

# Les formations cénozoïques dans le Sud-Est de la France (région située entre Grasse et Nice)

*The Cenozoic formations of south-eastern France, between Grasse and Nice*

Marie-Denise COURME-RAULT (1)  
Michel DUBAR (2)

Géologie de la France, n° 1, 2011, p. 3-70, 71 fig.

Mots-clés : Cénozoïque, France, Grasse, Nice

Keywords: Cenozoic, France, Grasse, Nice

## RÉSUMÉ

Cet article est consacré à une analyse détaillée des différentes formations cénozoïques de la région de Grasse-Cannes, décrites sous une forme condensée dans la notice de la 2<sup>e</sup> édition de la feuille Grasse-Cannes au 1/50 000. Ces formations qui, souvent, n'affleurent que sur des surfaces extrêmement réduites, revêtent cependant une très grande importance dans la mesure où elles permettent de préciser le calendrier tectonique régional. Par ailleurs, dans cette région où la pression urbanistique est grande, plusieurs affleurements ont déjà disparu ou risquent d'être détruits. Il est donc très important d'en donner une description aussi précise que possible.

Parallèlement, nos connaissances sur le Messinien et sur le Plio-Pléistocène ont bénéficié de recherches en milieu sous-marin (IFREMER), de nouvelles grandes excavations en zone sub-urbaine de Nice et de forages profonds hydrogéologiques (Conseil Général 06). Concernant le Pliocène, les nouvelles données permettent de préciser la paléobathymétrie des dépôts et les conditions de mise en place depuis 5,5 Ma dans un contexte global de variations accélérées du niveau de la mer.

Les formations de l'Éocène moyen et de l'Éocène supérieur sont caractéristiques d'une transgression qui se développe d'Est en Ouest. L'avancée progressive de la mer débute au Bartonien avec des dépôts caractérisant un domaine de plate-forme interne : faciès laguno-évaporitiques d'abord (argiles bariolées...), faciès laguno-littoraux ensuite (calcaires à oncoïdes algaires, à Miliolidés, calcaires bio-clastiques). Leur font suite des faciès du domaine de plate-forme externe (calcaire à Nummulites) puis du domaine de bassin (calcaire micritique, argileux).

L'ensemble correspond à une séquence positive. Avec le Priabonien, cette transgression atteint Saint-Vallier-du-Thiery à l'Ouest, et montre des faciès calcaires et marneux traduisant encore une séquence positive.

Une émergence généralisée accompagnée d'une longue période d'érosion s'installe au cours du Priabonien terminal. Les matériaux mobilisés se retrouvent en épandage ou piégés dans des bassins effondrés ; ils constituent la Formation de la Guargo (brèches, conglomérats...). Aucun marqueur ne permet de leur donner un âge précis. À l'exception de deux sites (Le Lauron et Saint-Paul-de-Vence – 1 galet), cette formation ne comporte pas de galets d'andésite. Tantôt les andésites reposent directement sur cette formation, tantôt c'est elle qui repose sur les andésites. Cette même formation repose sur différents termes de l'Éocène et peut être scellée par la molasse miocène. On met ainsi en évidence un remplissage non-synchrone de bassins ou fossés du Sud vers le Nord.

La période miocène correspond à un deuxième cycle sédimentaire encadré par deux périodes d'émergence généralisée (Oligocène et fini-Miocène). La sédimentation burdigalienne, d'abord littorale à circalittorale (molasse), montre un approfondissement avec des marnes qui persistent au Langhien. Des paquets de brèches implantés dans ces marnes marquent le début de l'instabilité du secteur.

La période langhienne – serravallienne correspond à une régression avec basculement vers l'Est et le Nord-Est. Elle est marquée par des faciès à Algues, des calcaires à Pectinidés et des molasses fines, relayées par une molasse grossière à l'Ouest. Les derniers dépôts miocènes [Serravallien (?) – Tortonien (?)] de conglomérats et brèches,

(1) Département des Sciences de la Terre, Université d'Orléans.

(2) CEPAM (UMR 6130), Université Nice Sophia-Antipolis SJ A3, Campus Saint-Jean d'Angély, 24 Avenue des Diables Bleus, 06357 Nice cedex 4

\* Manuscrit présenté le 2 août 2011, accepté le 15 octobre 2011.

traduisent le comblement du bassin et une phase alpine soit serravallienne soit tortonienne.

Il n'y a pas de dépôt messinien pré-évaporitique.

La crise de salinité messinienne se traduit sur les bords du bassin par une vague d'érosion régressive intense dont le résultat est le creusement au droit des fleuves d'axes incisées très profonds et pénétrant amplement à l'intérieur des terres. Des mégabèches d'écroulement s'y accumulent localement.

Ces incisions vont conditionner une bonne partie de la mise en place du dispositif deltaïque Plio-Pleistocène. Celui-ci est analysé selon deux volets : 1/ stratigraphique, en s'appuyant sur les abondantes données biostratigraphiques de microfaunes marines (foraminifères) ; 2/ cartographique, en délimitant sur le terrain la géométrie des appareils successifs.

Les rôles respectifs du niveau de la mer et de la tectonique sont restitués et expliquent dans un contexte d'espace disponible de plus en plus réduit, le caractère fondamentalement emboîté des formations plio-pleistocènes : d'abord le delta zancéen qui s'installe dès 5,3 Ma dans l'incision messinienne, puis les deltas plaisanciens (3,58-2,60 Ma) et gélasiens (2,6-1,7 Ma) qui indiquent des mouvements amples du niveau marin. Enfin, les terrasses quaternaires emboîtées ou étagées sont autant de petits deltas formés au gré des oscillations à haute fréquence du niveau de la mer dans un contexte de soulèvement modéré du continent.

Au point de vue structural, le secteur étudié appartient au domaine pyrénéo-provençal, au domaine alpin proprement dit, et est situé sur la marge du bassin liguro-provençal. Il est donc soumis aux effets de la tectonique pyrénéenne (Éocène-Oligocène), aux contrecoups de phases compressives majeures alpines (Paléogène-Néogène). Le poinçonnement alpin d'une part, l'ouverture du golfe de Gênes d'autre part, sont à l'origine de la structuration oligocène. Plusieurs périodes d'épanchements volcaniques se succèdent avec mises en place d'andésites d'âge oligocène (voire Éocène terminal ?) liées à des mouvements d'extension en situation d'arrière-arc.

Enfin, les conglomérats du Serravallien (?) – Tortonien (?) sont affectés de déformations traduisant une phase d'activité intense dans le domaine alpin. Celle-ci conduit à la mise en place du chevauchement des Baous, événement majeur de la genèse de l'arc de Castellane.

Au Pliocène, sous l'effet de la surrection du massif de l'Argentera, l'arc de Nice se met progressivement en place. Le phénomène atteint son paroxysme au Pliocène supérieur avec la mobilisation d'écaillles chevauchantes vers le Sud-Ouest. Des accidents décrochants sur les bordures guident le mouvement. La surrection de l'arc, qui est peut-être sous la dépendance d'un chevauchement profond dans le socle, entraîne un soulèvement régional qui perdure durant le Pléistocène et qui est responsable de l'emboîtement des dépôts puis de leur étagement en terrasses.

## ABSTRACT

We provide an analysis of the various Cenozoic formations in the area between Grasse and Cannes, described in a summary manner in the explanatory notes to the 2nd edition of the Grasse-Cannes geological map at 1:50,000 scale. Though such formations in many cases are known from only very small outcrops, they are of great importance as they allow refining the regional tectonic time-table. Moreover, in this area with a great urban-growth pressure, several exposures have already disappeared or risk destruction. Therefore, it is important to describe them as precisely as possible.

At the same time, our knowledge of the Messinian and the Pliocene-Pleistocene has benefited from submarine research by IFREMER, from new major excavations in the suburbs of Nice and from deep hydrogeological boreholes in the Alpes Maritimes Department. Concerning the Pliocene, new data have refined our understanding of the paleo-bathymetry of these deposits and of their conditions of emplacement since 5.5 Ma, in an overall context of accelerating sea-level variations.

Middle and Upper Eocene formations are characteristic of an east-to-west transgression. The progressive advance of the sea started in the Bartonian with internal-shelf deposits: first multi-coloured clay of an evaporite-lagoon facies, followed by a littoral-lagoon facies of limestone with algal oncoids and miliolids, and bioclastic limestone. These are overlain by external-shelf deposits (Nummulites limestone) and then by micritic clayey limestone deposited in a basin.

This unit corresponds to a positive sequence. By the Priabonian, the transgression has reached Saint-Vallier-du-Thiery in the west, shown by limestone and marl still indicating a positive sequence.

During the latest Priabonian, a long period of general emersion and erosion started. The reworked sediment was spread over flat surfaces or trapped in subsiding basins and now is called the Guargo Formation (breccia, conglomerate, etc.) No marker has been found that gives them a precise age. Except for two sites at Le Lauron and Saint-Paul-de-Vence (1 pebble), this formation does not contain any andesite pebbles. However, andesite is found directly overlying or underlying this unit, which is also found overlying various Eocene deposits and can be sealed by Miocene molasse. This indicates an asynchronous infilling of basins or graben from south to north.

The Miocene period corresponds to a second sedimentary cycle framed by two periods of general emersion (Oligocene and latest-Miocene). Burdigalian sedimentation, initially littoral to circalittoral (molasse), gradually became deeper with marl that persisted into the Langhian. Scattered breccia within the marl indicates the start of instability in the area.

The Langhian-Serravallian period corresponds to a regression with tilting to the east and north-east. It is marked by algal limestone with pectinids and fine-grained molasse, which to the west becomes more coarse-grained. The last

Miocene [Serravallian(?) – Tortonian(?)] conglomerate and breccia deposits show infilling of the basin and an Alpine phase that occurred during either the Serravallian or the Tortonian.

No traces were found of pre-evaporitic Messinian deposits.

The Messinian salinity crisis was expressed on the basin edges by an intense regressive erosion wave, resulting in the incision of antecedent streams that deeply penetrated the interior of the region. Mega collapse breccias locally accumulated as well.

Such incision conditioned a good part of the Pliocene-Pleistocene delta system, which can be analysed according to two aspects. The first is stratigraphic, based on abundant biostratigraphic data from marine microfauna (foraminifera); the second is cartographic, by delimiting in the field the geometry of successive units.

The respective roles played by sea-level changes and tectonics have been reconstructed and are explained in the context of an increasingly reduced space. This is shown by the fundamentally interlocking character of the Pliocene-Pleistocene formations. First, a Zanclean-age delta was formed as of 5.3 Ma within the Messinian incision; this was followed by Plaisancian (3.58-2.60 Ma) and Gelasian (2.6-1.7 Ma) deltas indicating large sea-level movements. Finally, interlocking or stacked Quaternary terraces were in fact as many small deltas created by high-frequency sea-level oscillations within a context of moderate uplift of the continent.

From a structural viewpoint, the area of interest belongs to the Pyrenean-Provençal domain of the larger Alpine domain, and is located on the margin of the Ligurian-Provençal Basin. It was thus affected by Pyrenean tectonics (Eocene-Oligocene), and by the backlash of major Alpine compressive phases (Paleogene-Neogene). Both the Alpine compression and the opening of the Gulf of Genoa were at the origin of the Oligocene structural deformation. Several periods of volcanic activity succeeded each other as shown by the spreading of Oligocene-age (or even latest Eocene) andesite, which were related extensional crustal movements in a back-arc setting.

Finally, the Serravallian(?)–Tortonian(?) conglomerate was affected by deformation indicating intense tectonic activity in the Alpine domain. This led to the emplacement of the Baous thrust, a major event in the creation of the Castellane Arc.

During the Pliocene, under the effect of the uplift of the Argentera Massif, the Nice Arc progressively came into being. This phenomenon reached its paroxysm during the late Pliocene with the mobilization of peel thrusts to the south-west. Strike-slip faults along the edges guided this movement. The uplift of the arc, possibly caused by deep thrusting within the crust, caused regional uplift that continued during the Pleistocene, and which caused the stacking of deposits and the creation of terraces.

Tableau 1 - Répartition stratigraphique des foraminifères planctoniques de l'Éocène moyen-supérieur (d'après Bolli *et al.*, 1985) et Biozones paléontologiques basées sur les grands foraminifères (Blondeau *et al.* 1968).

*Table 1 – Stratigraphic distribution of late Middle Eocene planktonic foraminifera (from Bolli et al., 1985) and Paleontological biozones based on the large foraminifera (Blondeau et al., 1968).*



## INTRODUCTION

La deuxième édition de la feuille Grasse-Cannes à 1/50 000 (Dardeau, Dubar et Courme, 2011) est accompagnée d'une notice où sont exposés les éléments essentiels à la compréhension de la feuille. Toutefois, les observations de terrain détaillées, stratigraphiques et paléontologiques concernant les formations cénozoïques (Éocène à Miocène), n'ont pu être intégrées à cette notice. Elles sont accompagnées de nombreuses coupes de détail effectuées au cours du lever de la feuille et sur lesquelles se sont appuyés les contours de ces formations cénozoïques. Ces dernières affleurent sur des superficies très réduites et sont, en conséquence, souvent difficiles, et parfois impossibles, à représenter sur une carte au 1/50 000. Or, elles représentent un élément fondamental pour la compréhension de la chronologie de la déformation de la région, et donc de son évolution géodynamique. Par ailleurs, cette région est soumise à une forte pression urbanistique. Nombre de ces petits affleurements sont menacés de disparition ; certains sont d'ores et déjà détruits. Il est donc fondamental de conserver une mémoire aussi précise que possible de ces éléments diagnostics. C'est pourquoi nous avons rassemblé dans cette note les descriptions des séries cénozoïques ainsi que de nouvelles données stratigraphiques et carto-graphiques concernant le Messinien et le Plio-Pléistocène (Dubar) pour lesquels les rôles respectifs des variations du niveau de la mer et de la tectonique sont restitués et expliquent, dans un contexte d'espace disponible de plus en plus réduit, le caractère fondamentalement emboîté des formations plio-pléistocènes.

Les analyses paléogéographiques, tectoniques et géodynamiques concernent l'ensemble des temps éocène à plio-pléistocène.

Les nombreuses publications qui ont accompagné le lever de la première édition de la feuille Grasse-Cannes, dues essentiellement à L. Ginsburg, ainsi que celles précédant ou suivant ce même lever de feuille et s'attachant à préciser les datations des formations éocènes à miocènes, figurent dans la bibliographie de la notice. Ces références à ces publications ne seront pas toutes reprises dans cet article.

## I – LES FORMATIONS ÉOCÈNES À MIOCÈNES

### 1 – Description stratigraphique

#### 1.1. LA PÉRIODE ÉOCÈNE

La répartition des affleurements éocènes dans ce secteur est conditionnée par le sens des transgressions au cours de cette période et leur amplitude, la part importante de l'érosion et la tectonique post-éocène. Les datations des formations reposent sur différentes biozonations (tableaux 1 à 4). La biozonation adoptée pour les foraminifères planctoniques est celle de Toumarkine et Luterbacher (*in* Bolli *et al.*, 1985).

##### 1.1.1. Éocène inférieur

Ce terme correspond aux Sables bariolés de Biot (e3-1 sur la feuille de Grasse-Cannes).

Cette formation est initialement attribuée à l'étage Garumnien (équivalent actuel du Danien-Montien) par H. Coquand (1873), puis à l'Éocène inférieur par Zürcher (1900) et par A.-F. de Lapparent (1938). Ses affleurements sont conservés dans la partie orientale du secteur (Tourettes-

| Grands Foraminifères                              | ÉOCÈNE MOYEN                                                      |                                                        | ÉOCÈNE SUPÉRIEUR               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                                   | ZONE A<br>Lutétien sup. du<br>B. de Paris et du<br>B. d'Aquitaine | ZONE B<br>Zone de transition<br>Bartonien + Priabonien | ZONE C<br>inf. Priabonien sup. |
|                                                   | Biarritzien                                                       |                                                        |                                |
| Nummulites perforatus                             |                                                                   |                                                        |                                |
| N. variolarius                                    |                                                                   |                                                        |                                |
| N. millecaput                                     |                                                                   |                                                        |                                |
| N. brongniarti                                    |                                                                   |                                                        |                                |
| N. striatus                                       |                                                                   |                                                        |                                |
| N. striatus var. irregularis                      |                                                                   |                                                        |                                |
| N. praefabianii = N. biarritzensis = N. ptukhiani |                                                                   |                                                        |                                |
| N. chavannesi                                     |                                                                   |                                                        |                                |
| N. fabianii                                       |                                                                   |                                                        |                                |
| N. garnieri                                       |                                                                   |                                                        |                                |
| N. incrassatus                                    |                                                                   |                                                        |                                |
| N. bouillei                                       |                                                                   |                                                        |                                |
| Assilina exponens                                 |                                                                   |                                                        |                                |
| Operculina alpina                                 |                                                                   |                                                        |                                |
| Alveolina elongata                                |                                                                   |                                                        |                                |
| A. fusiformis                                     |                                                                   |                                                        |                                |
| Orbitolites complanatus                           |                                                                   |                                                        |                                |
| Fabiania cassis                                   |                                                                   |                                                        |                                |
| Chapmanina gassinensis                            |                                                                   |                                                        |                                |
| Discocyclina marthae                              |                                                                   |                                                        |                                |
| D. archiaci                                       |                                                                   |                                                        |                                |
| D. nummulitica                                    |                                                                   |                                                        |                                |
| D. pratti                                         |                                                                   |                                                        |                                |
| Actinocyclus radians                              |                                                                   |                                                        |                                |

Tableau 2 - Biozonation des grands foraminifères (d'après Blondeau *et al.*, 1968).

Table 2 - Biozonation of large foraminifera (from Blondeau *et al.*, 1968).

| Étages     | Biozonation de Grands Foraminifères (Schaub, 1981) | Biozonation de Foraminifères planctoniques   |                                               | Biozonation de Nannofossiles calcaires (Martini, 1971) | Stratotypes         |                   |
|------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Priabonien | N. retatus                                         | Turborotalia cerroazulensis s.l.             | Turborotalia cerroazulensis cunialensis       | Subdisticha Np21                                       | Priabonien          | Operculina alpina |
|            | N. fabianii                                        | Globigerinatheka semiinvoluta                | Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis    | Ismolithus recurvus NP19-20                            |                     |                   |
|            |                                                    |                                              | Turborotalia cerroazulensis coccoensis        | Chiasmolithus oamaruensis Np18                         |                     |                   |
| Bartonien  | N. brongniarti                                     | Truncorotaloides rohri                       | Turborotalia cerroazulensis pomeroli          | Discoaster saipanensis Np17                            | Auvésien Marinésien | Bartonien         |
|            | N. perforatus                                      | Orbulinoides beckmanni                       | Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis    | Discoaster tani                                        |                     |                   |
|            | N. ptukhiani                                       |                                              |                                               |                                                        |                     |                   |
|            |                                                    | Morozovella                                  | Turborotalia cerroazulensis possagnoensis     | nodifer                                                |                     |                   |
| Lutétien   | N. herbi - N. aturicus - N. bullatus               | lehneri                                      |                                               | NP16                                                   | Lutétien            | Oparva            |
|            | N. sordensis                                       | Globigerinatheka subconglobata subconglobata | Turborotalia cerroazulensis frontosa (partim) | Chiphragmalithus                                       |                     |                   |
|            | N. gratus                                          |                                              |                                               | alatus Np15                                            |                     |                   |
|            |                                                    | N. laevigatus                                | Hantkenina nuffalli                           |                                                        |                     |                   |

Tableau 3 - Biozonation et étages de l'Éocène (d'après Bolli *et al.*, 1985 et Cavelier et Pomerol, 1986). Les Operculines ont été ajoutées au tableau.

Table 3 - Eocene biozonation and stages (from Bolli *et al.*, 1985; Cavelier and Pomerol, 1986). The operculinids were added to the table.

| EOCENE MOYEN |             |     | EOCENE SUPERIEUR |        |                                              |
|--------------|-------------|-----|------------------|--------|----------------------------------------------|
| LUTETIEN     | BARTONIEN   |     | PRIABONIEN       |        |                                              |
|              | Biarritzien |     |                  |        |                                              |
| P 12         | P13         | P14 | P 15             | P16    | Foraminifera (Berggren <i>et al.</i> , 1995) |
| SBZ 16       | SBZ 17      | SBZ | SBZ19            | SBZ 20 | Larger Foraminifera SBZ                      |
|              |             |     |                  |        | Alveolina elongata                           |
|              |             |     |                  |        | A. fusiformis*                               |
|              |             |     |                  |        | Nummulites beaumonti                         |
|              |             |     |                  |        | N. variolarius*                              |
|              |             |     |                  |        | N. brongniarti*                              |
|              |             |     |                  |        | N. perforatus                                |
|              |             |     |                  |        | N. biarritzensis*                            |
|              |             |     |                  |        | N. ptukhiani                                 |
|              |             |     |                  |        | N. striatus*                                 |
|              |             |     |                  |        | N. incrassatus incrassatus*                  |
|              |             |     |                  |        | N. chavannesi*                               |
|              |             |     |                  |        | N. fabianii*                                 |
|              |             |     |                  |        | N. garnieri garnieri*                        |
|              |             |     |                  |        | N. incrassatus ramondiformis                 |
|              |             |     |                  |        | N. garnieri inaequalis                       |
|              |             |     |                  |        | N. bouillei*                                 |
|              |             |     |                  |        | Assilina exponens                            |
|              |             |     |                  |        | Heterostegina reticulata reticulata          |
|              |             |     |                  |        | H. gracilis                                  |
|              |             |     |                  |        | Operculina alpina*                           |
|              |             |     |                  |        | O. gomezi*                                   |
|              |             |     |                  |        | Spiroclypeus granulosus                      |
|              |             |     |                  |        | Discocyclina radians radians*                |
|              |             |     |                  |        | D. dispansa sella*                           |
|              |             |     |                  |        | D. augustae oliniae                          |
|              |             |     |                  |        | D. pratti pratti*                            |
|              |             |     |                  |        | D. augustae augustae                         |
|              |             |     |                  |        | D. dispansa dispansa                         |
|              |             |     |                  |        | D. pratti minor                              |
|              |             |     |                  |        | Asterocyclina stella stella*                 |
|              |             |     |                  |        | A. stellata stellata*                        |
|              |             |     |                  |        | A. stellata stellaris*                       |
|              |             |     |                  |        | A. priabonensis                              |
|              |             |     |                  |        | Orbitolites cotentinensis                    |
|              |             |     |                  |        | O. armoricensis                              |
|              |             |     |                  |        | O. reicheli                                  |
|              |             |     |                  |        | Fabiania cassisi*                            |
|              |             |     |                  |        | Chapmanina gassinensis                       |

Biozonation des Grands Foraminifères (d'après Serra-Kiel *et al.*, 1998, simplifiée)  
\* formes citées dans le texte

Tableau 4 - Biozonation des grands foraminifères (d'après Serra-Kiel *et al.*, 1998, simplifiée). Les formes accompagnées du signe \* sont citées dans le texte.

Table 4 - Biozonation of large foraminifera (from Serra-Kiel *et al.*, 1998, simplified). The forms with an asterisk \* are cited in the text.

sur-Loup – Vence, Roquefort-les-Pins, Biot, Cap Gros). Elle est azoïque et repose sur un substratum varié : calcaires ou dolomies jurassiques, calcaire marneux ou grès crétacés. Elle est surmontée par les faciès bartoniens (grès « meuliérisés » ou calcaires gréseux).

Les faciès peuvent varier rapidement du Sud au Nord, variations liées aux conditions de dépôts des sédiments. Les sables de l'Éocène inférieur sont constitués : de grains de quartz hétérométriques, dont le diamètre moyen oscille entre 0,25 et 40 mm, ce qui les classe parmi les arénites et les rudites ; de galets et graviers hétérométriques (le plus grand diamètre peut atteindre 8 cm) et hétérogènes. L'origine de ces éléments doit être recherchée dans les formations environnantes (socle et sédimentaire) ; de galets d'argile gris vert (boues fluviales) ; de concrétions ferrugineuses et manganésifères ; de minéraux lourds (moins de 1 % des éléments des sables). Il s'agit essentiellement de magnétite, ilménite, rutile, zircon et anatase (Deb, 1938). Ces sables sont soit bariolés, violines (coloration due aux oxydes et hydroxydes de Mn) à gris bleuté, soit blancs ou jaunâtres (coloration due aux oxydes et hydroxydes de fer).

Des lentilles de grès ferrugineux et des concrétions siliceuses peuvent se rencontrer à la partie supérieure des bancs sableux.

Des argiles blanc jaunâtre kaoliniques et grises, montmorillonitiques constituent la matrice. Des nodules ferrugineux y sont associés. Les lits et concrétions d'oxydes de manganèse sont surtout liés à l'argile montmorillonitique (Perseil, 1968).

À sa partie supérieure, la formation des Sables de l'Éocène inférieur comporte : des argiles sableuses gris-vert ou rouges dont l'épaisseur est très variable d'un secteur à l'autre ; des grès « meuliérisés » vacuolaires avec à la base, des figures de base de bancs (flute-casts) ou de ravinement. Cet horizon n'est pas toujours représenté. L'altération pédologique des niveaux argileux lors des périodes d'assèchement libère la silice responsable de cette silicification, climatique dans ce contexte.

L'épaisseur maximale de ces sables a été observée au Sud, dans le secteur de Biot (45 m), les épaisseurs minimales se généralisant vers le Nord, dans les secteurs de Roquefort-les-Pins (4-5 m) et de Vence (9 m), ou au Sud de Biot (3 m au Cap Gros).

Ces dépôts détritiques n'ont pas livré de microfaune si ce n'est des empreintes végétales (tiges de joncs) au Nord de La Gaude. Leur attribution stratigraphique est donc discutable, uniquement basée sur leur comparaison avec les sables et argiles bigarrées des chaînes alpines et du Dauphiné, les dépôts contemporains de Saint-Antonin (Nord de Roquesteron) ou ceux de Vilatella (Sud-Ouest de Trucco, Alpes méridionales) (Pairis, 1984).

#### *L'Éocène inférieur dans la partie méridionale*

La coupe la plus caractéristique se situe à la carrière de sables de Biot. Ces formations, attribuées à l'Éocène inférieur sans qu'il y ait de datation précise, y ont une épaisseur d'environ 45 m. L'étude de la carrière permet d'observer de bas en haut (figure 1) :

- un dépôt de manganèse ( $MnO_2$ ) en lits et en concrétions reposant sur le Jurassique (30 cm) ;
- des sables arkosiques, bariolés, à grains hétérométriques (jusqu'à 8 cm) et hétérogènes ;
- un ensemble débutant par un niveau argilo-sableux de teinte violine à gris bleuté (50 cm) et constitué de sables blancs prédominants et de sables à teinte violine. Dans la partie supérieure, des galets argileux, et quelques diaclases à remplissage grossier, ferrugineux (10 m) ;
- des sables à grains de quartz (1 à 4 cm), assez grossiers, de couleur blanche et violine. À la partie supérieure, des poches d'argile gris-vert et de charbon n'ont livré aucune faune ou flore (4 à 5 m) ;
- des sables grossiers blancs ou violines à grains hétérométriques (0,5 à 10 mm) (4 à 20 m).

Des lentilles de grès ferrugineux, répétitives, s'observent à la partie supérieure des sables violines, à la limite avec les sables blancs, et dessinent une ligne festonnée. Des concrétions

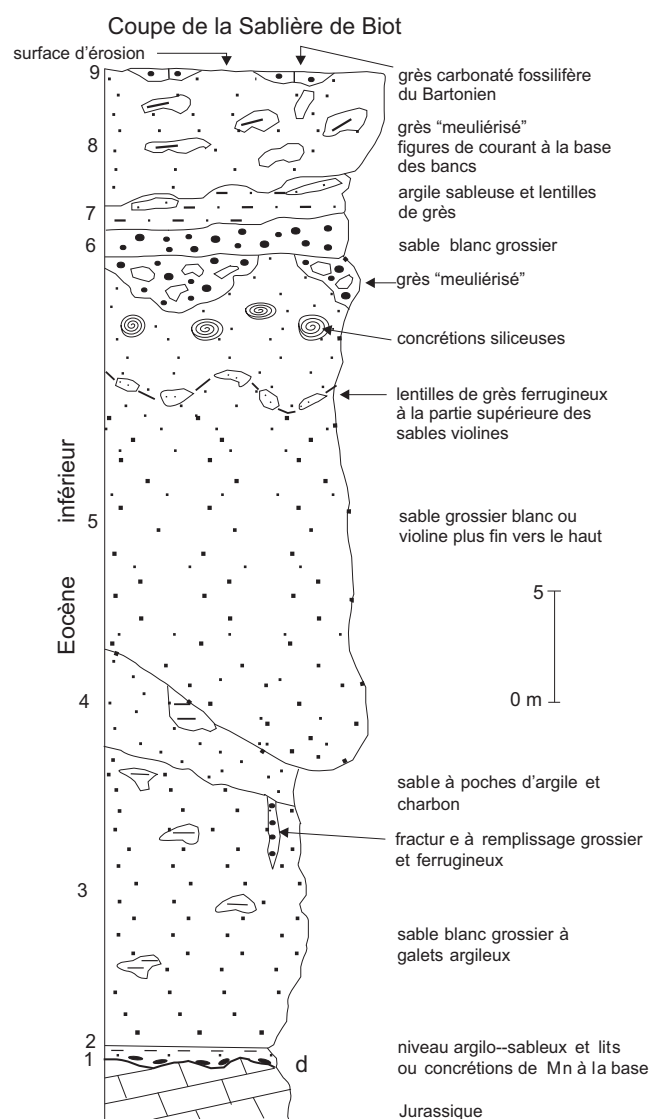


Figure 1 - L'Éocène inférieur de la Sablière de Biot (secteur sud de la feuille).

Figure 1 – Lower Eocene in the Biot sandpit (southern part of the sheet).

tions siliceuses sont également fréquentes. Cette masse sableuse représente un dépôt de chenal.

Les sables sont silicifiés dans leur partie supérieure. On observe alors des grès grossiers brunâtres, parfois « meulièrement ». Les vacuoles de ces grès sont soit vides soit encore remplies de galets ou d'argiles gris-vert. La taille des galets oscille entre 5-8 cm et 1-2 cm.

Des figures de base de bancs (flute-casts) s'observent parfois à la base des bancs grésifiés :

- des sables blancs très grossiers (1 à 1,50 m) ; cette séquence présente un affinement du grain vers le haut, une cicatrice d'érosion basale avec flute-casts ;
- argiles sableuses ou siltstone gris-vert et rouges, avec à leur partie supérieure, des lentilles de grès fin blanc. Ces argiles représentent un dépôt de crue sur du matériel grossier de chenal ;
- des grès meulièrement en bancs irréguliers. Des poches d'argile gris vert s'observent dans la masse des bancs, et, à la base des bancs, des figures de courant ou de ravinement ;
- les niveaux meulièrement ont une surface oxydée, creusée de cavités dans lesquelles subsiste le Bartonien transgressif.

Cette sédimentation est typique d'une sédimentation fluviale avec chenaux. Les éléments qui marquent les périodes d'assèchement temporaire de ces chenaux fluviaux sont nombreux : diaclases à remplissage ferrugineux, concrétions gréseuses en feston, lentilles de grès ferrugineux, grès « meulièrement » et enfin surface durcie terminale.

Le niveau de base manganésifère rappelle des formations actuelles observées en Afrique. Les processus de formations demandent des flaques dont le fond est tapissé de vase baignant la plupart du temps dans un milieu réducteur, et à certains moments dans l'eau. Ces vases peuvent être en partie couverte par des graviers ou s'indurer avec des Algues généralement calciques (Cyanophycées). Le milieu est alors poreux. Le fer et le manganèse diffusent à partir de la vase vers les graviers et précipitent dans une zone plus aérée (interface air-sédiment) (renseignement oral, B. Guillet).

L'ensemble de cet Éocène inférieur correspond à un réseau fluvial en climat aride dont l'évolution est contrôlée par une tectonique polyphasée d'origine alpine, répétitive et marquée de dépôts grossiers en période active, et de périodes d'assèchement en période calme ; les galets argileux ou les poches argileuses avec charbon, témoignent de mares où stagnaient les eaux en périodes calmes et où s'accumulaient quelques débris végétaux en période de crue liée à la reprise de la tectonique.

À quelques mètres au Nord de la carrière, sur la route menant à Sophia-Antipolis, un peu avant le Golfe de la Bastide du Roy et au Sud de Biot, des niveaux ont été attribués à l'Éocène inférieur en raison des faciès gréseux proches de ceux de la carrière de Biot (figure 2). L'épaisseur y est plus réduite (13 m environ).

De bas en haut, on y observe :

- des niveaux de base très grossiers à dragées de quartz (1 à 2 cm de diamètre) et galets (1 à 15 cm), gris bleuté, parfois violines, à stratifications entrecroisées, reposant sur des dolomies et calcaires jurassiques. À l'examen microscopique, les

## Coupe du Golfe de la Bastide

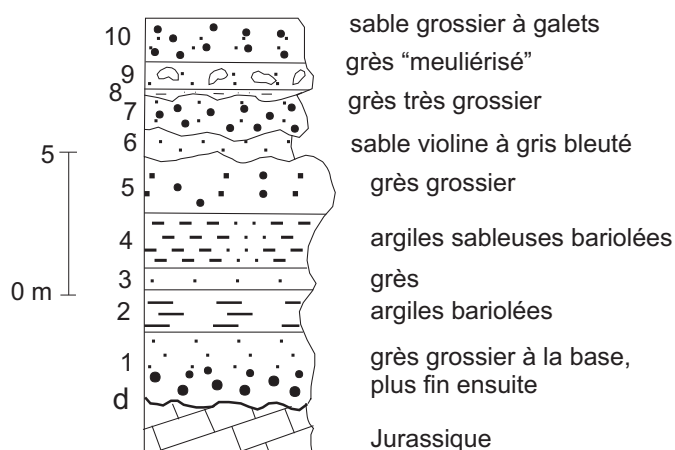


Figure 2 - L'Éocène inférieur du Golfe de la Bastide (secteur sud de la feuille).

Figure 2 - Lower Eocene in the Bastide Gulf (southern part of the sheet).

quartz sont hétérométriques, émoussés pour la plupart, et hétérogènes (galets de quartzite et magmatiques en provenance du socle). Quelques micas et de rares feldspaths subsistent encore. Lorsqu'il est présent, le ciment est siliceux ;

- des argiles bariolées (1,50 m) ;
- un grès jaunâtre, clair (0,80 m), à grain moyen ;
- des argiles bariolées sableuses, sans microfaune ;
- des grès grossiers, à ciment siliceux (2 m) ;
- des sables peu consolidés violines à gris bleuté (0,50 m).

À l'analyse microscopique, les grains sont moyens, sub-émoussés à sub-anguleux luisants (transport aquatique), sans organismes. Ils sont surmontés par :

- des grès très grossiers blancs à jaunâtres (1,20 m), avec lits plus indurés correspondant à un grès quartziteux. Des stratifications obliques subsistent.

La surface du banc sommital est irrégulière et surmontée, localement :

- d'une lentille de sable argileux à grain moyen, bariolé (0,20 m), qui, à l'analyse microscopique, est identique au niveau 6 ;
- un grès meulièrement surmonte ces niveaux (1 m). Des galets subsistent encore à la surface du banc, ou laissent un vide lorsqu'ils ont été entraînés par les courants ;
- la coupe se termine avec des sables gréseux grossiers (1,50 m) comportant, à la base, un niveau à galets de 1 à 15 cm de diamètre maximum.

En l'absence de microfaune et de macrofaune, ce niveau peut aussi bien marquer la base du Bartonien transgressif situé au-dessus du niveau 10 (figure 2) que le sommet de l'Éocène inférieur. Cependant, si l'on met en parallèle les grès « meulièrement » de la coupe de Biot avec celui du niveau 9 de cette coupe, les grès grossiers à galets représentent la base du Bartonien.

L'ensemble des dépôts (1 à 9) montrent des cycles grano-décroissants, avec des faciès grossiers à leur base, et ne sont pas tous complets (5-6 par exemple). La partie supérieure,



érodée, correspond dans ce cas soit à la migration d'un chenal, soit à une crue subite représentée par les dépôts 7 et 8.

Plus au Sud encore, vers le Cap Gros (figure 3), des grès blancs « meuliérisés », calcaréo-argileux (1 m), à cavités subsphériques laissées par la disparition de galets argileux, reposent en discordance sur le Jurassique moyen. Ils montrent deux populations de quartz dans un ciment ferrugineux : une première génération de quartz émoussés de 1 à 2 mm de diamètre et une seconde, de quartz anguleux à subanguleux. Certains grains sont composites, à grains engrenés et orientés (origine du socle). Des sections d'organismes entièrement silicifiés sont indéterminables. Quelques galets calcaréo-gréseux argileux subsistent encore en place.

### Coupe du Cap Gros

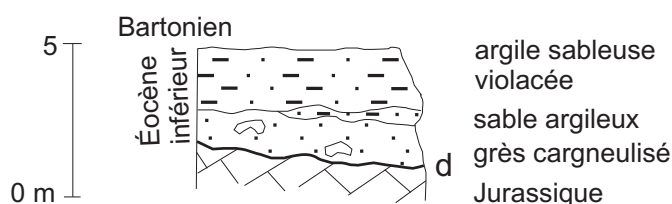


Figure 3 - L'affleurement d'Éocène inférieur du Cap Gros (secteur sud de la feuille).

Figure 3 - The Lower Eocene exposure of Cape Gros (southern part of the sheet).

La surface de ces grès est très irrégulière. Des lentilles d'un sable argileux blanchâtre (0,10 m) et des argiles sableuses rouge violacé (2 m), sans microfaune, les surmontent.

### L'Éocène inférieur dans la région septentrionale

Dans la région de Tournettes-sur-Loup (Le Fond de Merle) (figure 4), sous la molasse miocène (x : 981.925 et y : 3168.75), l'Éocène inférieur, érodé, n'est représenté que par environ 1,50 m d'un sable fin à faune crétacée remaniée ; il montre à sa partie supérieure des concrétions subsphériques gréseuses, témoins d'une silicification, en milieu aérien, phénomène que l'on peut attribuer à un climat aride à semi-aride.

Au Sud de La Valière (Vallon du Clarel) (figure 4), sous la molasse miocène, affleurent quelques mètres d'argiles rouges intercalées d'un grès « meuliérisé ».

À la Sablière des Terres Blanches, des sables rouges azoïques, à lentilles argileuses vertes, reposent en discor-

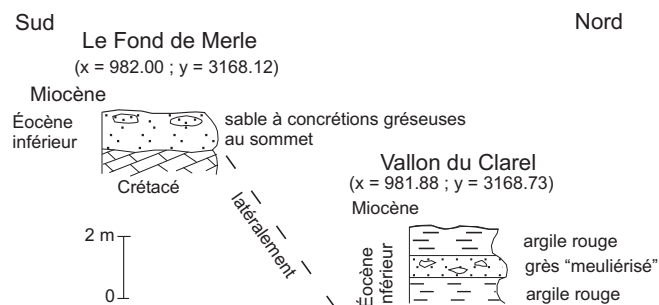


Figure 4 - Affleurements d'Éocène inférieur dans le secteur nord : le Fond de Merle et le Vallon du Clarel.

Figure 4 - Lower Eocene exposures in the northern area: the Fond de Merle and the Vallon du Clarel.

dance sur des calcaires jurassiques. Ils sont surmontés d'un calcaire vacuolaire à surface karstifiée. Celle-ci correspond à une surface perforée de terriers dans une micrite à Ostracodes et Pélécypodes. Ce faciès représente la base du Bartonien et caractérise ici un milieu lagunaire précédant les faciès marins francs de la transgression bartonienne.

Dans le secteur de Vosgélade (Est de Vence), l'Éocène inférieur n'est représenté que par des grès à grain moyen, gris blanc, et des sables rouges, et repose sur un ensemble créta-

Les variations de faciès de l'Éocène inférieur peuvent être interprétées dans un contexte fluvial dont les constituants grossiers, de type rudite-arénite, se déposent au Sud, probablement plus près de la source, et les éléments plus fins au Nord tout en enregistrant les événements tectoniques (brèche). Ces dépôts s'effectuent sur une surface paléogéographique très irrégulière, résultat d'une altération et d'une érosion importante qui affecte fortement le Crétacé et le Jurassique

### 1.1.2. L'ÉOCÈNE MOYEN : LE BARTONIEN

Les niveaux lutétiens de l'Éocène moyen n'affleurent pas dans le secteur de Grasse-Cannes, à une exception près cependant. A. Blondeau signale en effet (communication orale) des calcaires à grandes Nummulites (zone A des anciens auteurs), écrasés dans un chevauchement à la ferme de Font-Michel, près de Saint-Vallier-de-Thiery. Encore n'est-il pas impossible que ce calcaire ait été transporté depuis le Nord sous le chevauchement.

Il faut se déplacer vers l'Est dans les Alpes-Maritimes ou vers le Nord (Roquesteron) pour observer des calcaires lutétiens en place.

Le Bartonien est subdivisé en deux termes qui s'individualisent grâce à leurs associations microfauniques.

Il repose sur un substratum varié lorsque ce dernier a pu être effectivement observé ou lorsque le contact n'est pas affecté par une faille : soit Éocène inférieur, soit Crétacé, soit enfin Jurassique. La transgression bartonienne atteint la partie orientale de la carte, mais n'arrive pas jusqu'au secteur occidental où le Priabonien repose directement sur les formations mésozoïques (Saint-Vallier-de-Thiery).

Les coupes continues de l'Éocène inférieur au Priabonien sont très rares du fait de la végétation, de la densité de l'habitat rural et de la fracturation. L'épaisseur du Bartonien n'est mesurée que lorsqu'il est surmonté du Priabonien. Elle varie de 50 m environ (Vallon des Issarts-Biot), à 2 m (Saint-Paul-de-Vence), ou 25 m (le Pioulier) ou encore 30-40 m (La Chapelle-Saint-Lambert). Au Sud-Ouest de Vence, dans la commune de Roquefort-les-Pins, l'épaisseur des affleurements bartoniens est de 26 m environ (coupe de la Grande Sévère) (figure 8) à 6 m (coupe de la Rine, figure 7), ce qui laisse supposer une épaisseur réelle plus importante étant donné que ces affleurements ne sont pas scellés par le Priabonien.

La transgression bartonienne s'effectue : soit par l'intermédiaire de faciès conglomératiques à la base : conglomérat à ciment grés-carbonaté, à galets hétérogènes de



Jurassique, de Crétacé et d'Éocène inférieur, et hétérométriques (2 à 30 cm). Suivant les secteurs, le ciment peut être marneux, micritique ou gréseux. De gros grains de quartz d'origine sédimentaire et métamorphique ou éruptive ainsi que la glauconie sont toujours présents. Un granoclassement positif se manifeste parfois mais plus rarement (coupe du Golfe de la Bastide, figure 9) ; soit sans faciès conglomératique. Dans ce cas, les faciès carbonatés bartoniens reposent sur une surface perforée, les terriers montrant un remplissage bartonien.

Au-dessus des conglomérats, les niveaux acquièrent progressivement un caractère de plus en plus marin. Des récurrences de faciès observés dans l'Éocène inférieur marquent parfois la base du Bartonien : sables blanchâtres, rougeâtres à bariolés, argiles plus ou moins sableuses, bariolées dans lesquelles viennent s'intercaler des lits grés-carbonatés lenticulaires ou en minces strates. La microfaune de ces niveaux est caractéristique d'un milieu de plate-forme protégée à lagunaire : Miliolides abondants, Anomalinidae, petits Rotalidae, Acervulina (Gypsinidae), rares foraminifères planctoniques, débris de bivalves, crinoïdes et Mélobésiées.

À l'analyse microscopique, les niveaux carbonatés sont des micrites plus ou moins finement gréseuses, comportent souvent des structures algaies (nodules, encroûtements ou lamines contournées dues à l'activité de Cyanobactéries), des pellets et quelques rares grains de glauconie.

La base du Bartonien est enfin marquée par la présence de niveaux à *Microcodium*. Ils sont fréquemment accompagnés de structures algaies et de conglomérats et microconglomérats ou de bancs pseudo-bréchiques à galets micritiques en voie de silicification, de silex plus ou moins alignés (coupe de La Chapelle Saint-Lambert, figure 5). Galets et silex sont souvent cariés ou encroûtés par les *Microcodium*. Le substratum est soit du Crétacé (La Chapelle Saint-Lambert, Les Valettes), soit du Jurassique (Le Touar, La Grande Sévère). Le toit correspond à du Bartonien (La Chapelle Saint-Lambert, Le Touar) ou du Priabonien (Saint-Paul-de-Vence).

Comme l'observe R. Campredon (1972) dans les Alpes-Maritimes franco-italiennes, aucun galet de roche d'origine endogène ne se rencontre dans les faciès conglomératiques. Attribué au Lutétien dans cette région des Alpes, ce faciès à *Microcodium* migre vers l'Ouest en même temps que se sédimentent les dépôts marins de mer ouverte au Bartonien dans le secteur de Grasse-Cannes.

Les faciès qui constituent le toit bartonien des niveaux à *Microcodium*, sont peu variés. Il s'agit essentiellement de grès calcaire ou de calcaire gréseux, plus ou moins grossiers. À l'inverse, les termes supérieurs du Bartonien comportent des marno-calcaires, des marnes sableuses ou des marnes et annoncent ainsi les faciès dominants du Priabonien.

#### 1.1.2.1. Les faciès du Bartonien inférieur

Ce niveau est représenté par la Formation des meulière et grès calcaires du Pra de Julian (e6C sur la feuille Grasse-Cannes). Son épaisseur peut atteindre 30 m.

Comme il a été dit plus haut, la transgression bartonienne gagne progressivement d'Est en Ouest. Les faciès évoluent d'un

environnement littoral à marin restreint (figure 14b) vers des faciès de plate-forme carbonatée et parfois même subrécifaux.

#### \* Les niveaux inférieurs du Bartonien inférieur

Les conglomérats qui marquent la base de la transgression, sont à ciment calcaréo-gréseux. La nature de leurs galets est hétérogène, leur origine pouvant être sédimentaire aussi bien qu'appartenir au socle à la différence de lits conglomératiques ou pseudo-bréchiques qui sont associés aux niveaux à *Microcodium*.

Les faciès gréseux sont généralement plus grossiers à la base du terme ; ils peuvent être gris-blanc à beiges, et plutôt massifs ; ils admettent toujours une certaine proportion de carbonates. Les grès s'affinent dans les strates supérieures, mais sont toujours carbonatés, d'où des faciès qui varient entre le grès calcaire et le calcaire gréseux. Ils sont gris à beiges, gris-bleuté à gris-beige. Ils peuvent encore être massifs ou en plaquettes, à joints irréguliers ou non.

L'analyse microscopique de ces faciès gréseux montre des quartz hétérogènes (sédimentaires, éruptifs ou métamorphiques), hétérométriques ou homométriques, parfois fins (arénites) ou très grossiers (rudite, microconglomérat), la plupart du temps cependant à grain moyen. Des pellets peuvent s'y observer. La glauconie est toujours présente. Le ciment est micritique et/ou sparitique.

Des calcaires micritiques, à composante détritique très faible, se rencontrent parfois dans les termes inférieurs. Ce sont des niveaux riches en Miliolides, formés dans un environnement marin restreint qui précède les faciès à Nummulites.

Des sables peuvent aussi s'y intercaler. Ils sont à grain fin ou moyen, jaunâtres, roux ou ocres, parfois argileux. Ils peuvent alterner avec des argiles bariolées, rouges ou jaunâtres, sableuses ou faiblement sableuses.

Enfin, les calcaires bréchiques, les grès calcaires à silex, les brèches à silex et les grès meulière qui accompagnent le faciès à *Microcodium* ont été signalés plus haut.

