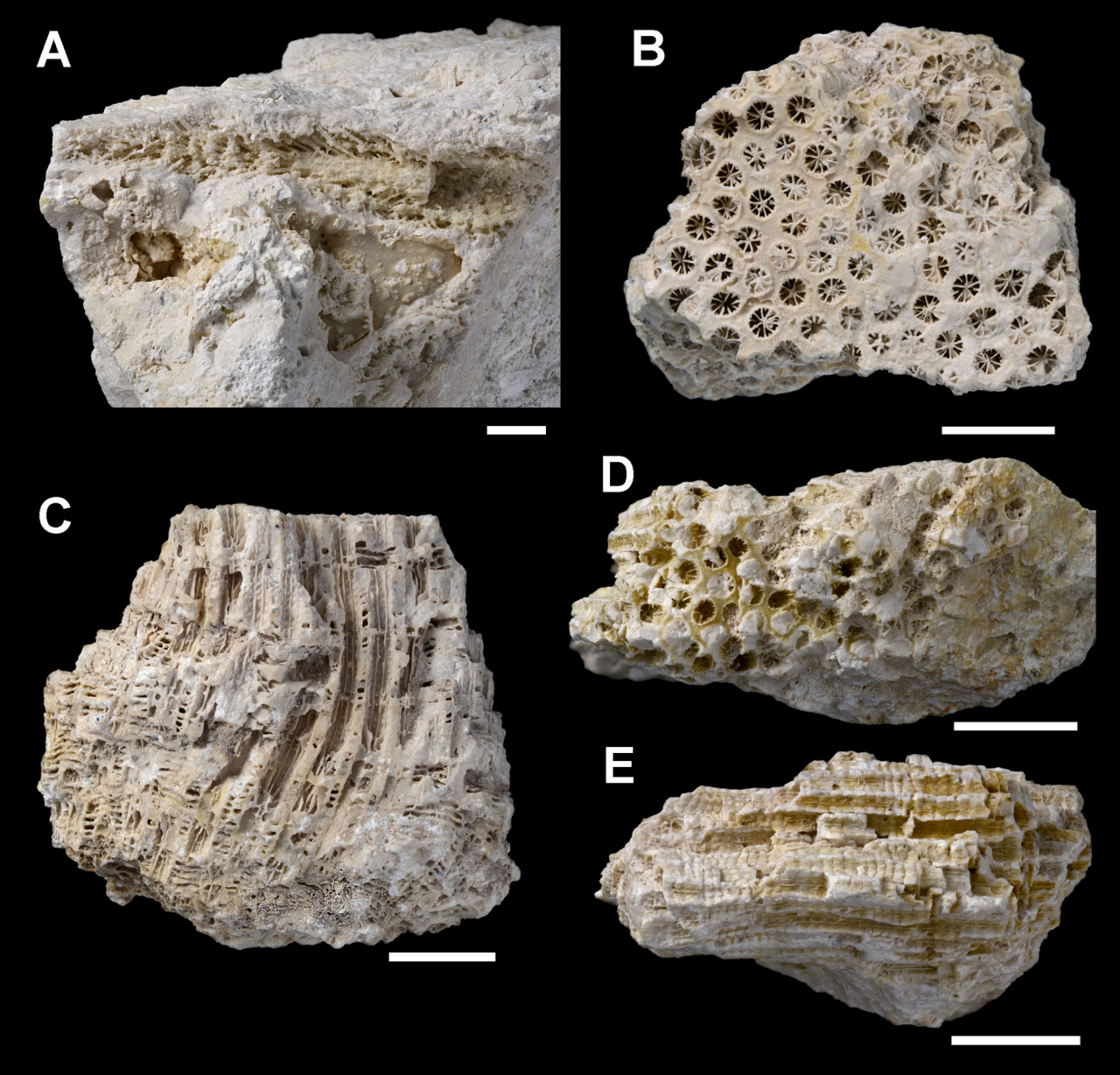

B
A
0°
20°
40°
Iles Maltaises
MÉDITERRANÉE
N
Naxxar Quarry
La Valette
Tal Bajjada Quarry
Ghar Lapsi
0 1 2 km
MIOCENE
UPPER CORALLINE LIMESTONE
Gebel Imbark Mb
Tal - Pitkal Mb
Mtarfa Mb
Ghajn Melel Mb
BLUE CLAY
GLOBIGERINA LIMESTONE (GL)
Upper GL Mb
Middle GL Mb
Lower GL Mb
OLIGOCENE
LOWER CORALLINE LIMESTONE
Il - Mara Mb
Xlendi Mb
Attard Mb
Maghlaq Mb
Failles
ligne continue : observées
tiretés : interprétées
sens relatif du déplacement
structures d'effondrement

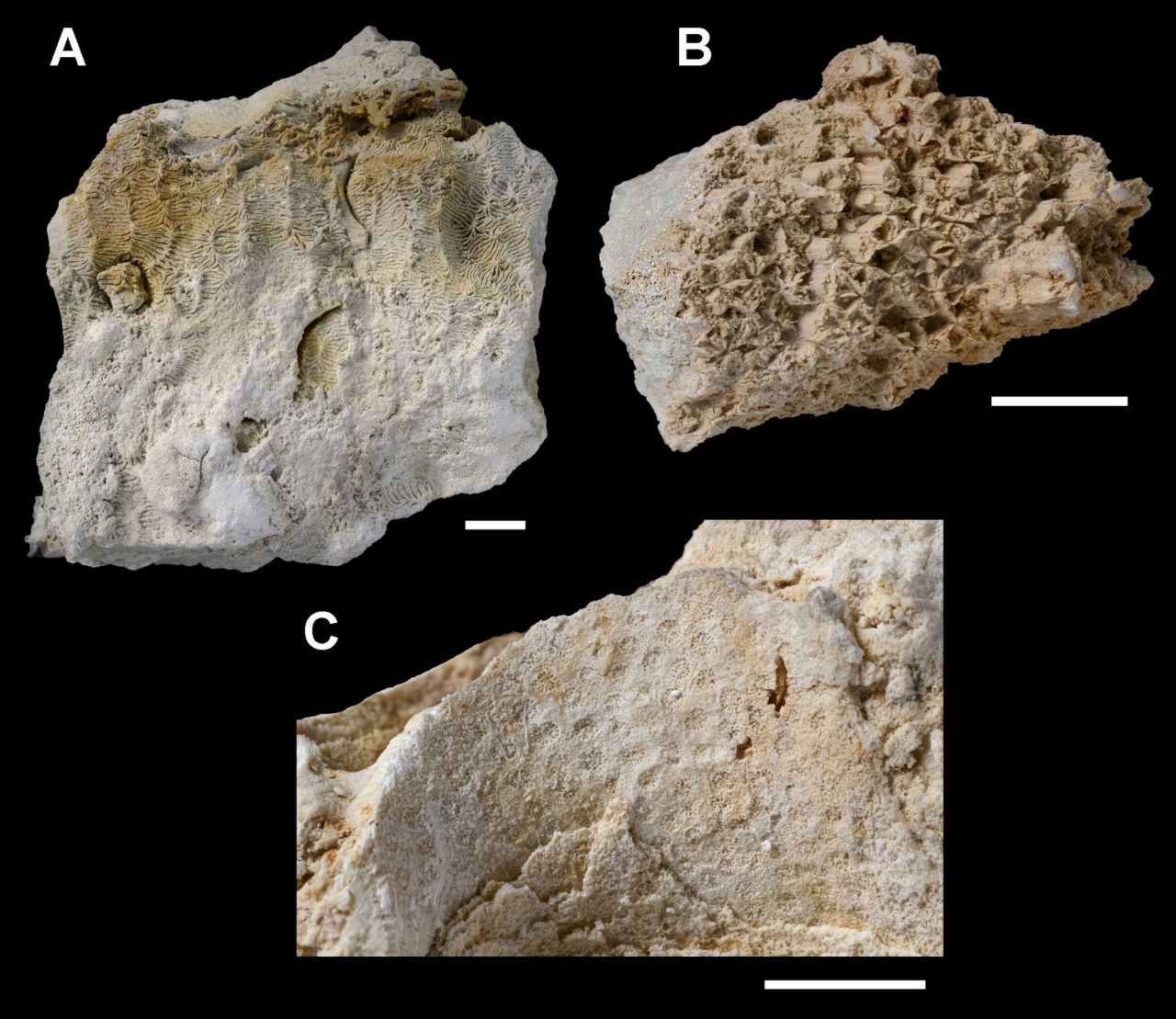

N19
Lagon ?
Fond corallien
N18
Fond corallien
N17
Fond corallien et dépôt de tempête
N16
N15
Plate-forme interne-lagon ?
N14
Plate-forme interne-lagon ?
N13
N12
N11
Plate-forme interne-lagon ?
Energie
N10
Plate-forme interne
N9
N8
Fond corallien interne
Fond corallien boueux
N7
Plate-forme interne
N6
N5
Plate-forme interne
N4
Patch reef de lagon
Lagon ?
N3
Tidal flat ?
N2
Lagon ?
N1
Plate-forme interne ou lagon
MEGASEQUENCE 1
Rampe, plate-forme interne,
nvironnement subtidal
N28
Banc tidal
Vannage, courants
N27
Progradation de dune bioclastique
ou formation de lobe bioclastique
D
N26
Plate-forme interne
à fond corallien
N25
Fond corallien
N24
Platier récifal ?
Haute énergie
Rampe, plate-forme interne
(en position d'avant-récif)
N23
Bloom de foraminifères
Rampe, plate-forme interne
(position fore-reef)
Milieu ouvert
N22
Vannage, barre de déferlement
N21
Barre récifale ou platier
N20
Plate-forme interne, milieu subtidal
Fond boueux corallien de
plate-forme interne
N19
Evénement de haute énergie
à intraclastes, dépôt de tempête
MEGASEQUENCE 2
5 m
Litages obliques
Grainstone
Wakestone à packstone
Colonies massives
Colonies massives dissoutes
Colonies branchues grêles
Colonies branchues épaisses
Colonies en éventail
Colonies en lames recouvrantes
Colonies en entonnoir
Colonies diverses
Colonies en boules
Colonies lamellaires
Bivalves
Teredinidae (Kuphus)
Gastéropodes
Miliolidés
Rhodolites-oncolites
Algues encroûtantes