Au-dessus des niveaux à *Microcodium*, la faune reste peu variée. Les Miliolidae sont les plus fréquents dans les termes de base. Ils sont accompagnés de petits benthiques (Textularidae, Anomalinidae, Rotalidae et Lagenidae), de débris de bivalves et de brachiopodes. Les Gypsinidae (Acervulinidae) apparaissent ensuite (*Gypsina*, *Acervulina*), parfois très abondants, avec des débris d'échinodermes, de bryozoaires, et de Mélobésiées, plus rarement des *Fabiania cassis* (Cymbaloporidae).

#### \* Les niveaux supérieurs du Bartonien inférieur

Ils correspondent essentiellement à des calcaires gréseux ou des grès calcaires. La faune devient un peu plus riche. Parmi les grands foraminifères, les Alvéolines (*A. fusiformis*) et les Orbitolites (*O. complanatus*) sont accompagnés des premières Nummulites (*N. biarritzensis*, *N. variolaris*), d'Operculines, et Hétérostégines ; les Astérigérines sont présentes ainsi que les Gypsinidae (*Sphaerogypsina globulus*).

Les petits foraminifères benthiques sont peu diversifiés (Cibicididae, Anomalinidae, Agglutinés). Des Rupertiidae (*Eorupertia*) et Planorbulinidae (*Planorbulina*) traduisent le

caractère subrécifal de l'environnement (arrière-récif), surtout lorsqu'ils accompagnent les Gypsinidae. Des débris de macrofaune divers sont associés à cette microfaune : débris d'Algues (Mélobésiées, Udotéacées), d'échinodermes, de bivalves et gastéropodes et de Serpulidés.

Dans les niveaux sus-jacents, on note la disparition des Alvéolines et des *Orbitolites*. Les autres formes subsistent avec par contre, pour les Nummulites, une association à *N. variolarius*, *N. striatus* et des formes confère *N. chavannesi*. Les Discocyclines et Astérocyclus apparaissent dans ces niveaux. De rares Dasycladacées se rencontrent avec les Mélobésiées.

Des niveaux plus tendres ont livré, en lavage, de rares foraminifères planctoniques (*Globigerinatheka* sp.) et benthiques (*Dorothyia* sp., *Ammonia* aff. *minuta*, *A.* aff. *tanosawaensis*, *Bulimina* aff. *tuxpamensis*, *Nuttallides* sp., *Cibicoides* sp.).

#### 1.1.2.2. Les faciès du Bartonien supérieur

Le Bartonien supérieur correspond aux Calcaire gréseux et Marnes de La Chapelle Saint-Lambert (e6C-M sur la feuille Grasse-Cannes). Il présente deux faciès essentiels : les calcaires et les marnes. Son épaisseur maximale est de 30 m. Seules les associations de *Nummulites* permettent de le différencier du Bartonien inférieur ou du Priabonien, car deux situations peuvent se présenter : calcaire bartonien supérieur / calcaire bartonien inférieur, marnes priaboniennes / marnes bartoniennes.

Les grès carbonatés ou les calcaires gréseux sont grossiers ou fins (micritiques), blancs, beige clair ou gris, en bancs irréguliers de 20 cm ou massifs. Ils peuvent avoir un débit en boules, en lamelles ou en plaquettes. Ils sont parfois bioclastiques. L'analyse microscopique de la fraction détritique ne montre pratiquement pas de différence avec celle des calcaires gréseux du Bartonien inférieur.

Les marno-calcaires et les marnes sont blanches, gris clair à beige clair, à cassure conchoïdale, ou à débit parallélipédique ou encore en feuilletés. Au Cap Gros, les marnes sont sableuses, blanchâtres à gris-blanc.

La microfaune est variée et abondante. Les Nummulites sont représentées par *Nummulites chavannesi*, *N. striatus*, des Gypsinidés fréquemment encroûtants (*Sphaerogypsina globulus*), des Discocyclines (*D. pratti*, *D. sella*, *D. strophiolata*, *D. furcata*) et Actinocyclines (*Actinocyclina radians*, *A. stella stella*, *A. stellata stellaris*, *A. stellata stellata*), des Operculines (*Operculina complanata*, *O. gr. gomezi* et *O. alpina*) et Hétérostégines, *Fabiania cassis*.

En ce qui concerne les foraminifères planctoniques et les petits foraminifères benthiques, la liste complète des espèces est reportée en annexe 1.

L'association de foraminifères planctoniques *Globigerinatheka subconglobata subconglobata*, *G. s. luterbacheri*, *Globigerina linaperta*, *Acarinina spinuloinflata*, *Truncorotaloides topilensis* confère un âge bartonien avec, en plus, dans les niveaux sommitaux, une association à *Turborotalia cerroazulensis cocoaensis*, *G. index tropicalis*, *Globorotalia increbescens*, et des formes à affinité *G. ampliapertura* qui annoncent le passage au Priabonien.

De nombreux petits foraminifères benthiques accompagnent ces formes planctoniques dont nous ne citerons que *Anomalina affinis*, *Anomalinaella byramensis*, *Anomalinoidea capitatus*, *Basterigerinata falcilocularis*, *Buliminella grata*, *Bulimina tuxpamensis*, *Cassidulina armosa*, *Cassidulinoidea howei*, *Cibicidina barnetti*, *Cibicides lobatulus*, *Cibicoides eocaenus*, *C. grimsdalei*, *C. cushmani*, *Fissurina trinitatisensis*, *Globulina ampulla*, *Gyroidina nitidula*, *Hanzawaia ammophila*, *Lenticulina inomata*, *Neorotalia lithothamnica*, *Nonion commune*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina marialana*, *Praeglobulina primitiva*, *Saracenaria triangularis*, *Schenckella gracillima*, *Trifarina budensis*, *Uvigerina eocaena*, *U. mexicana*, des Agglutinés comme *Karrerella subcylindrica*, *Semivulvulina pennatula*, *Spirorutilus mexicanus*, Elphidiidae, Miliolidae, Astérigérines dont *Biasterigerinata bartoniana*, Planorbulines (*Planorbulina* sp.), Rupertiidae (*Eorupertia*).

Parmi les autres groupes, on observe des ostracodes à tests moyennement omés et une macrofaune en débris : dents de séla-ciens, échinodermes (échinides et crinoïdes), bivalves, scaphopodes (*Dentalium*), brachiopodes, algues (Mélobésiées, Udotéacées, Dasycladacées), bryozoaires, Serpules (*Serpula spirulea* Goldf.), des spicules d'éponges siliceuses.

La macrofaune a livré, dans le Bartonien de La Vanade, des échinodermes signalés par de Villoutreys, Blondeau et Decrouez (1987) : *Cidaris oosteri* LAUBE, *Cidaris subularis* d'ARCHIAC, *C. taramellii* COTTEAU, *Echinolampas ventiensis* LAMBERT, *Ditremaster* sp., *Schizaster* aff. *studerii* AGASSIZ, des Clypeastridés indéterminés, des radioles et plaques de *Porocidaris schmiedeli* (MUNSTER), *Conocrinus cazioti* VALETTE, des articles de stellerides (*Goniaster* ?), *Porosoma pellati* (COTTEAU) et *Triplacidia* Van den KECKEL (AGASSIZ) ; des bivalves : *Aequipecten biarritzensis* d'ARCHIAC, *P. (Chl.) subdiscors* (d'ARCHIAC), *P. (Chl.) vapincanus* BOUSSAC.

Au Bois d'Apollon (Nord-Est de Vence) (x : 986.35 et y : 3170.35), ces mêmes auteurs signalent *Tubulostium spiruleum* (LAMARCK) (Annelidae), *Porocidaris schmiedeli* (MUNSTER) et *Schizaster studeri* AGASSIZ (Echinides).

#### 1.1.2.3. Description des coupes

##### Coupe de La Chapelle-Saint-Lambert (figure 5)

Le Bartonien y atteint environ 30 m. Il repose sur un ensemble de 4,50 m d'épaisseur dans lequel on distingue de bas en haut :

- des argiles sableuses (1,50 m) gris clair à gris-vert et saumon, à nombreux galets gréseux et azoïques (1) ;
- des argiles sableuses, verdâtres à brun-chocolat clair, ou rouilles, grossières, devenant carbonatées vers le haut. Ces argiles passent à des marnes plus ou moins indurées beige clair (4 m). Ces dernières comportent, dans un fond micritique, des quartz hétérométriques (taille maximale 0,25 mm), sub-émoussés luisants à l'analyse microscopique. Mis à part de rares débris de *Microcodium* dans les niveaux supérieurs, elles se sont révélées azoïques.

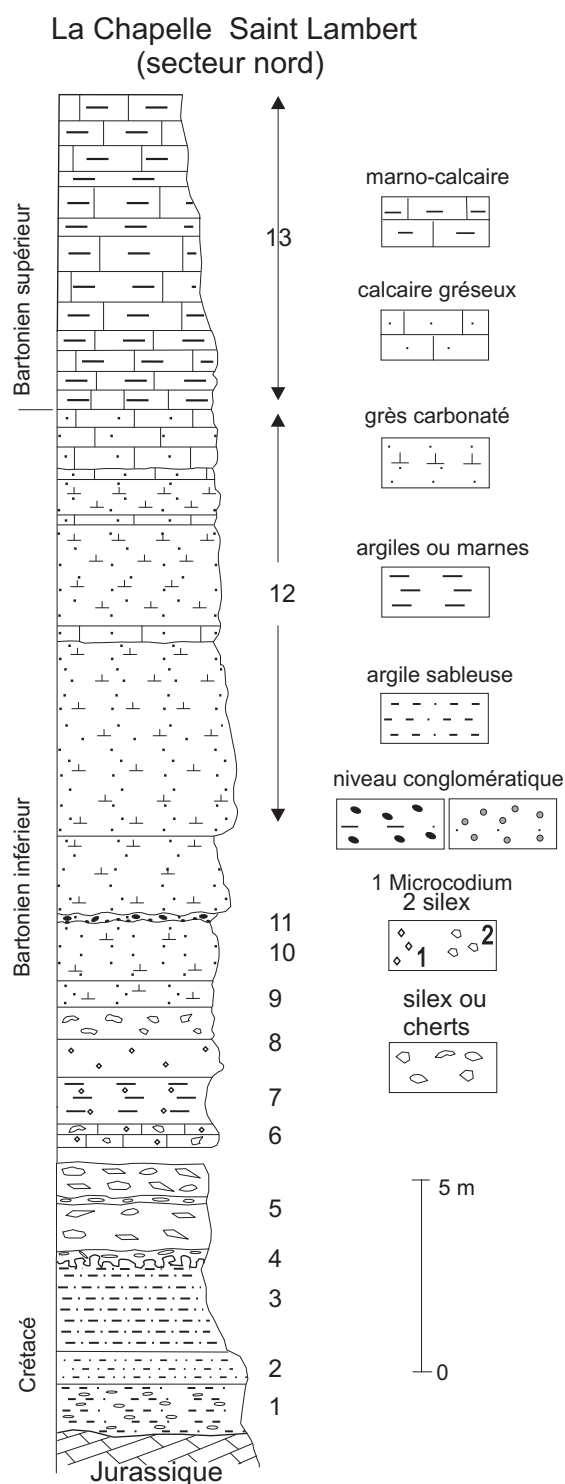


Figure 5 - Le Bartonien du secteur nord : coupe de La Chapelle Saint-Lambert.

Figure 5 - The Bartonian of the northern area: the Chapelle Saint-Lambert section.

Leur sommet présente (2-3) :

- une surface cariée, altérée, très irrégulière. Les faciès bréchiques qui lui font suite, comblent les reliefs de ces irrégularités dues à l'altération ;
- 2 à 3 m de bancs pseudo-bréchiques, à base et surface très irrégulières, qui deviennent ensuite lenticulaires. Entre les bancs bréchiques, s'intercalent de minces niveaux lenticulaires conglomératiques. Des prélèvements ont été réalisés

de bas en haut dans le premier mètre de ces bancs pseudo-bréchiques. Le premier, à la limite entre les niveaux 4 et 5, a montré une micrite à quartz hétérométriques (jusqu'à 1 mm), légèrement colorée par des oxydes de fer. Cette micrite contient quelques galets à micrite et microsparite encroûtés de lamines de Cyanobactéries et des plages envahies par des *Microcodium*. Cette zone d'altération se poursuit un peu au-dessus par une micrite à quartz fins, colorée là encore par les oxydes de fer, et admettant des oncoïdes et des lamines algaires de Cyanobactéries. Les fissures et la micrite sont envahies par les *Microcodium*.

Le troisième prélèvement correspond à un grès grossier (microconglomérat) à quartz (taille maximale 1 mm en lame mince), et galets micritiques (1 à 1,5 mm) dans un ciment micritique.

- un banc calcaire bréchique à silex plus ou moins alignés (0,60 m) ; l'analyse microscopique révèle un ciment micritique avec quartz hétérogènes à grains moyens, oncolites, avec plages ne comportant que des péloïdes et des structures algaires de Cyanobactéries et d'autres calcitiques à *Microcodium* ;
- des argiles bariolées peu sableuses (1,20 m) ; un lit plus induré montre des faciès très proches de ceux du niveau sous-jacent ; les argiles n'ont livré que des *Microcodium* ;
- un banc à matrice sableuse et lits de silex (1,80 m) au sommet, plus induré à la base. À l'analyse microscopique, ce niveau correspond à un calcaire à ciment micritique, grumeleux, avec quartz hétérogènes pouvant atteindre 1,5 mm de taille maximum, oncoïdes algaires, galets micritiques et sili- ceux encroûtés par des Cyanobactéries. Les *Microcodium* sont soit répartis dans tout le fond de la roche, soit en colonies tapissant des « fissures ». Certains des oncoïdes sont ferrugineux ;
- des sables jaunâtres (0,60 m) avec lentilles plus indurées de calcaire presque entièrement silicifié. Les sables n'ont livré que des faunes remaniées du Crétacé ;
- un grès gris-beige (1,50 m), à surface plus ou moins cariée à débris de bryozoaires et Miliolidés ;
- localement, une intercalation sableuse (0,25 cm), lenticulaire, plus ou moins indurée, à lentilles conglomératiques (galets de silex et de calcaire de 0,5 à 3 cm de taille maximum) et quelques petits foraminifères benthiques remaniés, s'observe à la base des bancs calcaires sus-jacents ;
- la série se poursuit avec des bancs de calcaire gréseux beige clair (13 m), à surface basale très irrégulière, d'une épaisseur de 15 à 20 cm d'abord, puis plus massifs, plus gréseux et fossilifères. Les bancs calcaréo-gréseux inférieurs n'ont livré que des débris d'échinodermes et de petits benthiques ; les bancs grésocalcaires de la partie supérieure sont plus riches : Nummulites (*N. cf. biamitensis*), Alvéolines (*Alveolina fusiformis*), Hétérostégines, Operculines, Gypsiniidae (*Sphaerogypsina globulus*), Rupertiidae (*Eorupertia*), Miliolidae, débris de Discocyclus, Mélobésiées et bryozoaires ;
- des calcaires et des marno-calcaires (3 m) ont livré des Nummulites (*N. chavannesi*), Operculines, quelques foraminifères planctoniques et petits benthiques mal conservés ;
- des calcaires et marno-calcaires beiges (6 m) à coquilles de bivalves et scaphopodes, riches en Nummulites (*N. striatus*, *N. chavannesi*) et Discocyclus (*Discocyclus pratti*, *Actinocyclus radians*).



Les niveaux 1 à 4 sont attribués au Crétacé supérieur, les niveaux 4 à 12 au Bartonien inférieur, le niveau 13 représentant le Bartonien supérieur.

Les niveaux 5 à 8 ont livré des *Microcodium*. Si l'on se réfère à Bignot (1994, 2000), cet ensemble pourrait représenter tout ou partie de l'Éocène moyen. Quant aux oncoïdes dues à l'activité de Cyanobactéries, ils pourraient signifier l'existence de mares temporaires en climat aride à semi-aride. Dans un contexte où l'évaporation domine sur les apports fluviaux et où se développent des carbonates biogènes d'environnement d'eau douce sur les bordures du réseau fluvial, de telles structures peuvent se former. D'autre part, si l'on admet l'existence d'eaux alcalines dans ces mares et de périodes de pluviosité suffisamment importante pour diluer ces eaux, la chute brutale du pH peut entraîner la précipitation des silex en bancs ou en nodules (ce qui se passe actuellement au Kenya).

#### Coupe du Pioulier (fig. 6)

La coupe débute par :

- des grès grossiers ou fins en alternances ou en lentilles, gris-blanc à gris-beige, reposant sur des calcaires à silex du Crétacé ; les grès sont microcristallins, à quartz hétérométriques et rare glauconie ; ils sont surmontés de :
- brèches à éléments hétérogènes montrant à l'analyse microscopique un ciment micritique et des éléments de nature variée : gros quartz (1 à 1,5 mm de dimension maximale), clastes siliceux, cherts, clastes micritiques ou micritiques à pellets, des sections de terriers à remplissage micritique, des lamines contournées dues à l'activité de Cyanobactéries, des sections de Crustacés, des *Microcodium*. Certains galets sont encroûtés par des Cyanobactéries. L'ensemble grès + brèches est épais d'environ 12 m ;
- sables jaunâtres et roux à grain moyen (2 à 3 m) ;

#### Le Pioulier (Secteur nord)

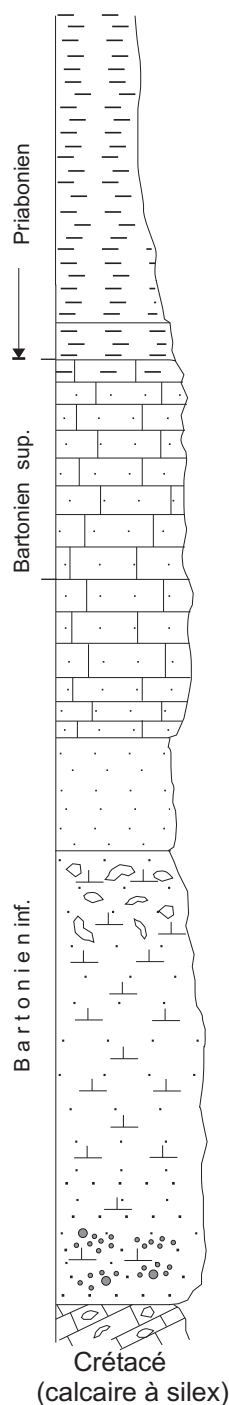


Figure 6 - Le Bartonien du secteur nord : coupe du Pioulier. Le Bartonien est couronné par des marnes priaboniennes.

Figure 6 - The Bartonian of the northern area: the Pioulier section. The Bartonian is overlain by Priabonian marl.

#### La Rine (secteur Centre sud)

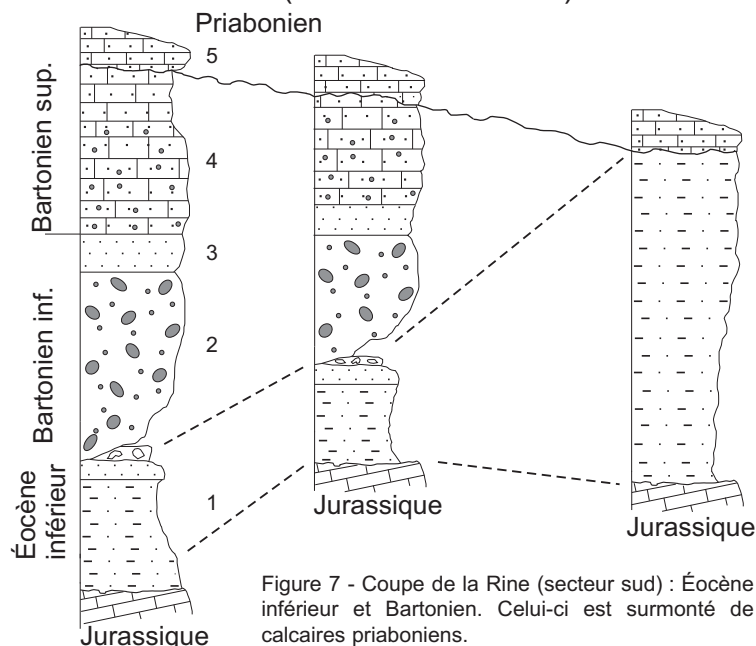
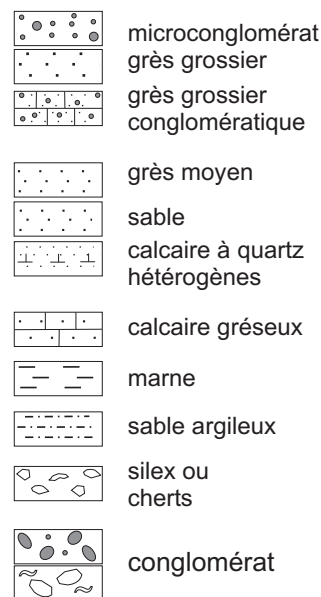


Figure 7 - Coupe de la Rine (secteur sud) : Éocène inférieur et Bartonien. Celui-ci est surmonté de calcaires priaboniens.

Figure 7 - The Rine section (southern area): Lower Eocene and Bartonian, overlain by Priabonian limestone.

5 m  
0



- calcaire gréseux gris-bleu à gravelles et péloïdes (environ 4 m), à débris d'échinodermes, Miliolidae, quelques Anomalinidae, Gypsinidae, rare glauconie ;
- grès calcaire à glauconie, Gypsinidae, Nummulites (*N. striatus*), *Operculina* sp., débris de Mélobésiées, d'échinodermes, pellets argileux (environ 5 m) ;



- marno-calcaires et marnes beiges à débit en feuillets et en frites (1,50 m) ; les marnes ont livré des Nummulites (*N. chavannesi*, *N. striatus*), des Operculines (*Operculina alpina*), des Discocyclines, de petits foraminifères benthiques (quelques Cibicididae), un échinide (*Porocidaris schmideli* [MUENSTER]).

*N. beaumonti* et *N. striatus laxispira* y sont signalées par A. Blondeau *et al.* (1969, 1987).

Sur ces niveaux viennent des marnes bleutées du Priabonien (zone C). Les marno-calcaires et marnes du niveau 5 sont attribués au Bartonien (zone B) et par extension également les niveaux 2 à 4, les brèches du niveau 1 correspondant à la base de la transgression bartonienne sur une surface émergée crétacée et portée par les *Microcodium*.

#### Macrofaune

Une faune de gastéropodes a été récoltée par A. Guébard (1903) à l'Est de Vence, au Sud du Pioulier. Le gisement n'est pas répertorié précisément et a livré : *Limnaea longiscata* BRONGN., *L. aff. convexa* EDWARDS, *Melanyus* cf. *dalmaticus* STACHE, *Bithinia* cf. *cyclostomae* d'ORB., *Bithinella* sp., *Planorbis* sp., *Potamides* sp., *Hydrobia pyramidalis* BRARD, et des tiges de joncs. Cette association bartonienne correspond à un mélange de faune continentale et laguno-lacustre, environnement ayant précédé l'arrivée des faciès franchement marins.

À Saint-Paul-de Vence (figure 17), le Bartonien, très réduit (2,50 m) montre de bas en haut : 1,50 m d'un conglomérat à galets crétacés et jurassiques, hétérométriques (2 à 30 cm), à ciment micritique. Celui-ci a livré *Nummulites striatus*, des Operculines, Astérigérines, de rares planctoniques (*Globigerina linaperta*), des *Microcodium* ; des grès calcaires à glauconie (1 m) et échinides. À l'analyse microscopique, ils montrent des Nummulites (*N. striatus* et *N. incrassatus*), Operculines, Gypsinidés (*Sphaerogypsina*), *Fabiania cassis*, des Astérigérines, débris de Mélobésiées, serpulidés, bryozoaires et des fragments d'Orbitolites remaniés (limite Bartonien-Priabonien).

#### Coupe de La Rine (figure 7)

Cette coupe a été reconstituée dans un secteur très fracturé. Les épaisseurs sont donc évaluées de façon approximative. Elle débute par des termes attribués à l'Éocène inférieur, représentés par :

- des argiles sableuses rousses et des sables moyens roux (2,50 m à 10 m), azoïques, reposant en discordance sur le Jurassique ;
- un conglomérat lenticulaire (3,50 à 5 m) à éléments jurassiques, sans *Microcodium*, est discordant sur ces argiles. Il est suivi d'un sable roux à violine à lits gréseux minces (1 m). Les grès présentent un faciès biodétritique à glauconie et faune de Gypsinidae, Alvéolines, *Orbitolites* sp., Astérigérines, Miliolidae et crinoïdes en débris. Les Gypsinidae sont remarquables par leur abondance, et montrent par leur forme, la fixation sur des tiges ;
- un grès calcaire grossier (3 à 4 m), conglomératique, fossilifère (débris d'échinides et crinoïdes). De petites Nummulites à cachet bartonien (*N. striatus*) y sont associées à des Planorbulinidés, Astérigérines, quelques petits forami-

nifères benthiques (Agglutinés, Miliolidés, Rotalidae) et des débris d'échinodermes, de bivalves et de Mélobésiées. La glauconie y est altérée.

Les termes 2 et 3 ont été attribués au Bartonien inférieur (e6C), le terme 4 appartenant au Bartonien supérieur (e6C-M).

- un calcaire à Nummulites (environ 1 m) termine la série. Il comporte des Nummulites (*N. incrassatus*, *N. cf. bouillei*, et une forme rappelant *N. fabianii*), Astérigérines, d'abondants Gypsinidae, des débris d'échinodermes et de bivalves. Les Nummulites permettent de lui donner un âge priabonien.

#### Coupes de la Grande Sévère (figure 8)

Les affleurements de ce secteur sont affectés de quelques failles et de déformations. Un niveau repère a pu être dégagé de ces affleurements ; il a permis de resituer chacun des compartiments l'un par rapport à l'autre.

#### Coupe A

Les niveaux inférieurs y sont limités par une faille F1. Ils débutent par un ensemble (17 m environ) d'argiles bariolées, rouges et jaunâtres, sableuses, épaisses (4 à 6 m) intercalées de minces bancs de grès calcaires (0,80 m), avec deux populations de quartz hétérométriques, anguleux à subanguleux pour les uns, émoussés et de grande taille (0,5 cm) pour les autres. L'un d'entre eux, dans la partie supérieure de cet ensemble, montre quelques galets micritiques et des *Microcodium*. Au-dessus de ce niveau, des argiles bariolées et grès calcaires (9 m) sont couronnés par une trilogie (C-A-C) : « calcaire gréseux massifs très grossiers, micro-conglomératique, à galets de Jurassique (1,20 m) -argiles bariolées sableuses (1,20 m)- calcaire gréseux massifs très grossiers, micro-conglomératique, à galets de Jurassique (1,20 m) ». À l'analyse microscopique, le microconglomérat admet des galets micritiques jurassiques, des quartz hétérométriques (jusqu'à 1 mm), des galets de micrite à pellets, dans un ciment sparitique. Des débris de Mélobésiées y sont associés à des Discocyclines (*D. sella*), Operculines, Nummulites (*N. variolarius*), Astérigérines et crinoïdes. Les Gypsinidae (*Sphaerogypsina globulus*) sont nombreux, des *Microcodium* sont fixés sur des galets de micrite jurassique.

Latéralement, ce faciès passe à un calcaire microsparitique à rares quartz, Gypsinidae (*Sphaerogypsina* sp.), petites nummulites (*N. variolarius*, *N. bianitzensis*), *Fabiania cassis*, débris de bryozoaires, fins, de Mélobésiées, d'échinodermes, petits foraminifères benthiques (Cibicididae, Agglutinés, Miliolidae) et rares ostracodes. Cette association indique un âge du Bartonien supérieur.

La coupe se termine par quelques centimètres d'une calcarénite à nombreux débris (échinodermes, Mélobésiées, Gypsinidae), avec *Eofabiania* sp., petits foraminifères benthiques (Cibicididae, Rotalidae), mais aussi foraminifères planctoniques dans lesquels on peut reconnaître des sections de *Turborotalia cocoaensis* et *Pseudohastigerina* sp.

Le Bartonien peut donc être daté de façon certaine sur 13 m environ. Les niveaux situés en-dessous sont maintenus dans l'Éocène inférieur faute d'éléments autorisant une datation précise.

L'environnement du dépôt correspond à une zone d'avant-récif et l'âge peut être rapporté au sommet du Bartonien inférieur-base du Bartonien supérieur.

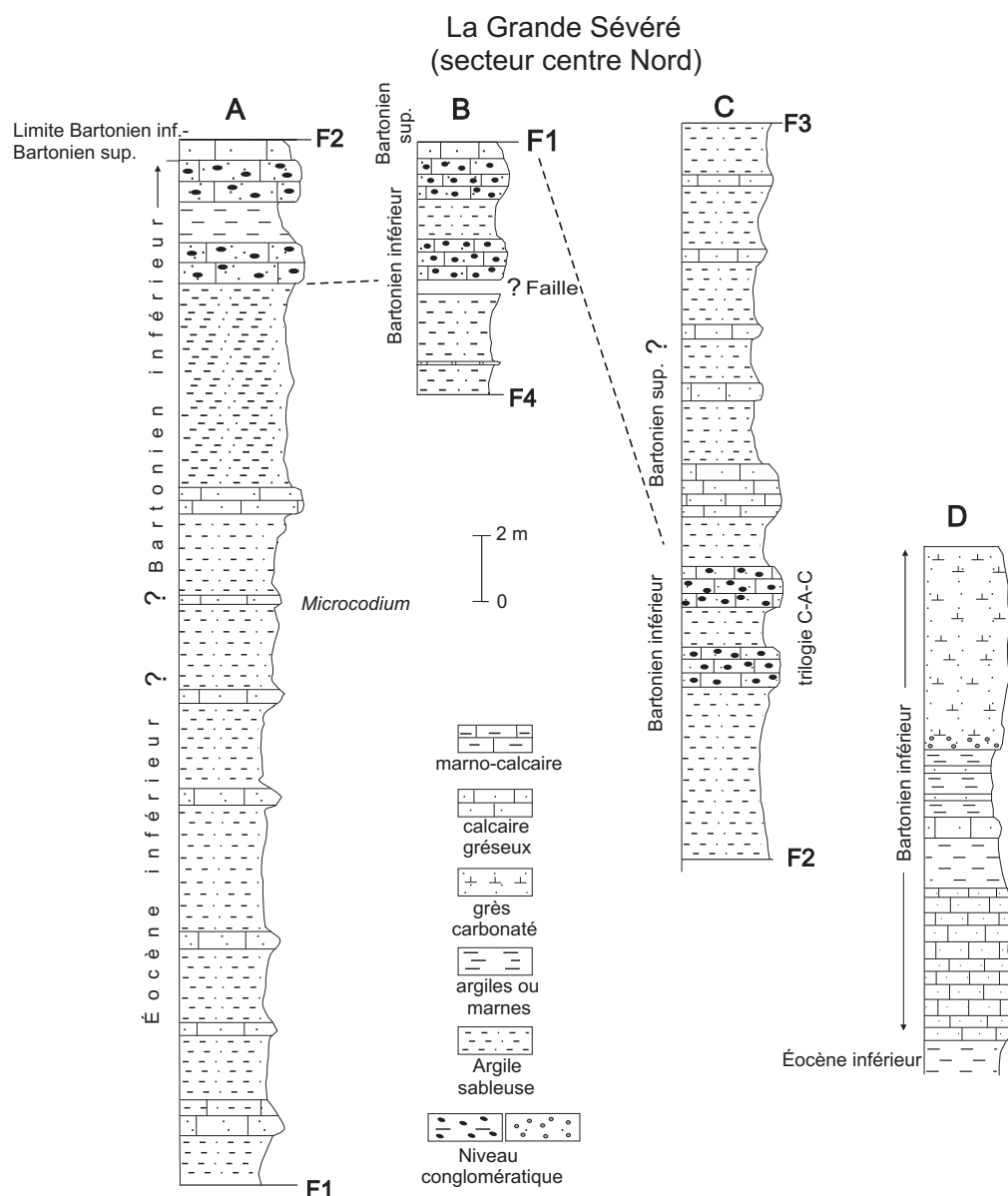


Figure 8 - Secteur centre nord : coupe de la Grande Sévère, depuis l'Éocène inférieur (?) au Bartonien.

Figure 8 - Central-north area: the Grande Sévère section, from Lower? Eocene to Bartonian.

#### Coupe B

La coupe est limitée par la faille F1 d'une part et par une faille F4 d'autre part.

Sous la C-A-C, des argiles bariolées (3,50 m), plus ou moins sableuses, sont intercalées d'un mince lit calcaréo-gréseux (0,05 m) qui a livré des Gypsinidés (*Sphaerogypsina*), des débris de crinoïdes et de bryozoaires.

Les différents niveaux microconglomératiques de la C-A-C montrent des quartz hétérométriques à grains moyens anguleux ou grossiers émoussés, des galets jurassiques à micrite ou à lentilles de pellets et *Favreina* sp. dans un ciment micritique, et des Nummulites (*N. biarritzensis*), des débris de Discocyclines, de Mélobésiées, Dasycladales, dans un ciment sparitique à microsparitique. Ces niveaux sont d'âge Bartonien inférieur.

Au-dessus de C-A-C, quelques centimètres d'un calcaire bioclastique gréseux à Gypsinidae très abondants, débris d'échinodermes et bryozoaires, petits foraminifères benthiques (Cibicididae, Agglutinés, Rotalidae) et sections de foraminifères

planctoniques (*Turborotalia cocoaensis*, *Globigerina* sp.) appartient au sommet du Bartonien inférieur-base du Bartonien supérieur et correspond au niveau sommital de la coupe A.

#### Coupe C

La coupe a pu être corrélée à la précédente grâce à la trilogie C-A-C. Sous la C-A-C, des argiles bariolées (4-5 m), limitée par la faille F2 à leur base, se sont révélées azoïques. Au-dessus de la C-A-C, des argiles bariolées sableuses (1,50 m) sont surmontées de grès calcaire gris clair (1,50 m) puis d'une alternance d'argiles et de lits grésocalcaires (10 m). Ces niveaux sont tronqués par une faille F3. Les calcaires gréseux de la trilogie C-A-C ont livré la même microfaune que ceux de la coupe A. On y retrouve en outre, les *Microcodium*.

#### Coupe D

Dans cet ensemble, les niveaux inférieurs montrent des argiles bariolées (1,50 m). Elles sont surmontées de grès calcaire micritique gris-beige à rare glauconie et très rares sections de foraminifères agglutinés, puis d'un calcaire micritique pelloïdique, à structures algaires contournées de Cyanobactéries (4,50 m). 2 à 3 mètres d'argile séparent cette partie des niveaux suivants. Un calcaire gréseux (0,60 m) y est surmonté d'un ensemble de lits sableux et argileux jaunes et

bariolés intercalés de lits gréseux (0,40 m). Le calcaire a livré des Gypsinidae, des débris de Mélobésiées et de bryozoaires.

Au-dessus des argiles viennent 5 à 6 m de grès calcaires massifs, microconglomératiques à la base, rougeâtres à jaunâtres. La faune s'est révélée plus riche dans les termes supérieurs : Nummulites (*N. variolarius*, *N. biarritzensis*), Astérigérines (cf. *Asterigerina bartoniana*), Operculines, *Orbitolites* sp., Serpulides (*Ditrupa*), Gypsinidae, débris de crinoïdes

L'ensemble des niveaux carbonatés est attribué au Bartonien inférieur, les argiles bariolées à l'Éocène inférieur.

Un essai de corrélation entre les différents tronçons est représenté sur la figure 8.

#### Coupe du Golfe de la Bastide (figure 9)

La coupe débute par des calcaires gréseux massifs (2 m) avec interlits en plaquettes, reposant sur les grès grossiers de

l'Éocène inférieur. Ils sont fossilifères : Nummulites (*N. cf. biarritzensis*), Alvéolines (*Alveolina fusiformis*), Gypsinidae, Astérigérines, quelques foraminifères planctoniques et petits benthiques, débris de crinoïdes, bivalves, bryozoaires et méllobésiées. Leur font suite des grès calcaires (5 m) en gros bancs massifs, à débit en boules, qui ont livré des Nummulites (*N. variolarius*, *N. chavannesii*) et de petites Operculines à cachet bartonien, des Astérigérines et Actinocyclines, associés à de petits foraminifères benthiques (Valvulinidés) et planctoniques, des débris de crinoïdes, et de Serpulidés (*Ditrupa sp.*).

L'ensemble de cette coupe appartient au Bartonien, mais le terme 1 est d'âge Bartonien inférieur, et le terme 2 d'âge Bartonien supérieur.

### Coupes du Cap Gros (figures 10 et 11)

Ces coupes ont été levées dans un étroit synclinal éocène discordant sur le Jurassique.

Un premier site (figure 10A) montre des calcaires bréchiques (1,50 m), très cariés, à glauconie oxydée, discordants sur le Jurassique, et dans lesquels seuls quelques débris de crinoïdes subsistent (la recherche de *Microcodium* n'a rien donné). Ils sont attribués à la base du Bartonien par analogie avec les faciès de la coupe de La Chapelle Saint-Lambert. Leur surface, très irrégulière, correspond à une surface d'érosion sur laquelle ont transgressé des marnes sableuses blanchâtres (1,50 m) à microfaune bartonienne : embryons de Nummulites et Operculines à cachet bartonien, Discocyclines, petits foraminifères benthiques (*Anomalina byramensis*, *Anomalina capitata*, *Cibicoides mauricensis*, *Neorotalia lithothamnica*) et foraminifères planctoniques (*Truncorotaloides topilensis*, *Turborotalia centralis* (= *T. cerroazulensis pomeroli*), *T. cerroazulensis possagnoensis-pomeroli*, *Globigerinatheka index index*, *G. mexicana mexicana*, *G. eoacena*, *G. linaperta* et remaniements de formes paléocènes). Ces marnes sont attribuées au Bartonien supérieur.

À environ 5 m à l'Ouest (figure 10B), on retrouve l'Éocène inférieur décrit plus haut (p. 18). À environ 50 m à l'Est de cet ensemble (figure 10A), des calcaires, plus ou moins finement gréseux (4 m) et à glauconie souvent oxydée, ont livré des sections de Nummulites et Operculines presque entièrement recrystallisées. *N. striatus*, *Discocyclina pratti* et *D. sella* y sont signalées par A. de Lapparent (1938).

La base de ces calcaires est visible après la jetée de la plage de la Garoupe (figure 11). Elle montre la transgression bartonienne complexe avec érosions multiples sur le Jurassique (figure 12).

De bas en haut, on observe un niveau carbonaté blanchâtre (1,50 à 2 m), englobant de gros blocs de Jurassique. Le débit en feuillets de la matrice est dû à la présence d'une faille. La matrice n'a donné que des débris de crinoïdes. Sur ce niveau, vient un conglomérat calcaréo-gréseux (2 m), à galets hétérogènes (jurassiques et éocènes) et hétérométriques (jusqu'à 20 cm de taille maximale). La matrice n'a rien donné à l'analyse microscopique. Les calcaires (1,50 m) qui surmontent ce conglomérat, sont micritiques et finement gréseux. Ils ont livré des Nummulites (*N. chavannesii*), des Discocyclines (*Discocyclina sp.*) et Actinocyclines, des

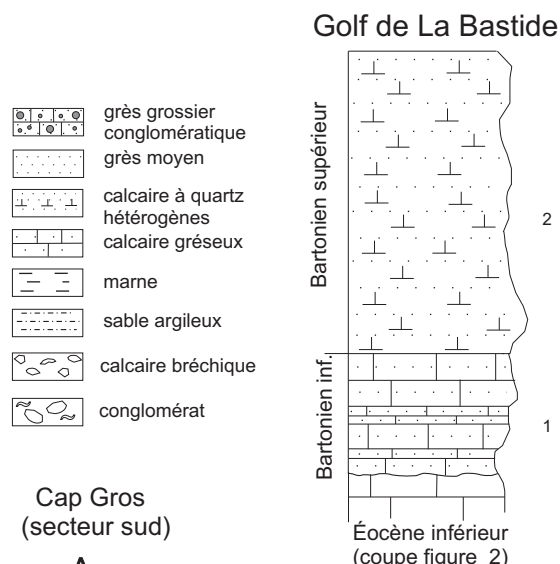


Figure 9 - Le Bartonien du Golfe de la Bastide.

Figure 9 - The Bartonian of the Bastide Gulf.

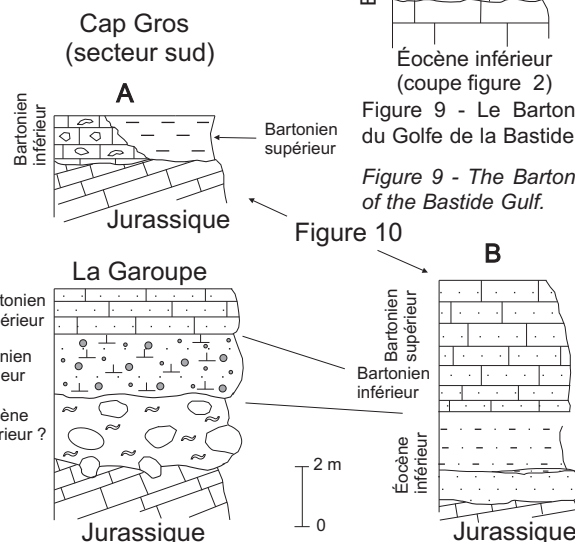


Figure 11

Figures 10 et 11 - Coupes dans l'Éocène inférieur et Bartonien du Cap Gros (secteur sud).

Figures 10 and 11 - Sections through the Lower Eocene and Bartonian at Cape Gros (southern area).

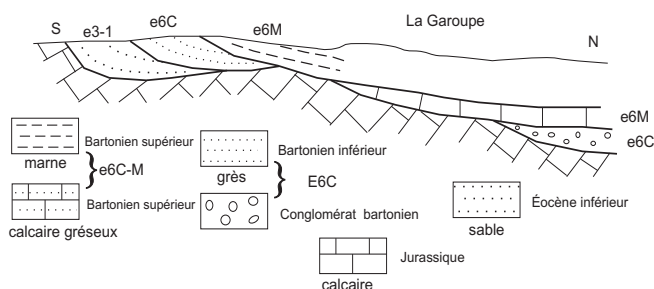


Figure 12 - Déformation du Bartonien inférieur et transgressions des deux termes du Bartonien. Cette disposition implique des érosions multiples. La transgression du Bartonien inférieur se fait progressivement et n'atteint les sables de l'Éocène inférieur qu'avec ses faciès marneux. On peut noter de même, la transgression progressive des faciès du Bartonien supérieur sur un Bartonien inférieur légèrement déformé.

Figure 12 - Deformation of the lower Bartonian and transgressions of the two Bartonian terms. This arrangement implies multiple erosion events. The lower Bartonian transgression occurred gradually and only reached the Lower Eocene sand with its marly facies. The progressive transgression of upper Bartonian deposits over slightly deformed lower Bartonian ones can be seen as well.



Operculines, Hétérostégines, Astérigérines, Planorbulinidés (*Planorbulina*), des débris de bryozoaires, crinoïdes, mélobésiées et des algues encroûtantes (Cyanobactéries).

Étant donné la structure et le pendage des affleurements, ce niveau correspond probablement aux calcaires à faune recristallisée signalés un peu plus haut.

Ainsi, bien que très réduit ici, le Bartonien y est représenté par ses deux termes inférieur et supérieur. La figure 12 met en évidence la transgression du Bartonien inférieur sur le Jurassique et l'Éocène inférieur, sa déformation et son érosion partielle avant la transgression du Bartonien supérieur.

### Coupe du Montmeuille (figure 13)

C'est un secteur très tectonisé. Sauf en ce qui concerne la base de l'Éocène, le suivi en continu des affleurements y est difficile. Il en résulte une appréciation très approximative des épaisseurs.

À l'entrée sud du VVF, on peut observer de bas en haut :

- des calcaires et dolomies jurassiques ;
- un mince niveau (0,20 à 0,30 cm) de calcaires marneux crétacé dont la partie supérieure, cariée, se débite en boules de toutes dimensions dans une matrice à *Microcodium* et Arénobulimines ; ce niveau marque ici la base de l'Éocène, remaniant du Crétacé ;
- des sables et des argiles sableuses rouges (0,50 cm). Latéralement, ces sables peuvent être plus épais et admettent des bancs gréseux grossiers blancs ;
- un conglomérat à galets de calcaire jurassique dans un ciment sparitique (20 cm). À l'analyse microscopique, on y observe des quartz à grain grossier, des galets micritiques, de la glauconie rare, des débris de Mélobésiées, de Gypsinidae, de bryozoaires, de rares petits Rotalidae et de très rares *Microcodium* remaniés ;
- un calcaire biogène (60 à 80 cm ?) montrant à l'analyse microscopique un ciment micritique à grains fins de quartz, peu abondants, de belles sections de coralliaires, sur les-

Coupe du Montmeuille

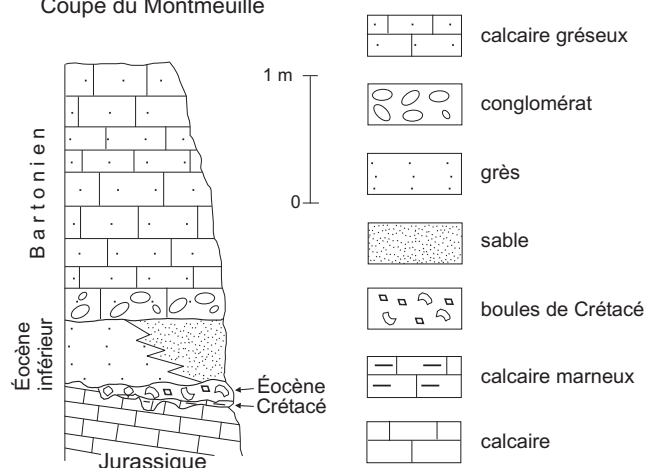


Figure 13 - Coupe du Montmeuille dans l'Éocène inférieur et le Bartonien. Sur la surface ravinée du Jurassique, repose un Crétacé fortement altéré en boules. La matrice de ces boules montre des *Microcodium*. L'Éocène inférieur est discordant sur l'ensemble.

Figure 13 - The Montmeuille section in Lower Eocene and Bartonian. On the gullied Jurassic surface lies Cretaceous rock strongly weathered into balls, whose matrix contains *Microcodium*. Lower Eocene unconformably overlies all older rocks.

quels sont fixés de gros Agglutinés et des lamines de Cyanobactéries. Leur sont associés des thalles de Mélobésiées, des Astérigérines, des Rupertiidae (*Eorupertia*), de rares débris de crinoïdes, quelques galets micritiques. Latéralement, dans un fond de même nature, la faune est plus variée et a livré des Nummulites (*N. incrassatus*), des Operculines (*O. schwageri*), Astérigérines, des Agglutinés encroûtants, des Gypsinidae, des thalles de Mélobésiées, de petits foraminifères benthiques (Cibicididae, Textularidae, Rotalidae), des débris divers (échinodermes, bryozoaires), et enfin, des galets micritiques encroûtés, pour certains, de lamines de Cyanobactéries.

Les faciès sus-jacents montrent des grès fins, à ciment microsparitique à sparitique, et à Nummulites (*N. striatus*, *N. incrassatus*, *N. chavannesii*), Operculines (*O. schwageri*), Astérigérines et débris variés (Discocyclines, crinoïdes, saphropodes : *Dentalium* sp.).

L'ensemble présente un cachet bartonien. Latéralement, ces grès calcaires contiennent des Pectinidés. Ces faciès éocènes caractérisent un environnement récifal devenant ensuite subrécifal.

À 700 ou 800 m au Sud du VVF, le Priabonien, très érodé, (0,50 à 1 m ?) repose sur le Jurassique.