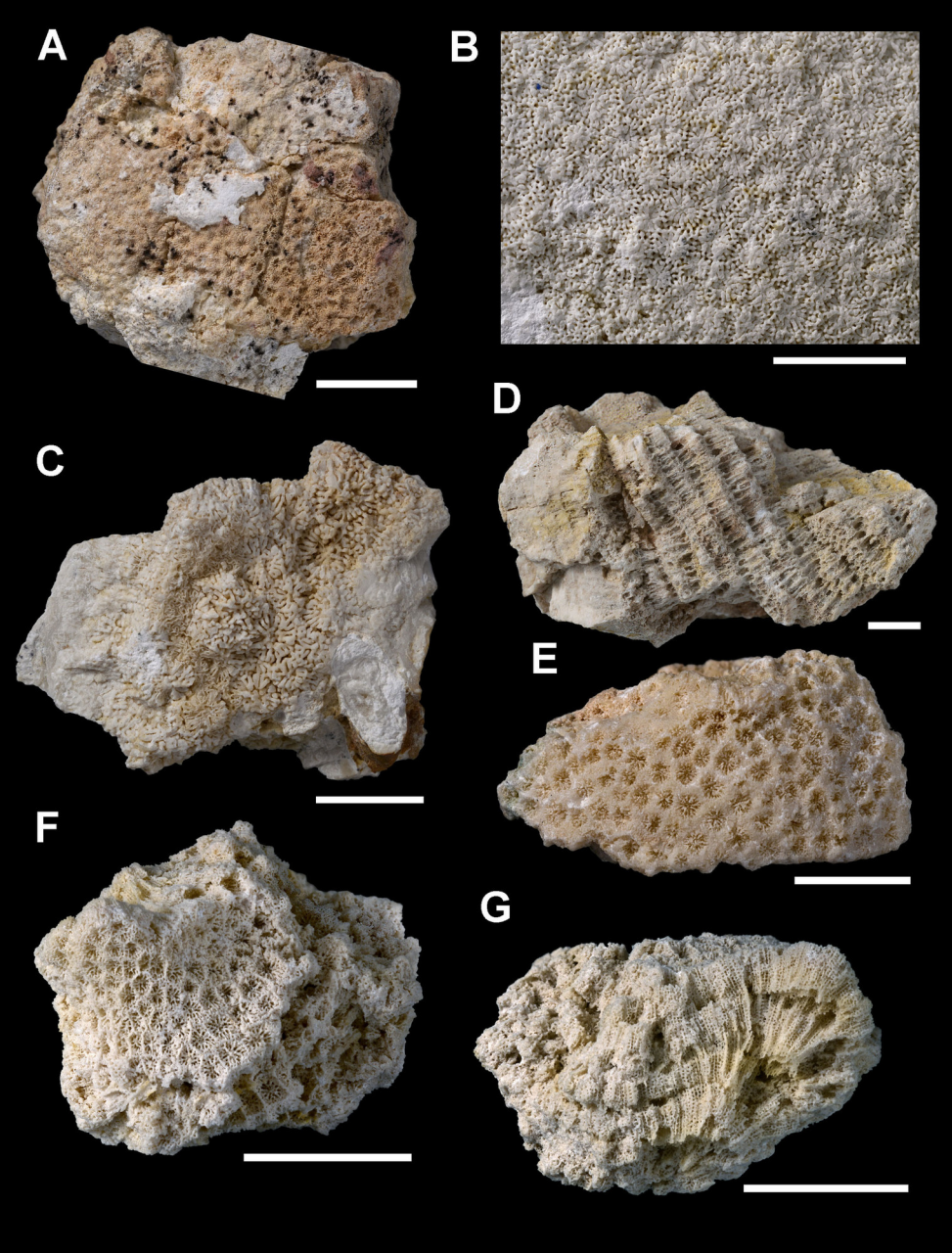

GL3
GL2
GL1
Litages obliques
Grainstone
Wakestone à packstone
Gastéropodes
Miliolidés
Rhodolites à oncolites algaires
Térédinés (*Kuphus*)
Colonies massives
Colonies branchues grêles
F
Faille de Ghar Lapsi
F
5 m

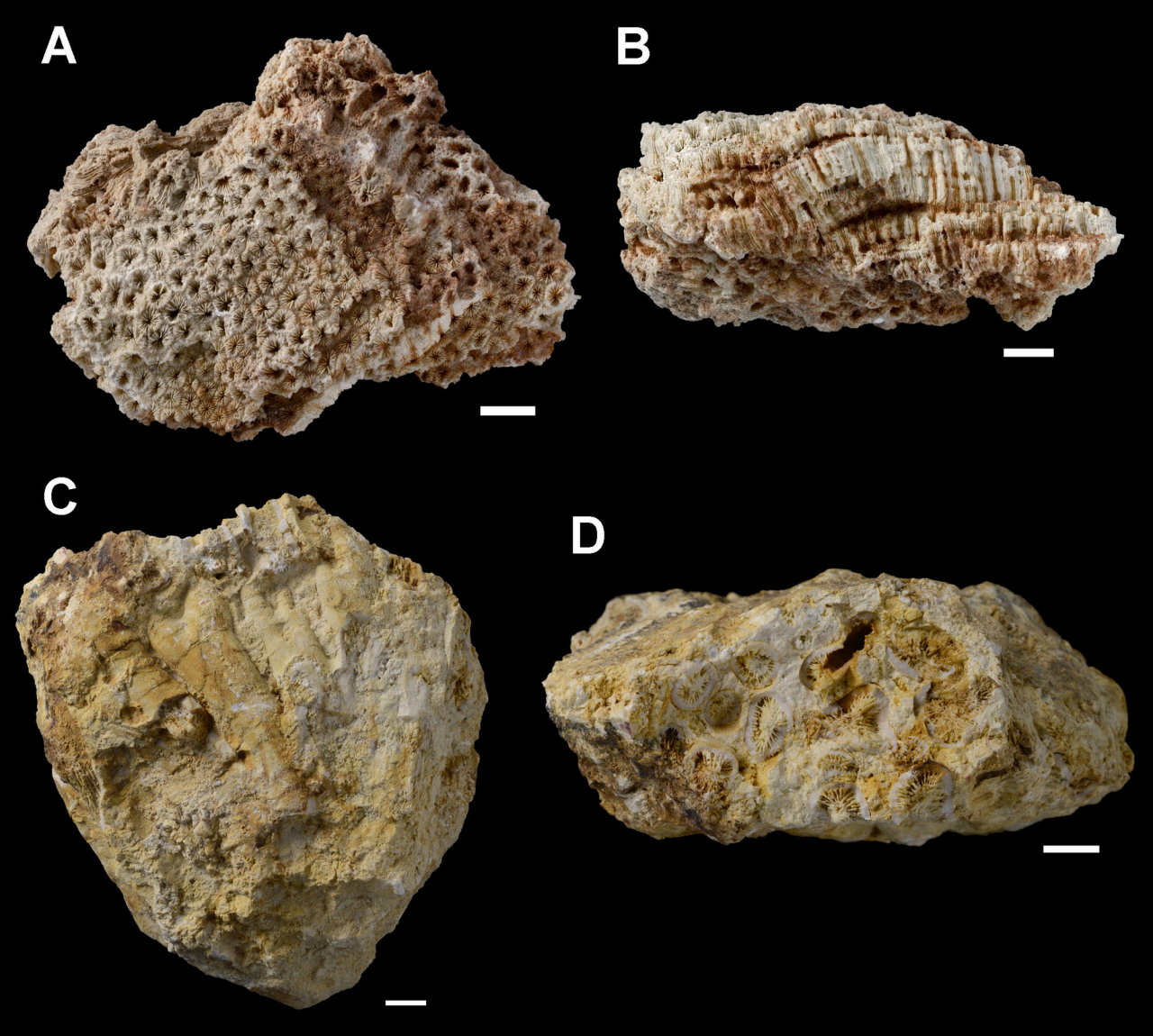

A
B
C
D

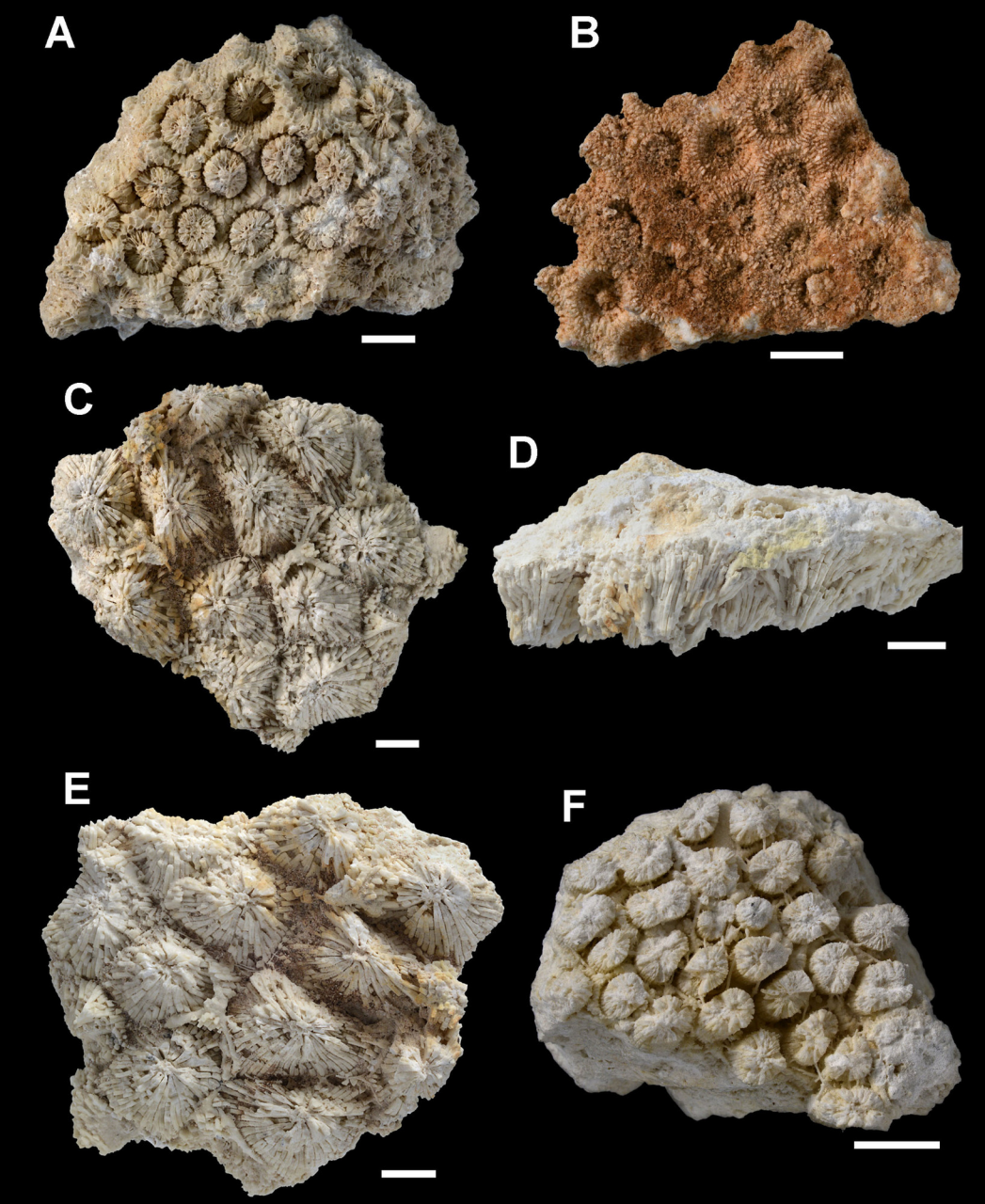

A
B
C
D
E
F
G
H

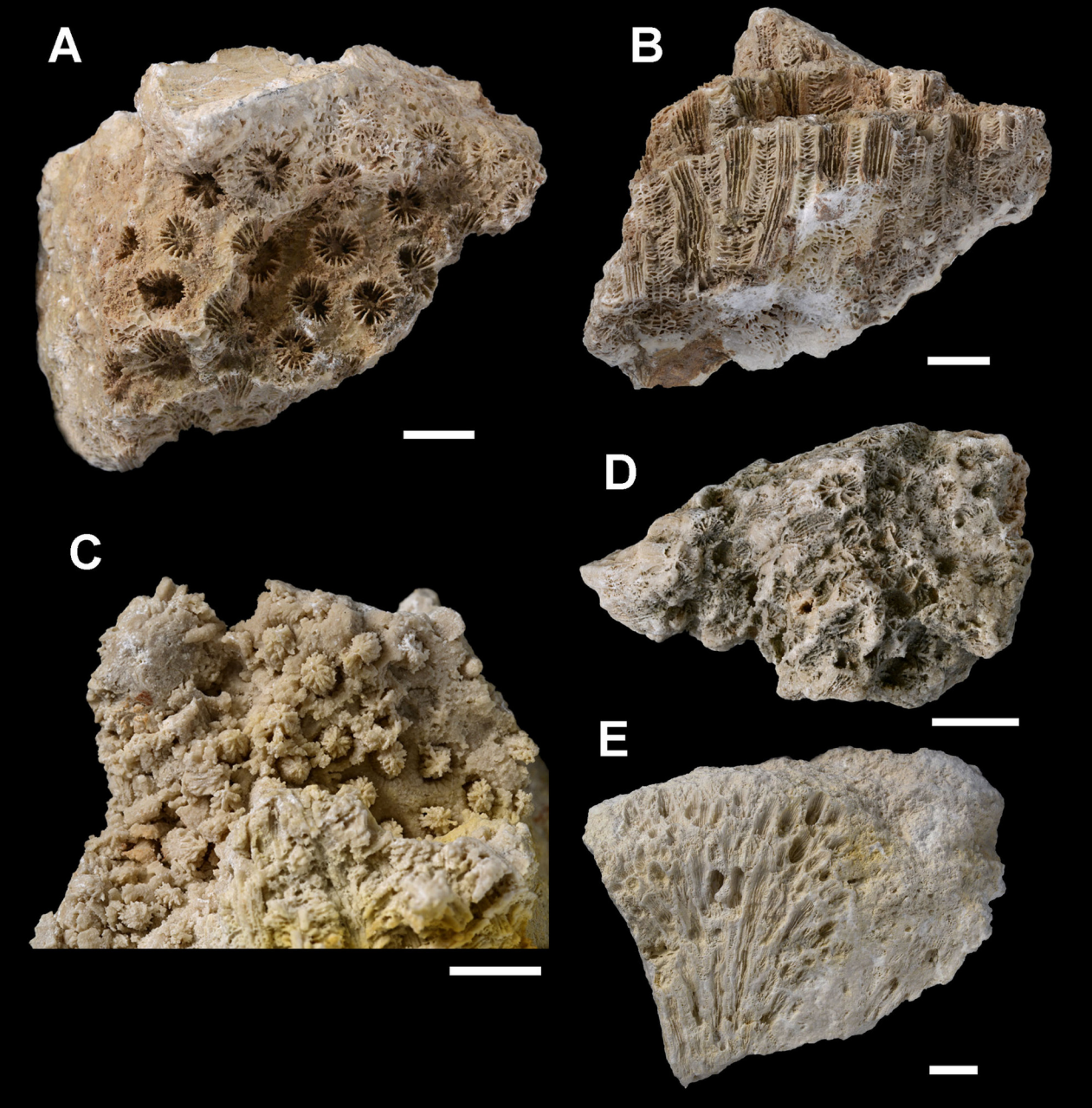

A
B
C
D
E

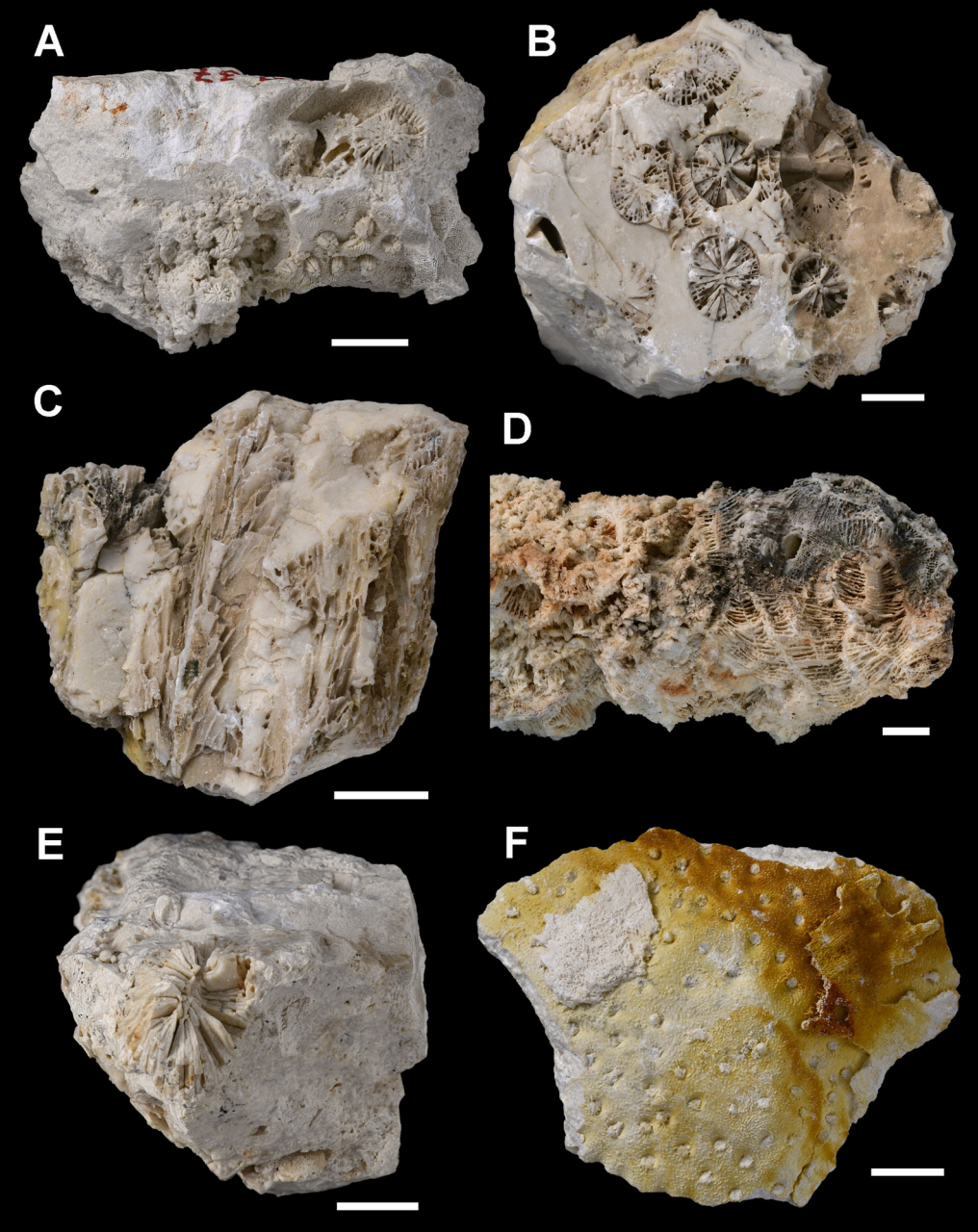

A
B
C

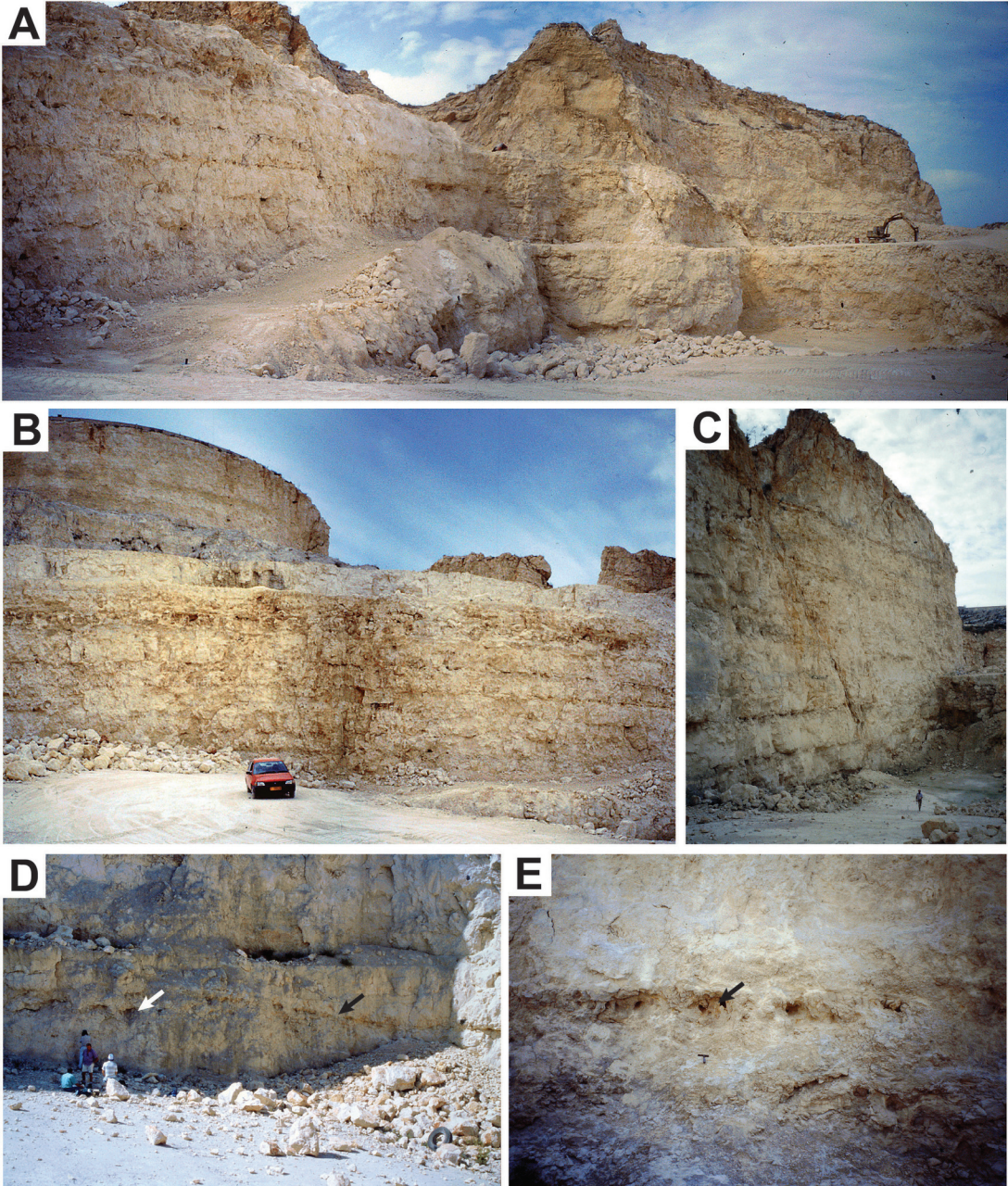

A
B
C
D
E
F
G

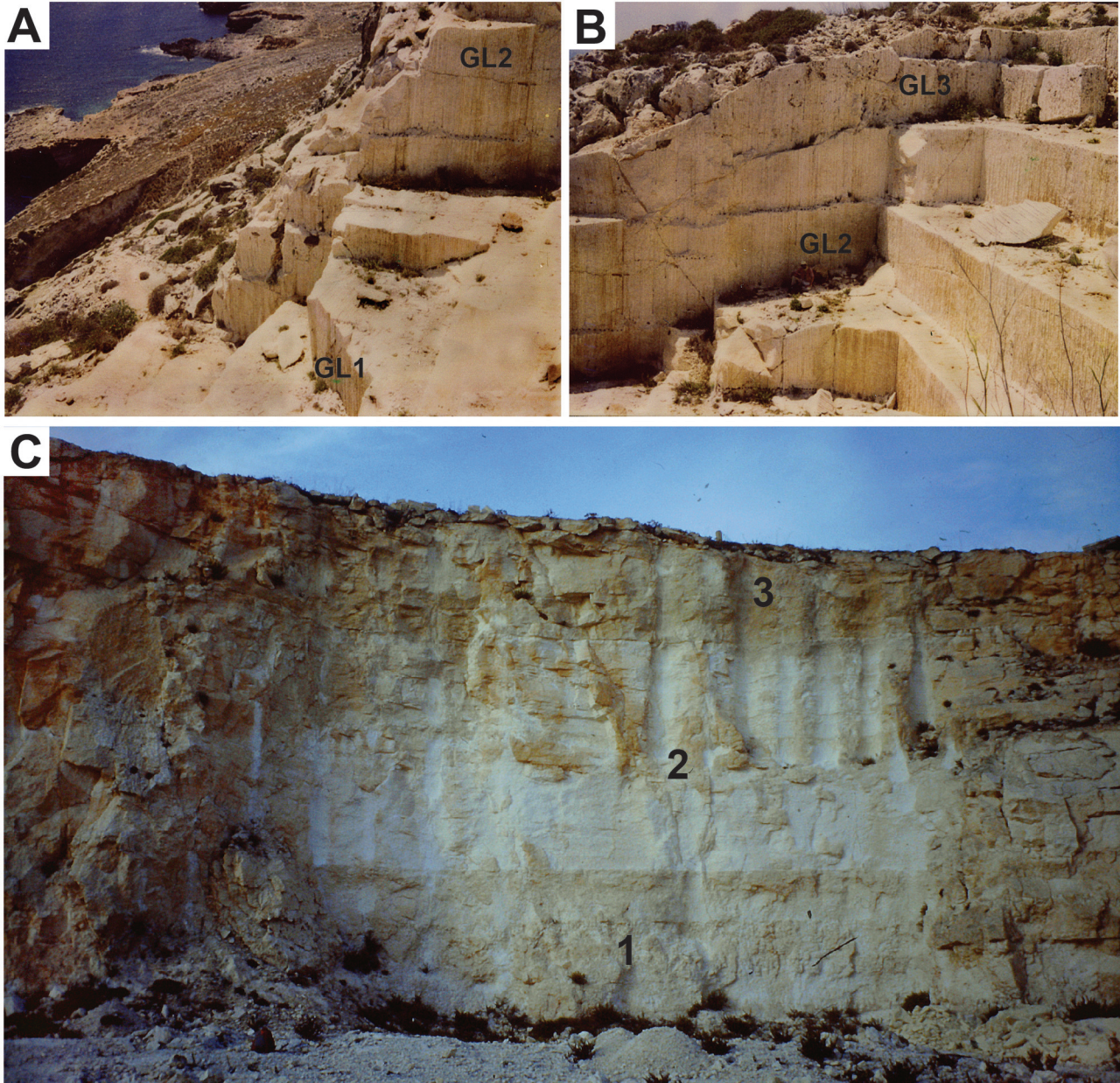

A
B
C
D

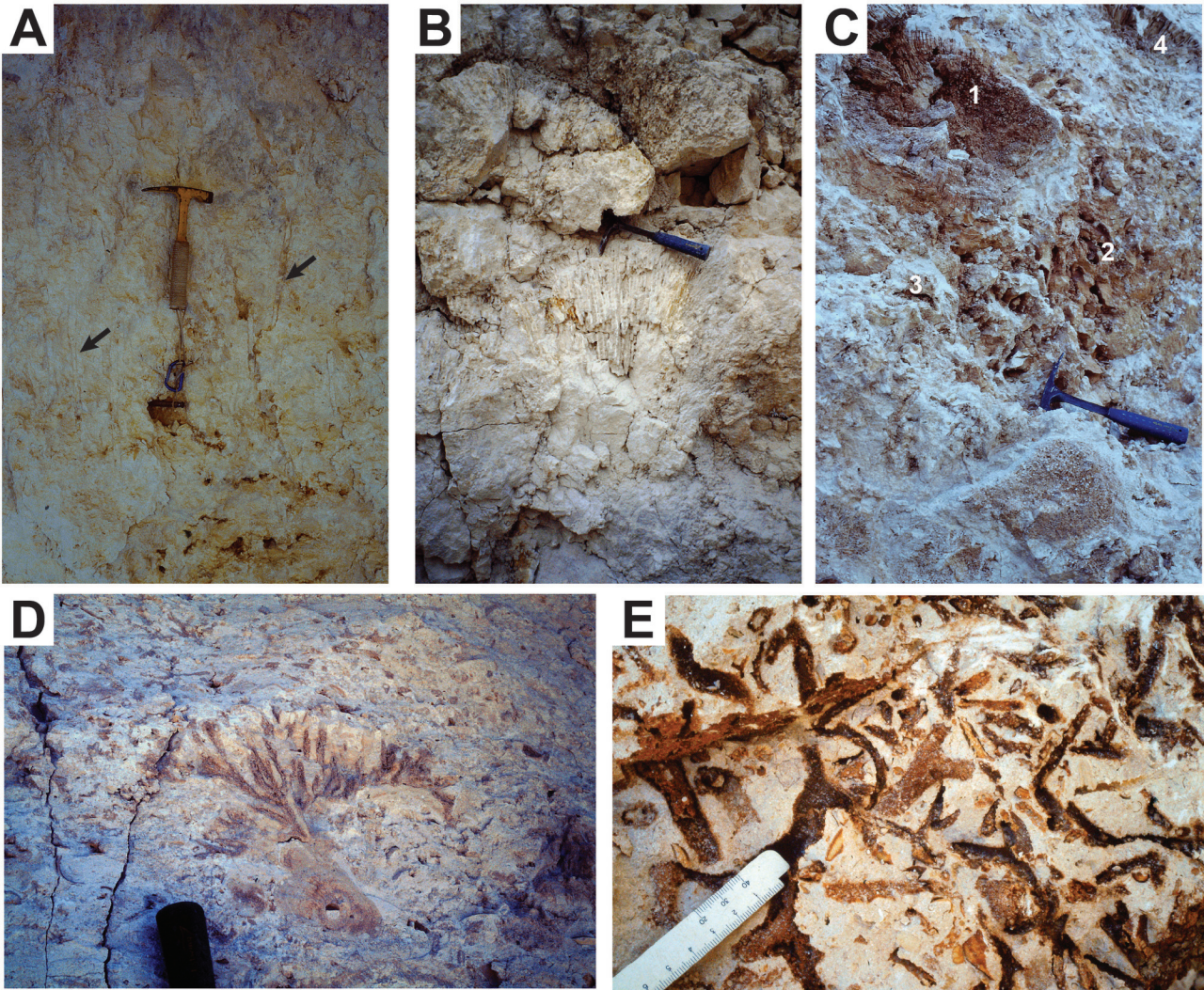

A
B
C
D
E
F


A
B
C
D
E


A
B
C
D
E
F


A
B
C
D
E


A
GL2
GL1
B
GL3
GL2
C
3
2
1


A
B
C
1
2
3
4
D
E

CORAUX RÉCIFAUX	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	TB	GL
Stylocoenia emarciata										+											+									
Stylocoenia microphtalma				+			+			+								+				+								
Stylophora affinis	+	+		+		+		+			+	+	+		+	+		+	+	+	+					+	+		+	