### 1.1.2.4. Conclusion sur le Bartonien

Le Bartonien correspond à une séquence positive. On obtient la succession habituelle en termes de sédimentologie : PBN (prisme de bas niveau) avec le Bartonien basal (conglomérat, grès grossier, microconglomérats), IT (intervalle transgressif) avec les calcaires gréseux ou les grès calcaires (calcaires à Miliolites, calcaires à Alvéolines et Orbitolites, calcaires à Nummulites), puis avec les marno-calcaires et les marnes du Bartonien supérieur. Localement, une amorce de PHN (prisme de haut niveau) est marquée par des marnes sableuses.

L'analyse des faciès du Bartonien fait apparaître une paléogéographie très proche de celle que reconstituent O. Comte et P. Lehmann (1974) en Tunisie pour l'Yprésien et le Lutétien basal. Elle montre trois domaines :

- un domaine de plate-forme interne à l'intérieur duquel on peut reconnaître un domaine laguno-évaporitique : les faciès y sont hétérogènes et variés avec superposition ou passage latéral de diverses lithologies : argiles bariolées, conglomérats, grès ou brèches à silex, grès meulièrement (Les Terres Blanches, Saint-Lambert, Le Pioulier, etc.) ;
- un domaine laguno-littoral avec deux types de faciès principaux :
  - . les faciès à tendance lagunaire comme les calcaires micritiques, grumeleux à oncoïdes algaires et galets micritiques et siliceux encroûtés par des Cyanobactéries, ou les calcaires micritiques à Miliolidés abondants (mêmes sites),
  - . les faciès bioclastiques représentés par des calcaires finement gréseux à nombreuses sections de bivalves, à Miliolidés, petits Agglutinés, Anomalinidés, débris de bryozoaires, transportés jusque là par des courants (La Rine, Les Terres Blanches, etc.) ;
- un domaine de plate-forme externe, domaine des Nummulites (pratiquement tous les sites).



À la partie inférieure des séries à Nummulites, on observe des horizons conglomératiques remaniant des éléments du substratum et comportant de la glauconie (Le Touar, Saint-Paul-de-Vence). On peut y distinguer :

- des faciès internes, à calcaires de type packstone avec Mélobésiées, Gypsinidés, Alvéolines, *Orbitolites* sp., Nummulites peu abondantes. En deux secteurs, on a pu observer un faciès induisant un contexte récifal (Montmeuille, La Rine). L'existence de paléorécifs est renforcée par la présence des faciès à texture grainstone à Mélobésiées, Gypsinidés très abondants, bryozoaires, foraminifères encroûtants et petits foraminifères benthiques, l'absence de Discocyclines et la faible fréquence de Nummulites. Ces dépôts ceinturaient les paléorécifs. Ceci implique en même temps un milieu où l'énergie devait être assez forte.

Les accumulations de Nummulites sont discontinues et ont eu une influence aussi bien sur la distribution des faciès qui leur sont associés que sur les conditions écologiques de la plate-forme sur laquelle ils se sont développés. À chaque accumulation correspond une zone où le milieu était agité, avec Nummulites brisées, et une zone calme, mieux abritée, où la micrite est de plus en plus abondante au fur et à mesure qu'on se rapproche du domaine de mer ou de golfe intérieur, formant transition entre la plate-forme externe à Nummulites et la plate-forme interne qui en est dépourvue. Le déplacement de la transgression d'Est en Ouest vient parfois compliquer ces situations par déplacement des accumulations à Nummulites et leur imbrication dans les faciès de mer intérieure.

- des faciès de type grainstones et packstones en bancs massifs, où abondent les Nummulitidés et Discocyclines, correspondant aux bancs à *Nummulitidae* ; à l'avant de ce faciès, des calcarénites type wackestones à packstones avec Nummulitidae ainsi que Discocyclines brisées. Les foraminifères planctoniques y sont rares. Les échinodermes se trouvent dans ce faciès avec les bryozoaires ;
- un domaine de bassin (Jas Madame, Saint-Lambert, Le Pioulier, Le Touar) : il est peu représenté au Bartonien, mais se reconnaît à ses faciès mudstones et wackestone (calcaire micritique argileux), en bancs décimétriques. Les petits foraminifères benthiques y sont abondants de même que les foraminifères planctoniques.

Les Gypsinidae, épiphytes encroûtants, fréquents dans les faciès internes de la plate-forme externe, présentent une morphologie caractéristique en arc, semi-circulaire ou aplatie, adaptée à la nature du substrat. Ce substrat correspondait ici à des tiges et des feuilles de végétaux (Ungaro, 1996), tels que les Posidonies par exemple. Les Gypsinidae vivent dans des mers chaudes, dans des eaux relativement peu profondes (30 à 60 m, avec, cependant, des bathymétries minimales de 20 m et maximales de 70 m), dans les zones photiques à salinité normale. Ils sont fréquemment associés à des récifs.

### 1.1.3. L'Éocène supérieur : le PRIABONIEN

Les faciès priaboniens sont assez proches de ceux du Bartonien : calcaire gréseux ou grès calcaires et marno-cal-

caires et/ou marnes. La fraction marneuse est cependant plus développée que dans le Bartonien. Les faciès calcaires sont soit en gros bancs massifs (2 m) soit en bancs minces de 10 à 50 cm d'épaisseur ou même en plaquettes à joints irréguliers (Saint-Vallier-de-Thiery). Ils ont une cassure gris clair ou beige clair. Ils peuvent être graveleux, lumachelliques.

Les marnes sont jaunâtres, blanchâtres ou encore grises, bleutées, ou beige clair, plus rarement gris-vert. Elles peuvent être en lamelles ou compactes, à cassure conchoïdale.

Le Priabonien repose soit sur le Bartonien, soit sur un substratum crétacé ou jurassique (le Cloteirol, Jas Madame). On observe des faciès grossiers à la base des niveaux transgressifs : conglomérats ou microconglomérats (Saint-Vallier-de-Thiery).

Lorsque le double contact Bartonien-Priabonien et Priabonien-laves andésitiques peut être observé, l'épaisseur de ce Priabonien approche les 40 m (Jas Madame, La Boyère) ou même les 60-90 m (Les Vignasses – Biot). Dans le cas contraire, les coupes discontinues ne permettent que des mesures d'affleurement.

#### 1.1.3.1. Les faciès calcaires

Dans le secteur étudié, ils caractérisent le Calcaire de Sainte-Claire (e7C sur la feuille Grasse-Cannes). D'une épaisseur de 3 à 11 m, ces faciès calcaréo-gréseux du Priabonien n'affleurent pas toujours sous les marnes. Il en est ainsi au Pioulier (Est de Vence) ainsi que dans le secteur du Jas Madame, au Sud de la D2085. Dans le vallon de Saint-Julien – Les Issarts (Biot), ils sont très peu représentés (2 m aux Issarts). À La Chapelle-Saint-Julien, il s'agit de marno-calcaires plutôt que de calcaires gréseux.

À Saint-Paul-de-Vence (figure 14), le Priabonien montre de bas en haut et sur 7 à 8 m :

- des conglomérats (1 m) à galets éocènes et jurassiques (30 à 40 cm de diamètre maximal) et ciment peu abondant ;
- des calcaires à galets jurassiques (0,5 à 5 cm de diamètre). Le ciment, abondant, contient de nombreuses Nummulites (*N. striatus* et *N. chavannesi*) et Discocyclines, des Operculines, Astérigérines, débris d'échinides et de bryozoaires ;
- des calcaires gréseux (3 m) massifs, beiges, bioclastiques qui n'ont livré que des Gypsinidés (*Sphaerogypsina* sp.), Rupertiidés (*Eorupertia* sp.), Astérigérines et Miliolidés ;
- des grès calcaires (2,50 m) à rare glauconie, très fossilifères : Nummulites (*N. garnieri*, Priabonien alpin), Astérigérines et débris rares de bivalves, crinoïdes, et Dasycladacées.

À La Verrière, des marno-calcaires à Chlamys et des calcaires beiges à débit en plaquettes ont livré des Nummulites (*N. striatus*, *N. incrassatus*, *N. chavannesi*), des Operculines (*O. alpina*), Gypsinidés (*Sphaerogypsina globulus*), Hétérostégines, Astérigérines, Discocyclines, quelques foraminifères planctoniques et divers débris (Mélobésiées, échinodermes). L'ensemble caractérise un Priabonien peu élevé.

Au Sud de la carrière du Montmeuille, le calcaire à Nummulites repose sur une surface perforée du Jurassique

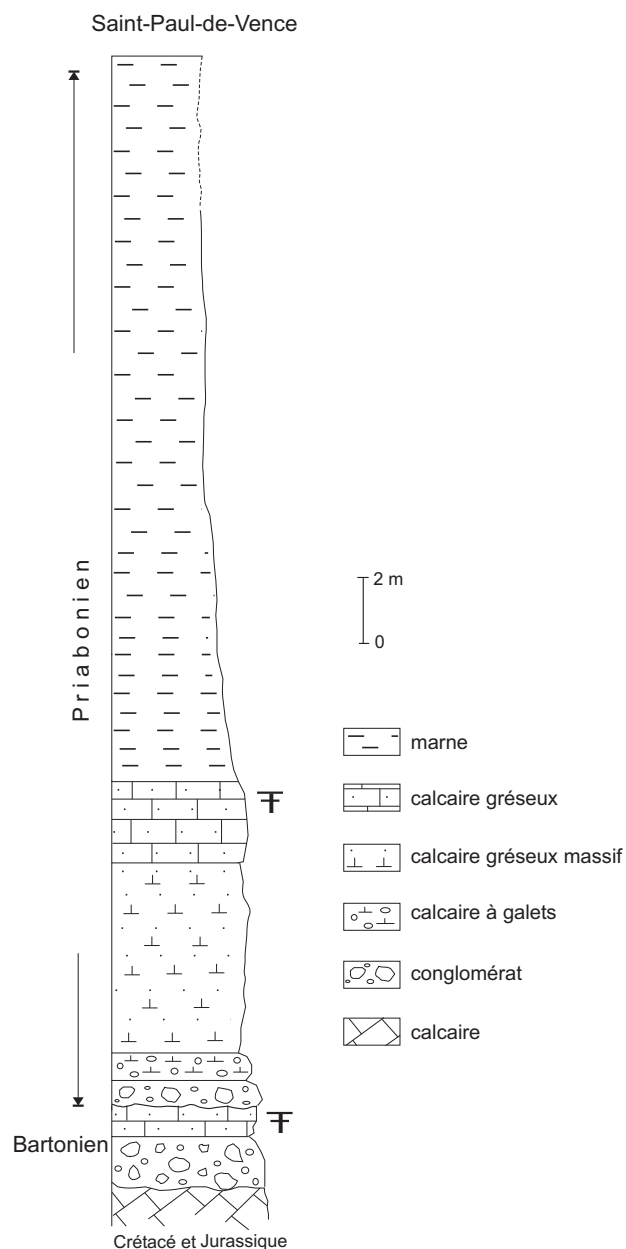


Figure 14 - Le Priabonien dans le secteur de Saint-Paul-de-Vence. Il repose sur un Bartonien très réduit.

Figure 14 - The Priabonian in the Saint-Paul-de-Vence area, overlying a strongly reduced Bartonian.

supérieur : nombreux terriers et perforations d'organismes fouisseurs tels que des Pholades, et *Chlamys* incrustés sur la surface.

À l'Ouest de la carte, dans le secteur de Saint-Vallier-de-Thiery (fig. 15), le Priabonien repose directement sur le Crétacé ou sur le Jurassique, le Bartonien y étant absent.

Les faciès sont des calcaires gréseux ou des grès calcaires, plus ou moins grossiers ou fins, qui livrent des Nummulites (*N. fabianii*, *N. incrassatus*, *N. bouillei*, *N. garnieri* possible), des Operculines (*O. alpina*), des Discocyclines (*Asterocyclina* sp. et *Discocyclina augustae*), des Planorbines (*Planorbina* sp.), des Gypsinidae (*Sphaerogypsina globulus*), *Fabiania cassis*, Rupertiidae (*Eorupertia*), Miliolidae, autres petits benthiques (Anomalinidae, Textularidae), et divers débris (crinoïdes, échi-

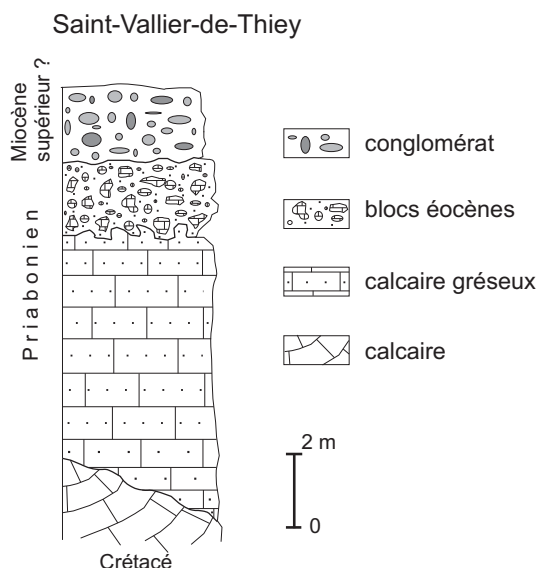


Figure 15 - Le Priabonien dans le secteur de Saint-Vallier-de-Thiery (Ouest de la feuille). Il repose directement sur une surface d'érosion crétacée. Sa partie supérieure, cachetée par le Miocène supérieur (?), a été soumise à une érosion intense, d'où son débit en blocs hétérométriques.

Figure 15 - The Priabonian in the Saint-Vallier-de-Thiery area (western part of the sheet), directly overlying a Cretaceous erosion surface. Its upper part, covered by Upper? Miocene, was affected by intense erosion, which explains its blocky aspect.

nides, scaphopodes avec *Dentalium* sp., Mélobésiées, bivalves, bryozoaires).

Sous le conglomérat attribué au Miocène supérieur, la partie sommitale des affleurements grésocalcaires éocènes montre une altération sur 20 à 30 cm d'épaisseur (figure 15). Les calcaires se débitent alors en blocs hétérométriques dans une matrice claire, sableuse, rougeâtre parfois. À l'analyse microscopique, les grès calcaires montrent de gros quartz polycristallins, émoussés, quelques feldspaths séricitisés dans un fond de petits grains de quartz anguleux, monocristallins et de micrite. Une faune de petites Nummulites à cachet priabonien est associée à *Fabiania cassis*, *Operculina alpina*, des Discocyclines (*D. augusta*), Gypsinidae (*Sphaerogypsina globulus*), Rupertiidae et autres formes déjà mentionnées ci-dessus.

À l'Est de Saint-Vallier-de-Thiery, à la Ferme de Fontmichel, l'Éocène est représenté par des grès calcaires et calcaires gréseux à rare glauconie mais fossilifères : Nummulites (*N. fabianii*, *N. incrassatus*, *N. garnieri*, *N. chavannesi*, *N. striatus*, association du Priabonien classique), Astérigérines (*A. cf. bartoniana*), Operculines (*O. alpina*), Gypsinidae (*Sphaerogypsina globulus*), Rupertiidae, petits benthiques (Miliolidae, Anomalinidae, Lagénidae), et divers débris d'échinodermes, Scaphopodes (*Dentalium* sp.), Serpulidae, bivalves, bryozoaires ; quelques foraminifères planctoniques tels que *Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis*, *T. cerroazulensis pomeroli*, des ostracodes et débris de Discocyclines complètent cette association.

Au Pra Redon, à l'Est de Saint-Vallier-de-Thiery, on retrouve ce même Priabonien sous le conglomérat du Miocène supérieur, parfois sous forme de fragments de 1 m sur

0,20 cm dans les niveaux de base du conglomérat. Par contre, la zone d'altération y est absente.

La micrite, associée ou non à de la sparite ou de la microsparite, constitue souvent le ciment des grès calcaires. L'environnement suggéré par cette vase carbonatée et la faune récoltée dans les divers niveaux priaboniens, correspond à celui d'une plate-forme protégée mais non isolée du milieu marin ouvert (voir figure 22A).

La macrofaune n'est pas très abondante. Un gastéropode (*Campanile* sp.) a pu être récolté dans le secteur de Saint-Vallier-de-Thiery. Des échinides sont signalés dans ce même secteur : *Echinolampas ventiensis* LAMBERT, et dans le secteur de Vence : *Ditremaster nux* (DESOR) par Guébard (1902).

### 1.1.3.2. Les faciès marneux

Absents à l'Ouest de la feuille Grasse-Cannes, ces faciès sont représentés par les marnes de Saint-Paul-de-Vence (e7M). À l'affleurement, leur épaisseur peut atteindre 90 m et plus (Saint-Paul-de-Vence).

Une coupe (figure 16) permet d'observer le passage Bartonien-Priabonien. Elle est située au voisinage d'une grande carrière entaillée dans le Jurassique, entre le Cloteirol et le Jas Madame. Les faciès calcaréo-gréseux du Priabonien, très réduits ici, très fossilifères à Nummulites, Discocyclines et Pectinidés, transgressent sur une surface jurassique perforée par des organismes fousseurs. Des marnes priaboniennes les surmontent sur 2,50 m d'affleurement visible. Elles sont beige clair à grises. Le long de la D2085, sous la carrière, ces marnes sont grises à cassure conchoïdale, et affleurent sur 8 m. Leur contact avec le Bartonien est interrompu par une faille qui fait remonter du Crétacé. Les marnes priaboniennes se retrouvent au Sud du Jas Madame, sous les formations volcaniques andésitiques. Elles sont blanchâtres et contiennent des foraminifères planctoniques tels que *Globigerina angiporoides*, *Turborotalia cerroazulensis cocoaensis*, *Catapsydrax dissimilis*, *Globigerinatheka index tropicalis*, *G. subconglobata luterbacheri* (voir liste en annexe), association du Priabonien et des formes remaniées de l'Éocène moyen. Leur sont associés des foraminifères benthiques comme *Alabamina dissonata*, *Anomalinoidea capitatus*, *Bulimina tuxpamensis*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicidoides praemundulus*, *C. grimsdalei*, *C. cushmani*, *Cibicidina barnetti*, *Fissurina trinitatensis*, *Gyroidinoides girardana*, *Hanzawaia ammophila*, *Karriella subcylindrica*, *Lenticulina inomata*, *Marginulina asperuliformis*, *M. cumulicostata*, *Nodosaria minor*, *Nuttallides truempyi*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina marialana*, *Plectina dalmatina*, *Praeglobulimina ovata*, *Pullenia quinqueloba*, *Semivulvulina pennatula*, *Spirorutilus deperdita*, *Uvigerina havanensis*, *U. mexicana*.

À Saint-Paul-de-Vence, au-dessus des grès calcaires, se développent, sur une centaine de mètres, des marnes blanches à minces lits plus indurés où pullulent les Nummulites et Discocyclines, des Operculines, quelques foraminifères planctoniques et fragments d'*Orbitolites* remaniés. À côté de *N. incrassatus*, la présence de l'association *N. bouillei* et *N. garnieri* indiquent le Priabonien.

Au-dessus du Jas Madame

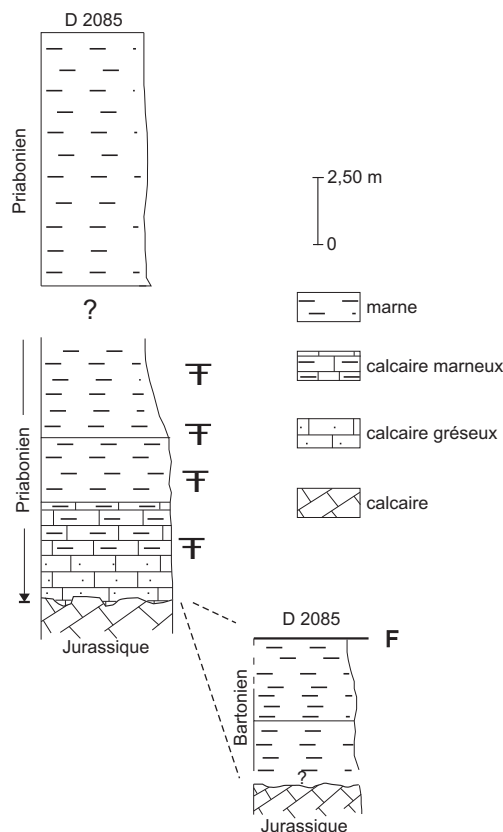


Figure 16 - Le Priabonien marneux dans le secteur du Jas Madame (centre de la feuille).

Figure 16 - Marly Priabonian in the Jas Madame area (centre of the sheet).

Dans le vallon des Combes et le vallon des Issarts – Saint-Julien (figure 17), au Nord de Biot, le Priabonien affleure essentiellement sous les faciès de marno-calcaires et de marnes blanchâtres ou gris-bleu très fossilifères. Très localement, des grès calcaires à Nummulites (*N. cf. garnieri* et *N. cf. incrassatus*) montrent le passage Bartonien-Priabonien. Dans les marnes, les associations de foraminifères planctoniques confirment l'âge priabonien de ces niveaux avec *Globigerina pseudoampliapertura* (proche de *ampliapertura*), *G. angiporoides*, *Globigerinatheka index tropicalis*, *G. index*, des formes intermédiaires entre *Turborotalia c. cocoaensis* et *T. cunialensis*, *T. cerroazulensis cocoaensis*, *Catapsydrax dissimilis*, et des formes remaniées de l'Éocène moyen. Ces formes planctoniques sont associées à des foraminifères benthiques tels que *Anomalina affinis*, *Anomalinoidea capitatus*, *Brizalina tectiformis*, *Bulimina palmerae*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicidoides praemundulus*, *C. eocaenus*, *C. grimsdalei*, *C. mexicanus*, *Cibicidina walli*, *C. barnetti*, *Clavulina (Cylindroclavulina) eocaena*, *Gyroidinoides girardanus*, *Hanzawaia ammophila*, *Karriella subcylindrica*, *Lenticulina inomata*, *Marginulina asperuliformis*, *Martinotiella communis*, *Nodosarella subnodosa*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina marialana*, *Plectina dalmatina*, *Pullenia quinqueloba*, *Semivulvulina spinosa*, *S. flabelliformis*, *Tritaxia szabo*, *Uvigerina havanensis*, *U. mexicana*, *U. eocaena* (annexe 2).

En termes de sédimentologie, les calcaires gréseux ou grès calcaires du Priabonien complètent le PHN (prisme de haut niveau) amorcé par les marnes sableuses du Bartonien.

Le PHN est suivi d'un nouvel IT (intervalle transgressif) avec les marnes de ce même Priabonien (figure 21).

À l'Ouest de La Colle-sur-Loup, au lieu-dit le Lauron, sur le chemin forestier longeant le vallon du Clarel, des marnes vertes, à blocailles d'éruptif et blocs de Jurassique, hétérométriques, détachés de la paroi jurassique, sont surmontées d'un niveau continu d'andésite.

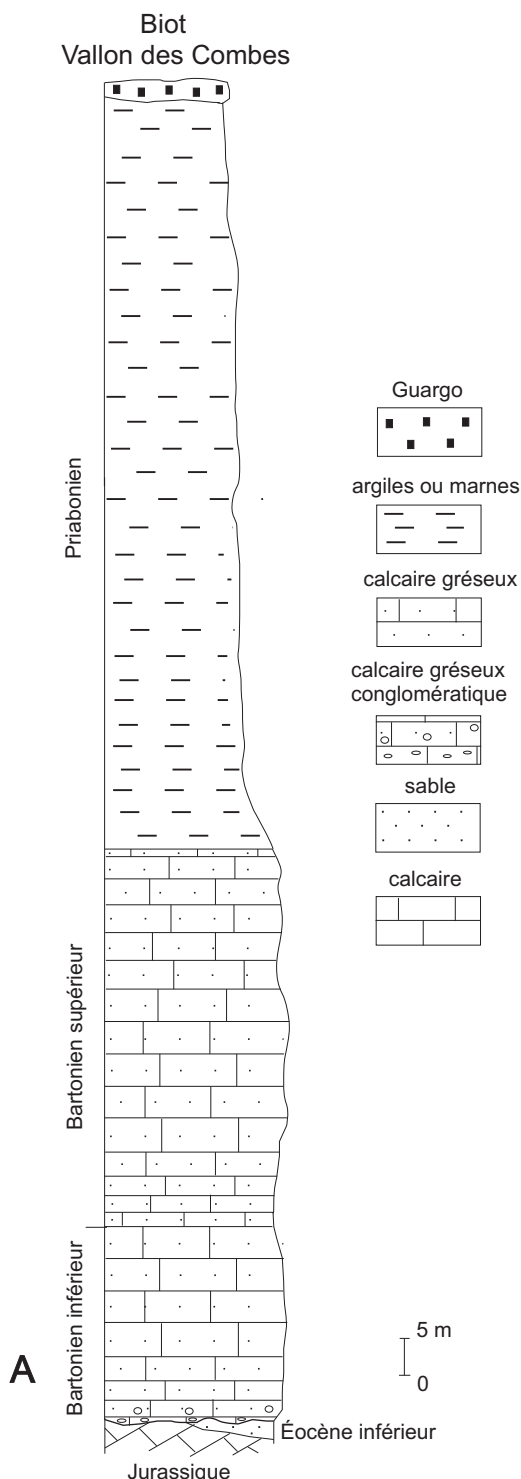


Figure 17 - Le Bartonien et le Priabonien dans le secteur de Biot ; coupe du Vallon des Combes.

Figure 17 - Bartonian and Priabonian in the Biot area: Vallon des Combes section.

Les marnes ont livré d'abondants *Microcodium*, des ostracodes, débris de bivalves, d'échinides, des foraminifères planctoniques : *Globigerinatheka index tropicalis*, *Catapsydrax dissimilis*, *Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis*, *T. centralis*, de rares foraminifères benthiques : *Gyroidina girardana*, et des formes remaniées du Crétacé (*Vaginulina* sp. et *Ataxophragmium* sp.). L'association de foraminifères planctoniques peut être attribuée au Priabonien. La présence de formes crétacées remaniées et des *Microcodium* met en évidence un autre exemple de l'altération subie par les formations mésozoïques. Le Crétacé a été entièrement altéré, le Jurassique en partie. Dans les blocs et dans le Jurassique en place, les calcaires ont livré des *Favreina* du Purbeckien et des *Trocholina alpina* et *T. elongata* du Jurassique supérieur.

Les blocs d'éruptif, hétérométriques, ne sont pas tous roulés. Le fait d'avoir ces blocs à l'intérieur des marnes priaboniennes, marnes non consolidées lors de leur mise en place, incite à penser soit que ces blocs ont un âge sub-contemporains du dépôt des marnes, dans ce cas les projections volcaniques sont du Priabonien terminal, soit que les blocs sont remaniés dans des marnes à faune priabonienne remaniée elle aussi, ce qui en ferait des marnes post-priaboniennes (oligocènes).

Des datations Ar/Ar ont été tentées mais ne permettent pas de préciser l'âge de ces dépôts.

Dans la Synthèse géologique du Sud-Est de la France, J.P. Pairis (1984) parle d'épanchements andésitiques remaniés dans la région de Saint-Antonin (Collonges) et de débris volcaniques dans la partie ouest des grès du Champsaur. Ce matériel proviendrait d'appareils volcaniques apparus sur la bordure du bassin des flychs priaboniens, épisode précoce d'un volcanisme Éocène supérieur – Oligocène inférieur.

Au lieu-dit les Fomerates (Ouest de Saint-Paul-de-Vence) (figure 33), des marnes gris-beige reposent en transgression et discordance sur des formations crétacées et jurassiques, par l'intermédiaire d'un conglomérat à galets de Crétacé et de Jurassique. La microfaune des marnes a livré des Nummulites (*N. chavannesi*), des Discocyclines, des formes intermédiaires en Hétérostégines, *Operculina* cf. *alpina* et *O. alpina*, *Sphaerogypsina* sp. (Gypsinidés), *Alabamina* cf. *disonata*, des foraminifères planctoniques représentés par *Globigerinatheka subconglobata luterbacheri*, *G. index index*, *Turborotalia possagnoensis-pomeroli*. Leur sont associés des débris de bryozoaires et d'échinides. Cette association indique le Priabonien.

**L'affleurement des Lucioles** (Sophia-Antipolis) (voir plus loin, figure 32).

Dans ce secteur, c'est le seul affleurement qui soit encore conservé en bon état. La coupe (W-E) suit pratiquement l'allongement du gisement (WNW-ESE). Les contacts avec l'encaissant sont difficiles à voir. Personnellement, à l'Est, je n'ai pu voir de faille avec le Jurassique. À l'Ouest, on n'observe pas le contact direct avec ce même Jurassique.

Le remplissage se compose essentiellement de marnes gris-vert et de marnes blanches (1) à éléments hétérométriques (1 à 50 cm de diamètre), anguleux et arrondis, carbo-



natés, d'origine jurassique et éocène. De gros blocs (1 à 2 m de long) de calcaire bathonien, et au centre de la coupe, une lentille conglomératique à matrice sablo-gréseuse (2) s'y observent aussi. Un banc de calcaire gréseux éocène (3), juxte cette lentille conglomératique. L'analyse microscopique montre qu'il s'agit d'un calcaire gréseux grossier à *Gypsinidae*, *Fabiania cassis*, *Rupertiidae* (*Eorupertia*), *Astérigérines*, débris de bryozoaires, et quelques foraminifères. Il contient en outre des galets de Jurassique sous un faciès de calcaire oolithique. Il peut tout aussi bien correspondre à un bloc remanié qu'à un pointement d'Éocène autochtone, ce que fait aussi remarquer Mangan (1982).

Les marnes ont livré des ostracodes, des foraminifères benthiques tels que *Asterigerinata* sp., *Anomalinoïdes dorri*, *Cibicidoides bradyi*, *C. perlucidus*, *C. cushmani*, *C. subspiratus*, *Cibicides lobatulus*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Lagena striata*, *Nonion* cf. *florinense*, *N. cf. mexicanum*, *N. cf. hummelincki*, *Nuttalides truempyi*, *Oridorsalis umbonatus*, *Operculina* sp., *Neorotalia lithothamnica*, *Uvigerina eocaena*, des foraminifères planctoniques tels que *Globigerina hagni*, *Turborotalia cerroazulensis*, *T. cerroazulensis pomeroi*, *Globigerinatheka mexicana barri*, et enfin de petites Nummulites malheureusement très recristallisées.

L'ensemble peut aussi bien appartenir au Bartonien qu'au Priabonien, mais si l'on considère le faciès des marnes, il rappelle celui des marnes priaboniennes.

#### 1.1.3.3. Environnements du Bartonien et du Priabonien

La progression des transgressions bartonienne et priabonienne se suit d'Est en Ouest grâce aux faciès des dépôts. Pour la période bartonienne, la succession verticale des faciès s'exprime suivant une séquence transgressive avec de bas en haut :

- argiles bariolées sableuses ou conglomérat et microconglomérats, structures pseudo-bréchiqes ;
- structures algaires (wackestone), pellets (Cyanobactéries) ;
- calcaire de plate-forme protégée, à petits Miliolidés et petits Rotalidés (wackestone) ;
- calcaire gréseux à Nummulites (packstone ou grainstone),
- marno-calcaires ;
- marnes (mudstone) (figure 18).

En ce qui concerne le Priabonien, lorsque les calcaires sont présents suivis des marnes, on peut encore mettre en évidence une séquence transgressive. Sinon, les marnes priaboniennes faisant suite aux marnes bartoniennes, on ne peut mettre en évidence qu'une seule séquence.

La figure 21 résume la disposition des séquences en termes de PBN, IT, PHN. Elle est construite à partir des logs synthétiques des figures 19 et 20 et à partir d'autres points d'observation répertoriés lors du lever sur la feuille Grasse-Cannes.

La reconstitution de l'environnement des dépôts (fig. 22A) dans le secteur étudié au cours du Bartonien et du Priabonien s'appuie sur la répartition des faunes, sur la texture des sédiments (figure 22B), et s'inspire d'un exemple illustré par E. Caus et J. Serra-Kiel (1992).

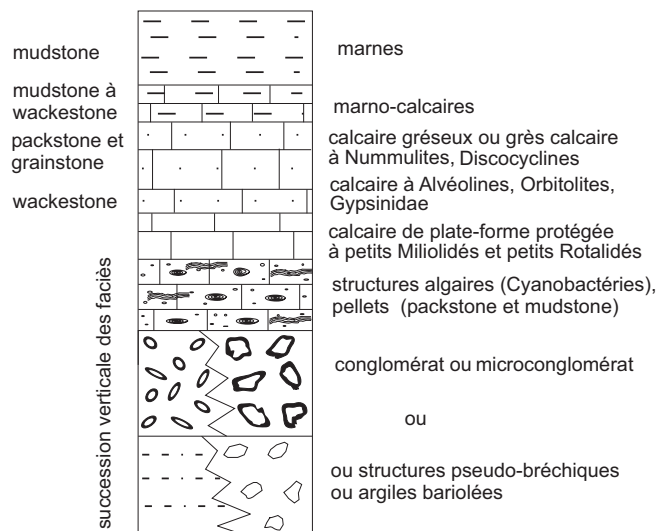


Figure 18 - Colonne stratigraphique synthétique montrant la succession verticale des faciès du Bartonien au Priabonien.

Figure 18 - Composite stratigraphic column showing a vertical succession of Bartonian to Priabonian rocks.

Enfin, la répartition des affleurements de l'Éocène inférieur est représentée sur la figure 23a.

## 1.2. LA PÉRIODE OLIGOCÈNE

### 1.2.1. Introduction

Les termes du Priabonien terminal n'existent pas, semble-t-il, sur la feuille de Grasse-Cannes. Une émergence généralisée et une nouvelle période d'érosion s'installent au cours de cette période. Les matériaux mobilisés vont se présenter sous deux aspects : soit en épandage sur un substratum varié, soit dans des bassins effondrés. Ils constituent la Formation de la Guargo (e.g. de la feuille Grasse-Cannes), formation aux matériaux très divers : brèches, conglomérats, cailloutis, grès mais aussi marnes et marnes sableuses, d'une épaisseur de 5 à 20 m.

Les épandages conglomératiques sont localisés sur la commune de Roquefort-les-Pins, au lieu-dit la Vaugailière – le Touar, dans le secteur de Saint-Paul-de-Vence, à Passe-Prest, dans le secteur du Seren au lieu-dit la Prée et dans le secteur de la Vanade (voir plus loin).

Les bassins effondrés sont nombreux. Sur la première édition de la feuille Grasse-Cannes, Bonnifay *et al.* (1970) signalent cette formation à Villeneuve-Loubet (La Vanade) et à Roquefort-les-Pins (La Guargo, les Terres Blanches). Ultérieurement, une étude très détaillée a été réalisée par Ch. Mangan (1982). Pour plusieurs raisons, certains de ces bassins sont actuellement inobservables : extension des agglomérations, envahissement des affleurements par la végétation, observations réalisées lors de travaux de réfection routière, de fondations d'immeubles, de sondages. Cependant, quelques uns d'entre eux ont pu être retrouvés et figurent sur la deuxième édition de la feuille lorsque leur taille est compatible avec l'échelle de la carte. Les autres ne sont pas reportés mais sont représentés sur une carte simplifiée, en annexe. De même, quelques bassins dont les affleurements ne peuvent plus s'observer sur le terrain, font l'objet

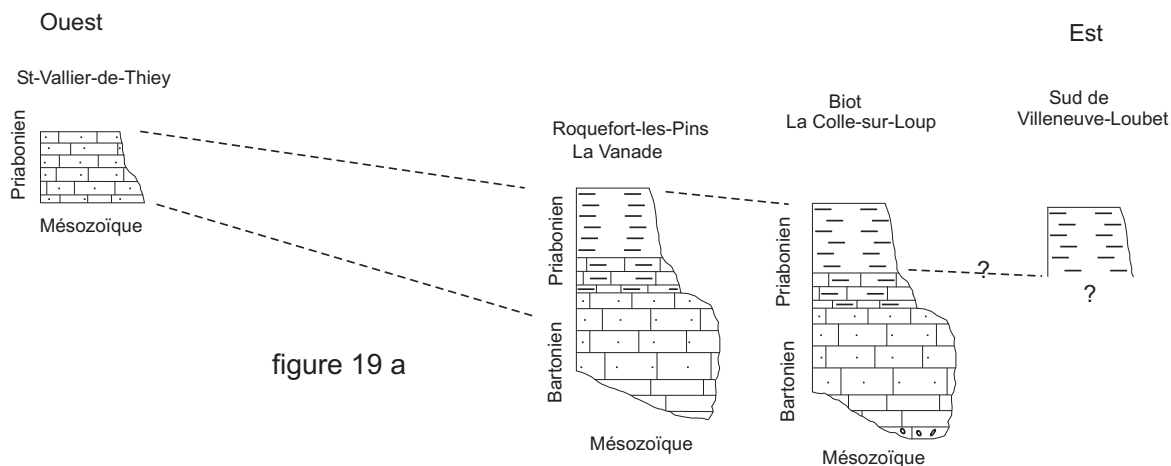


figure 19 a

Figure 19 - a : Les quatre colonnes simplifiées et synthétiques des faciès du Bartonien et du Priabonien ont été choisies sur une horizontale approximative. Elles montrent les variations de faciès et d'épaisseur d'Est en Ouest. Elles ont été utilisées pour construire le bloc-diagramme de la figure 20. b : De la même façon, les deux colonnes représentent les variations d'épaisseur et de faciès du Bartonien et du Priabonien de Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest. Elles illustrent bien la transgression progressive dans une direction générale NE-SW.

Figure 19 - a : The four simplified and composite columns of Bartonian and Priabonian rocks were selected along an approximate horizontal datum. They show the facies and thickness variations from east to west, and were used for constructing the block-diagram of Figure 20. b : As above, the two columns show the variations in thickness and facies of the Bartonian and Priabonian from NNE to SSW, illustrating a progressive transgression in a general NE-SW direction.

d'une figuration et d'une description simplifiée qui s'appuient sur les travaux de Ch. Mangan (1982). On pourra se reporter à la thèse de cet auteur pour une description complète.

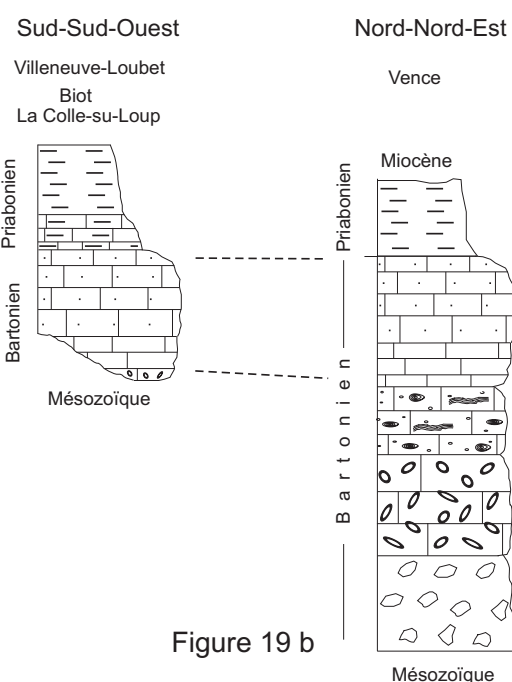


Figure 19 b

L'âge du remplissage de ces fossés a longtemps été débattu. En 1977, Tapoul affirme que la faune marine (spicules d'oursins, Nummulites, Discocyclines) que l'on y récolte, est remaniée dans des faciès continentaux.

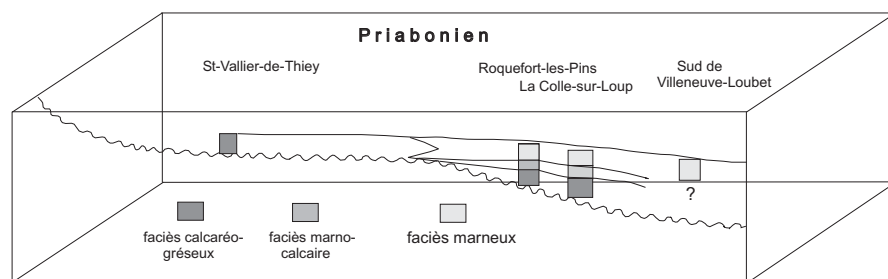


Figure 20 - La reconstruction au cours du temps des mouvements latéraux des milieux de sédimentation au cours du Bartonien et du Priabonien illustre à la fois la transgression E-W à NE-SW et les passages latéraux de faciès entre les dépôts orientaux et occidentaux (pas d'échelle).

Figure 20 - The reconstruction with time of lateral movements of the sedimentary environments during the Bartonian and Priabonian shows both the E-W to NE-SW transgression and the lateral facies variations between the eastern and western deposits (not to scale).

Aucun marqueur ne permet actuellement d'en fixer l'âge précis. Ce n'est que par identité structurale avec d'autres bassins situés dans les secteurs de Manosque, Comps, Canjuers par exemple (Mennessier, 1964 ; Touraine, 1976 ; Gigot *et al.* 1977 ; Giannerini, 1978) ou parce que, dans certains cas, ces formations sont scellées par la molasse burdigalienne (Le Seren), et qu'en de nombreux points ils reposent sur les différents termes de l'Éocène, que l'on peut situer cette formation dans l'Oligocène ou voire dans l'Éocène terminal-Oligocène. Les affleurements sont nombreux, essentiellement dans les parties centrale et méridionale du secteur

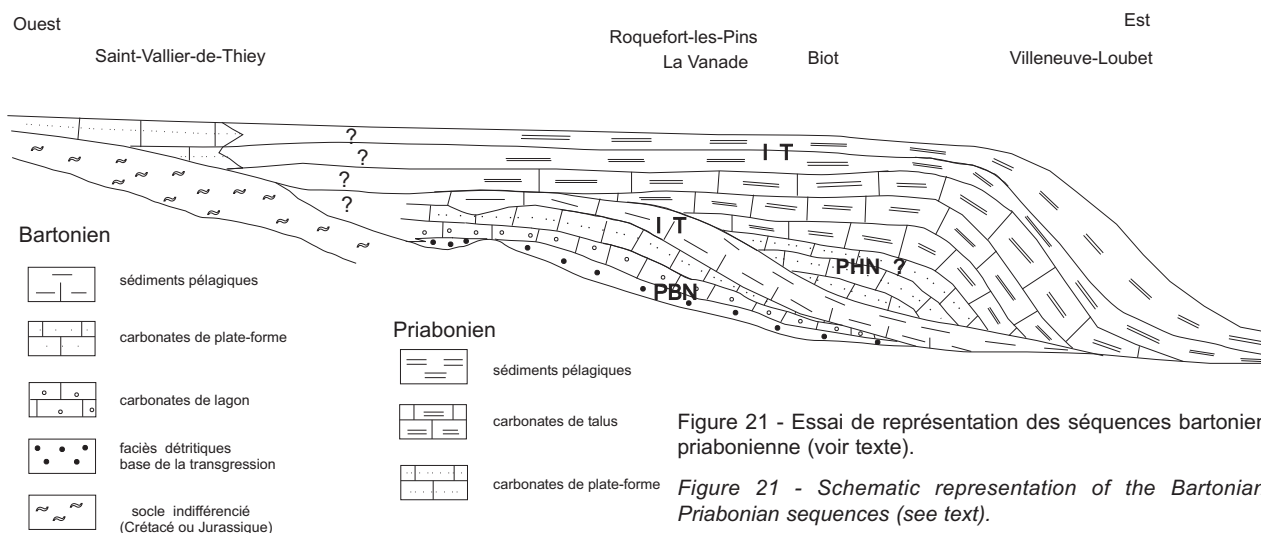


Figure 21 - Essai de représentation des séquences bartonienne et priabonienne (voir texte).

Figure 21 - Schematic representation of the Bartonian and Priabonian sequences (see text).

étudié, plus rares dans la partie septentrionale (plateau de Valbonne, fossé de Biot, Cap d'Antibes). Ils sont aussi très disséminés. Ils reposent indifféremment sur tous les termes de l'Éocène ou du Jurassique.

Les couches de remplissage ne sont pas déformées par la tectonique post-oligocène alpine ; le pendage, lorsqu'on peut l'observer, n'excède pas 20°.

Dans ses descriptions, Ch. Mangan (1982) remarque, dans la plupart des fossés, la disposition caractéristique des bassins en extension : brèches contre la (ou les) faille(s) normale(s), puis remplissage de marnes sableuses, de marnes argileuses ou de marnes gris-vert chargées en cailloutis et blocs de Jurassique et d'Éocène.

Les fossés sont limités par une ou deux failles normales, dont le pendage varie entre 50° et 90° suivant les fossés. Ces accidents se répartissent suivant trois directions : N-S, la plus fréquente, direction ancienne remobilisée (commune de Roquefort-les-Pins par exemple) ; NW-SE à NNW-SSE (secteurs de Roquefort-les-Pins, Le Touar, Biot) ; NE-SW (secteurs de Saint-Julien-les-Isarts).

Les accidents subméridiens qui affectent la série éocène du synclinal de Vaugelade sont cachetés par la molasse burdigalienne. Ils sont donc postérieurs à du Priabonien et antérieurs au Miocène inférieur, ce qui permet de les attribuer à une phase soit contemporaine à du Priabonien terminal soit à une phase postérieure à ce Priabonien, donc oligocène ou aquitanienne.

Si l'on considère la structure synclinale dans son ensemble, les accidents qui pourraient limiter les flancs du synclinal ne sont pas visibles. Pour Ch. Mangan, ces accidents existent bien, mais sous forme de flexures, manifestations à l'affleurement d'accidents profonds.

La phase fini-éocène (?) – oligocène, est associée à l'émission de conglomérats andésitiques, brèches et tufs, trahissant l'existence d'une activité volcanique (Villeneuve-Loubet, Tourrettes-sur-Loup, Biot). L'âge de ces émissions a longtemps été imprécis. Dans la synthèse géologique du Sud-Est de la France, « les datations K/Ar, (Baubron, 1974, 1980 et inédit) permettent de placer l'ensemble du volcanisme entre 34 et 30 mA » (Baubron, 1980), ce qui le place entre la limite

Éocène supérieur – Oligocène et l'Oligocène inférieur (Odin *et al.*, 1991 ; Odin, 1994 ) ou même entre l'Éocène terminal et l'Oligocène inférieur (Cande et Kent, 1992 ; ICS, 2008).

Si l'on considère maintenant la répartition des bassins et fossés et leur remplissage, on constate que, exception faite du Lauron et de Saint-Paul-de-Vence, on ne trouve jamais de galets d'andésite dans le remplissage. À Saint-Paul-de-Vence, ces galets sont très rares (un seul galet). Dans les autres bassins, trois cas peuvent se présenter :

- les andésites reposent directement sur le remplissage (Les Vignasses) ;
- celui-ci repose sur les andésites et dans ce cas il devrait remanier des éléments de ces mêmes andésites, sauf s'il s'agit d'intrusions filoniennes, ce qu'il n'est pas possible d'assurer actuellement (la Noria) ;
- il repose sur différents termes de l'Éocène et peut être scellé par la molasse (le Seren) ou par les andésites (Biot).

Ces différentes situations donnent à penser que le remplissage des fossés ou bassins n'est pas partout synchrone, qu'il a pu débuter dans la partie méridionale de la région, et se propager vers le Nord. Deux causes principales sont à l'origine de cette structuration : le poinçonnement alpin d'une part, puis l'ouverture du golfe de Gênes d'autre part. Enfin, il faut tenir compte du relief qui devait exister à la fin du Priabonien et qui contrôlait l'épaisseur des épandages continentaux : accumulation plus importante dans les zones basses, faible épaisseur sur les points hauts.

### 1.2.2. Description des fossés et bassins

À Saint-Paul-de-Vence, Ch. Mangan (1982) et avant lui A. Blondeau *et al.* (1969) ont reconnu des galets d'andésite dans une formation que Ch. Mangan attribue à la Guargo. Cette formation se localise au Nord-Ouest de Saint-Paul-de-Vence. Elle est actuellement en partie conservée dans une résidence privée. Elle repose sur les formations éocènes et borde le Jurassique de Passaprest. Elle comporte des cailloutis et galets, arrondis ou anguleux de calcaire portlandien et d'Éocène, dans une matrice sableuse jaunâtre. La taille des éléments varie entre 2 et 35 cm, elle peut atteindre le mètre-cube pour quelques blocs anguleux de Portlandien. L'épaisseur est d'environ 10 m. Localement, dans une matri-

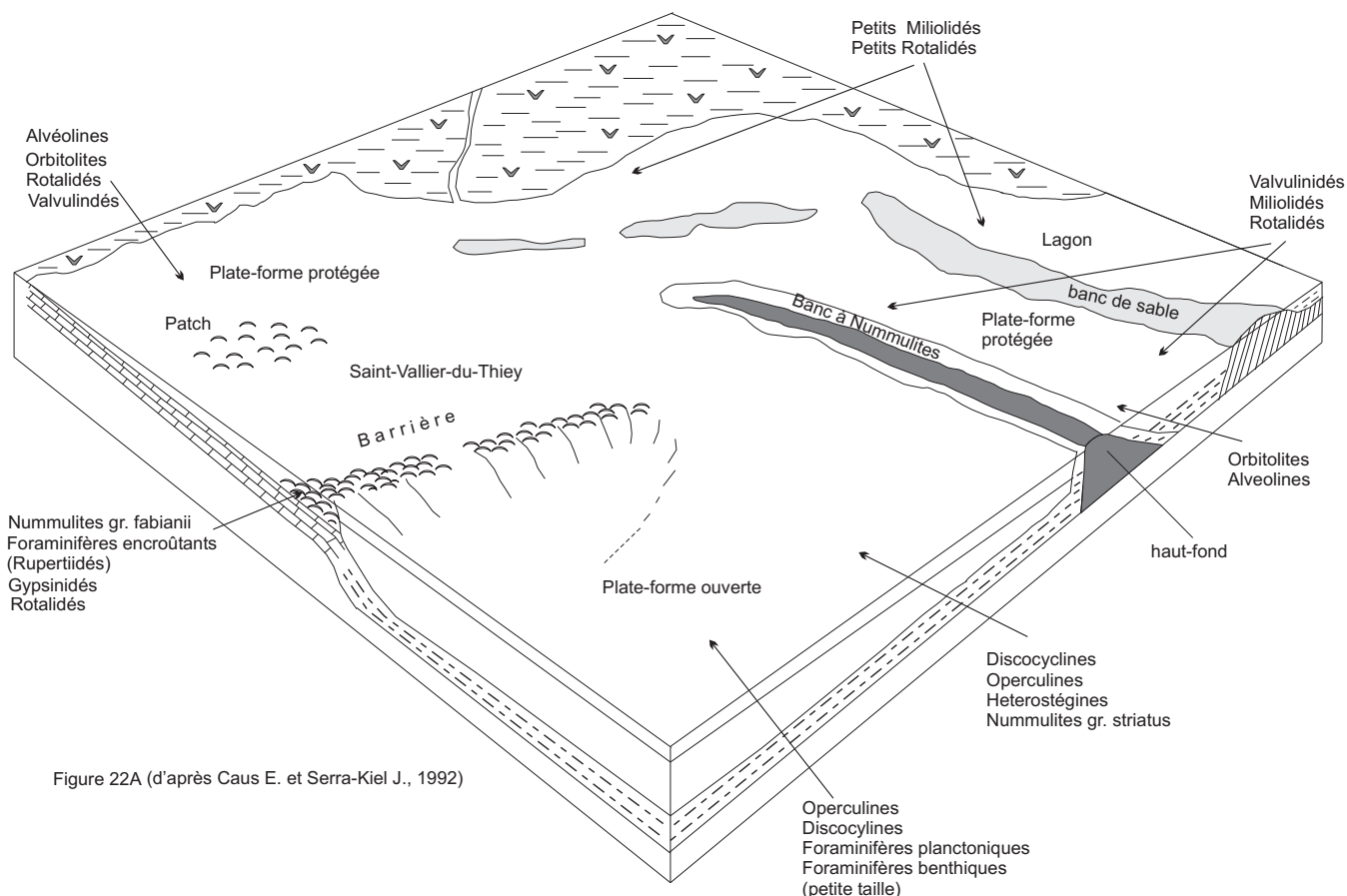


Figure 22A (d'après Caus E. et Serra-Kiel J., 1992)

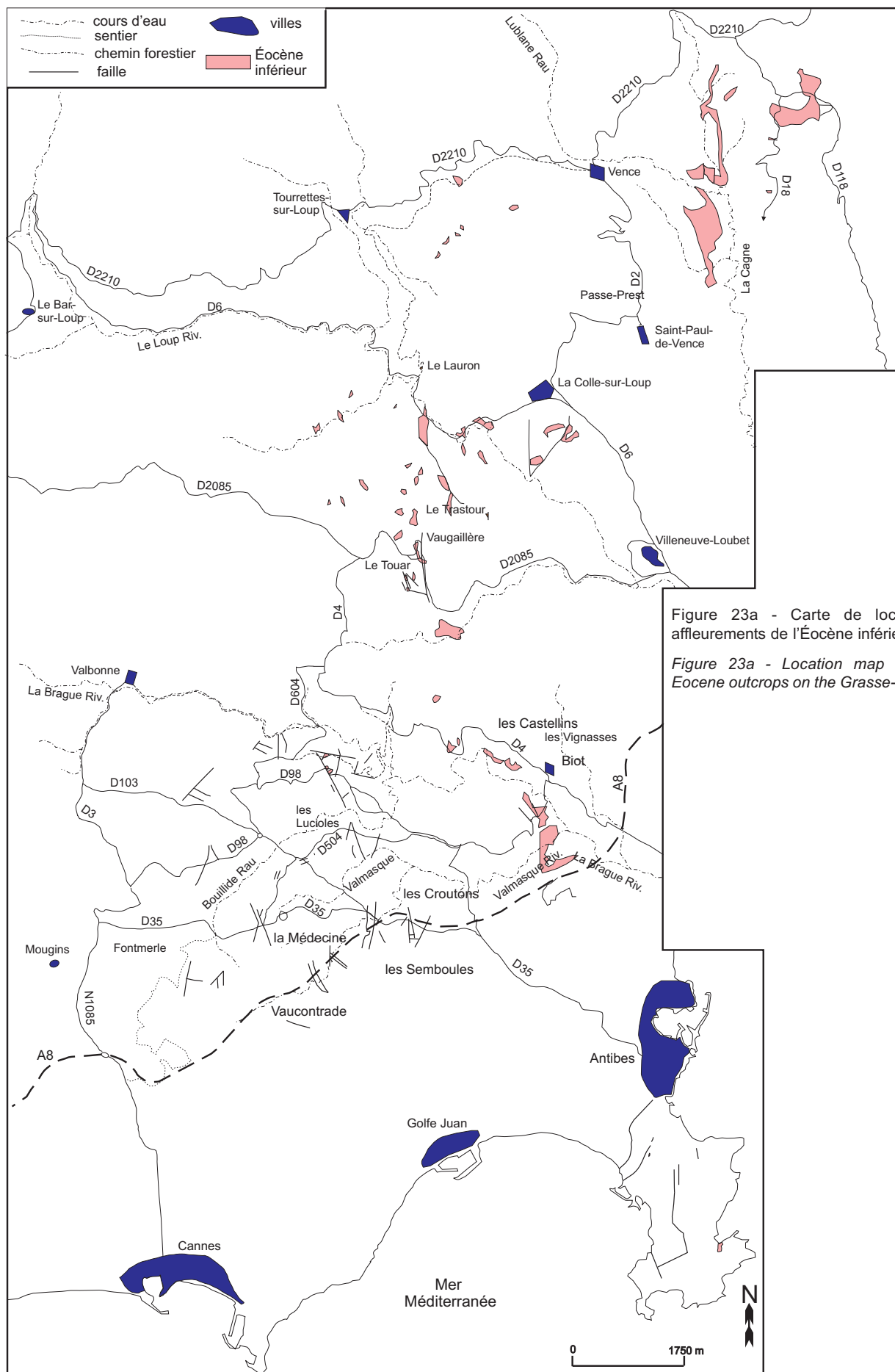
|                                 | W                                  |                                                                             | BASSIN                                                     |                                    |                                    | PLATE-FORME EXTERNE                             |                                      | PLATE-FORME INTERNE                                |                       | E |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|---|
| Types de faciès                 | argileux                           | marneux                                                                     | à "nummulitoclastes"                                       | complexe à Nummulites              | ensemble micritique à Nummulites   | mer intérieure                                  | ensemble bioclastique et lagunaire   | transition                                         | évaporitique          |   |
| Faune : Nummulites              | rares                              | rares                                                                       | rares et brisées                                           | grandes, très abondantes, entières | petites                            | petites et rares                                | rares                                | rares (lentilles isolées de calcaire à Nummulites) | —                     |   |
| "Nummulitoclastes"              | rares                              | rares                                                                       | très abondants                                             | rares                              | rares                              | —                                               | —                                    | —                                                  | —                     |   |
| Discocyclines                   | —                                  | —                                                                           | rares et brisées                                           | fréquentes                         | —                                  | —                                               | —                                    | —                                                  | —                     |   |
| Echinodermes                    | très rares                         | rares                                                                       | très abondants                                             | rares                              | très fréquents                     | abondants                                       | très rares                           | rares                                              | —                     |   |
| Mollusques                      | très rares (bivalves)              | —                                                                           | —                                                          | très rares (bivalves)              | très rares                         | fréquents (gastéropodes et bivalves)            | abondants (gastéropodes et bivalves) | rares (débris d'Ostréidés)                         | rares                 |   |
| Foraminifères planctoniques     | abondants                          | rares                                                                       | —                                                          | —                                  | —                                  | —                                               | —                                    | —                                                  | —                     |   |
| Petits Foraminifères benthiques | abondants : Bulminidae, Miliolidae | abondants : Bulminidae, Nodosariidae, Rotalidae, Textularidae, Lenticulines | rares : Bulminidae, Rotalidae, Nodosariidae, Anomaliniidae | très rares                         | rares (Vulvulinidae)               | —                                               | rares (Miliolidae)                   | Miliolidae, Bulminidae et Rotalidae                | —                     |   |
| Ostracodes                      | très rares                         | très rares                                                                  | rares                                                      | —                                  | rares                              | —                                               | fréquents (dans niveaux lagunaires)  | rares                                              | —                     |   |
| Divers                          | —                                  | spicules de spongiaires                                                     | Serpulidés (Ditrupe)                                       | —                                  | —                                  | Serpulidés (Ditrupe) laminites algaires (rares) | Algues                               | Stromatolithes                                     | —                     |   |
| Éléments accessoires            | —                                  | —                                                                           | —                                                          | —                                  | —                                  | —                                               | —                                    | silice                                             | silice                |   |
| Texture                         | mudstone                           | mudstone à wackestone                                                       | wackestone à packstone                                     | packstone à grainstone             | wackestone intercalée de packstone | wackestone et très rare mudstone                | packstone et mudstone                | mudstone à wackestone                              | mudstone à wackestone |   |

Figure 22B Répartition des faciès et des faunes sur la plate-forme carbonatée de l'Éocène moyen - supérieur (d'après Comte et Lehmann, simplifiée)

Figure 22 - A : Reconstitution des milieux de dépôts au cours du Bartonien et du Priabonien (voir dans le texte). B : La reconstitution des faciès de la figure 22A s'appuie sur une répartition des faciès et des faunes sur la plate-forme carbonatée de l'Éocène moyen-supérieur en Tunisie de Comte et Lehmann (1974).

Figure 22 - A : Reconstruction of the depositional environments during the Bartonian and the Priabonian (see text). B : Reconstruction of the facies of Figure 22 A, based on a distribution of facies and faunas on the upper-Middle Eocene carbonate platform in Tunisia (Comte and Lehmann, 1974).





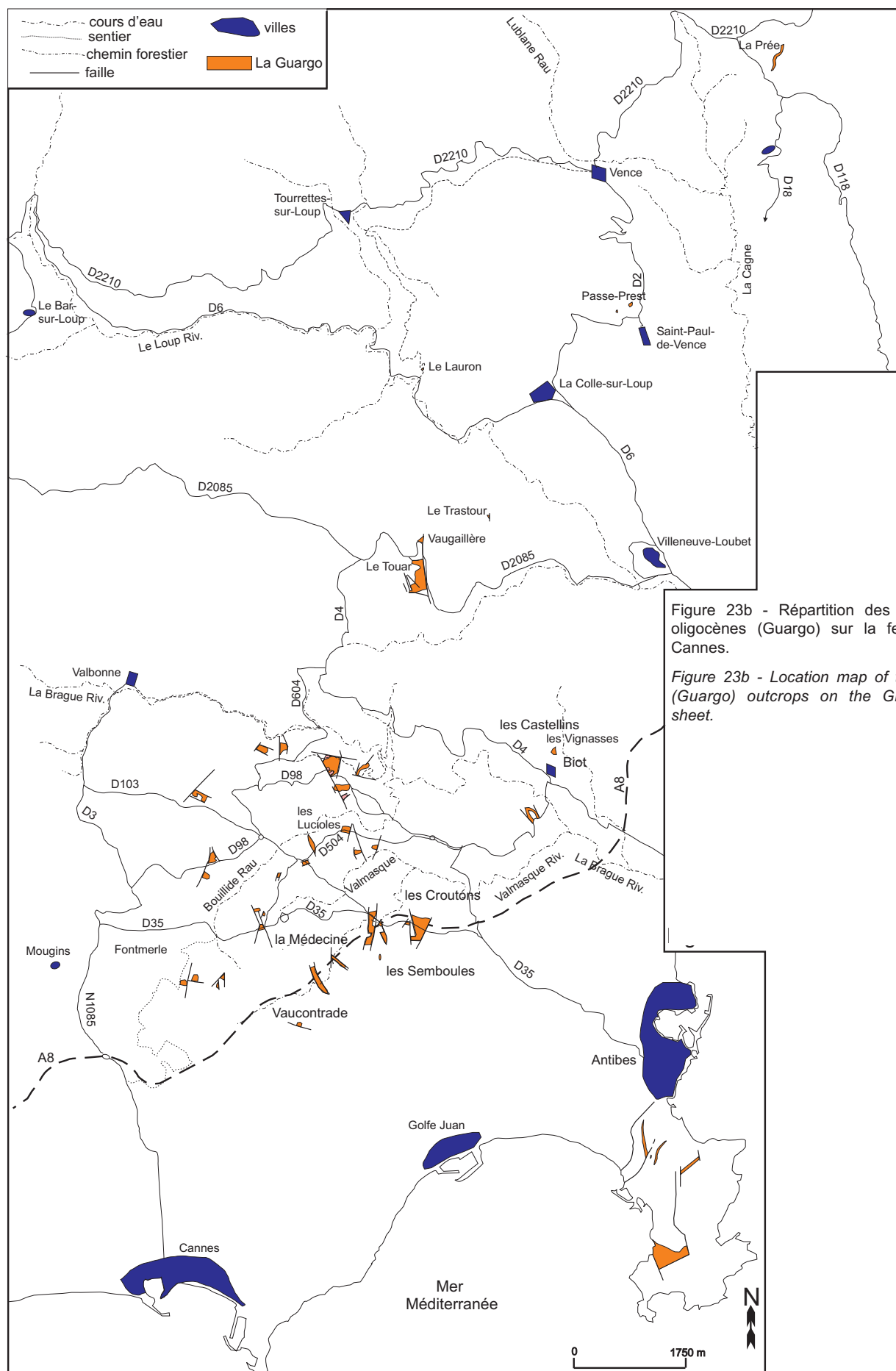


Figure 23b - Répartition des affleurements oligocènes (Guargo) sur la feuille Grasse-Cannes.

Figure 23b - Location map of the Oligocene (Guargo) outcrops on the Grasse-Cannes sheet.

ce marno-sableuse, une microfaune bartonienne et priabonienne a permis à A. Blondeau *et al.* (1969) de donner un âge éocène supérieur à cette formation et au volcanisme qui lui est lié. Ch. Mangan (1982) ne remet pas en cause l'âge de la matrice, mais celui du volcanisme. Pour lui, ce dernier peut s'être mis en place avant la matrice priabonienne, mais il peut tout aussi bien être postérieur si l'on évoque une intrusion filonienne. La formation représenterait la Guargo, mise en place entre l'Éocène supérieur et la fin de l'Oligocène.

Le nombre de fossés reconnus par Ch. Mangan (1982) dans le secteur de Grasse-Cannes est important. Il m'a paru intéressant de donner la description simplifiée des exemples les plus caractéristiques pour chacun des grands secteurs définis par l'auteur. Pour certains d'entre eux, une description actualisée est proposée.

#### 1.2.2.1. Formation de la Guargo dans le secteur du cap d'Antibes (figure 23b)

Sur les trois exemples décrits par Ch. Mangan dans ce secteur, seul a été retenu celui des fossés intermédiaires de la Pinède. Ils ont été découverts dans des fouilles anciennes et ne sont plus accessibles.

Deux grabens subméridiens, distants de 40 m environ, sont séparés par un horst de dolomies du Jurassique supérieur. Le graben occidental est large d'environ 10 m. Le pendage des failles bordières est de 40 et 60°. Le remplissage est constitué de marnes gris-vert caillouteuses (formation de la Guargo), d'une lentille bréchique centrale et de gros blocs de dolomie sur le pourtour (figure 24). Le graben oriental est large de 20 m environ. Il est bordé par deux failles de pendage 55 et 50°. La faille ouest est recouverte d'un enduit ferrugineux et striée verticalement. Une brèche lui est adossée. Le remplissage comporte des marnes gris-vert, légèrement caillouteuses (formation de la Guargo) et des cinérites chargées en blocs andésitiques à leur partie supérieure.

#### 1.2.2.2. Les fossés du secteur de Biot

Des quatre exemples décrits par Ch. Mangan (1982), trois ont été retenus.

1 – **Coupe des Vignasses** (figures 23b et 25) : cet affleurement peu visible actuellement, a été signalé par Bonnefay *et al.* (1970) et revu par Ch. Mangan (1982). Il montre, dans le talus du chemin, des cailloutis présentant une bonne cohésion et formés d'éléments anguleux et de galets de calcaires jurassiques et éocènes (0,5 à 40 cm de diamètre). La matrice est sablo-gréseuse jaunâtre, très riche en petits grains de quartz. Cette formation, épaisse de 10 m environ, est rapportée au Guargo par les auteurs. Des tufs andésitiques la surmontent.

2 – Entre la sortie nord-ouest de Biot et les **Castellins, sur le talus oriental de la D4** (figure 23), j'ai pu observer, sur environ 300 m, différents panneaux de Jurassique encadrés par des conglomérats et brèches et par l'Éocène (figure 26). Chaque panneau est limité par un accident, l'ensemble étant lui-même bordé par une faille à chaque extrémité. À partir du Nord, se succèdent des conglomérats à galets de Jurassique, suivis de sables bariolés d'Éocène inférieur, un conglomérat à galets de Jurassique, un panneau de dolomies jurassiques, un conglomérat à galets de Jurassique et placages de sables sur les galets, enfin, un conglomérat à gros blocs de Jurassique (20 à 30 cm de diamètre) à la base, plus fins au sommet. En lame mince, la matrice est un grès calcaire micro-conglomératique ou un conglomérat dolomitisé dans lequel subsistent les quartz seuls.

Cet ensemble de (1) à (4) est bordé au Nord-Ouest par du Bartonien et de l'Éocène inférieur, au Sud-Est par du Bartonien. Ses relations avec la coupe que donne Ch. Mangan (1982) du fossé oligocène mis en évidence grâce à des fouilles pour le lotissement des Castellins, ne sont pas observables (figure 27).

Les bordures du fossé sont constituées par le calcaire portlandien. Le remplissage correspond à des brèches plus ou moins consolidées, à matrice marno-sableuse, grise, jaune ou beige, calcaireuse, blanchâtre, disposées contre les bordures du fossé. La matrice contient des grains de quartz, des éléments calcaires (1 à 20 cm de diamètre) et des blocs de 30 à 50 cm de diamètre. Les cailloutis, à éléments anguleux ou arrondis de calcaires jurassiques et éocènes (0,5 à 30 cm de diamètre) et matrice marno-sableuse blanche à grise, sont disposés dans la partie centrale du graben. Le cœur est bien consolidé alors que la périphérie l'est moins.

#### Coupe de la Pinède (secteur Antibes)

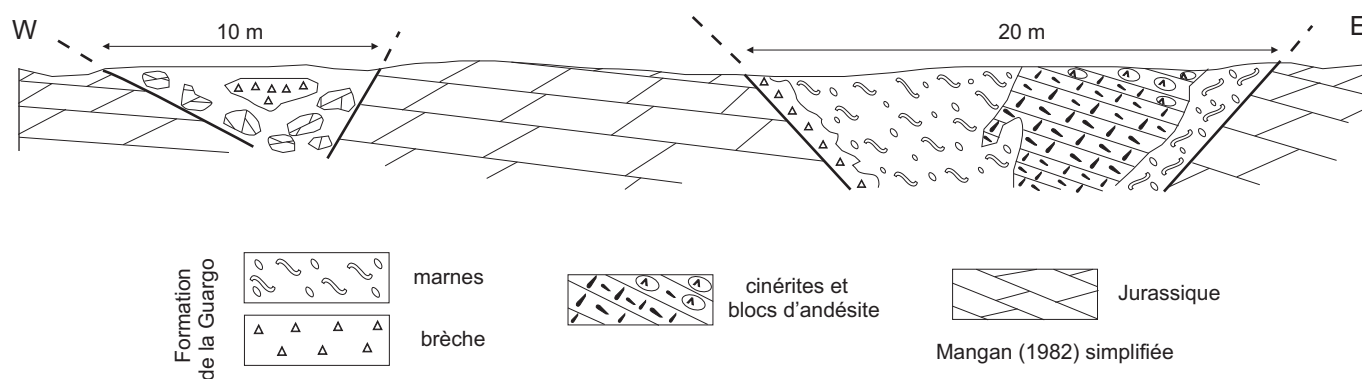


Figure 24 - Coupe de la Pinède (secteur d'Antibes) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). Les deux petits fossés à remplissage oligocène se sont constitués dans le Jurassique.

Figure 24 - La Pinède section (Antibes area) (from Mangan, 1982, simplified). The two small graben with Oligocene infilling were created during the Jurassic.

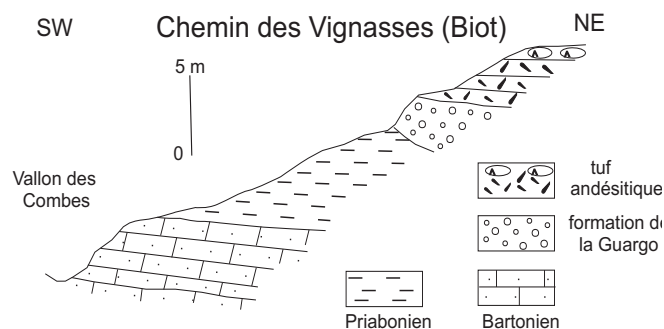


Figure 25 - Coupe du Chemin des Vignasses (secteur de Biot) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). La formation oligocène de la Guargo est coincée entre les formations volcaniques et le Priabonien.

Figure 25 - The Chemin des Vignasses section (Biot area) (from Mangan, 1982, simplified). The Oligocene Guargo Formation is caught between the volcanic rocks and the Priabonian.

Enfin, l'auteur signale des amas de sables éocènes résultant d'éboulements provenant des bordures au cours de la sédimentation.

### 3 – Coupe de la Noria (figures 23 et 28)

Dans les années 1980, des travaux de terrassement ont mis en évidence une succession de panneaux nivelés par l'érosion : deux horsts jurassiques encadraient un petit graben médian et séparaient deux fossés latéraux plus importants (fossé de la Noria à l'Ouest, fossé de Biot s.s. à l'Est). Aujourd'hui, seul le flanc occidental du fossé de Biot est visible (8 à 11 de la figure 28A). La description de la coupe de Mangan qui restitue l'état antérieur hypothétique des affleurements (figure 28B) sur 200 m du talus de la D504, montre :

- des calcaires de l'Éocène (Bartonien probable) (1) à l'Ouest comme à l'Est du premier fossé ;
- des tufs andésitiques visibles sur 40 m environ (2) recoupés par des fractures dont plusieurs présentent un remplissage d'hydroxydes de Mn ;
- ces tufs comportent une enveloppe très rubéfiée de débris de marnes argileuses (3), elle-même bordée par un niveau de marne gris-vert à blanche (4) disposée contre des failles bordières normales. Ce niveau de marne se charge progressivement en cailloutis du Portlandien et de l'Éocène (5).

Le remplissage (2 à 5) est attribué à la formation de la Guargo par Ch. Mangan.

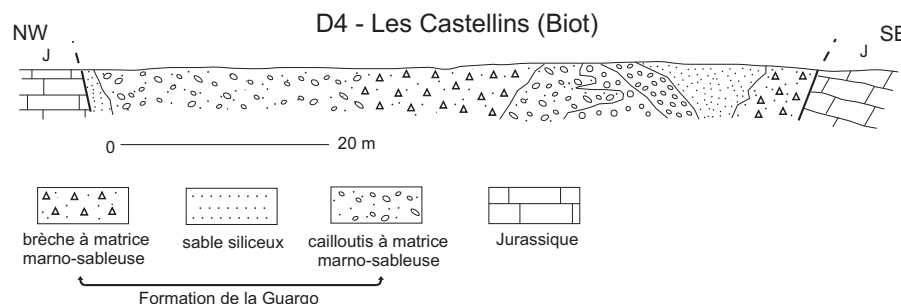


Figure 27 - Coupe du fossé oligocène des Castellins (secteur de Biot) (d'après Mangan, 1982, simplifiée).

Figure 27 - Section through the Oligocene Castellins graben (Biot area) (from Mangan, 1982, simplified).

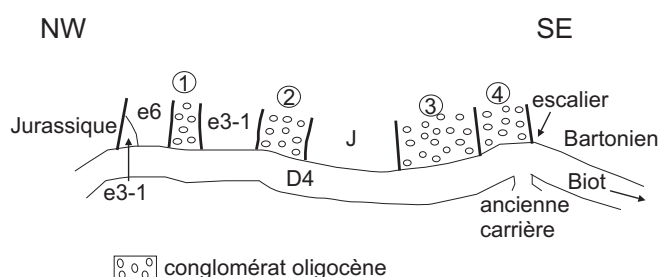


Figure 26 - La fracturation oligocène a compartimenté les affleurements le long de la D4 (secteur de Biot) affectant aussi bien le Jurassique que les niveaux éocènes.

Figure 26 - Oligocene fracturing has segmented the exposures along the D4 road (Biot area), affecting both Jurassic and Eocene rocks.

- des calcaires portlandiens (6) séparent un petit graben (7) des calcaires éocènes (1) ;
- le remplissage de ce petit graben (7) comporte des cailloutis de la Guargo à éléments calcaires dans une matrice marno-sableuse. Il repose sur des sables siliceux éocènes qui sont soit inclus dans la formation soit en constituent le substrat anté-oligocène ;
- un second panneau de Jurassique sépare ce graben d'une zone où apparaît la formation de la Guargo par l'intermédiaire d'une faille à pendage 60° vers l'Est. Elle est constituée d'une brèche (8) localement caillouteuse, à éléments siliceux et de calcaires jurassiques, parfois emballés dans des marnes verdâtres (10), de gros blocs de calcaire portlandien (8b) et d'un paquet de sable siliceux (8c). L'ensemble est traversé par un filon d'andésite (1 à 2 m de large) (9). La coupe se termine avec les niveaux de l'Éocène inférieur (11).

#### 1.2.2.3. Plateau de Valbonne

Mise à part la coupe de la route des Lucioles et un ou deux affleurements du parc départemental de la Valmasque, la plupart des coupes décrites par Ch. Mangan (1982) ne sont plus observables.

### 1 – Gisement de la butte des Semboules (fig. 23 et 29)

#### Coupe nord sur le flanc est de la butte

Une fouille réalisée en zone industrielle avait mis en évidence le bord oriental d'un fossé, en contact par faille verticale avec le calcaire bathonien.

Le remplissage du fossé montre de bas en haut : des conglomérats à matrice sablo-gréseuse rosée admettant des passées de brèche consolidée et de gros blocs calcaires (0,5 m<sup>3</sup> à 1 m<sup>3</sup>) (1,50 à 2 m d'épaisseur) ; des marnes sableuses roses à petits éléments carbonatés (0,60 m) ; une brèche consolidée à éléments carbonatés de 0,5 à 10 cm de diamètre, dans une matrice gréseuse claire (0,80 m) ; des grès calcareux fins, beiges à rosés, stratifiés en petits bancs (1,20 m) ; des marnes gris-vert, riches en faune priabonienne, et comportant aussi des galets et blocs de calcaire et dolomie (2 à 3 m).



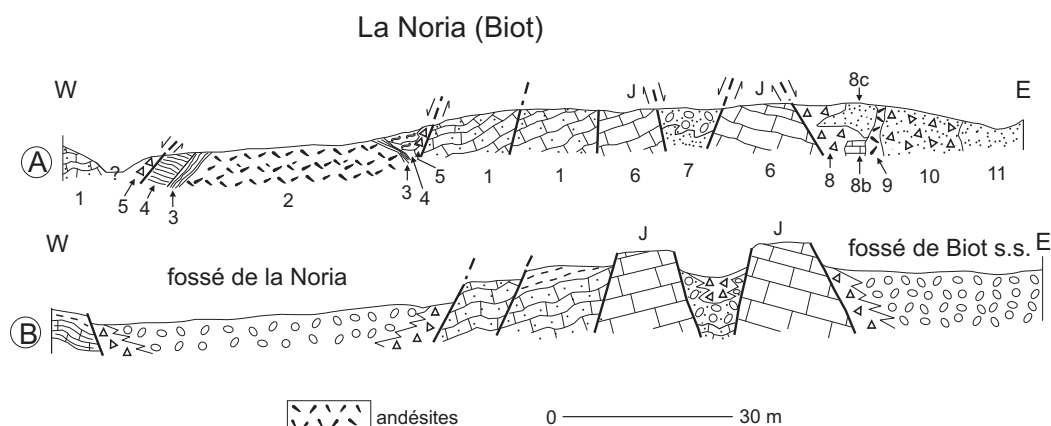


Figure 28 - Coupe des fossés oligocènes de la Noria et de Biot (d'après Mangan, 1982, simplifiée). Voir la description dans le texte.

Figure 28 - Section through the Oligocene Noria and Biot graben (from Mangan, 1982, simplified). See the description in the text.

Les éléments des divers niveaux appartiennent à différents termes de l'Éocène et du Jurassique. La surface des galets est couverte de placages de petits grains de quartz. Des pans de 1,50 m de long de calcaire bathonien s'observent en bordure du fossé. Enfin, les différents niveaux se biseautent près de la bordure où ne subsistent alors que les conglomérats.

La coupe sud, sur le flanc oriental, présente des marnes gris-vert plus ou moins caillouteuses riches en fossiles priaboniens.

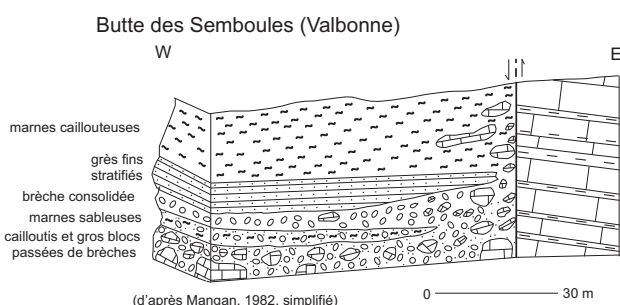


Figure 29 - Coupe de la butte des Semboules (secteur de Valbonne) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). La présence de fossiles priaboniens dans des marnes caillouteuses peut suggérer que cette faune est remaniée.

Figure 29 - Section of the Semboules hill (Valbonne area) (from Mangan, 1982, simplified). The presence of Priabonian fossils in the stony marl could suggest that this is a reworked fauna.

## 2 – Gisement de la Médecine (figures 23 et 30)

La direction de ce fossé est d'abord méridienne puis NNW-SSE. Il est recoupé par l'autoroute A8.

Le remplissage est représenté par des marnes (2) gris-vert à faune priabonienne et nombreux éléments anguleux et roulés de calcaires jurassiques et éocènes.

Sur la bordure occidentale du talus nord et dans la partie centrale du talus, on trouve des brèches et cailloutis (1) incluant encore de gros blocs dolomitiques. Les failles bordières sont très redressées, proches de la verticale.

## 3 – Gisements du fossé de Sartoux – Jas Bondy (figure 23)

Coupe de la D103, talus sud (figure 31)

Cette coupe a pu être réalisée grâce à des travaux de doublement de la D103 effectués avant 1982.

Le fossé est bordé latéralement par des formations jurassiques (Hettangien – Bajocien). Le remplissage tertiaire recouvre des formations appartenant au Bathonien. Il est représenté par des marnes grises, très riches en faunes priaboniennes et éléments carbonatés jurassiques et éocènes. Les éléments, anguleux à arrondis, peuvent atteindre 15 cm de diamètre, mais des blocs anguleux de 30 à 40 cm peuvent aussi s'y observer dans la partie centrale.

Affleurement du parc de Valmasque (figure 23)

Le fossé principal a une orientation NNE-SSW. L'affleurement que j'ai pu voir, est recoupé par la D35. J'y ai retrouvé les marnes grises caillouteuses, les cailloutis à matrice gréseuse et la brèche très consolidée de la description de Mangan. À l'analyse microscopique, ce dernier faciès correspond à une brèche carbonatée, à plages dolomitiques et à rares grains de quartz. L'affleurement est restreint et ne permet pas de voir ses rapports avec les autres formations. Son attribution stratigraphique à l'Oligocène n'est pas prouvée.

### 1.2.2.4 - La Formation de la Guargo au Nord de la feuille

Au lieu-dit les Fomerates (figures 23 et 33) (Ouest de Saint-Paul de Vence), au cours des levés de la 2<sup>e</sup> édition de la feuille Grasse-Cannes, des travaux de fondation ont mis en évidence un conglomérat à galets jurassiques et éocènes discordant sur une série mésozoïque et éocène. Il ne semble pas être en liaison avec des accidents. Le conglomérat discordant peut appartenir à l'Oligocène, mais pourrait tout aussi bien être pliocène.

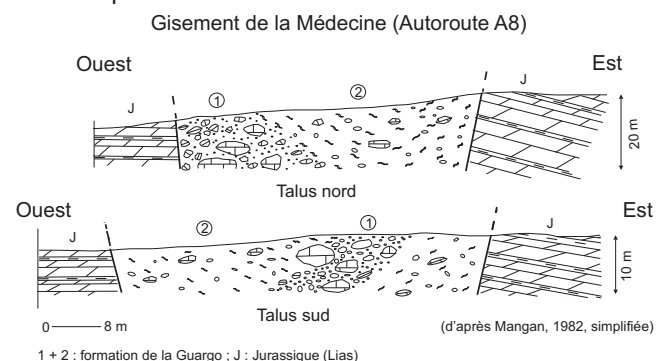


Figure 30 - Coupe du gisement de la Médecine (Autoroute A8) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). Discussion dans le texte.

Figure 30 - Section through the Médecine deposit (Autoroute A8) (from Mangan, 1982, simplified). Discussion in the text.

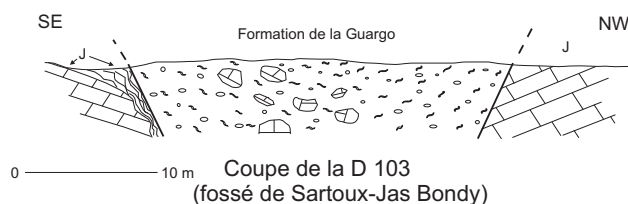


Figure 31 - Coupe de la D103 (fossé de Sartoux – Jas Bondy) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). La microfaune priabonienne, associée aux éléments carbonatés jurassiques et éocènes est probablement remaniée.

Figure 31 - Section along the D103 road (Sartoux – Jas Bondy graben) (from Mangan, 1982, simplified). The Priabonian microfauna, associated with Jurassic and Eocene carbonate fragments, is probably reworked.

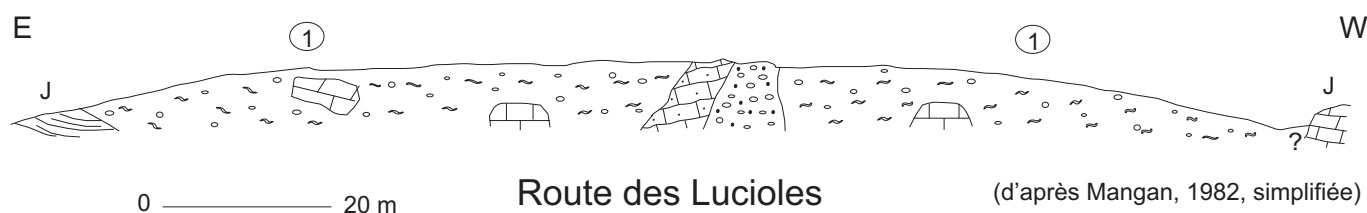


Figure 32 - Affleurement des Lucioles (secteur de Sophia-Antipolis) (d'après Mangan, 1982, simplifiée). Voir le texte dans le paragraphe priabonien.

Figure 32 - Lucioles exposure in the Sophia-Antipolis area (from Mangan, 1982, simplified). See the text in the Priabonian chapter.

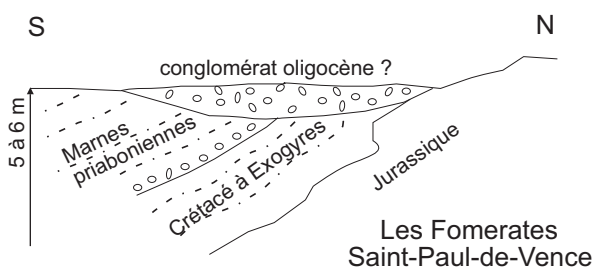


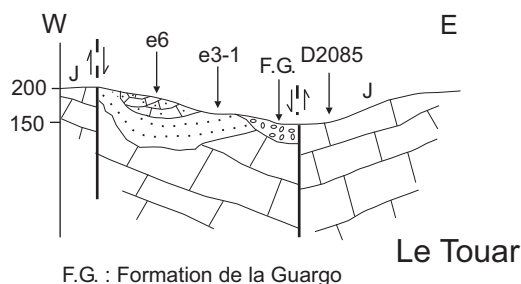
Figure 33 - Coupe des Fomerates (secteur de Saint-Paul-de-Vence). Le conglomérat peut être attribué à l'Oligocène, sans certitude. Il est discordant sur les formations jurassiques à éocènes.

Figure 33 - Fomerates section (Saint-Paul-de-Vence area). The conglomerate may be attributed to the Oligocene, without certainty. It unconformably overlies Jurassic to Eocene rocks.

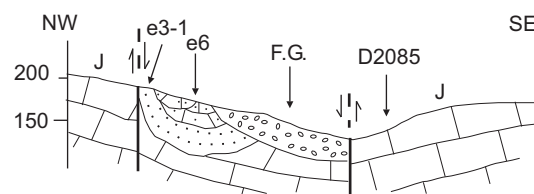
Cependant, l'absence de galet d'andésite, suggère plutôt qu'il appartienne à l'Oligocène. À quelques dizaines de mètres à l'Est, dans la résidence de Passe-Prest, les bancs de calcaires à Nummulites bartoniens sont surmontés d'un conglomérat à galets et blocs de Jurassique de 10 à 30 cm de diamètre. Les affleurements étant clôturés, je n'ai pu y rechercher de galets d'andésite. Mais Ch. Mangan (1982) et, avant lui, A. Blondeau *et al.* (1969) en ont signalés.

À Le Touar (figures 23 et 34), un poudingue à galets d'Éocène et de Jurassique repose sur différents termes de l'Éocène et sur le Jurassique. À l'Est, son contact avec le Jurassique est matérialisé par une faille verticale. Les galets sont hétérométriques (1 à 20 cm de diamètre). Quand il subsiste, le ciment est gréseux, rougeâtre. Ce conglomérat peut être assimilé à la formation de la Guargo oligocène. Plus au Nord (à la Gouargo-Vaugailière), l'érosion a isolé un lambeau de ces mêmes conglomérats recouverts par les formations andésitiques.

Entre la Vanade et la Verrière (figures 23 et 35), en descendant le chemin qui, partant du Trastour, rejoint la Vanade, on observe des conglomérats à galets émoussés, hétérométriques (1/2 à 10 cm) jurassiques et crétacés auxquels peuvent s'associer de gros blocs plus anguleux de Jurassique (plus de 30 cm). Ce conglomérat débute par un sable à gravillons dont la taille atteint celle du galet ensuite et sont d'âge jurassique. Aucun galet andésitique n'a été observé. Les rapports entre ces conglomérats et les andésites qui affleurent largement à peu de distance, ne sont pas nets. De même, il n'a pas été possible d'observer le contact entre les marnes priaboniennes qui affleurent largement non loin de là et les conglomérats. Cependant, latéralement, on passe de ce conglomérat à des niveaux bartoniens par l'intermédiaire d'une faille. La position de ces conglomérats permet, par com-



F.G. : Formation de la Guargo



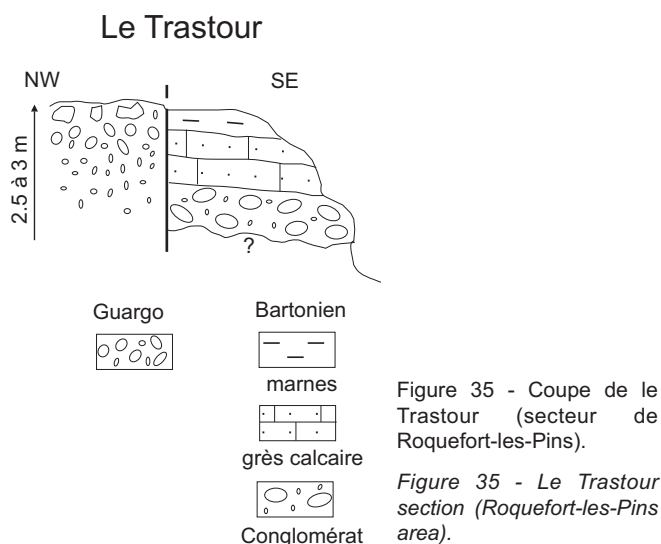
### Le Touar

Figure 34 - Coupe de Le Touar (secteur de Roquefort-les-Pins). La Formation de la Guargo est discordante sur l'Éocène et le Jurassique. L'accident qui le limite à l'Est a emprunté un cours d'eau.

Figure 34 - Le Touar section (Roquefort-les-Pins area). The Guargo Formation unconformably overlies the Eocene and the Jurassic. The fault limiting it on the east side is followed by a stream bed.

paraizon avec les observations précédentes, de les attribuer à l'Oligocène.

Plus au Nord encore, à l'Est de Vence et à l'Ouest du lieu-dit la Prée (Nord de Le Seren) (figure 36), des cailloutis et un conglomérat très induré, bien consolidé, sont coincés entre l'Éocène inférieur et la molasse burdigalienne (m1M). Les galets sont d'origine mésozoïque (jurassique) et éocène (cal-



beaucoup plus importante que celle que l'on observe actuellement, les affleurements les plus occidentaux se situant à Saint-Vallier-de Thiey. Ces fossés ont joué lors de l'ouverture du golfe de Gênes (lèvre septentrionale du rift), d'autres ont pu se constituer à cette époque.

Plus au Nord, ces mouvements ont été moins importants. Leur action, conjuguée avec la tectonique de mise en place de nappes au Nord-Est et l'ouverture du golfe de Gênes, a réactivé les phénomènes d'érosion et la mise en place de nouveaux épandages, ceux-ci étant par conséquent décalés dans le temps, mais bien oligocènes car scellés par la molasse miocène.

Plusieurs périodes d'épanchements volcaniques ont pu se succéder.

Ainsi, l'initiation des bassins a pu débuter à la fin de l'Éocène (poinçonnement alpin) et leur développement se poursuivre à la fin de l'Oligocène (intumescence thermique).

### 1.3. LA PÉRIODE MIOCÈNE

#### 1.3.1. Introduction

Les affleurements miocènes sont localisés dans le secteur septentrional et se développent entre Tourrettes-sur-Loup, Vence et Le Seren, d'où le terme de bassin miocène de Vence fréquemment utilisé. Leur extension se poursuit plus au Nord sur la feuille Roquesteron. L'âge des différents niveaux a varié entre les premiers travaux (Tournouër, 1877) et ceux de G. Gohau et J. Veslin (1960). Ces derniers font débuter la série miocène dans l'Aquitainien en se basant sur la microfaune. Depuis, cette datation n'a pas été remise en question (Obéode, 1976, 1982 ; Campredon et Gigot, 1984 ; Ginsburg *et al.*, 1998). Toutefois, les résultats des dernières analyses permettent de réviser cette datation et d'attribuer à la base de la série miocène un âge burdigalien, âge déjà proposé par de A.-F. Lapparent (1938).

On verra que si les derniers résultats permettent de préciser l'âge d'un niveau à Pectinidés situé sous les conglomérats et brèches sommitaux, il n'en est pas de même pour ces derniers que nous maintenons dans le Serravallien supérieur-Tortonien (?) en conservant une incertitude.

Les biozonations de foraminifères planctoniques de Bolli, Saunders et Perch-Nielsen (1985) sont utilisées dans ce travail.

La liste complète des microfaunes planctoniques et benthiques est reportée sur des tableaux en annexe.

#### 1.3.2. Les formations du Miocène

##### 1.3.2.1. Formation du Bausset (Burdigalien basal)

La molasse du Bausset affleure largement au Sud et au Sud-Est de Tourrettes-sur-Loup (m1Cg de la feuille Grasse-Cannes). Son épaisseur, variable, peut atteindre 5 m. Son ciment est plus ou moins argileux. Ses éléments sont très grossiers dans la partie inférieure (quartz, galets), hétérométriques (jusqu'à 20 cm). Un conglomérat de base est fréquemment observé. Il remanie des fragments du substratum sur lequel il repose, aussi bien du Mésozoïque (Jurassique ou Crétacé supérieur) que des calcaires

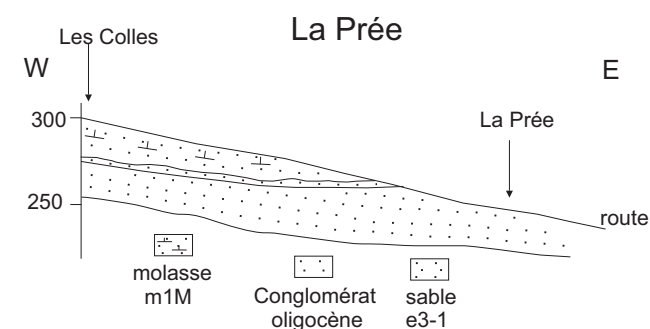


Figure 36 - Coupe de la section (Vence area). The Oligocene conglomerate is stuck between the Miocene and Lower Eocene sand.

Figure 36 - La Prée section (Vence area). The Oligocene conglomerate is stuck between the Miocene and Lower Eocene sand.

caire à Nummulites). L'épaisseur est faible (moins de 5 m). Cette formation, déjà décrite par Ch. Mangan (1982), se prolonge au-delà de la carte vers La Billoire au Nord. Au lieu-dit le Vallon, Ch. Mangan signalait un autre affleurement qui se trouve maintenant sous des constructions.