Stylophora depauperata														+			+													
Stylophora microstyla																														
Stylophora ramulosa					+																									
Stylophora cf.*silicensis*							+																							
Acropora pachymorpha	+	+	+	+			+	+	+	+		+		+							+			+	+				+	+
Astreopora elegans										+																				
Astreopora subcylindrica								+				+									+			+						+
Miophora peyrerensis																													+	
Miophora naxxarensis				+																									+	+
Leptoseris walli							+	+		+		+									+		+	+			+		+	+
Siderastraea (Siderofungia) morloti																					+									
Actinacis rollei										+																			+	
Porites collegniana					+							+					+		+					+					+	
Porites micrantha					+	+		+				+		+							+	+							+	
Goniopora raulini																													+	
Alveopora elegans				+			+		+	+							+		+		+		+		+					+
Alveopora polyacantha																								+					+	
Nerthastraea maltensis																													+	+
Caulastraea retiformans				+			+											+								+				+
Favites neglecta																												+	+	
Favites detecta												+							+											
Favites gajensis																													+	
Favites neuvillei					+																			+						
Favites densisepta												+									+			+					+	
Heliastraea (Heliastraeopsis) solenastroides																													+	
Heliastraea (Aquitanastraea) pruvosti																													+	
Antiguastraea alveolaris	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+					+		+		+			+	+		+			
Tarbellastraea anomala					+																								+	+
Méandroïdes				+		+	+	+	+	+		+			+	+	+	+		+	+					+	+			+
Phyllocoeniella eggenburgensis																		+												
Euphyllia fasciculata																														
Gyrosmilia maltensis																													+	
Turbinaria cyathiformis																		+				+		+						

Bryozoaires	**N17**	**N21**	**N23**
Crisia eburnea (Linné, 1758)	+	+	+
Exidmonea atlantica (Forbes in Johnston, 1847)	+	+	+
Tervia sp.		+	+
Entalophoroecia sp.			+
Annectocyma sp.	+		
Plagioecia sp.			+
Heteropora sp.			+
Lichenopora elliptica Canu, 1916		+	+
Lichenopora hispida (Fleming, 1828)		+	+
Nellia oculata Busk, 1852	+	+	+
Vincularia sp.	+	+	+
Antropora sp.		+	+
Rosseliana sp.		+	+
Steginoporella elegans (Milne-Edwards, 1836)	+	+	
Monoporella sp.		+	
Cellaria fistulosa (Linnaeus, 1758)	+	+	
Herentia sp.	+		
Didymosella acutirostris Faura & Canu, 1916	+		
Porella cervicornis (Pallas, 1766)	+		+
Smittina sp.	+	+	+
Margaretta cereoides (Ellis & Solander, 1786)	+	+	+
Sertella sp.	+	+	+
Adeonella (?) sp.	+	+	+
Celleporaria palmata (Michelin, 1847)	+		+
Celleporina sp.	+	+	+
Turbicellepora coronopus (Wood, 1844)		+	