#### 1.2.3. Conclusion sur la Formation de la Guargo

La formation correspond parfois à un remplissage de fossés limités par un ou deux accidents, mais aussi à des épandages (le Seren, Saint-Paul-de-Vence, la Prée). Aucune faune caractéristique n'y a été récoltée à ce jour. En revanche, un remplissage à faune priabonienne remaniée (?) s'y observe en de nombreux points. On y rencontre rarement des galets d'andésite (deux exemples).

Lorsqu'elle se présente sous forme d'épandage, il s'agit uniquement de cailloutis et de conglomérats discordants sur les termes sous-jacents (éocènes, jurassiques). Ainsi, cette formation de la Guargo pourrait correspondre à des épandages de matériel d'érosion en provenance des reliefs mis en place au cours des périodes précédentes. Localement, des fossés se sont formés, conséquence du poinçonnement alpin. Les éléments constituant ces épandages ont été piégés et repris avec le matériel contemporain de la formation du fossé. En effet, à cette époque, le Priabonien recouvrait une surface



éocènes ou des andésites oligocènes. Les fragments d'huîtres y sont fréquents. Au Nord-Est de la Camon des Berguières, cette molasse repose sur un niveau argileux à galets d'andésite (0,10 à 0,20 m de diamètre maximal) surmontant lui-même des marnes altérées à Exogyres du Cénomani.

Dans les niveaux inférieurs de la molasse, peu consolidés, l'analyse microscopique permet de reconnaître des ostracodes, bryozoaires, débris d'échinides, *Miogypsina* sp. (cf. *gunteri*), de petits benthiques (*Cibicides lobatulus*, *Hanzawaia americana*, *Pararotalia armata*). Lorsqu'elle est indurée en calcaire gréseux grossier, des Mélobésiées, Serpulidés, débris de crinoïdes, de Cirripèdes (Balanes), de bivalves et de bryozoaires, ainsi que des formes remaniées éocènes (Nummulites, Discocyclines, Operculines) accompagnent les foraminifères benthiques et témoignent d'un milieu néritique agité, où se constitue un sable calcaire coquillier.

Les niveaux molassiques sus-jacents sont soit en bancs massifs (1 à 2-3 m) soit en bancs plus minces intercalés de niveaux plus argilo-sableux. À l'analyse, les bancs massifs montrent des grès grossiers à microsparite et galets grés-ferugineux ; ils sont riches en bioclastes (crinoïdes, bivalves, bryozoaires). Les bivalves y sont fréquents mais en débris, donc indéterminables. Quelques rares fragments de céphalopodes (*Aturia* cf. *aturi*), des foraminifères benthiques (Textularidés et Valvulinidés) et des faunes remaniées (Inocerames, bivalves) du Crétacé s'y observent aussi.

Au Sud du Plan Bouisson, des travaux ont dégagé cette molasse. Sur 3 m, elle repose en discordance sur le Jurassique avec un pendage de 5 à 10° vers l'Ouest et montre des bancs de 20 à 30 cm, à galets hétérométriques (jusqu'à 20 cm maximum) de Jurassique essentiellement, des pistes de vers et des niveaux très fossilifères en Pectinidés, mais rares échinides. Le ciment est fréquemment coloré par des oxydes de fer. Les bivalves sont disposés soit de façon dispersée soit concentrés en lits extrêmement riches en

valves dissociées ou encore soudées (figure 37A). L'analyse microscopique ne permet pas à elle seule de trancher sur une datation indiscutable. Elle montre des galets jurassiques de calcaires oolithiques, grumeleux et des galets dolomitiques, des quartz anguleux et émoussés, des galets micritiques argileux, anguleux. La glauconie est rare et les débris d'organismes sont représentés par de rares sections de *Miogypsines* et *Operculines*, de bivalves, et des sections d'*Orbitolines* remaniées du Crétacé. La matrice est elle-même carbonatée.

Au sommet, une surface, perforée par des organismes lithophages, supporte une molasse à petits galets et débris coquilliers. Ce sable coquillier très induré, en bancs de 1 à 2 m, représente la base de la Formation de Tourrettes-sur-Loup, qui, à partir de cet endroit, affleure largement au-dessus, jusqu'à Tournettes-sur-Loup.

Les bivalves sont représentés par quelques Carditidae mais surtout des Pectinidés : *Oopecten rotundatus* (LAMARCK), *Pecten subbenedictus* FONTANNES, *Aequipecten* cf. *pavonaceus* (FONTANNES) et les échinides : *Echinolampas hemisphaerica* (LAMARCK), *Clypeaster* cf. *latirostris ventiensis* TOURNOUER.

Cette association caractérise le Burdigalien.

#### 1.3.2.2. Formation de Tournettes-sur-Loup (Burdigalien inférieur)

Cette molasse affleure largement autour de Tournettes-sur-Loup et de Vence. Elle est transgressive sur la Formation du Bausset ou discordante sur le substratum mésozoïque. C'est une molasse blonde, conglomératique à la base, à sables marno-gréseux et marnes dans ses niveaux supérieurs (m1M sur la feuille Grasse-Cannes). Son épaisseur varie d'environ 12 à 30 m.

Le contenu microfaunique des différents niveaux est détaillé dans les tableaux en annexe.

#### 1 – Les Niveaux de base

Dans les environs de Tournettes-sur-Loup (figures 37 A, B, C, 38, 39), les niveaux de base sont des molasses se présentant sous trois faciès : 1) molasse à petits galets de quartz et débris de coquilles qui, à l'analyse microscopique, présente des *Miogypsina*, des débris de bivalves, de bryozoaires et de nombreux quartz ; 2) molasse sableuse jaunâtre à nodules blanchâtres argileux et galets jurassiques usés ; les nodules y sont de taille variée n'excédant cependant pas les 3 cm de diamètre maximal ; ils peuvent présenter un alignement. Ce niveau repose au-dessus de calcaires jurassiques ; 3) molasse à galets hétérogènes arrondis à subarrondis de petite taille (1 à 5 cm) ; le ciment molassique est alors glauconieux, à rares Miliolidés. Les galets sont formés de calcaires jurassiques ou d'andésite (figure 40).

Au Nord des Clapières, une molasse bréchique carbonatée à galets micritiques jurassiques et à débris de balanes et bryozoaires, affleure en rive droite du vallon des Costes. Elle surmonte un conglomérat à galets hétérométriques (0,5 à 50 cm) et hétérogènes (calcaires jurassique essentiellement et quartz). Les dépôts rythmés et lenticulaires de ces galets montre une stratification fruste.

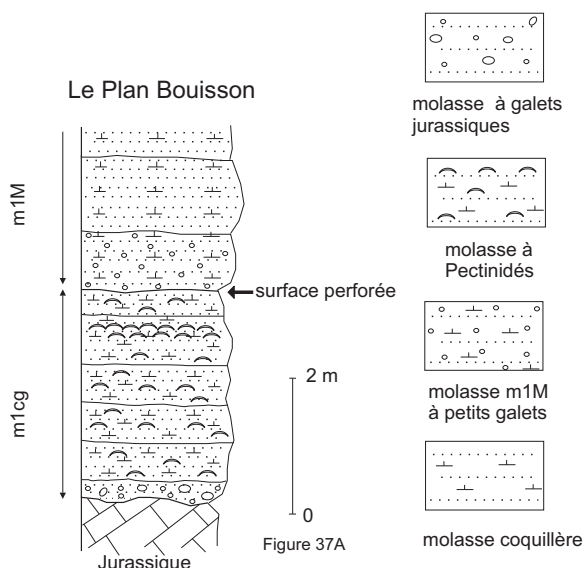
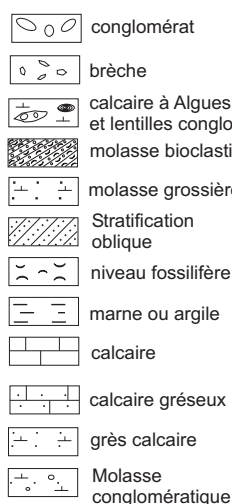


Figure 37A - La coupe du Plan Bouisson (Formation du Bausset) illustre les niveaux de base du Miocène inférieur (Burdigalien basal). Voir la description dans le texte.

Figure 37A - The Plan Bouisson section (Bausset Formation) illustrates the levels of the Lower Miocene base (basal Burdigalian). See description in the text.





La Ferrage

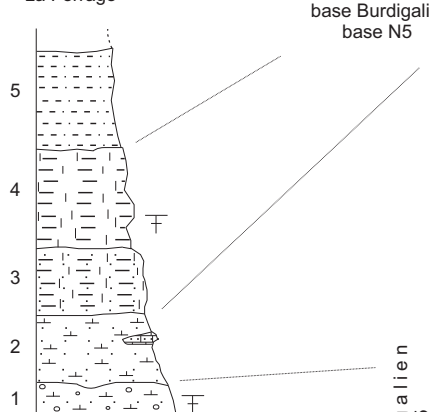


Figure 37C - Coupe de La Ferrage (Formation de Tourrettes-sur-Loup), dans du Burdigalien inférieur, au NW de Tourrettes-sur-Loup.

Figure 37C - La Ferrage section (Tourrettes-sur-Loup Formation), in the lower Burdigalian, NW of Tourrettes-sur-Loup.

Figure 38 - Coupe du Burdigalien inférieur (Formation de Tourrettes-sur-Loup), à l'Ouest de Tourrettes-sur-Loup.

Figure 38 - Lower Burdigalian (Tourrettes-sur-Loup Formation), west of Tourrettes-sur-Loup.

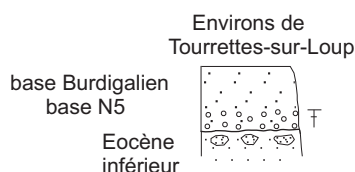


Figure 39 - Coupe partielle dans du Burdigalien inférieur (Formation de Tourrettes-sur-Loup) (Est de Tourrettes-sur-Loup).

Figure 39 - Partial section through the lower Burdigalian (Tourrettes-sur-Loup Formation), east of Tourrettes-sur-Loup.

Figure 37B - Coupe du Miocène au Nord de Tourrettes-sur-Loup depuis le Burdigalien jusqu'au conglomérat terminal d'âge Serravallien ? - Tortonien ?

Figure 37B - Miocene section north of Tourrettes-sur-Loup from the Burdigalian until the terminal conglomerate of Serravallian ? - Tortonian ? age.

Ouest de Tourrettes-sur-Loup

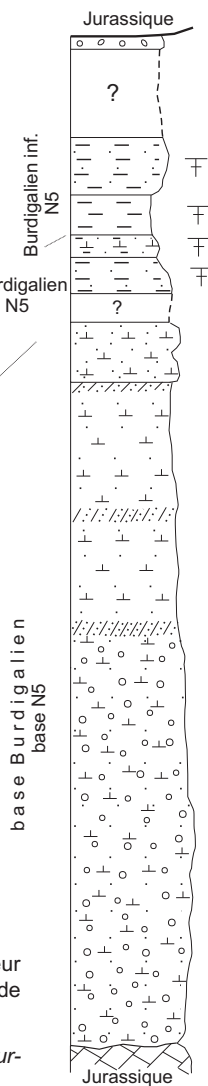


Figure 38

Nord de Tourrettes-sur-Loup (Le Caire)

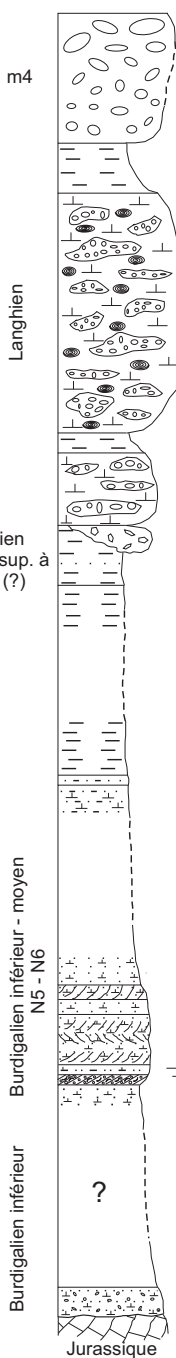


Figure 37 B

L'accident qui suit sensiblement le vallon des Costes, ne permet pas d'observer les relations stratigraphiques entre ces affleurements et ceux de la source du Vallon (molasse saumon et brèche calcaire, voir plus loin) ou de la rive gauche (marnes burdigaliennes et brèche carbonatée des Baou, langhienne).

Lorsqu'on se dirige vers l'Est, autour de Vence (figure 41), ces niveaux de base correspondent à des molasses très grossières à galets de 5 cm à 1 m de dimension maximale, dans une matrice elle-même grossière, à quartz de la taille de 2 à 5 mm. Des lentilles argileuses gris-vert clair s'y rencontrent. Les galets sont hétérogènes. Ce sont principalement des calcaires d'âge éocène et des micrites jurassiques, caractérisant le substratum sur lequel repose cette molasse conglomératique, mais aussi des blocs d'andésite (route de Tourrettes-sur-Loup à Vence). Les formes remaniées y sont donc fréquentes : Discocyclines, Nummulites, Operculines mais aussi foraminifères planctoniques éocènes.

Des microfaunes miocènes, essentiellement des foraminifères benthiques (*Cibicides lobatulus*, *Elphidium macellum*, *Hanzawaia boueana*), sont

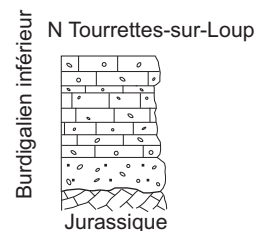


Figure 40 - Coupe partielle dans du Burdigalien inférieur (Formation de Tourrettes-sur-Loup) (Nord de Tourrettes-sur-Loup).

Figure 40 - Partial section through the lower Burdigalian (Tourrettes-sur-Loup Formation), north of Tourrettes-sur-Loup.

accompagnés de débris de Mélobésiées, de bryozoaires et *Miogypsina* sp. La glauconie est peu abondante. Un niveau moins induré a livré une microfaune, qu'en l'absence de marqueur, on ne peut qu'attribuer au Burdigalien : *Discorbis lucida*, *Pulvinulina smithi* et *Miogypsina* sp. y sont associés à des faunes de répartition stratigraphique plus large (*Biasterigerina planorbis*, *Anomalina subbadensis* par exemple) et à des formes de répartition éocène-oligocène, remaniées, comme *Discorbis vesicularis*, *Guttulina lehneri* et *Pararotalia choctawensis* (tableau 8, annexe 3).

Localement, au Nord des Fonts, sur la surface perforée du Bartonien supérieur et sous une molasse coquillière très grossière, s'observent des Pectinidés fixés valve bombée vers le bas. La molasse grossière montre des accumulations lenticulaires de débris d'huîtres.

Au-dessus de ces niveaux grossiers ou conglomératiques, se développe une molasse très fossilifère, à *Scutella*, *Clypeaster* et *Pectinidés* aussi bien dans le secteur de Tourrettes-sur-Loup que dans celui de Vence et du Seren. Encore grossière, bioclastique, avec quelques niveaux à galets plus ou moins continus, elle est soit massive, en bancs de 3 à 4 m d'épaisseur, soit en petits bancs de 10 à 20 cm d'épaisseur à stratification oblique. Au Seren, cette molasse, toujours fossilifère, à *Scutella*, beige clair, microconglomératique, à galets de grès fins, d'andésite, de cherts et bioclastes, montre une glauconie peu abondante et des Pectinidés : *Oopecten rotundatus* (LAMARCK) et *Aequipecten* cf. *pavonaceus* (FONTANNES).

Au Nord-Est de Vence, une molasse grossière coquillière presque entièrement constituée de débris de coquilles et de quartz, devenant plus fine vers le haut et toujours très fossilifère, fait suite aux niveaux de base. Elle est beige, jaune clair, en bancs soit compacts, indurés, soit encadrés par des niveaux plus marneux. De minces lits oxydés s'apparentent à des surfaces durcies et témoignent de variations du niveau marin. Dans les lits marneux, une microfaune peu abondante permet d'attribuer cette molasse à la base du Burdigalien (base N5) avec *Globigerinoides primordius* (tableau 9, annexe 3).

Plus au Nord-Est (figure 42), on observe une molasse finement fossilifère, blanchâtre, massive, avec niveaux très grossiers plus ou moins lenticulaires, riches en Pectinidés et Ostréidés, et lentilles plus marneuses. Ces lentilles forment parfois des stratifications obliques. Certains niveaux, plus indurés, forment des nodules ou des lentilles beiges à la cassure. Le cœur des nodules est constitué d'une micrite argileuse à quartz, rares Miliolidés, *Miogypsina* et Globigérines, enrobé par des bryozoaires encroûtants fixés sur des débris de bivalves.

À l'analyse microscopique, la molasse montre un faciès calcaire bioclastique, de type wackestone à packstone. On y reconnaît : *Miogypsina* cf. *irregularis* Michelotti, *Operculina complanata*, *Asterigerina* sp., *Spiroclipeus* ? sp., bryozoaires, petits foraminifères benthiques (Agglutinés, Rotalidés, Anomalinidés, Verneuilinidés), ostracodes, nombreux débris de bivalves, tubes de vers (*Ditrupe*), Mélobésiées, crinoïdes, balanes, échinides, algues dasycladales, crustacés, débris phosphatés et, enfin, des formes remaniées éocènes (Nummulites, Operculines, *Microcodium*).

## N de Vence

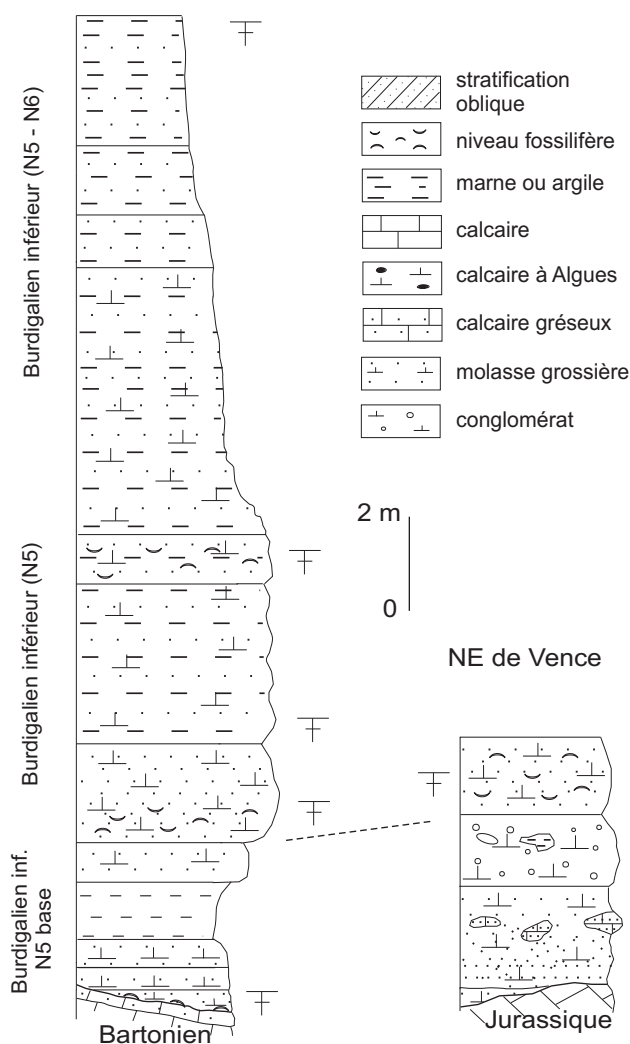


Figure 41

Figure 41 - Coupe au Nord de Vence dans le Burdigalien inférieur (Formation de Tourrettes-sur-Loup).

Figure 41 - Section north of Vence through the lower Burdigalian Tourrettes-sur-Loup Formation.

Figure 42 - Cette coupe partielle, levée au Nord-Est de Vence, vient compléter celle de la figure 41 (Formation de Tourrettes-sur-Loup).

Figure 42 - This partial section, measured north-east of Vence, completes that of Figure 41 (Tourrettes-sur-Loup Formation).

## NE de Vence

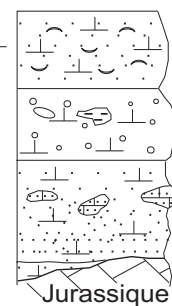


Figure 42

## Environnement des niveaux de base

L'association faunique est liée à des conditions de vie dans un environnement de type littoral, peu profond, sous un climat tropical. La présence de débris de Mélobésiées, de bryozoaires et de *Miogypsina* sp. suggère l'existence, localement, de constructions isolées à caractère récifal.

Celle de l'Alabaminidé *Svratkina* par exemple indique des conditions de milieu plus ou moins ouvert, lagon ou baie, peu profond (quelques dizaines de mètres), à salinité normale, mais qui pouvait varier temporairement du fait d'une circulation modérée. Échinides et bivalves pouvaient se développer dans un tel milieu. *Biasterigerina*, *Cibicides lobatulus*,

*Discorbis*, etc. y vivaient, fixés sur des algues ou tout autre support.

Les accumulations lenticulaires de bivalves, dans une molasse grossière, font penser à des faciès d'accumulation dûs à des courants de marée. La composition faunique uniforme de ces lentilles consiste en bivalves nageurs (Pectinidés : *Gigantopecten rotundatus* [LAMARCK]) ou soudés à un substrat (Ostréidés) ; s'ils ne sont pas en place, ils reflètent cependant la composition faunistique du milieu ambiant et ont plus ou moins le même milieu de vie.

Dans un tel environnement, les échinides irréguliers trouvaient les conditions favorables à leur développement : mer peu profonde, à salinité normale, très agitée, sables littoraux à stratifications obliques.

Les niveaux supérieurs de cette molasse de base sont intercalés de lits marneux ou de sables marno-gréseux. Marnes et sables marno-gréseux prédominent ensuite.

Les foraminifères benthiques y sont essentiellement représentés par *Ammonia beccarii*, *Bolivina fastigia*, *Cibicidoides haidingeri*, *Elphidium macellum*, *Globulina guttula*, *Hanzawaia americana*, *Porosonion granosum*, *Rosalina globularis*, *Spirorutilus carinatus*, *Uvigerina basicordata* et Textulaires (tableau 10, annexe 3).

Parmi les foraminifères planctoniques, citons *Globorotalia obesa*, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerinoides altiapertura* et des formes remaniées éocènes - oligocènes (*Globigerina yeguaensis*), association qui indique le Burdigalien sans plus de précision.

La macrofaune est abondante dans ces niveaux mais peu variée. Y ont été reconnus des échinides : *Parascutella paulensis* [Scutella subrotum daeformis SCHAUR.] AGASSIZ, *Clypeaster latirostris* AGASSIZ., *C. marginatus* LAMARCK ; des bivalves : *Flabellipecten fraterculus* (SOWERBY in SMITH), *Chlamys* [Mimachlamys] *pusio* = *Mimachlamys multistriata* (POLI), *Oopecten rotundatus* (LAMARCK), *Ostrea* (O.) *lamellosa* (BROCCHI) sous-espèce *offreti* (KILIAN), *Neopycnodonta cochlear* (POLI).

#### Environnement

Les conditions du milieu sont plus favorables pour les foraminifères benthiques qui sont plus nombreux, avec des formes d'eau plus profonde (apparition des Uvigerines, Lenticulines). Le dépôt s'effectue en zone circalittorale proximale (50-100 m). Les formes d'eau peu profonde (*Ammonia*, *Elphidium*, *Rosalina*, etc.) sont bien représentées. Dans cet environnement à fond sableux, les échinides et bivalves trouvent des conditions favorables à leur développement.

**2 - Les sables marno-gréseux**, ou argileux, sont beiges, beige jaunâtre, jaunâtres ou gris beige, très fossilifères. Ils peuvent montrer un débit en boules et des lentilles concrétionnaires correspondant à des constructions stromatolithiques. Les fossiles (Pectinidés) sont soit dispersés dans le sédiment soit disposés en lits.

L'analyse microscopique montre qu'il s'agit d'une micrite à quartz fins, finement graveleuse, glauconieuse, bioturbée (terriers), à foraminifères benthiques et planctoniques, débris d'é-

chinides, parfois très abondants, otolites, dents de sélaciens, ostracodes, bivalves, scaphopodes (*Dentalium* sp.) et algues.

Dans les niveaux inférieurs de ces sables, les associations de foraminifères planctoniques ont livré *Globigerina gr. praebulloides*, *G. venezuelana*, *G. angustumbilicata*, *Globigerinoides primordius*, *G. gr. trilobus*, *Globoquadrina baroemoenensis*, *G. dehiscens*, *Globorotalia opima nana-continua*, *G. obesa*, *G. mayeri*, *G. siakensis*, *Catapsydrax dissimilis*, *Globorotaloides suteri*, et des formes remaniées éocènes et oligocènes. L'ensemble a un caractère burdigalien inférieur (base zone N5).

Les foraminifères benthiques sont peu variés et les individus moyennement abondants dans ces niveaux. Citons *Almaena escornebovensis*, *Biasterigerina planorbis*, *Amphycorina scalaris*, *Bolivina fastigia*, *Cibicidoides haidingeri*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium gr. fichtelianum*, *Nonion boueanum*, *Globulimina hannai*, *Hanzawaia americana*, *Lenticulina orbicularis*, *L. crassa*, *Marginulinopsis fragaria*, *Melonis pompilioides*, *Nodosarella subnodosa*, *Osangularia mexicana*, *Siphonina reticulata*, *Spirorutilus carinatus*, parfois très abondants, *Uvigerina basicordata*, (tableaux 11 à 13, annexe 3).

La macrofaune est essentiellement représentée par des bivalves dont *Oopecten* (*Gigantopecten*) *rotundatus* (LAMARCK), *Aequipecten pavonaceus* (FONTANNES), *Ostrea* (O.) *lamellosa* (BROCCHI) sous-espèce *offreti* (KILIAN) forme du Miocène du bassin méditerranéen et de la Paratéthys, *Neopycnodonta cochlear* (POLI) que l'on rencontre aussi bien dans l'Atlantique qu'en Méditerranée du Néogène à l'Actuel.

Dans les niveaux supérieurs de ces mêmes sables, les foraminifères planctoniques montrent une association de même âge burdigalien basal. Les foraminifères benthiques sont variés et très abondants, ils sont représentés entre autres par *Almaena escornebovensis*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium fichtelianum*, *Lenticulina calcar*, *Nonionoides grateloupi*, *Saracenaria arcuata*, *Uvigerina mexicana*, *U. posthantkeni* (forme de la Paratéthys), *Vaginulina legumen* (tableaux 14 et 15, annexe 3).

À la limite molasse-marnes, l'association des foraminifères planctoniques correspond à du Burdigalien inférieur - moyen (N5-N6) sans qu'il soit possible de préciser plus : *Globoquadrina praedehiscens* **abondantes**, *G. larnoei*, *G. gr. trilobus*, *G. gr. ruber*, *Globigerina euapertura*, *G. angustumbilicata*, *Globorotalia scitula praescitula* (rare), *G. opima nana / continua*, *G. mayeri*, *G. obesa*, *Catapsydrax dissimilis* et rares individus de *Globigerina tripartita tripartita*. Les foraminifères benthiques sont proches de ceux des niveaux précédents (tableau 16, annexe 3).

#### Environnement

L'environnement de ces sables est proche de celui des niveaux précédemment décrits. Cependant, l'abondance des Uvigerines, des *Lenticulina vortex* et des Gyroidinoides tendrait à marquer un approfondissement du milieu qui se déplace vers le domaine épibathyal.



Les niveaux inférieurs (profondeur variant de 50-100 m à 100-200 m) se déposent dans la zone circalittorale supérieure à inférieure. Ces variations montrent l'instabilité du fond marin. Mais le milieu n'atteint jamais la zone littorale. La présence de formes fixées sur des algues ou un support quelconque telles que *Cibicides lobatulus*, *Biasterigerina* ou encore *Elphidium*, *Neocorbina* suggère l'existence de secteurs en eau moins profonde, avec herbiers possibles, atteints par des courants de marée ou de tempête. On peut imaginer une côte rocheuse sur laquelle vivaient ces formes, battues par de fortes tempêtes, qui, en détruisant ces herbiers, entraînaient les organismes dans des zones qui ne correspondaient pas à leur habitat. Inversement, dans ce bassin ouvert, des formes préférant des eaux plus froides pouvaient remonter jusqu'à la plate-forme externe.

Dans les niveaux supérieurs (100-200 m à 200-300 m), le milieu évolue entre le circalittoral inférieur et l'épibathyal. Les formes d'eau peu profonde sont rares (*Elphidium*, *Biasterigerina*) et comme précédemment peuvent avoir été mobilisées par des courants de fortes tempêtes. Cassidulines, Brizalines et Lenticulines (*L. vortex* par exemple) indiquent un substrat fin et argileux. Les *Globigerinoides*, formes préférant des eaux à températures > 18 °C, sont peu nombreux.

### 3 - Marnes (figures 37 A, B, C, 38, 41, 42, 43)

À leur partie supérieure, les sables marno-gréseux sont intercalés puis surmontés de marno-calcaires et de marnes dont la fraction sableuse diminue vers le haut. Elles sont beige brun à gris-beige, gris-bleu à gris foncé, jaunâtres ou encore, grises, ocre lorsqu'elles sont altérées. Elles ont un débit soit prismatique, soit en boules, une cassure conchoïdale lorsqu'elles sont compactes, et sont toujours très fossilifères. Localement sur les sables marno-gréseux, s'intercalent des argiles très foncées à débit plus ou moins feuilleté, peu fossilifères, déposées en milieu peu oxygéné, donc peu favorable au développement de la biosphère.

Localement encore, ces marnes comportent des nodules carbonatés indurés déjà présents au sommet de la molasse sous-jacente.

À l'analyse microscopique, elles livrent des débris de bivalves (Pectinidés, Ostréidés), de scaphopodes (*Dentalium*), de bryozoaires, d'échinides, des dents de séla-ciens, des otolites, des ostracodes, des fragments de tiges de végétaux (roseaux ?), des foraminifères planctoniques relativement abondants bien que peu variés en espèces et des

foraminifères benthiques qui, à l'inverse, sont remarquables par le nombre d'individus et d'espèces.

Aussi bien dans le secteur de Tourrettes-sur-Loup que dans celui de Vence, l'association de foraminifères planctoniques donne un âge Burdigalien inférieur (zone N5), lorsque *G. primordius* est présent. Il est alors associé à *Globigerina praebuloides*, *G. woodi woodi*, *Globorotalia gr. mayeri*, *G. obesa*, des formes de transition *G. opima nana/continua* et *G. opima continua*, *Globigerinoides trilobus trilobus*, ainsi que de rares *Globorotalia scitula praescitula*. Lorsqu'il fait défaut, les analyses ne donnent que N5-N6 sans plus de précision. L'association montre alors *Globigerina angustumbilicata*, *Globorotalia obesa*, *G. opima nana* (forme présente jusqu'au Burdigalien inférieur dans la Paratéthys), *Globigerinoides gr. trilobus*, *G. altiapertura*, *Globoquadrina praedeheiscens*, *G. deheiscens*, *G. baroemoenensis*, *G. altispira globosa*, *Catapsydrax dissimilis* et des formes remaniées de l'Éocène – Oligocène (tableaux 17 à 23, annexe 3).

Les foraminifères benthiques sont très variés et abondants dans ces niveaux. La liste complète est donnée en annexe. Citons seulement : *Anomalinoidea flinti*, *Almaena escomebovensis*, *Ammonia beccarii*, *Bolivina fastigia droogeri*, *Brizalina alata*, *Bulimina regularis*, *Cibicidoides haidingeri*, *Ehrenbergina cubensis pollentianensis*, *Fursenkoina squamosa*, *Guttulina problema*, *Gyroidinoides neosoldanii*, *Hanzawaia americana*, *Lenticulina calcar*, *L. crassa*, *Neorotalia burdigalensis*, *Nodosarella chapmani*, *Nonionoides grateloupi*, *Siphonina reticulata*, *Saracenaria arcuata*, *Spirorutilus carinatus* (ces derniers parfois très abondants), *Trifarina bradyi*, *Uvigerina semiornata*, *U. costata* (tableaux 17 à 23, annexe 3).

Grâce à des travaux de construction d'un chemin d'accès à une propriété, la coupe de La Ferrage (fig. 37C) a permis une description en continu des niveaux situés au-dessus de la molasse grossière (1), massive, indurée à échinides et Pectinidés. Elle montre : 2 m de molasse plus fine, beige, à lentilles plus carbonatées au sommet, formant relief à la surface de l'affleurement (2) ; 2 m d'une molasse enrichie en calcaire et plus marneuse, mais encore dure (3) ; 3 m de marno-calcaires compacts, très fossilifères (bivalves, bryozoaires etc.), d'abord gris foncé puis beiges (4) ; 3 m de marnes beiges sableuses (5) à *Miolepidocyclus burdigalensis*.

Les marnes se poursuivent encore au-dessus, mais ne sont observées que latéralement à l'Ouest de la coupe et de façon ponctuelle.

À l'analyse microfaunique, si *Almaena escomebovensis* (foraminifère benthique) apparaît dès le niveau 2, le marqueur planctonique *Globigerinoides primordius* n'est observé qu'à partir de la base du niveau 4 et se maintient jusqu'au sommet de la coupe, le niveau 3 ne livrant que des formes telles que *Globigerina praebuloides*, *G. euapertura*, *G. venezuelana*. Enfin, les foraminifères planctoniques et benthiques des niveaux 4 et 5 ne diffèrent pas de ceux des tableaux 13 et 14.

La macrofaune, très fragile, est représentée par des bivalves (Lucinidae, *Pycnodonte* sp., *Chlamys* sp., Veneridae, Teredinidae), des gastéropodes (*Bolma* sp.), des bryozoaires encroûtants, et des madréporaires solitaires, l'ensemble témoignant d'un mélange de formes (épifaune, endofaune, faune flottée).

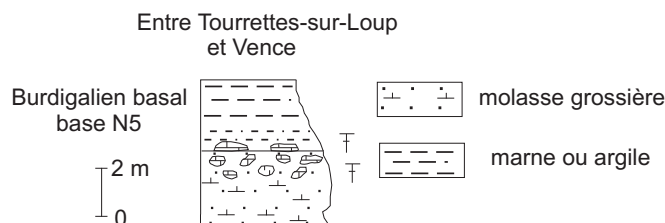


Figure 43 - Coupe partielle dans du Burdigalien inférieur, non loin de l'arrivée à Vence et sur la route de Tourrettes-sur-Loup à Vence (Formation de Tourrettes-sur-Loup).

Figure 43 - Partial section through the lower Burdigalian, not far from the entrance to Vence, on the road from Tourrettes-sur-Loup to Vence (Tourrettes-sur-Loup Formation).



*Environnement des marnes*

La profondeur du milieu ne varie guère au cours du dépôt des marnes (50-150 m et 100-200 m). De faibles oscillations du niveau marin déplacent le milieu en zone circalittorale, d'une position proximale à plus distale.

Le mélange de formes liées à des herbiers ou fixées sur un substrat, jamais en nombre élevé d'individus, avec des formes de milieu profond, peut suggérer l'existence d'une côte rocheuse plus ou moins éloignée et de périodes de fortes tempêtes.

*Conclusion sur l'environnement de la molasse basale*

Sur le tableau 24 (annexe 3), sont reportées les principales caractéristiques du milieu de quelques formes. Elles permettent de reconstituer l'environnement des dépôts.

La migration de la transgression, si évidente à l'Éocène, n'apparaît pas au cours du Miocène. Les faciès sont tout de suite franchement marins, littoraux. Un changement de texture se manifeste seulement entre la molasse basale et celle qui lui succède ; la première, très grossière, grise à nombreux fragments d'organismes, mais pauvre en foraminifères benthiques, traduit un milieu néritique de forte turbulence ; la seconde, plus fine, blonde, à galets et faunes remaniées à la base puis coquillière, à échinides, bivalves et foraminifères benthiques, se forme en milieu plus littoral. Les courants à l'origine du transport sont assez forts ; en effet, la granulométrie du sédiment, la taille des faunes transportées, la présence d'individus abîmés impliquent une forte turbulence. Les remaniements de formes éocènes-oligocènes sont fréquents.

Les échinides, dont les Scutelles, affectionnent cet environnement de mer peu profonde, chaude, à salinité normale, très agitée, ainsi qu'à fond sableux.

Avec les sables argileux ou argilo-marneux et les marnes qui la surmontent, le milieu s'approfondit. Les foraminifères planctoniques et benthiques sont très bien représentés. Cet approfondissement est marqué par la présence d'une faune d'eau profonde prédominante (*Hanzawaia boueana*, *Sphaeroidina bulloides*, Uvigerines, *Pullenia*, etc.), parfois abondante (*Spirorutilus carinatus*), avec une faune d'eau peu profonde et peu fréquente (*Ammonia*, *Elphidium*, *Biasterigerina*, etc.), ce qui implique, pour ces dernières, un déplacement. En effet, les faunes de *Cibicidoides*, Bolivines, Uvigerines ou *Melonis* sont des formes de mer ouverte, incompatibles avec une profondeur de quelques mètres et *a fortiori* avec la base d'une transgression. La taille des foraminifères planctoniques est souvent petite, proche de celle des foraminifères benthiques de petite taille. Certains niveaux montrent des individus à test fragile non usé ou brisé ; à cela, s'ajoute l'absence de formes de faible profondeur (*Elphidium*, par exemple) dans de nombreux niveaux. Tous ces caractères suggèrent des courants de faible intensité.

Les caractères physico-chimiques du milieu marin nous sont révélés à la fois par les foraminifères planctoniques et les foraminifères benthiques.

La salinité était proche de la normale, les foraminifères planctoniques supportant mal les dessalures, les foraminifères benthiques indiquant eux aussi une salinité proche de

30 ‰ (*Lenticulina inomata* ou *vortex*, Bolivines, Uvigerines, etc.).

Le contenu faunistique (foraminifères planctoniques et benthiques) était lié à un milieu marin dont la profondeur avoisinait les 100 à 200 m (nombreux *Cibicidoides*, *Hanzawaia*, etc., voir tableaux en annexe) le plus fréquemment, donc la zone circalittorale inférieure, plus rarement les 200-300 m, zone épibathyale ou bathyale supérieure.

La température de l'eau était probablement supérieure à 18 °C (présence de nombreux *Globigerinoides*), ce qui correspond à un climat subtropical.

Des formes comme *Neocorbina orbicularis*, *Biasterigerina planorbis* ou *Cibicides lobatulus* étaient fixées sur des Algues ou autres végétaux, ce qui implique localement l'existence d'herbiers.

À l'inverse, certaines formes comme les *Gyroidinoides*, Cassidulines, Bolivines et les Lenticulines déjà citées plus haut affectionnent plutôt les sédiments fins et des eaux froides.

Des débris de bryozoaires se rencontrent fréquemment dans tous les niveaux accompagnés de débris de bivalves, d'échinides, etc. Les bryozoaires sont sténohalins (30 ‰) et se développent en milieu circalittoral et indiquent eux aussi une mer à salinité normale.

*Remarque*

Un peu en amont de Pont-du-Loup, un affleurement de marnes et d'argiles plus ou moins indurées, en minces lits (20 à 60 cm d'épaisseur), alternant avec des bancs calcaires (20 à 30 cm) a livré une microfaune du Burdigalien inférieur. Cet affleurement, recouvert par une protection en ciment depuis les prélèvements, est considéré comme appartenant au Burdigalien affleurant sous les calcaires à Algues, localisé au-dessus de la Barre des Courmettes.

*Liste complémentaire de la faune de bivalves*

A.-F. de Lapparent (1938) (molasse inférieure de Vence, Burdigalien)

- *Oopecten rotundatus* (LAMARCK),
- *Aequipecten pavonaceus* (FONTANNES),
- *A. praescabriusculus* (FONTANNES),
- *A. semiensis* (LAMARCK) = *A. scabrellus* (LAMARCK).

L. Ginsburg (1960) (molasse inférieure de Vence, Burdigalien)

- Pectinidés : *Oopecten rotundatus* (LAMARCK),
- *Hinnites brussoni* de SERRES,
- *Aequipecten northamptoni* (MICHELOTTI) var. *oblitus* MICHELOTTI,
- *Mimachlamys multistriata* (POLI) var. *substriatus* d'ORBIGNY
- *Gigantopecten sub-holgeri* (FONTANNES),
- *Flabellipecten fraterculus* (SOWERBY in SMITH),
- Echinides : *Clypeaster* cf. *intermedius* (DESMOULINS),
- *Echinolampas savini* LAMBERT,
- *E. guebhardi* LAMBERT.

Carte de Roquesteron : *Clypeaster latirostris* AGASS. var. *tourretensis* LAMBERT pour les échinides, et *Oopecten sub-holgeri* (Fontannes) forme burdigalienne, pour les bivalves.

### 1.3.2.3. La Formation de Vence (Burdigalien inférieur – Langhien)

La molasse burdigalienne est surmontée de marnes plus ou moins gréseuses et de grès argilo-sableux (m1-2M sur la feuille Grasse-Cannes). Leur épaisseur peut atteindre 200 m.

Au Nord et NNE de Tourrettes-sur-Loup (figure 44), les marnes sont bleutées à gris-bleu, grises ou beiges, avec ou sans nodules limonitiques. Elles montrent un débit feuilleté ou une cassure conchoïdale. Quelques niveaux sableux jaunâtres de 20 à 50 cm d'épaisseur peuvent y être intercalés, de même que, vers le haut, des lentilles plus carbonatées ou des lentilles ferrugineuses. Ces marnes sont parfois très fossilifères. Lorsqu'on se rapproche des calcaires à Algues qui les surmontent, les marnes passent à des grès argilo-sableux jaunâtres à gris-beige et à des marnes gréseuses grises. La microfaune y est souvent abondante et a permis d'attribuer un âge langhien inférieur (N7 – N8) pour les niveaux situés sous les calcaires à Algues.

Parmi les foraminifères planctoniques des niveaux inférieurs, citons *Globigerinoides trilobus trilobus*, *G. t. immaturus*, *G. altiaper-turus*, *G. bulloides*, *Globorotalia obesa*, *Globoquadrina baroemoen-sensis*, et des formes remaniées de l'Éocène à l'Oligo-Aquitainien.

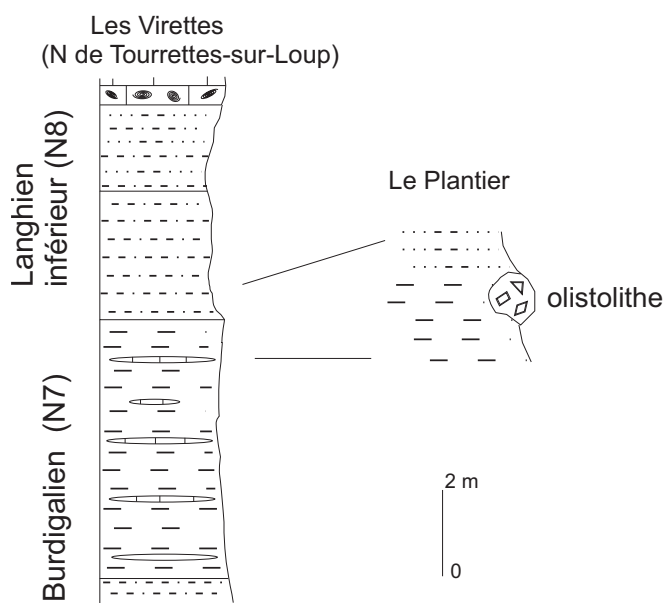


Figure 44 - Coupe de les Virettes (Nord de Tourrettes-sur-Loup) (Formation de Vence).

Figure 44 - Les Virettes section north of Tourrettes-sur-Loup (Vence Formation).

L'ensemble peut être attribué au Burdigalien, limité à la base de N7 si l'on se base sur les formes à répartition paratéthysienne (*G. bulloides* et *G. baroemoen-sensis*). Si cette faune planctonique montre une faible diversité en espèces, par contre les foraminifères benthiques sont nombreux en individus et variés en espèces. Parmi eux, nous citerons *Almaena escornebovensis* toujours présente ainsi que *Biasterigerina planorbis*, *Bulimina elongata subulata*, *Cibicidoides pseudoungerianus inaequilateralis*, *Cibicidoides matazanensis*, *Cassidulinoides bradyi*, *Elphidium* gr. *flexuosum*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Hanzawaia boueana*, *Heterolepa praecincta*, *H. floridana miocenica*, *Lenticulina serpens*, *L. articulata*, *Marginulina costata*, *Melonis pompilioides*, *Nonionoides grateloupi*, *Spirorutilus carinatus*, *Saracenaria arcuata*, *Siphonina reticulata*, *Uvigerina striatella*, *U. striatissima* (tableau 25, annexe 3).

Des débris variés sont associés à cet assemblage : échinides, bryozoaires parfois très abondants, otolites abondants et dents de sélaciens.

L'association de foraminifères benthiques montre une nette prédominance de formes appartenant au milieu circalittoral (100-200 m) (Uvigérines, Bulimines, Bolivines, *Martinotiella*, *Spiroplectammina*, *Melonis*, Cassidulines, *Almaena*, Lenticulines, *Cibicidoides guazumalensis*, *C. mundulus*, etc.). La teinte bleutée ou grise des marnes laisse supposer un milieu abrité, relativement peu oxygéné. La présence d'individus de profondeur moindre (*Elphidiidae*, *Biasterigerina*, *Globulina* par exemple) (0 à 100 m) et généralement peu fréquente, fait intervenir des courants de tempête ou de marée.

Au-dessus de ces premiers niveaux, des amas de blocs hétérométriques (pouvant atteindre une taille supérieure au m<sup>3</sup>) et hétérogènes (triasiques, jurassiques, crétacés et même miocènes) s'observent en différents points depuis La Grette à l'Ouest (Nord de Tourrettes-sur-Loup) jusqu'aux Cambreniers à l'Est (Nord de Notre-Dame des Fleurs).

Localement, au Plantier, des marnes du liant de ces blocs ont donné une microfaune pauvre du Burdigalien inférieur à moyen (tableau 27, annexe 3). Ces amas sont assimilés à des olistolithes.

Ils sont recouverts par des marnes et grès argilo-gréseux qui livrent des associations caractérisant les zones N7 – N8 (Burdigalien supérieur – Langhien inférieur) (*Globigerina diplostoma*, *Globoquadrina langhiana*, *Globorotalia birnagae*) (tableaux 26, 28 à 34, annexe 3).

Les foraminifères benthiques présentent de nombreuses espèces et individus avec *Almaena escornebovensis*, *Biasterigerina planorbis*, *Anomalinoides helcinus*, *Amphistegina vulgaris*, *Bulimina costata*, *Brizalina miocenica*, *Cibicidoides pseudoungerianus inaequilateralis*, *C. guazumalensis*, *Elphidium aculeatum*, *Ehrenbergina trigona*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Hanzawaia boueana*, *Heterolepa ungeriana*, *H. floridana miocenica*, *Lenticulina echinata*, *L. brevispinosa*, *Miogypsina mediterranea*, *Nonionoides grateloupi*, *Nodosarium ehrenbergiana*, *Rosalina globularis*, *Siphonina plano-convexa*, *Spirorutilus carinatus*, *Svratkina perlata*, *Uvigerina carapitana*, *U. striatella*. Un certain nombre de ces espèces, déjà présentes dans les niveaux précédents,

appartiendraient plutôt au « Vindobonien » (Langhien-Tortonien).

La répartition de ces faunes montre un environnement infralittoral (50-100 m) au Nord de Tourrettes-sur-Loup et circalittoral au NNE. On retrouvera cette même opposition pour ce qui concerne le NNW et l'Est de Vence.

#### Remarque

Parmi les foraminifères benthiques, la présence d'*Almaena escornebovensis* implique que cette forme, jusque là limitée à l'Aquitano-Burdigalien, ait une répartition plus large (jusqu'au Langhien semble-t-il). La même observation a été faite dans le Bassin d'Aquitaine par A. Poignant (communication orale). En effet, la plupart des individus observés dans les tris ne montrent pas de test usé ou cassé, alors que ces formes ont un test fragile ce qui rend peu probable un remaniement.

Au Nord et Nord-Est de Vence (figure 45), les marnes sont gris-marron à gris foncé ou bleutées, parfois très fossilifères. Des lits marno-sableux jaunâtres de 20 cm à 40 cm, parfois indurés, s'intercalent dans les marnes inférieures.

Ces niveaux ont été attribués au Langhien inférieur (N7 – 8) à la base et au Langhien supérieur (zone N9) sans *Orbulines* pour le sommet.

La microfaune s'est révélée abondante en individus et en espèces, ces dernières se retrouvant déjà, pour la plupart dans les formations de Tourrettes-sur-Loup.

Les foraminifères planctoniques sont représentés par *Globigerinoides sacculifer subsacculifer*, *Globorotalia semiverrucosa*, *G. opima continuosa*, *Globigerina venezuelana*, *G. bulloides*, *Globoquadrina langhiana*, *Sphaeroidinellopsis disjuncta*. Leur est associée une abondante faune de foraminifères benthiques parmi lesquels *Almaena escornebovensis*, *Anomalinoidea rotulatus*, *Ammonia beccarii* var. *punctatogranosus*, *Bulimina mexicana*, *Brizalina miocenica*, *Elphidium aculeatum*, *Gyroidinoides laevigatus*, *Hanzawaia boueana*, *Heterolepa bellincionii*, *Lenticulina stellifera*, *Melonis pompilioides*, *Nonionoides grateloupi*, *Neoponides antillarum*, *Siphonina reticulata*, *Uvigerina rutila*, *U. carapitana*, *U. striatissima*, *U. parviformis* (forme de la Paratéthys) (tableaux 34 à 38, annexe 3).

De nombreux débris accompagnent cette microfaune : bivalves (Ostréidés), échinides, bryozoaires, des otolites, articles d'Holothuries, articles d'Ophiures, ostracodes, dents de Sélaciens, spicules d'éponges siliceuses et radiolaires.

Le milieu de dépôt de ces séries correspond à un environnement infralittoral à circalittoral supérieur (50-100 m) à l'Ouest de Vence et plus franchement circalittoral (100-200 m) au Nord et Nord-Est de Vence, ce qui pourrait indiquer la permanence d'une ouverture du bassin vers l'Est et le Sud-Est. Certaines espèces, comme *Uvigerina parviformis*, sont des formes de la Paratéthys.

La macrofaune est parfois très abondante dans les marnes, mais très souvent les tests sont fragiles. Ont été récoltés des bivalves (un suspensivore : *Neopycnodonta navicularis* [Brocchi]), un scléractinaire solitaire (cf. Turbinolidae), des gastéropodes (un dépositivore : *Turritella* [Archimediella]

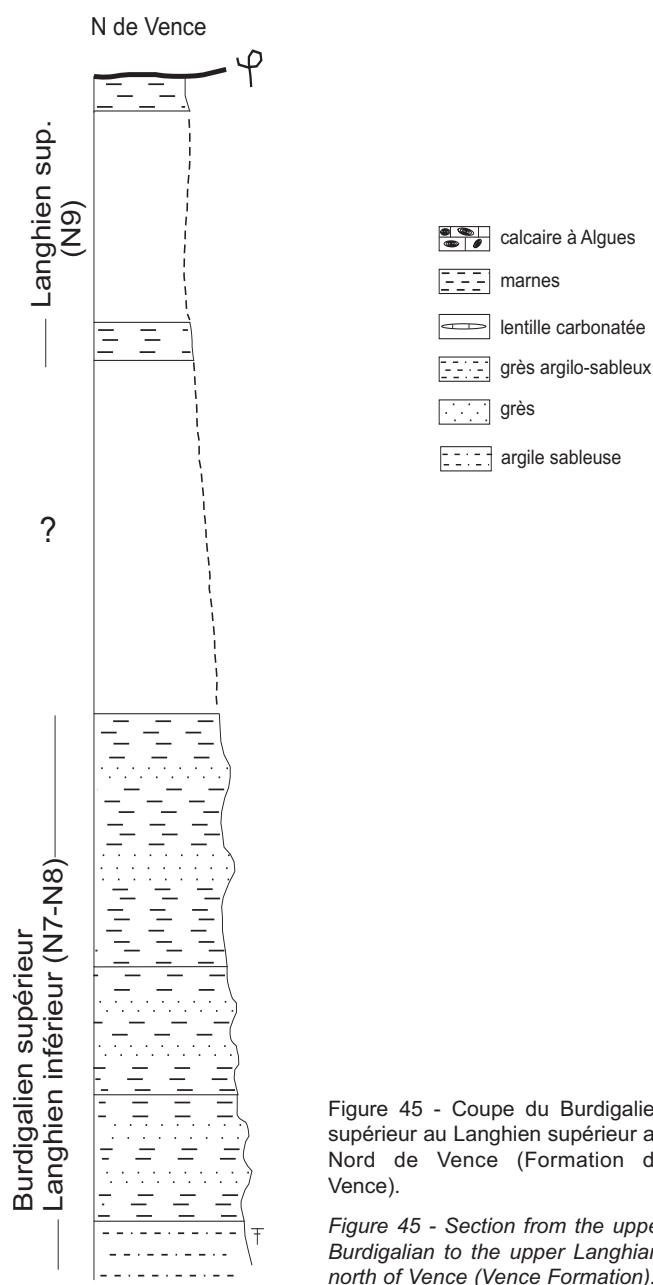


Figure 45 - Coupe du Burdigalien supérieur au Langhien supérieur au Nord de Vence (Formation de Vence).

Figure 45 - Section from the upper Burdigalian to the upper Langhian, north of Vence (Vence Formation).

*triplicata* Brocchi, et deux carnivores : *Galeoda* cf. *echinophora* [Linné], *Ancillaria glandiformis* [Lamarck]), des scaphopodes (un dépositivore : *Dentalium* [Entalis] *badense* Partsch in Hoernes). Une telle association du Miocène méditerranéen se rencontre de la transition infra-circalittoral au circalittoral moyen (association identique dans le Tortonien de Crète [Merle et al., 1990]). *T. triplicata* et *A. glandiformis* évoquent plutôt la biocénose des fonds détritiques côtiers. *Neopycnodonta navicularis* est encore peu abondante, mais présente dans ce type d'environnement. La bathymétrie pourrait être de l'ordre de 60 à 80 m (voir tableau 25 et p. 12).

#### Environnement de dépôt

La formation de Vence s'est déposée dans un bassin où l'épaisseur de la tranche d'eau évoluait entre 60 et 200 m, c'est-à-dire dans la zone circalittorale de la zone néritique inférieure. Pendant de brèves périodes, le milieu pouvait se déplacer en domaine plus externe (zone épibathyale) ou au



contraire en domaine plus interne (zone néritique moyenne). Les conditions d'oxygénation étaient variables (teinte bleu ou gris foncé) et la salinité normale. À l'exception des genres *Ammonia* et *Elphidium*, la microfaune ne montre que des espèces sténohalines. La profondeur était suffisante pour que l'action des vagues normales ne se fasse pas sentir, mais des tempêtes intermittentes pouvaient perturber les sédiments du fond de ce bassin. En envahissant des zones néritiques plus proximales, les vagues et courants de tempêtes entraînaient des faunes d'eau moins profonde (*Biasterigerina*, *Ammonia*, *Elphidium*) qui se mêlaient alors aux organismes de plate-forme externe. Inversement, des courants pouvaient favoriser la remontée de faunes d'eau plus profonde (*Lingulina*, *Bulimines* et *Bolivines*, *Gyroidinoides*, certaines *Lenticulines*, des *Uvigérines*) vers un domaine circalittoral plus interne. La sédimentation est très uniforme pendant cette période. Des apports détritiques arrivent par intermittence dans le bassin. Ils coïncident avec des mouvements tectoniques de faible intensité mais suffisants pour réactiver l'érosion des reliefs. Vers le haut de la formation, ces apports silicoclastiques sont plus importants. Ils marquent un début de comblement du bassin. La limite du rivage, en migrant vers l'Est, est marquée par l'installation des faciès récifaux à subrécifaux de la Formation des calcaires à Algues.

#### Macrofaune complémentaire de m1-2M

En 1938, A.-F. de Lapparent signale des bivalves (*Nucula mayeri* HÖRNES, *Lucina ottnangensis* Hömes, *L. cf. wolffi* Hömes, *Flabellipecten guehardi* DEP. et Roman, *Venus multilamellata* LMK., *Ostrea cochlear* POLI = *Neopycnodonta navicularis* [Brocchi], *Corbula gibba* Olivi, *Astarte neumayri* Hömes), des gastéropodes (*Turritella cathedralis* Brongn. var. *spuriniflata* Sacco, *T. rotifera* Lmk., *T. subangulata* Brocc., *Xenophora cumulans* Brongn., *Natica volhynica* d'Orb., *Scalaria proglobosa* Sacco, *Cassidaria echinophora* Lmk., *C. [Galeodoa] cingulifera* Hörn. et Aninger, *Fusus* sp., *Ancillaria austriaca* Hömes, *Conus extensus* Partsch, *Ringicula bonelli* Desh.), des scaphopodes (*Dentalium badense* Partsch in Hömes, *D. intermedius* Hömes), céphalopodes (*Spirulirostra bellardii* d'Orb.), des Polypiers (*Turbinolia plicata* Mich., *Ceratotrochus duodecimcostatus* Goldf.), toutes espèces dont il conviendrait de réviser la nomenclature.

En 1960, L. Ginsburg signale pour des marnes qu'il attribuait au Langhien – Serravallien (Helvétien) : *Flabellipecten guehardi* Depéret et Roman, *Amussium denudatum*, *Venus multilamellata* Lamarck, *Turritella rotifera*, *Ancillaria austriaca* Hömes, *Spirulirostra bellardii* d'ORBIGNY, *Turbinolia plicata* MICH., espèces que l'on retrouve dans les marnes à faciès schlier de l'Helvétien du bassin de Vienne (Autriche).

#### 1.3.2.4. Formation de Notre-Dame-des-Fleurs (Langhien)

Cette formation montre des faciès carbonatés : calcaire à Lithothamniées, calcaire bioclastique, calcaire gréseux et calcaire micritique bioclastique (m2A sur la feuille Grasse-Cannes). Son épaisseur est de 3 à 20 m selon le secteur.

Entre la Grivolles (Nord-Ouest de Vence) et les Costes (Nord de Tourrettes-sur-Loup), des calcaires à Algues affleurent sous forme d'une barre discontinue, compartimentée par des accidents. À l'Ouest de « Les Costes », cette barre est moins nette et se charge en lentilles conglomératiques.

L'épaisseur est réduite à l'Est (2 m à la Grivolles), atteint 10-12 m au Nord de Tourrettes-sur-Loup, mais s'annule au Vallon des Costes. Plus à l'Ouest encore, sous le Domaine des Courmettes, ces faciès réapparaissent et constituent une barre d'environ 8 m. Ils atteignent environ 20 m aux Défends (figure 46) et disparaissent ensuite sous le chevauchement des Courmettes. Ils constituent dans ce secteur un synclinal à grand rayon de courbure (pendages entre 15 et 10°) reposant soit directement sur le Jurassique soit sur un niveau de molasse grossière d'environ 3-4 m.

Il s'agit d'un calcaire parfois massif, de teinte beige à blanchâtre, à patine grise, plus ou moins finement gréseux. Quelques grains de glauconie peuvent s'y observer. Le ciment est soit sparitique, soit micritique. Les faciès qui correspondent à ses réductions d'épaisseur et qui précèdent sa disparition sont grossiers. Dans ce cas, ils admettent des galets ou des lentilles conglomératiques. Au NNW de Vence (la Grivolles) (figure 50), les calcaires à Algues reposent directement sur le Jurassique. La description microscopique des faciès est présentée sous forme d'un tableau (tableau 39, annexe 3).

Le passage des marnes au calcaire à Algues se fait par l'intermédiaire de niveaux un peu plus sableux (les Plantiers, Sud des Courmettes) (figures 47 et 48).

À l'Ouest des Baou et sous le Caire, en rive gauche du vallon des Costes, des bancs conglomératiques à Algues surmontent les marnes du Burdigalien, puis latéralement, une brèche à éléments carbonatés jurassiques. En rive droite de ce même vallon, les bancs conglomératiques à Algues sont remplacés par une molasse grossière à niveaux conglomératiques et minces lits de Pectinidés (4). À l'analyse microscopique, il s'agit d'une molasse microconglomératique à ciment micritique, galets dolomitiques, grains de quartz peu fréquents, mais nombreuses sections d'un Elphidiidae (*Elphidium* sp.), plus rarement de Polypiers, et à débris de Pectinidés, bryozoaires, Amphistégines et balanes. Ce niveau à *Elphidium* sp. a déjà été observé dans la coupe de la figure 37B, dans les calcaires à Algues et lentilles conglomératiques. Cette molasse est séparée de la même brèche (1) par un ensemble azoïque, continental, comportant : une molasse conglomératique (2) à galets n'excédant pas 20 cm de dimension maximale ; l'analyse microscopique montre des galets jurassiques micritiques ou grumeleux et des quartz dans un ciment calcitique et dolomitique, des grains de glauconie très altérée, de rares débris d'organismes (Pectinidés et bryo-

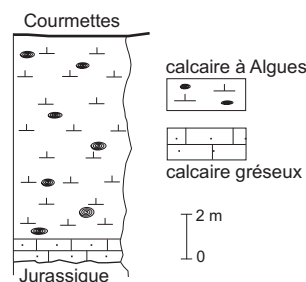


Figure 46 - Coupe des Courmettes dans les calcaires à Algues de la Formation de Notre-Dame des Fleurs.

Figure 46 - Courmettes section through the algal limestone of the Notre-Dame-des-Fleurs Formation.



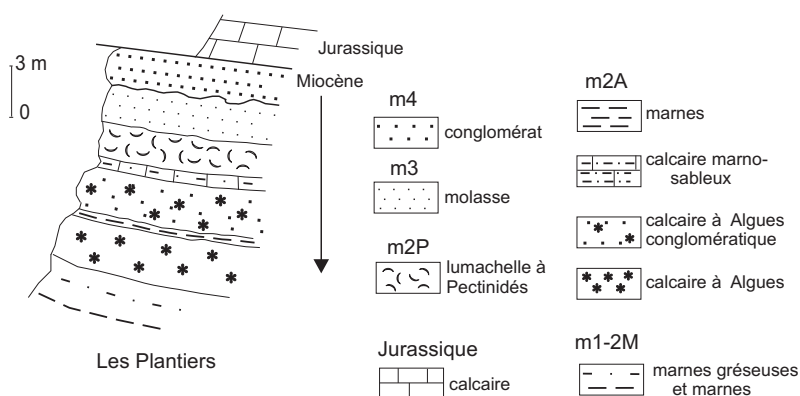


Figure 47 - Coupe des Plantiers dans les calcaires à Algues (Formation de Notre-Dame-des-Fleurs).

Figure 47 - Plantiers section through the algal limestone of the Notre-Dame-des-Fleurs Formation.

zoaires) (figure 49) ; une molasse sableuse jaune et saumon azoïque (3). L'ensemble est couronné par le Conglomérat terminal m4, discordant. Tous ces niveaux disparaissent dans le vallon des Costes y compris la brèche (Contact par faille avec les molasse et conglomérat de la formation de Tourettes-sur-Loup).

Aucun marqueur planctonique ne permet de préciser l'âge des calcaires à Algues. Mais si on se base sur l'âge des marnes sous-jacentes (Langhien, zone N9, pour les

plus récentes), ces niveaux ne peuvent qu'être contemporains ou postérieurs au Langhien (zone N9) (tabl. 40).

### Environnement

Avec le dépôt des Calcaires à Algues, la tranche d'eau diminue et le milieu est agité. Les formes qui peuvent supporter un tel milieu sont soit fixées (Cibicididae, Bryozoaires, Polypiers) soit pourvues d'un test épais, très orné ou épineux (*Lenticulina calcar*, *Elphidium*, etc.). Des courants font remonter des faunes d'eau plus profonde et plus froide (Lenticulines, Uvigérines) d'un environnement marin ouvert situé plus à l'Est ou au Sud-Est. D'autre part, les Mélobésiées (Algues rouges calcaires), encroûtantes, se rencontrent de préférence dans de faibles tranches d'eau (30 à 50 m). On peut envisager un milieu récifal à subrécifal, en eaux chaudes, peu profondes, claires, à salinité normale, de climat tropical (Poignant, 1976). Une bonne transparence de l'eau et un taux de sédimentation bas sont aussi favorables au développement des grands foraminifères, des petits foraminifères benthiques rotaliiformes fixés qui peuplent les herbiers. Localement (le Caire, les Plantiers), la présence d'un faciès conglomératique à galets jurassiques et crétacés permet d'envisager des mouvements tectoniques (avancée de nappes ?) qui se manifestent ici par un rajeunissement des reliefs avec reprise des phénomènes d'érosion. La rareté du plancton, l'abondance des bioclats avec les lithoclastes dans

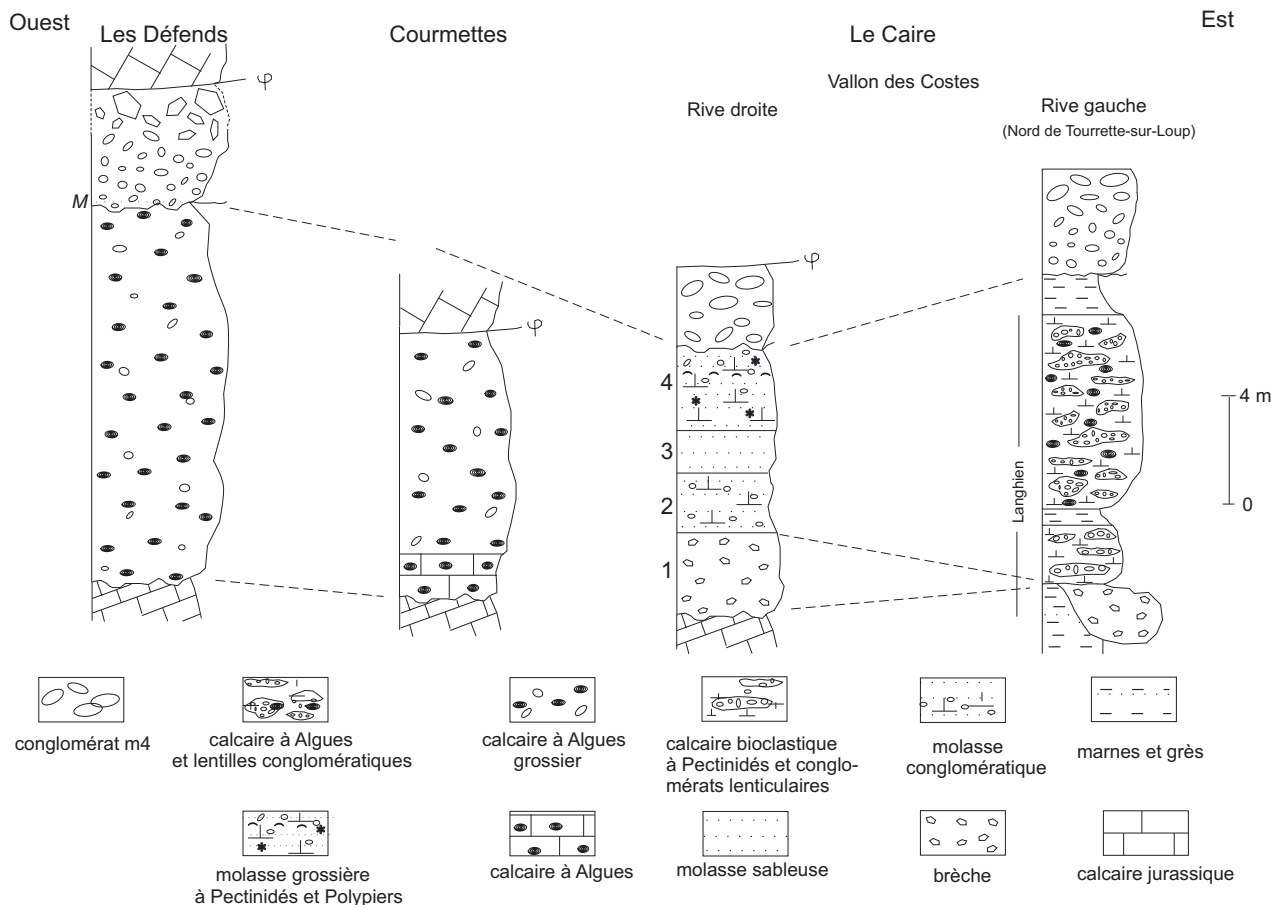


Figure 48 - Mise en évidence des variations de faciès et d'épaisseur des calcaires à Algues (Formation de Notre-Dame-des-Fleurs).

Figure 48 - Facies and thickness variations of the algal limestone of the Notre-Dame-des-Fleurs Formation.

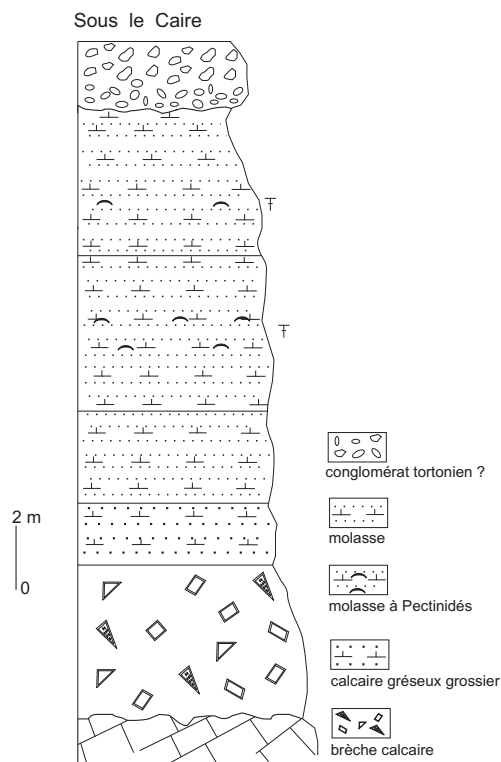


Figure 49 - Coupe du Vallon des Costes sous le Caire. Voir explications dans le texte.

Figure 49 - Vallon des Costes section, below Caire. See explanation in the text.

la plupart des affleurements, suggèrent des faciès de flanc de récif, dans des zones de haute énergie.

#### 1.3.2.5. Formation des Plantiers (Serravallien)

Un mince niveau de calcaire à Pectinidés (m2P sur la feuille Grasse-Cannes) s'individualise au-dessus des calcaires à Algues (figure 47). Il est bien développé aux Plantiers où son épaisseur est maximale (3 m), puis diminue pour ne montrer aux Costes que 0,50 m environ. Il disparaît vers l'Ouest de « les Costes ». Au Nord de le Bau, les seuls témoins de ce niveau sont quelques grands Pectinidés dans les calcaires bioclastiques à lentilles conglomératiques décrits dans le calcaire à Algues.

À l'analyse microscopique, ce niveau correspond à une biomicrite gréseuse dans laquelle les sections de bivalves abondent. Dans les rares espaces qu'elles n'occupent pas, peuvent s'observer quelques petits foraminifères planctoniques, des foraminifères benthiques (Miliolidae, Rotalidae, *Elphidium*) et des débris de bryozoaires et de Mélobésiées.

Grâce aux bivalves, un âge serravallien peut être attribué à ce niveau. Il s'agit de l'association *Flabellipecten fraterculus* (Sow.) (= *F. vindascinus* [Fontannes]), *Aequipecten gentoni* (Fontannes), *Pecten* aff. *subbenedictus* Fontannes, *Aequipecten scabriusculus* (Matheron), *A. scabriusculus* morphe *cavarum* (Fontannes), *Gigantopecten* sp., *Aequipecten* sp. (tableau 5). Parmi ces Pectinidés, trois espèces ont un intérêt stratigraphique (communication M. Bongrain) : *Aequipecten gentoni* est abondant dans le Langhien – Serravallien de la vallée du Rhône (sables à *Terebratulina calathiscus*) mais ne semble pas être passé

macrofaune m2P

|                                   | Burdigalien | Langhien | Serravallien | Tortonien | Messinien | Pliocène |
|-----------------------------------|-------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|
| <i>Flabellipecten fraterculus</i> |             |          |              |           |           |          |
| <i>Aequipecten gentoni</i>        |             |          |              |           |           |          |
| <i>Pecten subbenedictus</i>       |             |          |              |           |           |          |
| <i>Aequipecten scabriusculus</i>  |             |          |              |           |           |          |
| <i>A. scabriusculus cavarum</i>   |             |          |              |           |           |          |

Tableau 5 - Répartition stratigraphique des Pectinidés de la formation des Plantiers (d'après M. Bongrain, communication orale).

Table 5 - Stratigraphic distribution of Pectinids in the Plantiers Formation (from M. Bongrain, oral communication).

dans le Tortonien ; *A. scabriusculus* est abondant dans la molasse de Cucuron du Serravallien – Tortonien. Les citations dans les niveaux inférieurs sont sans doute erronées et demanderaient à être vérifiées ; *A. scabriusculus cavarum*, espèce-type de Visan (bassin de Valreas) est caractéristique du Serravallien – Tortonien, et paraît inconnue dans le Burdigalien. D'autre part, elle ne semble pas monter dans le Messinien ni le Pliocène. De ces observations, il ressort que le niveau à Pectinidés peut être daté du Serravallien.

Une telle association est caractéristique d'un milieu circalittoral. Après l'épisode récifal à subrécifal des formations à Mélobésiées, le milieu tend à devenir un peu plus profond (50-150 m) à l'Est du bassin, continental à l'Ouest (les Défends). Cette période sera de courte durée puisqu'elle est suivie du dépôt d'une molasse conglomératique.

#### Macrofaune complémentaire

Cette macrofaune est citée dans L. Ginsburg (1960) et L. Ginsburg *et al.* (1998). Elle a été actualisée et corrigée pour les Pectinidés par M. Bongrain que nous remercions.

*Echinides* : *Clypeaster* cf. *altus* (Klein, *C. scutellatus* Agassiz avec plusieurs de ses morphes (*lagonoides*, *latirotis*, *intermedius*), *C. marginatus* Lamarck.

*Pectinidés* : *Gigantopecten nodosiformis* (Pusch) (et non *G. latissima* Brocchi var. *nodosiformis* de Serres), *G. albinus* von Teppner, *Aequipecten macrotis* (Sowerby in Smith), *A. malvinæ* Dubois, *Flabellipecten planosulcatus* (Matheron) (au lieu de *F. planocostatus*).

#### 1.3.2.6. Formation de la Grivolles (Langhien – Serravallien)

Cette formation molassique (m<sup>3</sup> de la feuille Grasse-Cannes) affleure depuis la Grivolles à l'Est jusqu'au Caire à l'Ouest. Elle est discordante sur les calcaires à Algues et le Jurassique (la Grivolles, le Caire). D'une épaisseur de 8-10 m à l'Est, elle se réduit à 2-3 m à l'Ouest.

Dans le secteur de la Grivolles (figure 50), la molasse est grise, fossilifère, intercalée, à la base, de lits marno-sableux. Elle est fine à l'Est, plus grossière à l'Ouest.

Vers l'Ouest, aux Plantiers, des calcaires gréseux, d'abord peu grossiers puis conglomératiques font suite aux calcaires à Pectinidés et sont surmontés d'une molasse très grossière, à galets ronds ou ovoïdes, hétérogènes (calcaire à Algues, calcaire jurassique, calcaires éocènes), du millimètre à 10 cm de diamètre maximal. À l'analyse microscopique, les niveaux inférieurs des calcaires gréseux montrent des débris de Mélobésiées, crinoïdes, bryozoaires, bivalves et scaphopodes (*Dentalium*), des foraminifères benthiques (*Elphidiidae*, *Valvulinidae*, *Cibicides* sp., *Astérigérines*, *Spiroloculina* sp.),

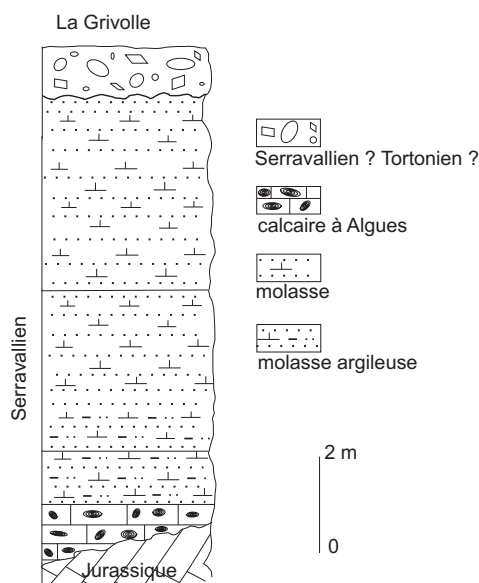


Figure 50 - Coupe de la Grivolle, Serravallien (Nord-Ouest de Vence) (Formation de la Grivolle). Voir explications dans le texte.

Figure 50 - The Grivolle section, Serravallian, north-west of Vence (La Grivolle Formation). See explanation in the text.

des foraminifères planctoniques. Les niveaux supérieurs comportent de nombreux galets et sont toujours très fossilifères : galets de sparite, galets jurassiques et crétacés, et nombreux débris (bivalves, bryozoaires, Mélobésiées, Pectinidés de grande taille, et foraminifères benthiques : Astérigérines, *Elphidium*).

Dans la molasse grossière, de gros quartz et des feldspaths sont dispersés dans la matrice, et les débris sont très nombreux (échinodermes, tubes de serpules, balanes, bivalves, algues Lithothamniées, bryozoaires) ainsi que des sections de foraminifères benthiques (Operculines, Rotalidae, Lagenidae, Elphidiidae et Nummulites remaniées).

À l'Ouest des Baou et sous le Caire, en rive gauche du vallon des Costes, des marnes blanches et beiges séparent les calcaires à Algues et lentilles conglomératiques (figures 48 et 54) du conglomérat de la Formation du Caire. Elles ne montrent que des formes remaniées de l'Éocène, des débris de bivalves, d'Algues et bryozoaires, et des *Microcodium*, résultat de l'altération des calcaires sous-jacents. En rive droite du vallon, ces niveaux sont absents.

Au Sud du Jas Vieux (Sud-Ouest du Caire), la molasse est très gréseuse, microbréchique, à grains fin et moyen, fossilifère (figures 53 et 54). À l'analyse microscopique, on y retrouve beaucoup des éléments observés aux Plantiers : calcaire gréseux, parfois microbréchique, à débris de Mélobésiées, bivalves, bryozoaires, échinides, tubes de serpulidés (*Ditrupa*), *Operculina alpina*, *Planorbulina*, petits foraminifères benthiques (Elphidiidae, Agglutinés, Rotalidae), forme remaniées de l'Éocène (*Microcodium*, Nummulites), du Crétacé (Orbitolines), rares foraminifères planctoniques. La surface du sommet de ces bancs est rubéfiée sous le conglomérat sommital.

Sous les Courmettes, le chevauchement des Baou repose directement sur les calcaires à Algues masquant ainsi les niveaux sus-jacents.

Au Défends, la formation de la Grivolle est absente.

La microfaune est abondante dans la molasse de la Grivolle, mais ne donne qu'un âge langhien (N8 – base N9) à la base (tableau 41, annexe 3) avec comme foraminifères planctoniques : *Globigerinoides sicanus*, *Globigerina woodi woodi*, *G. foliata*, et des foraminifères benthiques tels que *Anomalinoidea rotulatus*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *Elphidium ortenburgense*, *E. crispum*, *Ehrenbergina trigona*, *Eponides vortex*, *Favulina hexagona*, *Gyroidinoides longispinus*, *Heterolepa praecincta*, *H. bellincionii*, *L. calcar*, *Melonis pompilioides*, *Siphonina reticulata*, *Uvigerina striatissima* (tableaux 41 et 42, annexe 3). Des débris divers leurs sont associés (Mélobésiées, échinodermes, bryozoaires, bivalves), ainsi que des Operculines, des dents de Sélaciens et quelques galets dolomitiques jurassiques. Les niveaux supérieurs n'ont pu être datés.

La macrofaune a livré *Venus multilamella* (Veneridae) et des Pectinidés.

Le dépôt de cette molasse a pu débuter au Langhien dans cette partie du bassin et se poursuivre durant le Serravallien. Il existerait alors un passage latéral entre ces faciès orientaux et les faciès grossiers des Plantiers.

L'environnement de ces dépôts correspond à un milieu très littoral à l'Ouest de la Chapelle Saint-Raphaël et s'approfondit à l'Est (milieu circalittoral à épibathyal, 200-300 m). On peut éventuellement placer une limite de rivage aux alentours des Costes (NNE de Tourrettes-sur-Loup), le domaine circalittoral à épibathyal montrant la permanence de l'ouverture du bassin vers l'Est et le Sud-Est.

### 1.3.2.7. Formation du Caire (Serravallien ? – Tortonien ?)

D'Est en Ouest, entre La Grivolle et Saint-Vallier-de-Thiery, les conglomérats sommitaux (m4 sur la feuille Grasse-Cannes) reposent en discordance sur les niveaux de la Formation de la Grivolle jusqu'au Caire, sur le Jurassique et le calcaire à Algues ensuite (le Défends). Cette « molasse caillouteuse » de L. Ginsburg *et al.* (1998) est plus proche d'un conglomérat à galets et olistolithes. Ses éléments sont homométriques d'abord (3 cm de diamètre) puis de plus en plus hétérométriques et hétérogènes (galets miocènes, éocènes, jurassiques, etc.). Son épaisseur peut être supérieure à 10 m.

Au Défends, cette formation débute par des niveaux à petits galets de la taille des arénites à celle des graviers (poudingue). La matrice de ces galets montre un calcaire gréseux grossier à *Microcodium* et débris de crinoïdes, ces derniers pouvant être remaniés des niveaux sous-jacents altérés. Latéralement, cette matrice est entièrement envahie par les *Microcodium*.

Au-dessus de ces premiers niveaux, les éléments acquièrent des tailles du m<sup>3</sup> à 10 m<sup>3</sup> et des caractères bréchiques. Il s'agit parfois de masses olistolithiques de calcaires jurassiques et éocènes à Nummulites.

Plus à l'Ouest, à Saint-Vallier-de-Thiery, des poudingues reposent sur l'Éocène à Nummulites. L'émersion qui fait suite à l'Éocène dans ce secteur a fortement altéré les dépôts et, entre autres, l'Éocène qui se délite en blocs hétérogènes dans une matrice sableuse rougeâtre claire. Sur cette forma-



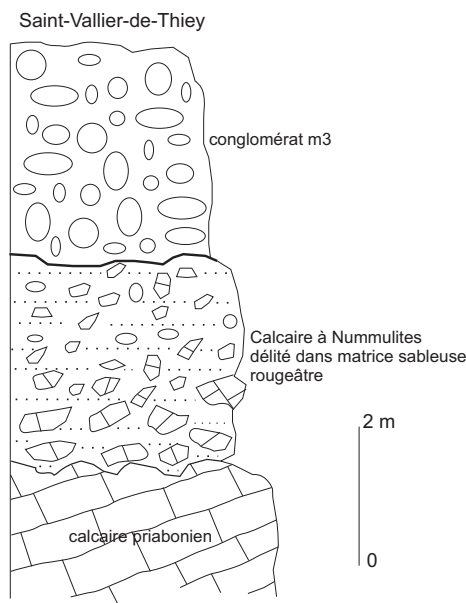


Figure 51 - Coupe de Saint-Vallier-de-Thieu dans des conglomérats serravalliens ? – tortoniens ? (Formation du Caire).

Figure 51 - Saint-Vallier-de-Thieu section in Serravallian? – Tortonian? conglomerate (Caire Formation).

tion altérée reposent les poudingues (figure 51). Les galets sont arrondis à ovoïdes émoussés, hétérogènes et hétérométriques. Leur taille s'échelonne entre 0,5 mm et 20 cm et même 50 cm. Parfois, ce sont des fragments de bancs à Nummulites de 0,20 m sur 1 m. Leur matrice est friable, sableuse, des lentilles de sables à grain moyen sont réparties çà et là et laissent supposer l'existence de chenaux. La nature des galets est jurassique, crétacée, éocène et miocène (galets de calcaire à Algues). Parfois, ce sont simplement des quartz. La matrice n'a livré aucune macrofaune. Ces poudingues sont habituellement appelés « poudingues de Sainte-Luce ». La présence des galets de quartz, inconnus aux Défends, les différencie des conglomérats des Défends. Par contre, G. Mennessier (1964) signale des poudingues identiques à ceux de Saint-Vallier plus à l'Ouest encore (feuille de Fayence). Il leur attribue un âge Vindobonien, ce qui en fait soit encore du Serravallien, soit déjà du Tortonien.

Ces conglomérats sommitaux sont attribués par L. Ginsburg *et al.* (1998) au Tortonien. Les auteurs se basent sur une association de Pectinidés et d'un fragment de molaire (M3) d'*Aceratherium* (*Alicornops*) *simorreense* (LARTET). Le tableau 6 donne la répartition stratigraphique proposée par ces auteurs. Il apparaît clairement que cette « molasse caillouteuse » peut aussi bien appartenir au Serravallien supérieur qu'au Tortonien inférieur.

La liste faunistique qui suit, correspond à des formes mentionnées dans L. Ginsburg (1960) et L. Ginsburg *et al.* (1998). Le (ou les ?) lieu(x) de prélèvement n'a (n'ont) pas été localisé(s) par les auteurs. Cette faune n'a pas été retrouvée au cours des derniers levés. Les noms de genre et d'espèce sont actualisés et corrigés par M. Bongrain.

**Bivalves** : *Flabellipecten planosulcatus* (Matheron) (et non *planocostatus* Deperet et Roman) ; *F. koheni* (Fuchs) morphe *ugolini* Deperet et Roman ; *F. calaritana* (Meneghini) (et non *calarinata*) ; *F. fraterculus* (Sowerby in Smith) ;

| Faune de Ginsburg                                  | Serravallien | Tortonien | Messinien | Pliocène |
|----------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|----------|
| <i>Flabellipecten planosulcatus</i>                |              |           |           |          |
| <i>F. fraterculus</i>                              |              |           |           |          |
| <i>Gigantopecten albus</i>                         |              |           |           |          |
| <i>G. nodosiformis</i> (et non <i>latissimus</i> ) |              |           |           |          |
| <i>Oopecten</i> var. <i>rotundatus</i>             |              | ?         |           |          |
| Rhinocerotidé                                      |              |           |           |          |

Molasse caillouteuse du Caire

Tableau 6 - Association faunistique de la molasse caillouteuse du Caire (d'après Ginsburg *et al.*, 1998).

Table 6 - Faunal association of the pebbly Caire molasse (from Ginsburg *et al.*, 1998).

*Aequipecten northamptoni* (Michelotti) var. *oblitus* Michelotti (et non Michelin) ; *Gigantopecten albus* von Teppner (et non *G. ziziniæ* sp. *subtypica* Sacco) ; *G. nodosiformis* (Pusch) (et non *G. latissima* Brocchi) ; *Oopecten rotundatus* (?) (Lamarck) var. ; *Ostrea squarrosa* de Serre ou *Laevichlamys squamosa* (Gmelin) (*Pycnodonta squamosa* n'existant pas).

**Rhinocerotidae** : *Aceratherium* (*Alicornops*) *simorreense* (Lartet).

## 2 - Conditions paléogéographiques

La sédimentation cénozoïque de la région est marquée par trois cycles sédimentaires : Éocène, Miocène et Pliocène. Chacun d'eux est précédé d'une émergence généralisée : Paléocène, Oligocène, fini-Miocène (Tortonien-Messinien).

Le Paléocène n'est pas caractérisé sur la feuille. L'émergence qui s'est installée à la fin du Crétacé supérieur, résulte des déformations du substratum anté-Paléocène. La couverture crétacée est fortement décapée et ne subsiste que localement (synclinal de Vosgelade, Montmeille par exemple). Le Jurassique lui-même est altéré et montre une surface karstifiée. À l'Éocène inférieur, la sédimentation s'effectue donc sur une surface d'érosion.

La forte altération des carbonates crétacés explique la présence fréquente de *Microcodium* à la base de l'Éocène. Comme le faisait remarquer J. Bodelle (1972), ces faciès à *Microcodium* sont variés. En effet, ils peuvent être soit fluviaux et deltaïques, soit laguno-lacustres ou laguno-marins, soit encore laguno-saumâtres et continentaux. On les trouve associés à des sables bariolés, des calcaires lacustres à lits de silex ou enfin à des calcaires crayeux crétacés.

### 2.1. ÉOCÈNE - OLIGOCÈNE

À l'Éocène inférieur, le régime continental a perduré. La sédimentation de type fluviale s'est effectuée sur une surface déformée, érodée et karstifiée. L'apport des clastes s'est effectué grâce à un réseau de chenaux dont la source était située au Sud et au Sud-Ouest du secteur de Grasse-Cannes. Ces chenaux arrivaient dans un bassin situé à l'Est qui correspondait au bassin des flyschs des zones liguriennes et piémontaise. La répétitivité des niveaux grossiers dans les séries (coupe des sables de Biot) est en liaison avec les périodes de collision active qui rajeunissaient les reliefs.

L'Éocène moyen-supérieur inaugure un premier cycle cénozoïque transgressif. Les faciès marins progressent d'Est en Ouest à partir des bassins de Vienne et padan. Les Nummulites qui pullulaient dans ces bassins, trouvent des



milieux encore favorables dans le secteur étudié. Mais elles ne l'atteignent qu'à partir du Bartonien, les faciès marins du Lutétien restant cantonnés à l'Est de Nice. Le seul affleurement pouvant être éventuellement rapporté au Lutétien, est situé dans le secteur de Saint-Vallier-de-Thiery, sous le faciès de calcaire à Cérithiidae (*Campanile* sp. de l'Éocène moyen), de milieu saumâtre par analogie avec les « Couches à Cérithes » qui caractériseraient le Lutétien terminal dans les Alpes méridionales (Synthèse géologique du Sud-Est de la France, 1980).

Les formations bartoniennes et priaboniennes correspondent alors à l'extrémité méridionale d'une rampe carbonatée limitant à l'Ouest le bassin d'avant-pays qui se développait en réponse à la surcharge du chevauchement alpin (Gupta, 1999). Du Bartonien au Priabonien, ces formations marines (calcaires à Nummulites et marnes), de milieu marin peu profond, se sont déposées sur un substratum varié, selon une discordance basale, et ont progressé en onlap vers l'Ouest sur l'avant-pays européen. La réponse sédimentaire à l'onde de subsidence flexurale, induite par l'avancée de la charge que représentait le chevauchement alpin, n'a pas conduit, dans ce secteur, au stade bassin de flyschs (grès d'Annot, de Champsaur, etc.) qui caractérise l'approfondissement important observé plus à l'Est (Ivaldi, 1989).

Localement, le Bartonien supérieur est en discordance sur le Bartonien inférieur (la Garoupe) ; le Priabonien l'est sur le Bartonien (à Saint-Paul-de Vence, le Bartonien, très réduit, supporte un Priabonien qui débute par un conglomérat à gros éléments). Dans le Bartonien et, pour une moindre part, dans le Priabonien, subsiste une fraction importante de matériel détritique. La source de ce matériel est à situer au Sud du bassin (paléocontinent Provence – ensemble Maures-Corse-Sardaigne, et son prolongement vers l'Est qu'il faut rechercher en Méditerranée), mais éventuellement aussi au Nord (Argentera – Mercantour).

En conclusion, la marge péri-alpine éocène du secteur de Grasse-Cannes ne pouvait avoir de communication ni avec la Méditerranée ni avec l'Atlantique, les communications marines ne se faisant que par l'Est.

Les dépôts marins du Priabonien terminal (fin Éocène supérieur) sont absents. L'Oligocène est entièrement continental. La fin du premier cycle marin débute donc dès la fin de l'Éocène supérieur. Les dépôts fini-priaboniens à oligocènes sont conservés dans deux types de bassins ou en épandage. Dans le premier cas, les bassins correspondent à : 1 – des

synclinaux à remplissage d'âge éocène conservé seulement dans un karst ou limités par des flexures peu apparentes ; 2 – des bassins d'effondrement à remplissage Éocène supérieur-Oligocène, ou seulement post-éocène. Ces bassins sont limités par une ou deux failles normales. Leur direction est majoritairement N-S, mais on observe aussi des directions W-E à WNW-ESE, plus rarement SW-NE.

Dans tous les cas, la datation précise des fossés ne peut être réalisée faute de faune ou microfaune oligocène. On peut seulement dire qu'ils se sont constitués entre l'Éocène supérieur et le Burdigalien (synclinal de Vosgelade). Par comparaison avec d'autres structures situées plus au Nord (bordure externe de l'arc de Castellane), ou datées par des faunes oligocènes (secteur nord Varois), ces fossés peuvent être rattachés à l'Oligocène. Dans le synclinal de Saint-Antonin (au Nord de la feuille Roquestéron), des marnes ont livré une microfaune qui peut encore être priabonienne et, des datations absolues réalisées sur des andésites, donnent un âge très proche de la limite éocène-oligocène ( $33,9 \text{ mA} \pm 1,5 \text{ mA}$ , zones P17-P18) (Baubron, 1984) et même éocène terminal (P17) si l'on se réfère à S.C. Candé et D.V. Kent (1992). Notons enfin que des mouvements anté-oligocènes ont été mis en évidence par P. Cotillon *et al.* (1973) dans la partie sud de l'arc de Castellane.

La mise en place des andésites est liée à des mouvements d'extension en situation d'arrière-arc. Elles sont d'âge oligocène (datation à  $32,5 \pm 0,8 \text{ mA}$ , Oligocène inférieur, P18-P19, pour les formations volcaniques sous la base de la molasse burdigalienne de Tourrettes-sur-Loup), mais il n'est pas exclu qu'elles aient débuté à l'Éocène terminal (voir blocs d'andésites du Lauron inclus dans des marnes priaboniennes).

Les épandages de conglomérats continentaux qui recouvrent les formations éocènes et mésozoïques, sont contemporains des dépôts de fossés et des andésites. La source de ce matériel est à rechercher dans des reliefs voisins, du bloc corso-sarde qui était encore soudé à l'Europe, mais aussi des Maures et du Tanneron dont le soulèvement s'effectue durant l'Oligocène (27-25 mA pour les Maures ; Morillon, 1997). Ces épandages sont scellés localement par la molasse burdigalienne (La Prée) ou par les andésites (Biot) (figure 52). Les plis à faible rayon de courbure (pendages de  $20^\circ$  maximum) qui affectent localement les formations éocènes (synclinal de Vosgelade, synclinal de Biot) et sont cachetés par la molasse miocène sont contemporains des grabens oligocènes et,

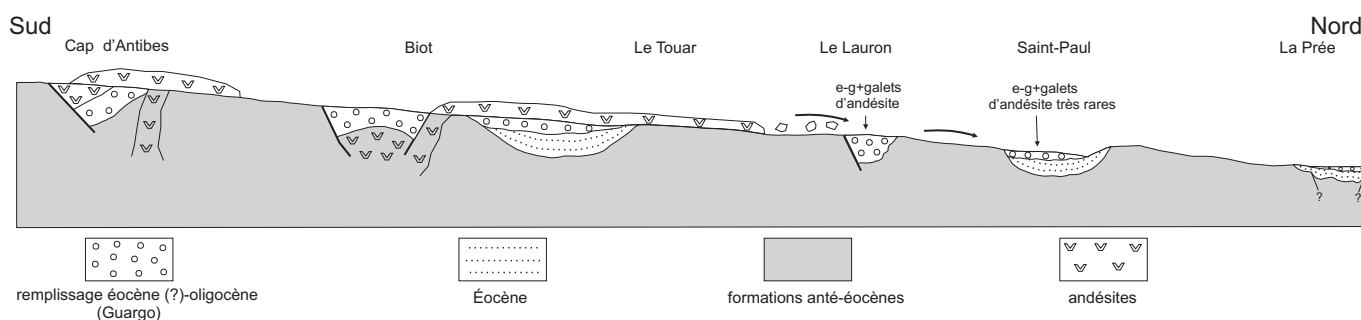
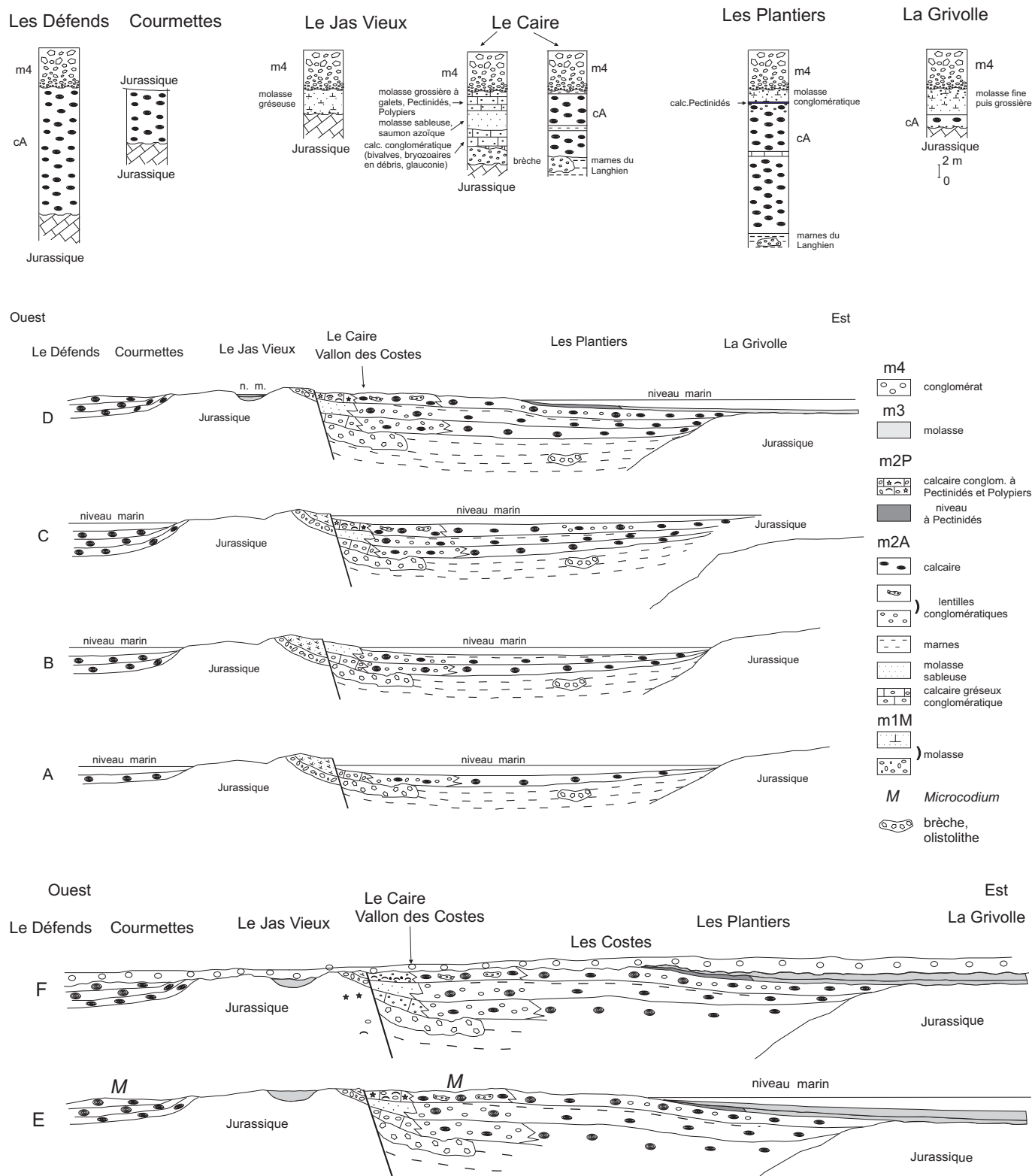


Figure 52 - Coupe est-ouest (sans échelle) des différentes situations occupées par la Formation de la Guargo.

Figure 52 - East-west section (not to scale) showing the different aspects of the Guargo Formation.

comme eux, liés à un régime de raccourcissement E-W et d'extension N-S. Dans le Sud de l'arc alpin, à cette période, la

convergence s'effectuait selon une direction ENE-WSW (Choukroune *et al.*, 1986).



Figures 53 et 54 - Évolution paléogéographique est-ouest depuis les Calcaires à Algues (Formation de Notre-Dame-des-Fleurs) jusqu'aux conglomérats terminaux (Formation du Caire). Cette reconstitution est sans échelle, mais la proportion de l'épaisseur des niveaux entre les différents secteurs (figure 53) est respectée. Discussion dans le texte.

Figures 53 and 54 - East-west paleogeographical evolution from the Algal Limestone of the Notre-Dame-des-Fleurs Formation until the terminal conglomerates of the Caire Formation. This reconstruction is not to scale, but respects the proportional thickness of the units between the different areas (Fig. 53). See discussion in the text.

## 2.2. MIOCÈNE

Cette période correspond au 2<sup>ème</sup> cycle marin cénozoïque de la région. L'extension de la transgression est cependant limitée à la partie nord de la région. Les dépôts sont caractéristiques d'une sédimentation de bordure de bassin, littoraux à circalittoraux (molasse grossière, molasse fine) ou plus profonds, épibathyaux (marnes, grès argilo-sableux ou marnes sableuses). Les foraminifères montrent une affinité plus paratéthysienne que méditerranéenne, caractère déjà évident pour les sédiments marins oligo-aquitaniens dans les canyons des Stoechades (Bellaiche *et al.*, 1976). La molasse burdigalienne montre des onlaps entre ses différents termes, ce qui peut correspondre à des périodes de sédimentation plus active. Son dépôt est suivi d'un approfondissement du milieu au cours duquel se mettent en place les marnes burdigaliennes à langhiennes. Entre le vallon des Costes (sous le Caire) et les Cambreniers, des paquets de brèches sont implantés dans les marnes burdigaliennes et surmontés de marnes langhiennes. Ces paquets sont assimilés à des olistolithes et marquent le début de l'instabilité de ce secteur pour la période comprise entre Burdigalien et début du Langhien.

Les calcaires à Algues langhiens qui surmontent les marnes, marquent le début d'une période régressive. La tranche d'eau diminue en épaisseur mais s'étale d'abord plus largement dans un bassin qui déborde ses limites précédentes (jusqu'aux Défends) et qui comporte des hauts-fonds émergés (entre le Caire et Courmettes) (fig. 53 et 54). Les faciès conglomératiques sont parfois très grossiers sur les bordures et induisent le rajeunissement fréquent des reliefs.

Au Serravallien, les calcaires à Algues occidentaux (les Défends, Courmettes, vallon des Costes) sont soumis à l'érosion. Le basculement de la région vers l'Est et le Nord-Est (fig. 54D) est responsable de cette situation. Les calcaires à Pectinidés et la molasse de la formation de la Grivolles se développent dans le domaine littoral et circalittoral d'un bassin dont le rivage se situe un peu à l'Ouest des Plantiers, aux environs des Costes. Les calcaires à Pectinidés, véritables lumachelles, correspondent à l'accumulation de coquilles sur un fond vaseux carbonaté, peu profond, parcouru par des eaux riches en oxygène et substances nutritives. Ces faciès sont relayés latéralement par des faciès molassiques fins (la

Grivolles). Lumachelle à Pectinidés et molasse fine témoignent d'un période relativement stable ; seules des particules détritiques fines sont associées à ces dépôts. Le comblement du bassin s'initie donc d'abord à l'Ouest et se propage progressivement vers l'Est et le Nord-Est.

La molasse grossière de la Grivolles (Langhein - Serravallien) s'est déposée dans un contexte différent. Avec ses faciès très détritiques à l'Ouest du Caire, sous le Jas Vieux, très grossiers à conglomératiques aux Plantiers, elle témoigne d'un retour à l'instabilité de la région, instabilité qui se fait peu sentir à l'Est (la Grivolles, fig. 54e) puisque les faciès fins subsistent. Les limites du bassin n'ayant pas changé, on peut supposer qu'un golfe existait alors à l'Ouest du Caire, communiquant avec le bassin par le Nord.

Les conglomérats et les brèches sommitaux sont les derniers dépôts miocènes [Serravallien (?) – Tortonien (?)]. Ils traduisent le comblement du bassin, totalement réalisé avec l'émersion de tous les secteurs (surface d'érosion et d'altération dans tous les secteurs) et une phase alpine soit serravallienne, soit tortonienne.

Ils sont discordants sur tous les termes sous-jacents (jurassiques à miocènes). Au Caire, ils reposent sur la molasse serravallienne. Aux Défends, brèches et conglomérats surmontent les calcaires à Algues langhiens. Des *Microcodium* à la base des conglomérats, accompagnent une émergence plus précoce dans ce secteur. À Saint-Vallier-de-Thiery, les conglomérats continentaux reposent sur l'Éocène. Conglomérats et brèches peuvent être impliqués dans des déformations (la Grivolles, fig. 55).

Le Messinien ne montre pas d'affleurements dans le secteur de Grasse-Cannes. Les premiers plus proches gisements reconnus à l'Est (Italie : Marches, Emilie, Abruzzes ; Carbonnel, 1980) et à l'Ouest (vallée du Rhône ; Carbonnel, 1980) livrent une faune d'ostracodes saumâtre, de caractère paratéthysien, d'âge messinien supérieur. Au Sud, au large du massif des Maures, le Pliocène repose directement sur des niveaux d'âge fini-Oligocène – Aquitanien (canyon des Stoechades ; Bellaiche *et al.*, 1976). Dans le secteur de Nice, des formations coincées entre le chevauchement des Baous et le Pliocène, sont attribuées au Messinien mais n'ont livré aucune faune (Clauzon *et al.*, 1996).

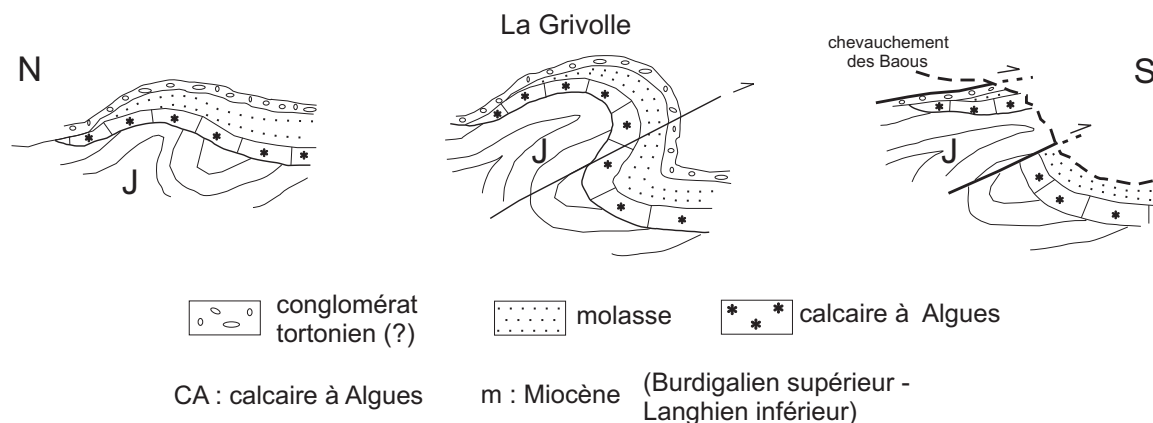


Figure 55 - Déformations dans le secteur de la Grivolles. Ces déformations sont dues à l'avancée de la nappe de Castellane sur l'avant-pays vençois représentée ici par le chevauchement des Baous.

Figure 55 - Deformation in the Grivolles area, caused by the advance of the Castellane thrust sheet over the Vence foreland shown here by the Baous thrust.

### 3 - Évolution tectonique

#### 3.1. STRUCTURES ET RÉGIMES DE CONTRAINTES PALÉOGÈNES

L'édification des reliefs provençaux au cours du Crétacé est suivie d'une émergence généralisée à la fin du Crétacé supérieur. Celle-ci se poursuit pendant le Paléocène. Les sables continentaux de l'Éocène inférieur recouvrent généralement les terrains du Jurassique supérieur, mais aussi ceux du Jurassique moyen (Terres Blanches, les Courraouts), ou encore du Crétacé (Vosgelade, Montmeuille, La Chapelle Saint-Roch, etc.). L'absence de Lutétien, dont la limite orientale se maintient à l'Est de Nice, suggère une longue période d'émergence avant l'arrivée des dépôts marins du Bartonien

(Éocène moyen). Ceux-ci reposent aussi sur le Purbeckien, puis vers l'Ouest sur des termes plus anciens (Kimméridgien par exemple). La fossilisation des sables de l'Éocène inférieur sous les formations bartoniennes et l'érosion importante de ces mêmes sables un peu plus à l'Ouest, suggèrent un basculement vers l'Est et le NE à la faveur d'une flexuration de la marge européenne en avant du front pennique (voir Jolivet, 1995 ; Laurent, 1998, 2000). Il est possible que des rejeux modestes aient affecté les failles anciennes (hercyniennes ou crétacées), sans pour autant que des fossés se soient initialisés. Les épaisseurs des calcaires et des marnes bartoniennes ne varient pratiquement pas d'un point à un autre, les affleurements en bordure de failles ne montrent pas de brèches qui se seraient effondrées à chaque jeu de failles.

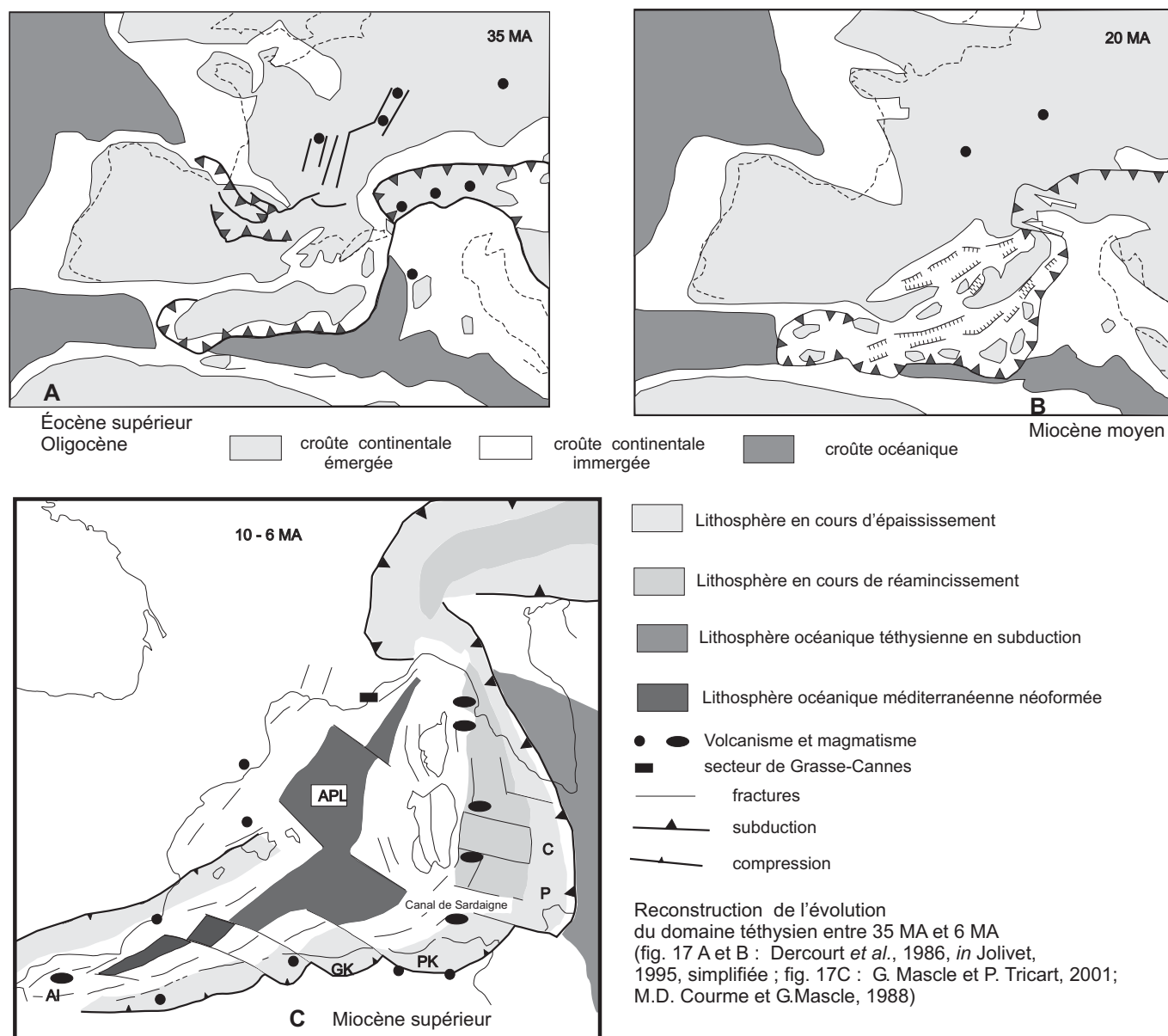


Figure 56 - Reconstitution de l'évolution du domaine téthysien entre 35 Ma et 6 Ma (fig. 17A et B : d'après Dercourt *et al.*, 1986, in Jolivet, 1995, simplifiée ; fig. 17C : G. Mascle et P. Tricart, 2001 ; M.D. Courme et G. Mascle, 1988). Le secteur la feuille Grasse-Cannes est localisé dans ce contexte. Explications dans le texte.

Figure 56 - Reconstruction of the evolution of the Tethys domain between 35 Ma and 6 Ma (Figs. 17A and B: from Dercourt *et al.*, 1986, in Jolivet, 1995, simplified; Fig. 17C: Courme and Mascle, 1988; Mascle and Tricart, 2001). The area of the Grasse-Cannes sheet is located on Fig. 17C. Explanations in the text.



L'âge des dépôts étant plus récents vers l'Ouest, l'affaissement s'est propagé d'Est en Ouest.

Au cours de l'Oligocène, l'ancienne plate-forme provençale a été basculée, érodée, localement plissée mais surtout fracturée. Cela s'est traduit par l'ouverture de nombreux petits fossés méridiens et par des émissions volcaniques. L'analyse microtectonique réalisée par J.F. Ritz (1986) met en évidence une compression NE-SW en domaine nord-oriental alpin et un régime d'extension NW-SE au Sud-Ouest (avant-pays du secteur étudié), ce dernier étant responsable du rejeu des anciennes failles hercyniennes (N-S à NNE-SSW ou NNW-SSE). Ces fossés sont de petites dimensions, 5 km de long tout au plus et de largeur kilométrique au maximum (La Vanade). Le plus souvent, il s'agit de microfossés de quelques dizaines ou centaines de mètres de large aux parois abruptes. Les rejets verticaux sont généralement faibles, de 30 à 100 m, leur importance suivant un gradient croissant d'Ouest en Est (Mangan, 1982).

Le remplissage de ces fossés est largement dominé par les dépôts éocènes préservés par affaissement, par le dépôt de formations détritiques grossière d'origine locale (cailloutis de la Guargo) et surtout par les épandages volcano-détritiques. Leur datation révèle une activité volcanique depuis l'Éocène terminal jusqu'à la fin de l'Oligocène (ou l'Aquitainien ?), les anciennes bouches d'émission ayant été localisées dans le secteur de Villeneuve-Loubet. Les relations entre le volcanisme et la fracturation sont discutées dans la notice explicative de la feuille Grasse-Cannes. La fracturation N-S induirait essentiellement la mise en place des filons magmatiques dans le contexte général de volcanisme calco-alcalin de la périphérie de l'arc alpin.

### 3.2. L'ARC ALPIN DE CASTELLANE

La structure actuelle des différentes unités tectoniques est acquise pour l'essentiel au Miocène. Elle résulte principalement d'un écaillage de la couverture du domaine alpin externe, qui aurait été ainsi accrétée jusqu'à la limite du massif ancien Maures-Estérel-Tanneron. Les structures chevauchantes principales, à vergence sud, sont celles de l'Audoubert (E-W) et celle des Baous (NE-SW).

La structuration de l'arc de Castellane est essentiellement d'âge miocène. Au front de la déformation, des dépôts en conservent le témoignage ce qui permet d'ébaucher une chronologie entre la vallée du Loup et Vence. Les premiers chevauchements apparaissent au Burdigalien, au Nord-Ouest de Tournettes-sur-Loup. Au Langhien, la présence d'olistolithes à éléments jurassique dans ou sur des marnes marines (les Cambreniers, le Caire) évoque l'activité du front de nappe des Baous. Ces déformations burdigaliennes et langhiennes sont d'ampleur limitée. L'effet de la tectonique s'est fait surtout sentir par une émergence progressive d'Ouest en Est au début du Serravallien. Cette émergence s'est généralisée par la suite au Serravallien-Tortonien. Des dépôts continentaux (poudingues et brèches) ont recouvert les dépôts marins déformés, comblant des morphologies plissées récemment formées (secteurs de Saint-Raphaël, les Plantiers) et annonçant vraisemblablement l'ébauche du chevauchement des Baous. Dans la vallée du Var, secteur du Broc, le chevauchement du Baou de Saint-Jeannet est scellé

par la brèche de Carros rapportée au Messinien évaporitique (5,5 ma) (Clauzon, 1978 ; Irr, 1984). Il est donc vraisemblable que le chevauchement des Baous s'est mis en place au cours du Tortonien et peut être aussi du Messinien.

### 4 - Conclusion : synthèse géodynamique

Le secteur étudié appartient au domaine pyrénéo-provençal, il a donc été influencé par la tectonique pyrénéenne jusqu'à l'Éocène-Oligocène. Mais il appartient aussi au domaine alpin proprement dit et a subi le contre-coup de phases compressives majeures pendant son évolution paléogène et néogène. Il est enfin situé sur la marge du bassin liguro-provençal. Deux grands ensembles se partagent la feuille de Grasse-Cannes : l'avant-pays provençal au Sud, la branche méridionale de l'arc de Castellane au Nord. Ce dernier constitue l'élément structural majeur de la région.

Dans l'avant-pays provençal, les bassins éocènes à miocènes reposent en discordance sur une surface d'érosion mésozoïque faiblement déformée par les premières manifestations de la tectonique « provençale » au Crétacé supérieur. Différentes écaillures de l'arc de Castellane chevauchent les formations miocènes, les impliquant parfois dans l'écaillage (secteurs de Tournettes-sur-Loup ou de Saint-Vallier-de-Thiery par exemple) ; l'Éocène supérieur l'est plus rarement (Saint-Vallier-de-Thiery).

Le Paléocène n'est pas caractérisé sur la feuille Grasse-Cannes. L'émergence, installée à la fin du Crétacé supérieur, s'est maintenue durant cette période. La région a donc été soumise à l'érosion et à l'altération. Cette situation était liée à la convergence entre l'Ibérie et l'Europe qui a induit, à la fin du Crétacé supérieur, les premières déformations pyrénéennes et ses prolongements provençaux. La feuille de Grasse-Cannes appartenait alors à la Provence calcaire qui s'appuyait au Sud sur un massif paléozoïque dont le socle affleurerait dans les Maures. Ces reliefs méridionaux englobaient aussi l'ensemble Corse-Sardaigne solidaires de la Provence et des Pyrénées. Les déformations du substratum anté-Paléocène favorisaient l'érosion des formations en place. La couverture crétacée a été fortement décapée et ne subsiste que localement (synclinal de Vosgelade, Montmeuille par exemple). Le Jurassique lui-même a été altéré et montre une surface karstifiée. C'est sur cette surface d'érosion que s'est effectuée la sédimentation à l'Éocène inférieur.

L'Éocène est essentiellement conservé dans la partie orientale de la feuille, avec une exception à l'Ouest (Saint-Vallier-de-Thiery). Un certain nombre de ses dépôts sont préservés grâce à une couverture de volcanites oligocènes, mais aussi grâce à des fossés installés au droit d'accidents hercyniens N-S à NE-SW ou NW-SE jouant à l'Oligocène (les Terres Blanches par exemple). Les sables rouges continentaux de l'Éocène inférieur traduisent l'émergence généralisée de la région. Cette émergence a été liée aux déplacements relatifs de l'Afrique et de l'Europe, déplacements pendant lesquels s'est réalisé progressivement la fermeture du bassin océanique liguro-piémontais.

Le Lutétien affleure à l'Est de la feuille. La mer n'a envahi la région qu'à partir de l'Éocène moyen-supérieur, avec une sédimentation de plate-forme carbonatée (calcaires et

marnes à Nummulites) progressant en onlap vers l'Ouest. Certains niveaux montrent une déformation peu importante. La discordance locale, observée entre Bartonien inférieur et Bartonien supérieur (la Garoupe), et entre Priabonien et Bartonien (Saint-Paul-de-Vence, la Vanade), fait intervenir des mouvements compressifs dont le contre-coup ne s'est pas fait sentir de manière intense, et qui s'est traduit aussi par une importante fraction de matériel détritique dans le Bartonien et, pour une moindre part, dans le Priabonien. Ces déformations tectoniques de la couverture (plis « provençaux ») peuvent être attribuées à la tectonique pyrénéo-provençale faiblement enregistrée ici, alors que, beaucoup plus à l'Ouest de la feuille, son paroxysme est bien Éocène moyen-supérieur. Le bassin éocène de Grasse-Cannes, en étant ouvert sur les bassins de Vienne et padan, est donc une dépendance de la Paratéthys. Il fait alors partie de l'avant-pays européen sur lequel, la collision Afrique-Europe se poursuivant, la mer est repoussée vers l'Ouest à partir de la Paratéthys italienne.

Les dépôts marins du Priabonien terminal et ceux de l'Oligocène ne sont pas représentés sur la feuille. La subsidence du bassin s'est poursuivie mais s'est déplacée vers l'Est. En revanche, des séries continentales oligocènes souvent grossières (conglomérats du Guargo par exemple), toujours détritiques (argiles ou marnes sableuses), se sont accumulées dans des zones dépressionnaires ou des fossés. Ces dépôts sont discordants sur les formations antérieures (Éocène, parfois Jurassique) tronquées par une surface d'érosion qui s'est construite dès l'Éocène terminal, pendant tout l'Oligocène et pendant l'Aquitaniens. Ce remplissage continental n'est pas daté de façon précise. Plusieurs événements ont été responsables de la tectonique de la région de Grasse-Cannes. C'est pendant cette période que s'est mis en place le massif des Maures-Tanneron. D'autre part, la convergence N-S s'est poursuivie dans les Pyrénées, tandis que le poinçonnement S-N débutait entre Apulie et Europe. La Téthys a été suturée. La mer, rejetée vers l'extérieur, a été arrêtée par le bourrelet lithosphérique péri-alpin. Cette convergence Afrique – plaque européenne a induit la formation de failles et de bassins en extension sur le pourtour du domaine alpin (fig. 56A). Cette distension péri-alpine a en outre été favorisée par la différence de vitesse du déplacement entre la partie ouest de la plaque européenne et la partie orientale sous l'effet du poinçonnement africain. Cette tectonique fini-éocène – oligocène a fait rejouer de façon plus ou moins modeste des accidents de socle fini-hercyniens et les accidents qui découpaient la couverture liasique de la marge européenne. Enfin, c'est aussi durant cette période qu'a débuté l'ouverture du golfe de Gênes (océan liguro-provençal), bassin d'arrière-arc (Rehault *et al.*, 1984 ; Benedicto *et al.*, 1996) de la subduction d'un diverticule méridional de la Téthys ligurienne sous la Corse et la Sardaigne (arc insulaire).

Aux nombreux petits fossés, ont été associés des manifestations volcaniques (conglomérats andésitiques de Biot, de Villeneuve-Loubet). Ce volcanisme de type andésitique calco-alcalin correspond à la partie méridionale (province ligure) d'un arc de type andésitique calco-alcalin démantelé qui s'étendait de la Suisse à la Méditerranée (Giraud, 1983). Il est en rapport avec l'orogénèse alpine et associé à un phénomène de subduction lithosphérique.

Les dépôts miocènes sont transgressifs et discordants sur les terrains sous-jacents. Ils sont d'abord représentés par des molasses de plate-forme externe burdigaliennes, marines, grossières, remaniant les formations de son substratum y compris les laves calco-alcalines, puis par des marnes bleues burdigaliennes et langhiennes. Les calcaires à Algues langhiens qui leur font suite, sont fréquemment conglomératiques (hauts-fond, instabilité du secteur). Cette régression fini-langhienne correspond plus ici à un étalement des eaux marines (calcaires à Algues sur le Jurassique aux Courmettes et aux Défends) accompagné d'une diminution de la tranche d'eau. Elle représente le début du comblement du bassin de Vence. Les foraminifères des marnes burdigaliennes et langhiennes montrent une affinité paratéthysienne plus que méditerranéenne, caractère déjà évident pour les sédiments marins oligo-aquitaniens dans les canyons des Stoechades (Bellaiche *et al.*, 1976). Ce dispositif est en liaison avec la surcharge créée par les nappes alpines au Nord et au Nord-Est (fig. 56B) ; mais on peut supposer que, sur la marge méridionale européenne, le soulèvement de la lèvre septentrionale du rift était encore effectif, isolant le bassin d'avancées marines venues de l'Ouest ou du Sud. Cette situation a duré jusqu'à la fin du Miocène.

Les calcaires à Pectinidés du Serravallien et la molasse de même âge ont une extension limitée à l'Est de Tournettes-sur-Loup, le secteur ouest (les Défends, Courmettes) étant émergé. Le comblement du bassin se poursuit donc d'Ouest en Est. Il sera totalement réalisé au Serravallien (?) – Tortonien (?) (faciès rubéfiés sur les molasses, et faciès souvent grossiers). Tout ceci traduit une reprise d'activité des mouvements alpins. Le cycle miocène se termine par le dépôt de conglomérats et de mégabèches. L'âge de leur substratum est de plus en plus anciens vers l'Ouest (Priabonien à Saint-Vallier-de-Thiery, Langhien aux Défends). La taille de leurs éléments traduit l'existence de reliefs importants à proximité. Les déformations qui affectent ces conglomérats témoignent de la permanence de l'instabilité de la région au cours du Serravallien (?) – Tortonien (?) ou durant une période post-tortonienne. Elles sont liées à une phase d'activité plus intense dans le domaine alpin qui conduira, dans la région de Grasse-Cannes, à la mise en place du chevauchement des Baous. Celui-ci constitue le dernier événement majeur associé à la genèse de l'arc de Castellane ; il atteint donc l'avant-pays provençal au Serravallien (?) – Tortonien (?), sa couverture mésozoïque et cénozoïque se déplaçant vers le Sud à Sud-Ouest à l'avant du front pennique (ou à l'avant du poinçon apulien ?). L'ensemble des chevauchements intra-miocènes [(chevauchements burdigalien, langhien et serravallien (?) – tortonien (?)) constituerait une séquence rétrograde.

Les conglomérats continentaux de la vallée de la Siagne attribués au Messinien, et coïncés entre le socle et le Pliocène, ne sont pas datés de façon précise. Leur disposition, sur la bordure orientale du canyon de la Siagne, conduit en effet à les attribuer au Messinien. Ainsi, alors que la présence de galets de socle des Maures-Tanneron dans les conglomérats serravalliens (?) – tortoniens (?) de Saint-Vallier-de-Thiery (Mennessier, 1964, 1966) montre que le transport par le réseau hydrographique se faisait toujours vers le Nord au Messinien, l'inversion de la pente et celle de l'é-

coulement des eaux continentales se sont réalisées lorsque les bordures de la marge provençale se sont inclinées vers le golfe océanique (détumescence thermique) (Debelmas et Mascle, 2000) et lors de l'abaissement du niveau de la Méditerranée (crise de salinité messinienne, 5,8-5,3 ma). L'abaissement du niveau de base a entraîné le creusement des cours d'eau (canyons du Var et de la Siagne) qui seront immergés lors de la transgression pliocène sur la bordure méridionale de la feuille.

## II - LE MIOCÈNE TERMINAL ET LE PLIO-PLÉISTOCÈNE DE LA BASSE VALLÉE DU VAR (NICE, ALPES-MARITIMES) ET DES RÉGIONS ADJACENTES

Le secteur étudié s'étend de l'Estérel (vallée de l'Argens) à la Ligurie di Ponente (fig. 57).

La basse vallée du Var est bordée à l'Ouest par l'arc de Grasse, à l'Est par l'arc de Nice. C'est une zone privilégiée de fracturation complexe, effondrée, subméridienne (Irr, 1984). À la fin du Miocène, le « fossé » du Var est probablement moins marqué qu'aujourd'hui car l'arc de Nice ne se met en place qu'au Pliocène supérieur, cependant le drain fluvial est déjà opérationnel. La basse vallée du Var va ainsi enregistrer de manière spectaculaire l'événement régressif messinien, puis toutes les oscillations, positives ou négatives, du niveau marin au Pliocène et au Pléistocène, dans un contexte géomorphologique qui n'a pratiquement pas changé.



Figure 57 - Cartographie des sites du Messinien, du Pliocène et du Pléistocène signalés dans le texte (§ II).

Figure 57 - Map showing the Messinian, Pliocene and Pleistocene sites discussed in the text (§ II).

### 1 - Le creusement messinien

Sur le littoral de Provence orientale et de Ligurie, le creusement messinien peut être représenté par trois éléments : la géométrie des dépôts pliocènes, la présence de brèches continentales, l'existence de canyons sous-marins ; c'est le cas dans la basse vallée du Var.

#### 1.1. LA GÉOMÉTRIE DE L'INCISION À TERRE

Cette géométrie est matérialisée par l'extension des dépôts transgressifs du Pliocène inférieur qui colmatent l'incision.

Le creusement des basses vallées au moment de la régression du Messinien peut être assimilé à un phénomène d'érosion régressive à partir du niveau de base marin de l'époque et pouvant pénétrer de plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres. Pour le Var, le plus puissant des fleuves, la présence de dépôts pliocènes marins est attestée jusqu'à Clans (Faure-Muret *et al.*, 1954, Vernet, 1982 ; Clauzon, 1996) à plus de 30 km du rivage actuel. En ce lieu, l'incision avait encore au moins 100 m de flèche et devait s'avancer bien plus loin dans les terres. Dans ce domaine de montagne, l'incision était donc importante et avait un profil typiquement en V. Vers l'aval, au droit de l'embouchure du Var, la flèche de l'incision est plus difficile à estimer. Elle pouvait atteindre 700 m (Horn *et al.*, 1965 ; Irr, 1984). Elle rejoignait un peu au large du littoral actuel le canyon du Var et le cône deltaïque de bas-niveau marin (Savoye et Piper, 1991).

D'après l'épaisseur des dépôts pliocènes, des valeurs supérieures à 350 m sont retenues pour l'Argens (Gouvernet, 1968) et pour la Siagne (El-Hamwi, 1990). Pour la Roya, une étude récente (Foeken *et al.*, 2006) n'a pas permis de reconnaître l'existence d'une vallée incisée en V. Une morphologie beaucoup plus douce du ravinement messinien est admise pour cette zone. On peut cependant penser que la connaissance médiocre du substrat dans l'axe même de la Roya est à l'origine d'une telle interprétation. En effet, l'incision probablement très étroite dans cette basse vallée peut rester méconnue à l'heure actuelle.

#### 1.2. LES BRÈCHES

Les brèches continentales du Messinien sont fossilisées par les dépôts marins pliocènes. La plus connue est la brèche de Carros dans la vallée du Var (Clauzon, 1975), mais on peut citer aussi la brèche à méga-blocs de Pont Saint-Jean en bordure de la vallée de la Siagne (Toutin Morin *et al.* 1994), la brèche de Valbonne, la brèche de Saint-Claude à Antibes (Dardeau *et al.*, 2010). Ces brèches



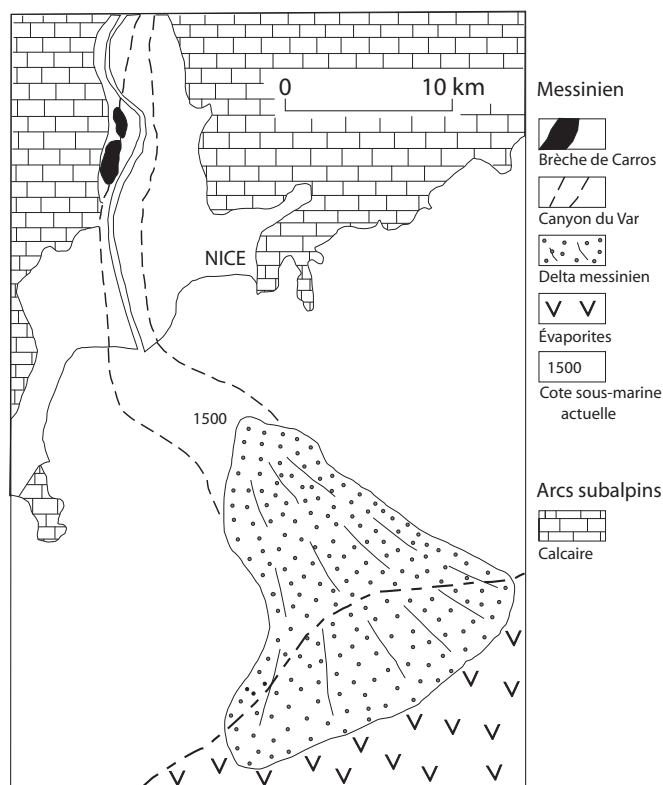


Figure 58 - La régression messinienne au droit du fleuve Var (d'après Savoye et Piper, 1991).

Figure 58 - The Messinian regression at the level of the Var River (from Savoye and Piper, 1991).

indiquent par leur granulométrie une forte énergie de dépôt et attestent de la puissance du creux messinien même dans les têtes de vallons.

Si la brèche de Carros fut attribuée à l'activité du front subalpin de l'arc de Castellane (nappe des Baous) à la fin du Miocène et pouvait être qualifiée de synorogénique (Gèze et Nestéroff, 1968), il ne peut en être de même pour les autres brèches citées, ces dernières étant situées fort loin du front subalpin. Les brèches en question attestent bien de l'épisode régressif messinien.

### 1.3. LES CANYONS SOUS-MARINS ET LE DELTA MESSINIEN DU VAR

L'origine des canyons sous-marins de la marge ligure peut être discutée. La cause la plus souvent avancée est l'exondation du talus continental lors de la crise de salinité messinienne, les canyons étant alors considérés comme des axes d'érosion régressive se propageant à l'intérieur des terres (Clauzon *et al.*, 1996).

Il convient cependant de noter que la présence de sédiments fini-oligocènes-aquitaniens dans le canyon des Stoéchades (Bellaiche *et al.*, 1976) démontre la possibilité de l'existence de sillons anté-messinien sur cette marge, suite à l'ouverture du bassin méditerranéen. En effet, la bordure provençale compartimentée a été soulevée et donc soumise à l'érosion puis s'est finalement affaissée (Debelmas *et al.*, 2008). L'inversion du réseau hydrographique, d'abord à écoulement vers le Nord puis à écoulement vers le Sud à partir du Miocène supérieur, est la trace la plus concrète de cet affais-

sement (Cornet, 1965), une histoire d'émersion-immersion complexe pouvant rendre compte de l'existence du figuré des canyons actuels.

Enfin le modelé actuel des canyons est largement attribué à l'érosion sous-marine plio-quadernaire, en particulier par le jeu des courants turbides et des glissements (Savoye *et al.*, 1991).

Quoiqu'il en soit, en considérant le fleuve Var comme représentatif des autres fleuves de la marge, la reconnaissance d'un delta messinien de bas-niveau marin près de l'isobathe 2 000 m (Savoye *et al.*, 1997) apporte la preuve de l'exondation des canyons à cette époque, de leur fonctionnement en émissaires fluviaux et ainsi d'une parfaite continuité avec la morphologie d'incision décrite à terre (fig. 58).

## 2 - Les formations plio-pléistocènes. Chronologie des emboîtements en rapport avec l'eustatisme et la néotectonique

Au début du Pliocène, les basses vallées de Provence orientale et de Ligurie sont envahies par la mer et transformées en rias. La ria du Var, entre l'arc de Castellane et l'arc de Nice (fig. 59), est la plus ample. Les autres rias, plus côtières, fonctionnent de la même façon par remblaiement deltaïque. Le dispositif général plio-pléistocène est fondamentalement marqué par l'emboîtement progressif, hérité de l'incision messinienne, des formations successives du Pliocène et du Pléistocène. Les modalités de cet emboîtement sont discutées ci-après.

### 2.1. LES DELTAS PLIOCÈNES DU VAR : ZANCLÉEN, PLAISANCIEN ET GÉLASIEN

#### 2.1.1. Méthode d'étude : biostratigraphie et cartographie

L'étude biostratigraphique du delta du Var (et des deltas adjacents de Provence Orientale et de Ligurie) a été réalisée par F. Irr dans sa thèse (1984). L'auteur adopte alors une échelle des microfaunes adaptée de celles des micropaléontologues méditerranéens. Elle a été mise à jour conformément aux données les plus récentes (fig. 60) en particulier en ce qui concerne le problème de la limite Zancéen-Plaisancien.

De nombreuses coupes de terrains et des forages nouveaux apportent sur certains points un éclairage nouveau. Les nouvelles analyses de microfaunes (M.-D. Courme) complètent les données de F. Irr.

L'essentiel de notre travail a cependant consisté à trouver sur le terrain les limites des trois appareils successifs (zancéen, plaisancien et gélasien) et d'en comprendre les relations géométriques (fig. 61). Dans cette approche, les données bathymétriques des associations microfaunistiques ont été fondamentales pour une bonne lecture de tous les faciès rencontrés.



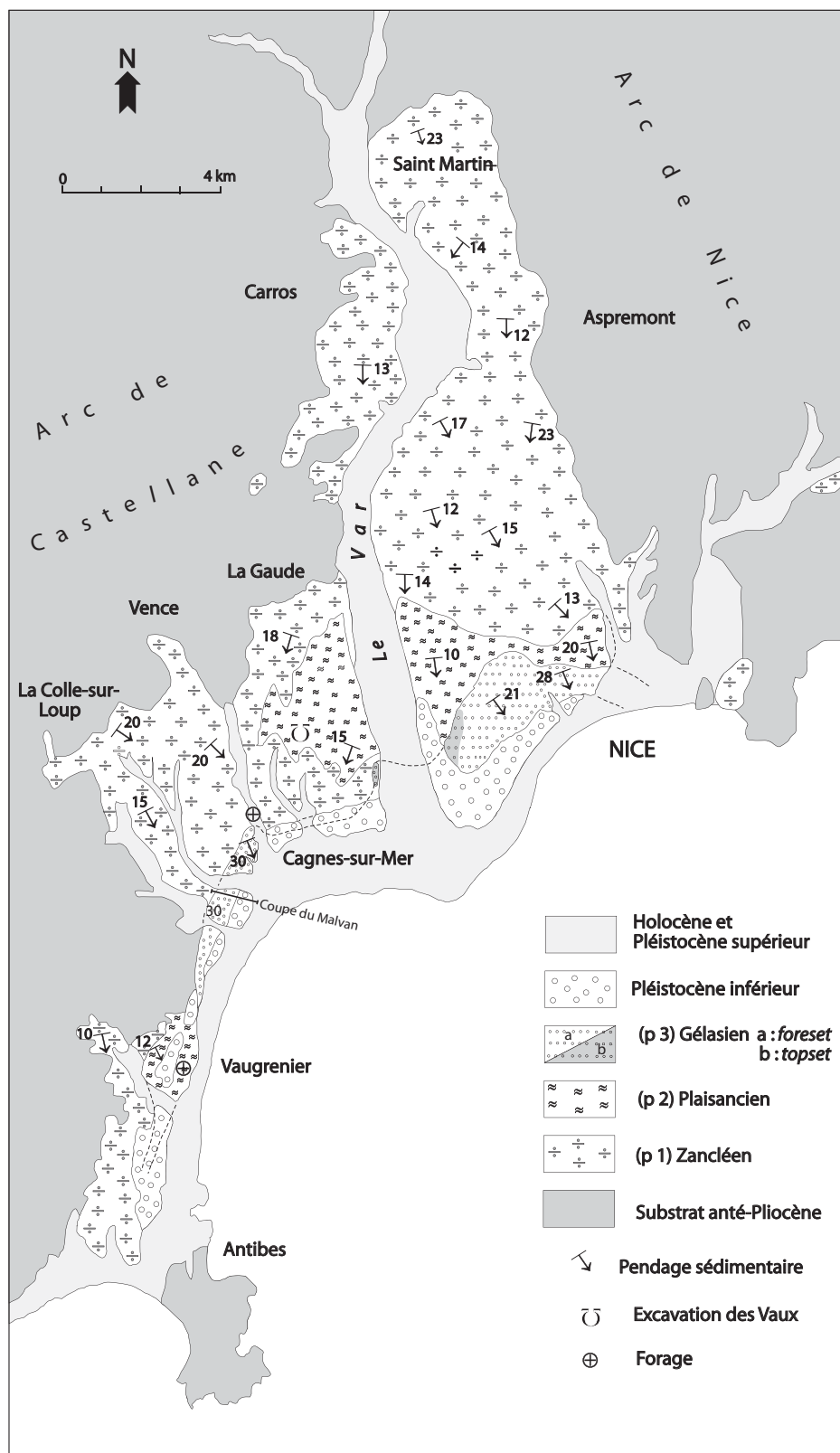


Figure 59 - Les affleurements pliocènes du delta du Var. Principaux lieux-dits cités dans le texte.

Figure 59 - The Pliocene exposures of the Var delta. Main sites mentioned in the text.

### 2.1.2. Le delta zancéen du Var et des fleuves voisins de la Riviera

En Méditerranée, les deltas zancéens s'installent dans les incisions messiniennes au tout début de la remontée du

niveau marin global et la remise en eau de la Méditerranée vers 5,3 ma.

L'incision messinienne, à profil en V, atteint des valeurs de l'ordre de 700 m pour le Var (Horn *et al.*, 1965), de 400 m pour la Siagne (El-Hamwi, 1990) et au moins 350 pour l'Argens, (Gouvernet, 1968). La morphologie bien différente, large et sans incision en V, décrite pour la Roya à Vintimille a tout de même une amplitude de 500 m au droit du littoral actuel (Foeken *et al.*, 2006).

La remise en eau est extrêmement rapide et le niveau de la Méditerranée atteint + 80 m par rapport à l'actuel (Hardenbol *et al.*, 1998). Les conditions de temps et d'espace sont réunies pour que les incisions préexistantes soient ennoyées très rapidement et transformées en profondes rias. Le maximum transgressif est atteint dès la base du Zancéen (zone à *Sphaerodinellopsis*, Irr, 1984).

La ria du Var est la plus longue : elle atteint Clans à 30 km du rivage actuel (Vernet, 1982 ; Clauzon *et al.*, 1996). Le cadre montagneux de l'époque quoique exempt des grands chevauchements de l'arc de Nice et de la Vésubie, explique la grande profondeur d'eau et les parois abruptes. Ce type de ria prédispose au type de remblaiement qui s'y crée : un cône pentu de matériel grossier (delta de type Gilbert). Cette morphologie existe également dans les vallées de moindre importance, à l'Est (Roya, Fiumara di Taggia) mais aussi à l'Ouest dans des vallées qui n'appartiennent pas au domaine alpin (Siagne et Argens). En effet, la vigueur de l'incision préexistante et le caractère abrupt des parois suffiront à y maintenir une profondeur d'eau considérable et à déterminer la formation de foresets pentus (10 à 15°).

Dans ces conditions d'ennoiement rapide, le matériel alluvial tout d'abord piégé en fond de ria ne tarde pas à gagner l'aval par progradation. Des dépôts puissants marneux basaux (bottomsets) annoncent la progression du cône vers l'aval dans un environnement épibathyal. La construction du delta se fait avec une grande rapidité à

partir des décharges des rivières. L'espace disponible se réduit dans l'étroite ria et commande la progradation des biseaux grossiers qui atteignent bientôt les basses vallées et s'y accumulent massivement. La profondeur d'eau y est

importante et le comblement en foresets se fait relativement lentement compte-tenu du vide à combler. L'édification du delta se poursuit mais la progradation ralentit. Quand les foresets atteignent le bassin ouvert, la composante verticale s'accroît encore car la subsidence y est importante (Chaumillon, 1992).

Les édifices zancléens sont affectés par un système de failles normales synsédimentaires cachetées pas à pas par rattrapage sédimentaire (Irr, 1984). Pour le delta du Var, ce système relève du jeu de la gravité dans un contexte reconnu distensif avec une direction d'extension NW-SE à E-W depuis le Miocène supérieur (Ritz, 1991) perdurant au Pliocène inférieur (Guglielmi, 1993). À l'Est (bassin de la Roya), les conditions ne semblent pas différentes (Foeken *et al.*, 2006).

Les fronts des deltas zancléens sont affectés par des phénomènes de glissements de grandes ampleurs : slumps, courants turbides, avalanches accélérant l'évacuation de matériel vers le bassin. L'extension des deltas sur le bord du bassin devait être cependant limitée (Gennessaux et Le Calvez,

1960) car le matériel est transporté jusqu'aux plaines abyssales, le transit se faisant par les canyons (Droz, 1991).

Compte-tenu des données faunistiques, on peut dire que la formation des deltas zancléens s'étale sur les trois zones de foraminifères (*Sphaerodinellopsis*, *Globorotalia margaritae* et *G. puncticulata*) soit sur l'ensemble du Zancéen (5,32 à 3,58 ma) (fig. 60).

### 2.1.3. L'emboîtement du delta plaisancien (vallée du Var)

La courbe eustatique (Hardenbol *et al.*, 1998) montre qu'après abaissement du niveau marin (de l'ordre de 120 m) à la fin du Zancéen, vers 3,8 ma, la mer atteint un haut-niveau vers +60 m au début du Plaisancien (3,58 ma). Dans l'intervalle de temps il y a un renouvellement de certaines espèces de foraminifères : disparition de *G. margaritae*, raréfaction de *G. puncticulata*, apparition de *G. aemiliana*, *G. bonionensis* et *G. crassaformis* (fig. 60).

Sur cette base faunistique, il est aisé de reconnaître des dépôts d'âge Pliocène moyen (Irr, 1984) ou plaisancien (Zeng and Cravatte, 1986) sans toutefois que sur le terrain la limite de séquence ait été repérée (Clauzon *et al.*, 1996). Dans une série aux affleurements non continus comme celle du Var, des repères biostratigraphiques seuls ne sont pas suffisants pour pouvoir cerner cette limite. C'est à la lumière de nouvelles grandes sections excavées dans la région de Cagnes-sur-Mer (excavation des Vaux, fig. 62) qu'un critère autre que biostratigraphique a pu être utilisé. En effet, la présence d'un grand paléosol rouge (2,5 YR 4/8) conservé sur une épaisseur de 1,5 à 2 m, visible sur plusieurs centaines de mètres et recoupant les strates du delta zancéen, a permis de penser à une morphologie d'incision en milieu émergé. Au-dessus du paléosol, il y a reprise de la sédimentation deltaïque sans grande modification de la géométrie (le pendage s'accroît légèrement).

Malgré la rareté des strates marneuses fossilifères, des microfaunes planctoniques ont été découvertes au-dessous et au-dessus du paléosol (détermination et datation M.-D. Courme) :

- au-dessous du paléosol :
  - . à la base des foresets caillouteux : *G. puncticulata* associé à des espèces benthiques caractéristiques du Pliocène inférieur (Irr, 1984). Cette association indique la dernière zone du Zancéen,
  - . au sommet des foresets (à 10 m environ sous le paléosol) : *Globigerina bulloides*, *G. apertura*, sans signification chronologique ;
- au-dessus du paléosol :
  - . à deux mètres au-dessus : *G. puncticulata*, *G. pseudopina* et *G. aff. aemiliana*,
  - . à quatre mètres au-dessus : *G. crassaformis*.

Ces espèces indiquent la partie inférieure du Plaisancien, plus précisément le passage de la zone à *G. puncticulata* à celle à *G. crassaformis*. La présence de *G. aemiliana* indiquerait bien la base du Plaisancien vers 3,6 ma (Iaccarino, 1985), précédant de 300 ka environ l'apparition de *G. crassaformis* (fig. 60).

| MA                                                   | Séries   | Étages      | Foraminifères planctoniques<br>Bizon (1972), Cità (1975), Spaak (1983),<br>Rio <i>et al.</i> (1990) |
|------------------------------------------------------|----------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2<br><br><br><br>3<br><br><br><br>4<br><br><br><br>5 | PLIOCÈNE | PLÉISTOCÈNE |                                                                                                     |
|                                                      |          | CALABRIEN   | Zone à <i>G. truncatulinoides</i>                                                                   |
|                                                      |          | GÉLASIEN    | Zone à <i>G. inflata</i>                                                                            |
|                                                      |          |             | Zone à <i>G. bononiensis</i>                                                                        |
|                                                      |          | PLAISANCIEN | Zone à <i>G. crassaformis</i>                                                                       |
| 4<br><br><br><br>5                                   | ZANCLÉEN |             | Zone à <i>G. margaritae</i>                                                                         |
|                                                      |          |             | Zone à <i>G. puncticulata</i>                                                                       |
|                                                      |          |             | Zone - acmé à <i>Sphaerodinellopsis</i>                                                             |

Figure 60 - Biozonation des foraminifères planctoniques du Pliocène de Méditerranée ; synthèse d'après Bizon (1972), Cità (1975), Spaak (1983), Irr (1984), Rio *et al.* (1990).

Figure 60 - Biozonation of Pliocene planktonic foraminifera of the Mediterranean; from Bizon (1972), Cità (1975), Spaak (1983), Irr (1984), Rio *et al.* (1990).

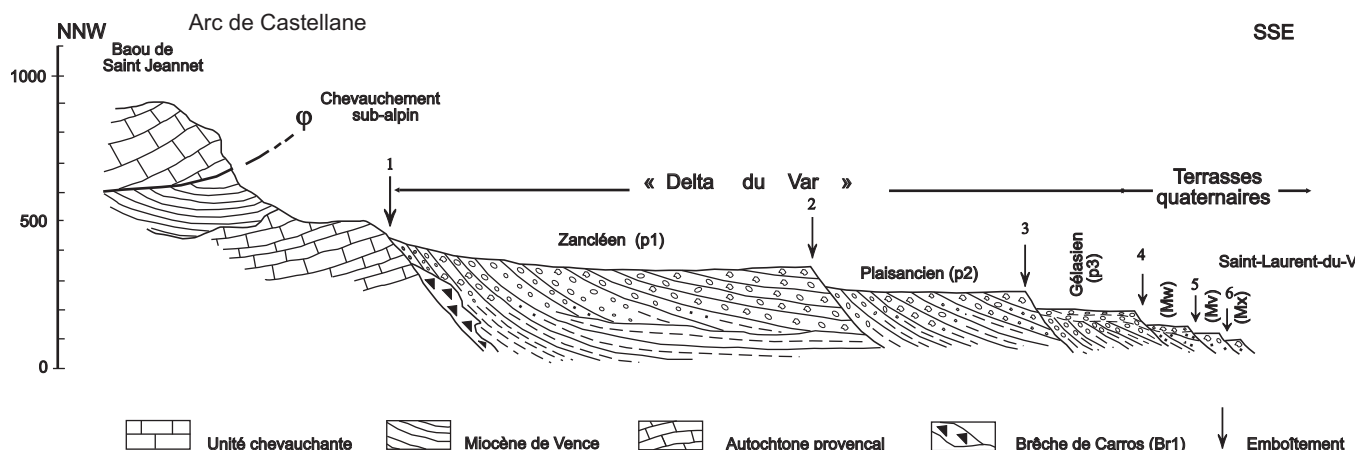


Figure 61 - Relation longitudinale des principales formations Plio-Pléistocènes du delta du Var.

Figure 61 - Longitudinal relationship between the main Pliocene-Pleistocene formations of the Var delta.

#### 2.1.4. Le delta gélasien du Var

Pour F. Irr (1984), les microfaunes caractéristiques du Gélasien comprennent deux espèces planctoniques : *G. inflata* et *Globigerinoïdes obliquus extremus*. Cette dernière disparaît en Méditerranée avant la fin du Pliocène. L'espèce benthique *Bulimina elegans marginata* présente dans les séries de la Côte d'Azur, aurait aussi une certaine valeur stratigraphique (Irr, 1984).

Les dépôts du delta gélasien du Var (2,60-1,77 ma) repérés par leur microfaune sont situés en avant du delta plaisancien avec des pentes sédimentaires atteignant des valeurs de 30° vers le Sud (fig. 64). À ces foresets frontaux sont associés, vers l'arrière et en position sommitale, des assises graveleuses à très faible pendage sud (environ 4°) reconnus comme des dépôts de plage des topsets du delta gélasien (fig. 65).

Les topsets marins sont recouverts par les dépôts de la plaine alluviale progradante (topset fluviale) à très forte gra-

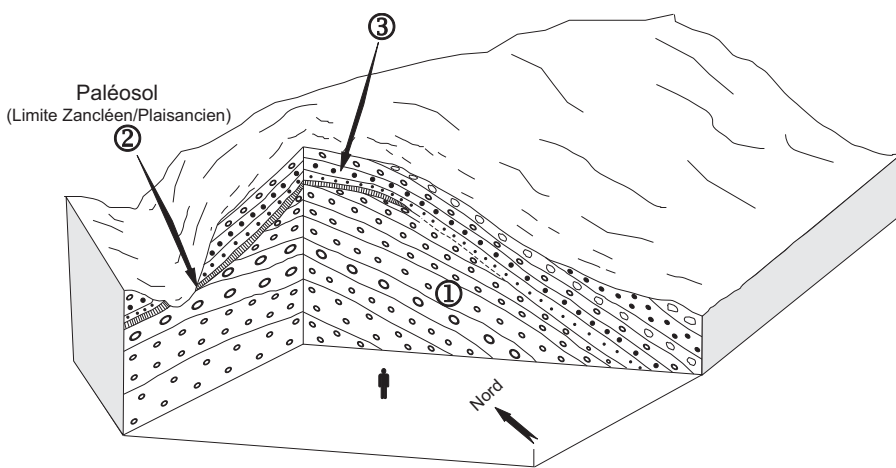


Figure 62 - Excavation des Vaux (Cagnes-sur-Mer) : 1 : foresets zancléens ; 2 : paléosol rouge de régression forcée ; 3 : foresets plaisanciens.

Figure 62 - Vaux quarry (Cagnes-sur-Mer): 1: Zanclean foresets; 2: Red paleosol forced regression; 3: Plaisancian foresets.

Le paléosol rouge des Vaux sépare donc un ensemble deltaïque inférieur reconnu comme le Zancéen d'un ensemble supérieur Plaisancien et correspond à un contexte de régression forcée (Posamentier *et al.*, 1992). Ce paléosol semble correspondre sur la charte européenne (Hardenbol *et al.*, 1998) à l'abaissement eustatique Za 2. Après la remise en eau (Pia 1 de la charte), le niveau de la mer ne serait que d'une vingtaine à une trentaine de mètres inférieur à celle du Zancéen. Si aucune phase tectonique ne se manifeste à ce moment-là, la bathymétrie revient approximativement à la même valeur que précédemment. Dans le secteur des Vaux, les associations de foraminifères (M.-D. Courme) n'indiquent en effet aucun changement notable entre le sommet du Zancéen et la base du Plaisancien qui reste du domaine néritique externe (épibathyal).

Vers l'Ouest, les dépôts du Plaisancien ont été recoupés sur plus de 300 m par le forage de Vaugrenier (fig. 63). Cette épaisseur importante semble correspondre à de forts pendages des foresets zancléens et plaisanciens en bordure des paléofalaises du massif andésitique des Aspres (Oligocène).

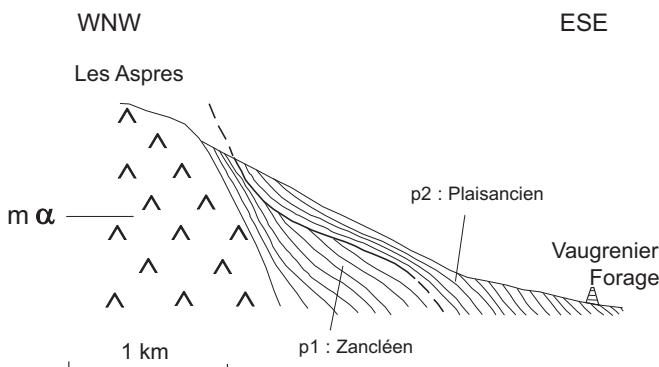


Figure 63 - Les formations pliocènes au droit du massif volcanique oligo-aquitain des Aspres (ma) d'après les affleurements et les données du forage de Vaugrenier.

Figure 63 - Pliocene formations against the Oligocene-Aquitania volcanic Aspres massif (ma) from outcrop and Vaugrenier borehole data.



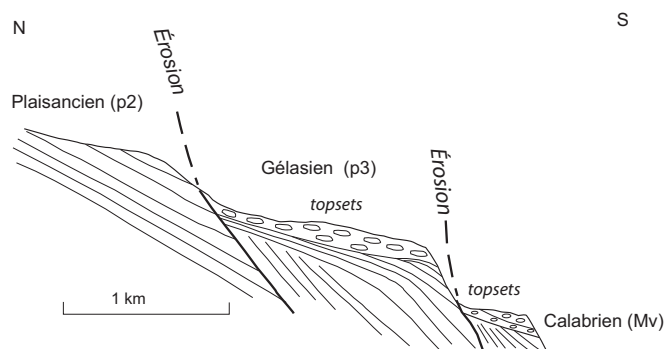


Figure 64 - Relations des formations pliocènes et pléistocènes en rive gauche du Var.

Figure 64 - Relationship between the Pliocene and Pleistocene formations in the left bank of the Var.



Figure 65 - Nice-Ouest (la Lanterne) : topsets graveleux marins du Gélasien (hauteur de la coupe : 3,50 m).

Figure 65 - Nice-West (La Lanterne): gravelly marine Gelasian topsets (height of the section: 3.50 m).

nulométrie (grand axe des galets jusqu'à 0,5 m). Ce niveau caillouteux sommital très caractéristique permet d'établir une corrélation d'une rive à l'autre du Var et de déceler en première approche un dénivelé d'une quarantaine de m entre les deux rives, dénivelé imputable à la tectonique (voir § 2.2.2). La présence de ces topsets révèle aussi l'emboîtement dans le delta plaisancien. Cet emboîtement n'est cependant pas visible directement. On observe seulement au même niveau topographique, vers 160 m d'altitude les topsets gélasien marins de bathymétrie pratiquement nulle et un peu en arrière, au Nord, les foresets plaisanciens du domaine épibathyal supérieur. L'emboîtement peut donc être d'une centaine de mètres. Cette valeur beaucoup plus forte que la seule composante eustatique (moins d'une cinquantaine de mètres sur la charte de Hardenbol *et al.*, 1998) semble indiquer un soulèvement tectonique. Il apparaît en effet que la mise en place et le soulèvement de l'arc de Nice soit à leur paroxysme au Pliocène supérieur (Irr, 1984).

Le delta gélasien est complet seulement près de l'embouchure actuelle du Var, plus à l'Est le toit n'est plus conservé et seuls les foresets affleurent (fig. 59). À l'Ouest du Var, il en est de même : seuls les foresets sont conservés (fig. 66). Ce qui est remarquable dans ce secteur, en particulier le long de la coupe du Malvan (fig. 67), c'est que les dépôts du Gélasien et

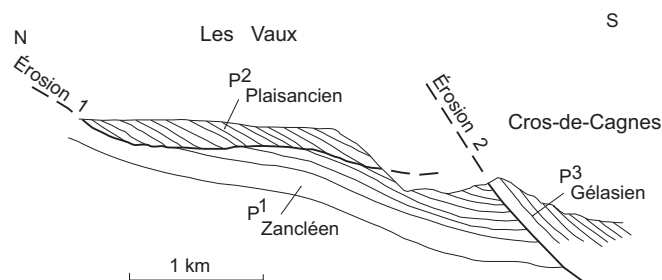


Figure 66 - Relation des formations pliocènes à l'Ouest de la vallée actuelle du Var (Les Vaux-Cros-de-Cagnes).

Figure 66 - Relationship between Pliocene formations west of the present-day Var valley (Les Vaux-Cros-de-Cagnes).

du Calabrien (Pléistocène inférieur) forment un seul système progradant continu (voir ci-dessous) alors que, en rive gauche, le Calabrien est emboîté en terrasse en contrebas du Gélasien (fig. 64). Ces dispositifs différents mettent bien en évidence les conditions tectoniques qui régissent, à l'échelle du Pliocène supérieur-Pléistocène inférieur, en des points peu éloignés, soit l'accrétion, soit la mise en terrasses étagées des dépôts : à l'Ouest du Var, le secteur est pratiquement stable, à l'est, en direction de l'arc de Nice, il y a un soulèvement compartimenté.

## 2.2. LES TERRASSES QUATÉNAIRES : UN SYSTÈME DE PETITS DELTAS SUCCESSIFS EMBOÎTÉS OU ÉTAGÉS

Si localement, à l'Ouest du Var, des dépôts quaternaires sont en position progradante en tête du delta gélasien (fig. 67), la plupart des dépôts quaternaires constituent des terrasses étagées. Les terrasses quaternaires de la région de Nice constituent un ensemble remarquable de niveaux étagés sur plus de 100 m en contrebas du delta gélasien (laworsky, 1971). Ce sont des dépôts marins situés le long du littoral et estuariens dans la basse vallée du Var (fig. 68). Ces terrasses sont d'anciennes plages ou cordons gravo-sableux indiquant une position zéro d'anciens niveaux marins. L'ensemble constitue donc un système emboîté ou étagé de topsets de petits deltas constitués au gré des mouvements glacio-eustatiques.

Localement, les grands travaux d'urbanisation montrent sous les sables, quand l'affouillement est assez profond, des soubassements marneux lagunaires. Ces marnes d'eau douce sont légèrement antérieures à la transgression qui les submergera peu après et indiquent bien un contexte de fin de remontée marine. Les séquences transgressives correspondant aux périodes de remontée marines ont été interprétées au point de vue climatique par les abondantes faunules de mollusques terrestres associées (Dubar, 1986) : chaque terrasse correspond bien à une période tempérée interglaciaire et l'ensemble des terrasses étagées illustre la haute fréquence des mouvements eustatiques d'origine climatique du Quaternaire.

Bien sûr, les battements eustatiques du niveau marin ne peuvent laisser subsister sans l'éroder une série de terrasses antérieure que s'il y a un soulèvement continu du continent au cours du Quaternaire. C'est ce qui se passe dans la région de Nice, mais le soulèvement est beaucoup plus important à l'est



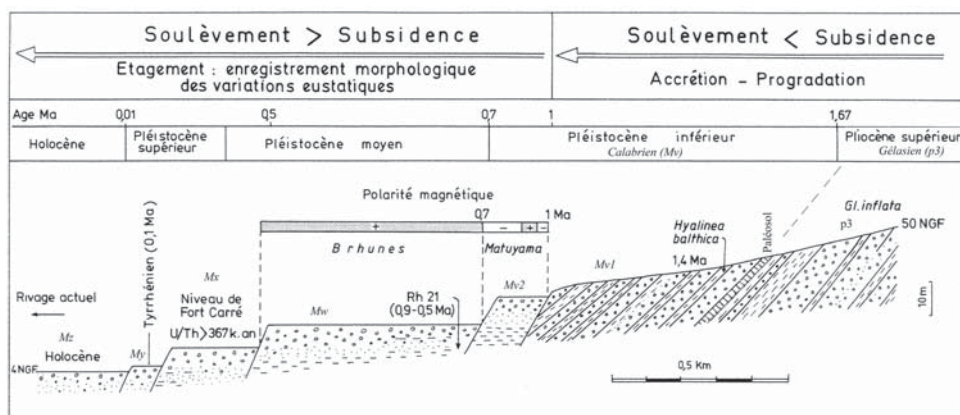


Figure 67 - Coupe du Malvan (situation : fig. 59). Transition des dépôts du mode en accrétion latérale (Pliocène supérieur et Pléistocène inférieur) au mode en terrasses emboîtées (Pléistocène inférieur à partir de 1 Ma) en fonction de la dynamique du substrat, d'après Dubar *et al.*, 2001.

Figure 67 - Malvan section (location on Fig. 59). Transition from lateral-accretion type deposits (upper Pliocene and lower Pleistocene) to nested-terraces (lower Pleistocene after 1 Ma), based on the substrate dynamics, from Dubar *et al.*, 2001.

de l'« accident du Var » (Dubar, 1987b) qu'à l'Ouest si bien que le démarquage des terrasses est beaucoup plus net sur la rive gauche du Var que sur sa rive droite (fig. 69). En fait, le phénomène est à la fois zonal mais aussi chronologique ; en effet le soulèvement est lié à la dynamique de l'arc de Nice ; il est précoce à l'Est et gagne vers l'Ouest au cours du Quaternaire (Dubar *et al.*, 1993). La compréhension des phénomènes quaternaires nécessite une comparaison des dispositifs dans les deux secteurs.

### 2.2.1. À l'ouest du Var : de l'accrétion à l'emboîtement, la « coupe » du Malvan

Cette coupe-clef a fait l'objet d'un étude biostratigraphique et paléomagnétique (Dubar *et al.*, 1999). La chronologie est éta-

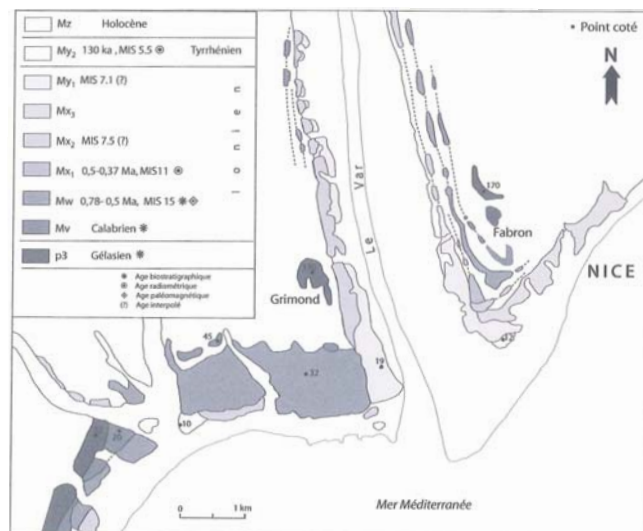


Figure 68 - Cartographie des terrasses étagées pléistocènes en contrebas de la surface gélasienne de l'embouchure du Var. Les sigles utilisés et l'approche chronologique sont ceux de la carte géologique Grasse-Cannes (Dardeau *et al.*, 2010).

Figure 68 - Mapping of stacked Pleistocene terraces below the Gelasian surface of the Var mouth. Abbreviations and chronological approach are those of the geological map of Grasse-Cannes (Dardeau *et al.*, 2010).

blie par recoupement des deux types de données. Les dépôts quaternaires sont pendant un moment (tout le Pléistocène inférieur de 1,7 à 1,1 Ma) en parfaite continuité avec les foresets progradants du Gélasién (niveaux à *Gl. inflata* et *Globigerina umbilicata*). L'ensemble est visible sur plus de 300 m avec un pendage sédimentaire moyen de 25° vers le Sud-Est (fig. 67). La richesse en microfaunes permet de situer l'apparition de *Hyalinea balthica* vers 150 m au-dessus de la limite avec le Gélasién et dater ce niveau de 1,3 Ma environ (Raffi, 1986), ce qui correspond à la première moitié du Calabrien (Mv1). Ce dispositif indique qu'au Quaternaire inférieur l'agencement des dépôts est du même type deltaïque (type

Gilbert) que lors du Pliocène.

La présence d'un paléosol rouge interstratifié (fig. 67) à une cinquantaine de mètres au-dessus de la limite avec le Gélasién indique une limite d'émersion dont la cause est probablement due, si l'on considère que le secteur est tectoniquement stable et n'est soumis à aucun soulèvement notable, à une chute momentanée du niveau marin, vraisemblablement d'origine glacio-eustatique (Haddad et Vail, 1992).

La plus ancienne terrasse Mv2 qui apparaît emboîtée de quelques mètres au front du système progradant (fig. 67) est datée par le paléomagnétisme de 1,1 Ma (épisode direct de Jaramillo). Elle appartient donc encore à la série du Calabrien.

Par la suite et jusqu'aux terrasses les plus basses de cette partie du littoral, il y a emboîtement morphologique des niveaux. Le nombre de terrasses est de quatre seulement. Le niveau Mw constitue une terrasse très développée depuis Antibes jusqu'à la vallée du Var. La découverte d'un squelette complet de *Dicerorhinus etruscus brachycephalus* à Cagnes-sur-Mer (Irr, 1984) permet de retenir la fourchette d'âges 0,9-0,5 Ma (Guérin, 1982). Le paléomagnétisme du sous-sol de cette grande terrasse (Sémah, MNHN de Paris, inédit) indique une période de polarité magnétique directe durable. Comme ces dépôts sont postérieurs à la terrasse Mv2 vue au front de la coupe du Malvan et donc postérieurs à l'épisode de Jaramillo (1-1,1 Ma) la période concernée doit être placée dans l'époque de Brhunes, soit plus récente que 0,78 Ma. En somme, l'âge de la terrasse Mw est compris entre 0,78 Ma et 0,5 Ma.

La terrasse Mx emboîtée d'une dizaine de mètres en contrebas de Mw n'est représentée que par des témoins de superficie modeste aussi bien vers Antibes que vers la vallée du Var. Le remblaiement alluvial est assez épais (2 à 6 m). Une datation U/Th effectuée sur des coraux (*Cladospira cespitosa*) situés à la base de Mx a fourni un âge non fini supérieur à 0,367 Ma (Dubar *et al.*, 2001). Compte-tenu de la position morphologique de cette terrasse, son âge s'établit entre 0,367 Ma et 0,5 Ma. L'ancienneté de ce niveau est corroboré par l'état pédogénétique de sa surface : celle-ci présente des

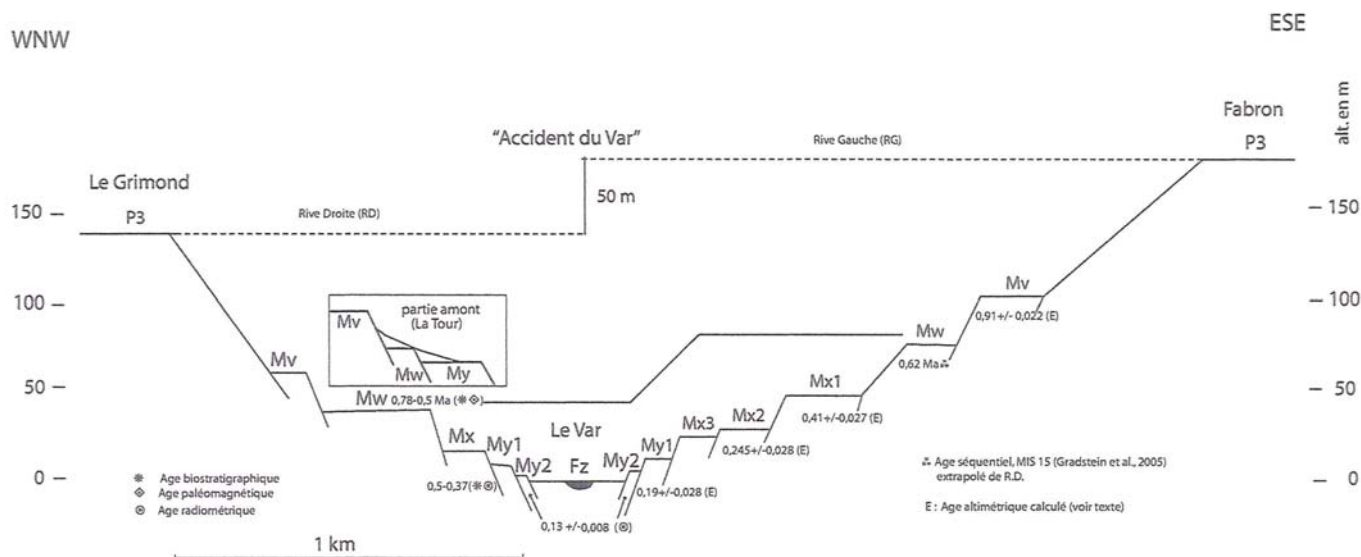


Figure 69 - Section transversale de la basse vallée du Var proche de l'embouchure, de Grimond à Fabron (voir fig. 68). Représentation synthétique des terrasses en contrebas (Dubar *et al.*, 2008) de la surface gélasienne et chronologie (Guérin, 1982). La datation chiffrée des terrasses de rive gauche (RG) combine une datation radiométrique (My2), une datation biochronologique (Mw) et quatre datations altimétriques calculées à partir des deux premières (explication détaillée dans le texte et tabl. 7).

Figure 69 - Transverse section through the lower Var valley near its mouth, from Grimond to Fabron (see Fig. 68). The terraces (Dubar *et al.*, 2008) and chronology (Guerin, 1982) below the Gelasian surface are shown schematically. The dating of left-bank terraces (RG) combines radiometric dates (My2), biochronological dates (Mw) and four altimetric dates calculated from the first two (detailed explanation in text and on Table 7).

caractères d'une longue évolution (sol fersialitique en voie de dégradation, Dubar, 1989).

En contrebas de Mx, il existe deux niveaux de basses terrasses (My1 et My2) non distingués dans la dernière version de la carte Grasse-Cannes pour des raisons de commodités cartographiques. Le niveau de terrasse marine My2, le plus bas (vers 10 m NGF), comprend une faune où *Strombus bubonius* est signalé mais surtout des dépôts dunaires caractérisés par une abondante faunule terrestre à espèces éteintes « ligures » caractéristique de ce niveau (Dubar, 1986, Dubar, 1995). Récemment, des datations U/Th ont donné un âge voisin de 130 Ka indiquant le MIS 5.5 (Dubar *et al.*, 2008), soit le Tyrrhénien pro-parte de Méditerranée (Cità *et al.*, 2005).

Dans la basse vallée du Var, la basse terrasse estuarienne My1, située vers 15 m à l'aval, correspond à un haut-niveau marin antérieur au MIS 5.5. L'absence des faunes à caractère « chaud » (espèces ligures et *Strombus bubonius*) dans ce niveau de la région de Nice permet de le différencier

du Tyrrhénien. À titre d'hypothèse, nous le rapportons au MIS 7.1. Ce stade daté de 190 ka environ correspond, dans le même cycle, à un haut-niveau de la mer postérieur à l'interglaciaire proprement-dit (MIS 7.5 vers 250 ka, Thompson et Goldstein, 2005).

## 2.2.2. La rive gauche du Var : étagement des terrasses ; essai de chronologie

Le nombre de terrasses étagées sur la rive gauche du Var est de 7 et le démarquage depuis la fin du Gélasien est de l'ordre de 160 m (fig. 69). Ce dispositif plus complet qu'à l'ouest du Var suggère un meilleur enregistrement des hauts-niveaux marins et indique que le soulèvement a été plus important que sur le compartiment de rive droite (RD). L'ensemble des terrasses de rive gauche (RG) est probablement représentatif de la succession des stades de haut-niveau marin du Quaternaire, au moins ceux qui correspondent à une variation eustatique d'une certaine ampleur à l'instar de ceux qui sont retenus dans la charte internationale (Gradstein *et al.*, 2004).

La datation de ces terrasses n'est pas possible directement en dehors de la plus récente d'entre-elles (My2RG) qui est rapportée au MIS 5.5 (0,13 Ma) sur la base d'une datation U/Th, comme en rive droite (Dubar *et al.*, 2008). Les autres niveaux sont datés indirectement par des corrélations avec les niveaux de rive droite (RD).

La corrélation ne peut être établie directement par l'altitude des témoins des deux rives car il existe un dénivelé d'origine tectonique entre les deux rives du Var, mais faite indirectement sur la base d'arguments sédimentologiques ou pédologiques (Dubar, 1987 b).

| Niveaux (RG) | Alt. (m) | Alt. à MwRG (75 m) | Taux de soulèvement (mm/an) et sa marge d'erreur | Âge calculé (ka) | Correspondances probables Charte eustatique mondiale (Gradstein <i>et al.</i> , 2004) | Correspondance Méditerranée (Zazo <i>et al.</i> , 2003) |
|--------------|----------|--------------------|--------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Mv           | 110      | + 35               | 0,121±-0,008                                     | 911±22           | MIS 23 (Calabrien sup. = Sicilien)                                                    | —                                                       |
| Mx1          | 50       | - 25               | "                                                | 412±27           | MIS 11 (Ionien inf.)                                                                  | —                                                       |
| Mx2          | 30       | - 45               | "                                                | 245±28           | MIS 7.5 (Ionien sup.)                                                                 | —                                                       |
| My1          | 21       | - 52               | "                                                | 192±28           | —                                                                                     | MIS 7.1                                                 |

Tableau 7 - Âge calculé des terrasses plio-pléistocènes de rive gauche (RG) à l'embouchure du Var. L'âge est calculé d'après l'altitude des terrasses en rive gauche et la vitesse de soulèvement du substrat (explications dans le texte).

Table 7 - Calculated age of the Pliocene-Pleistocene terraces on the left bank (RG) at the Var mouth. The age is calculated from the elevation of the terraces on the left bank and uplift velocity of the substrate (explanations in the text).

Le dénivelé entre les deux rives est mis en évidence de manière éclatante par les témoins des topsets fluviaux géla-siens (p3) subsistant sur les deux rives (fig. 69). Ce niveau-repère à très forte granulométrie est décalé d'une quarantaine de mètres d'une rive à l'autre, ce qui laisse soupçonner aussi un décalage des terrasses quaternaires.

En ce qui concerne les éléments de corrélation d'ordre pédologique, on a établi (Dubar, 1987b) sur les deux rives une chrono-séquence des sols des terrasses les plus récentes (les plus basses) vers les sols des terrasses les plus anciennes (les plus hautes) : profils simplement rubéfiés, puis profils de plus en plus argilifiés et enfin profils ayant subi une dégradation hydromorphe (bariolage, dérubéfaction). D'une manière générale, des lambeaux d'une même terrasse (lambeaux isochrones) situés sur une même rive ou sur la rive opposée portent des sols dont l'évolution est comparable. Dans la basse vallée du Var, on note justement que les profils homologues ne se correspondent pas altitudinalement sur les deux rives.

Ainsi, le niveau MwRD qui porte un sol « jaune » complètement déferrié dit ultisol (Bornand, 1978) est beaucoup plus ancien que son vis-à-vis de rive gauche, c'est-à-dire Mx1RG qui est seulement à un stade de début de dégradation de profil fersialitique. MwRD doit être corrélé avec MwRG situé à une trentaine de mètres plus haut et daté *ipso-facto* de l'intervalle 0,5-0,78 ma. Sur la charte internationale (Gradstein *et al.*, 2005), la séquence correspondant à cet intervalle présente un haut-niveau de la mer à 0,62 ma (MIS 15). La terrasse Mw pourrait bien correspondre à ce haut-niveau marin.

En prenant ce niveau-repère daté, il est possible de calculer le taux de soulèvement du compartiment situé à l'Est du Var. Ce taux permet un calcul d'âge des terrasses à partir de l'altimétrie, en admettant bien sûr que ce soulèvement a été constant dans une certaine mesure au cours du Quaternaire (Dubar *et al.*, 2001).

Le taux de soulèvement est égal au quotient de l'altitude de MwRG (75 m) par son âge de 0,62 ma soit 0,121 mm/an (tabl. 7). On note que ce calcul est effectué en supposant que le niveau marin est resté constant depuis cette date, ce qui est admis à  $\pm 5$  m près (Pirazzoli, 1989). Avec cette incertitude, on obtient une marge d'erreur de  $\pm 0,008$  mm/an. Dans le même but d'éviter l'aléa des variations du niveau marin, l'âge des terrasses est calculé par différence avec le niveau MwRG et non pas par rapport au niveau actuel de la mer.

Ces résultats de datation reposent sur une hypothèse et devront être vérifiés par des mesures géochronologiques directes ; cependant en se reportant à la charte de F.M. Gradstein *et al.* (2005) on note que les terrasses correspondent assez bien aux hauts-niveaux des séquences principales du Quaternaire : la première (Mv) au Calabrien supérieur (Sicilien), les autres (Mx1 et Mx2) aux MIS 11 et MIS 7 de l'Ionien. Seule la terrasse My1 ne correspond pas à une séquence principale mais à un sous-stade (MIS 7.1). En fait, les mouvements eustatiques depuis le stade 7 deviennent si marqués que l'enregistrement par le biais du soulèvement du continent détaille au sous-stade toutes les oscillations positives du niveau de la mer.

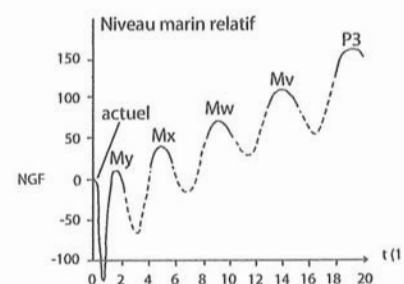
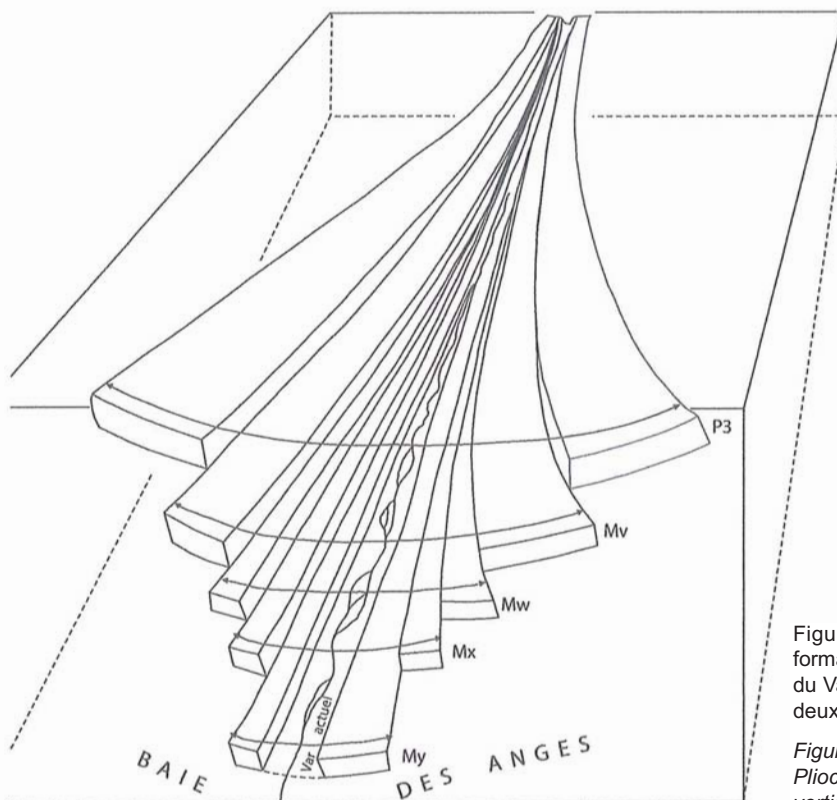


Figure 70 - L'emboîtement et l'étagement des formations du Pliocène supérieur-Pléistocène du delta du Var (le décalage altitudinal d'origine tectonique des deux rives n'est pas pris en compte).

Figure 70 - Nesting and succession of the upper Pliocene-Pleistocene formations of the Var delta (the vertical mismatch of tectonic origin between the two banks was not taken into account).



### 2.3. VUE D'ENSEMBLE : LE *CONTINUUM* PLIO-PLÉISTOCÈNE

Les dépôts pliocènes et les terrasses quaternaires du Var constituent un ensemble remarquable de niveaux deltaïques emboîtés et/ou étagés mis en place au gré des battements du niveau marin dans un contexte de soulèvement du continent. Au début (Zancléen et Plaisancien), les battements sont peu fréquents et le soulèvement est faible : c'est l'accrétion et l'emboîtement qui dominent. Au Pliocène supérieur et au Quaternaire, la fréquence eustatique augmente et le soulèvement s'accroît : l'étagement se généralise. Cette généralisation se fait dans le temps mais aussi dans l'espace car le soulèvement s'étend d'Est en Ouest. Dans ce contexte à la fois eustatique et tectonique, les alluvions sont contraintes dans la basse vallée dans un espace de plus en plus réduit au fur et mesure que la vallée s'incise (fig. 70).

Ces phénomènes qui combinent le niveau marin et la tectonique, parfaitement exprimés dans le delta du Var, ont également sous-tendu l'évolution des autres basses vallées provenço-ligures. Les particularités morpho-tectoniques locales n'y sont cependant pas aussi bien réglées avec les mouvements du niveau de la mer qu'en bordure de l'arc de Nice, et les édifices sédimentaires y sont quelque peu déficients.

### REMERCIEMENTS

Monsieur E. ANTHONY (Professeur, Université d'Aix-Marseille I) : lecture et correction du manuscrit.

Mademoiselle M. BONGRAIN : déterminations de bivalves (Chlamys) du Miocène

Monsieur A. BLONDEAU : détermination des Nummulitidés de l'Éocène

Monsieur D. CLUZEL (Université d'Orléans) : aide à la rédaction de la partie structurale

Madame S. FRENEIX (M.N.H.N.) : déterminations de bivalves du Paléogène et du Miocène

Madame A. LAURIAT – RAGE (M.N.H.N.) : déterminations de bivalves du Miocène

Monsieur O. MERLE (M.N.H.N.) : déterminations de gastéropodes du Miocène

Monsieur G. MASCLE (Université Grenoble) : lecture et correction du manuscrit.

Monsieur D. NERAUDEAU (Université de Rennes) et M. PHILIPPE (Pôle Sciences et Société Muséum, Lyon) : mise à jour et détermination des échinides du Miocène

B.R.G.M. : personnel technique des lames minces et montages pour pollens.

### BIBLIOGRAPHIE

- Baubron J.C.** (1974) – Étude de l'évolution magmatique des formations calco-alcalines tertiaires de Provence et de Haute-Provence par la géochimie du rubidium et du strontium. Rapport BRGM, 74, SGN, 37 p.
- Baubron J.C.** (1980) – Volcanisme du Sud-Est de la France. In Synthèse géologique du Sud-Est de la France, *Mém. B.R.G.M.*, n° 125, p. 514-517.
- Bellaiche G., Irr F. et Labarbarie M.** (1976) – Découverte de sédiments marins finis oligocènes-aquitaniens au large du massif des Maures (canyons des Stoechades). *C.R. Ac. Sci. Paris*, t. 283, n° 4, p. 319-322.
- Benedicto A., Labaume P., Seguret M. et Seranne M.** (1996) – Low angle crustal ramp and basin geometry in the Gulf of Lion passive margin ; Oligocene-Aquitania Vistrenque Graben, SE France. *Tectonics*, vol. 15, n° 6, p. 1192-1212.
- Berggren W.A. et Miller K.G.** (1998) – Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropal.*, vol. 34, n° 4, p. 362-380.
- Bignot G.** (1994) – L'énigme des Microcodium. *Bull. trim. Soc. Géol. Normandie et Amis Mus. Havre*, t. 81, fasc. 2, p. 25-45.
- Bignot G.** (2000) – Les Microcodium de l'Episode Pédogénique inaugurant la sédimentation sparnacienne au Cap d'Ailly. *Bull. Inf. géol. Bassin Paris*, vol. 37, n° 1, p.15-16.
- Blondeau A., Bodelle J., Campredon R., Lanteaume M. et Neumann M.** (1968) – Répartition stratigraphique des grands foraminifères de l'Éocène dans les Alpes-Maritimes franco-italiennes et les Basses-Alpes. *Mém. B.R.G.M.*, n° 58, p. 11-26
- Blondeau A., Bordet P. et Ginsburg L.** (1969) – Observations nouvelles sur l'Éocène marin de la région de Vence (Alpes maritimes). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4, p. 114-115.
- Bodelle J. et Campredon R.** (1969) – L'Éocène des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes. Colloque sur l'Éocène, Paris, mai 1968. *Mém. B.R.G.M.*, n° 69, t. III, p. 409-415.
- Bodelle J., Campredon R., Lanteaume M.** (1968) – Excursions dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes. Colloque sur l'Éocène, 21-22 mai 1968.
- Bodelle J.** (1972) – Les formations nummulitiques de l'Arc de Castellane. Thèse doct. d'État, univ. Nice, CNRS, A.O., 5183, 582 p.
- Bornand M.** (1978) – Altération des matériaux fluvio-glaciaires. Genèse et évolution des sols sur terrasses quaternaires dans la moyenne vallée du Rhône. Thèse Doct. Etat, univ. Montpellier, 330 p., 12 pl.h.t.
- Campredon R.** (1972) – Les formations paléogènes des Alpes-Maritimes franco-italiennes. Thèse Doct. Sciences, Univ.Nice, 2 tomes, 539 p.
- Campredon R. et Gigot P.** (1984) – Le Néogène : Bassin niçois et varois. In Synthèse géol. Du Sud-Est de la France, *Mém. B.R.G.M.*, n° 125, p. 499-501.
- Cande S.C. et Kent D.V.** (1992) – A new geomagnetic Polarity Time Scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journ. Geophys. Research*, vol. 97, n° B10, p. 13917-13951.



- Carbonnel G.** (1980) – L'ostracofaune du Messinien : une preuve de la vidange de la Paratéthys. *Géol. Méditerran.*, t. VII, n° 1, p. 19-24.
- Caus E. et Serra-Kiel J.** (1992) – Macroforaminifères : Estructura, Paleoecologia i Biostratigrafia. *Monografies* n° 2, Publ. Serv. geol. Catalunya, 211 p.
- Cavelier Cl. et Pomerol Ch.** (1986) – Stratigraphy of the Paleogene. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), t. II, n° 2, p. 255-265.
- Chaumillon E.** (1992) – Synthèse de l'évolution tectonique de la marge ligure d'après de nouvelles données de sismique réflexion monotrace. DEA, univ. P. et M. Curie, 35 p., 16 pl.h.t.
- Choukroune P., Ballevre M., Cobbold P., Gautier Y., Merle O. et Vuichard J.P.** (1986) – Deformation and motion in the Western alpine arc. *Tectonics*, 5, p. 215-226.
- Cita M.B., Capotondi L., Asioli A.** (2005) – The Tyrrhenian stage in Mediterranean : definition, usage and recognition in the deep-sea record. *Rend. Fis.Acc. Lincei*, s. 9, v. 16, p. 297-310.
- Clauzon G.** (1975) – La genèse des brèches messiniennes du Midi méditerranéen français. *Congr. Internat. Sédimentol.*, Nice, 4, 1, p. 73-80.
- Clauzon G., Rubino J.L. et Suc J.P.** (1996) – Les rias pliocènes du Var et de Ligurie : comblement sédimentaire et évolution géodynamique. Livret-guide excursion Groupe français Néogène et Groupe français Géomorphol., 44 p.
- Comte D. et Lehmann P.** (1974) – Sur les carbonates de l'Yprésien et du Lutétien basal de la Tunisie centrale. *Notes et Mém., CFP*, n° 11, p. 275-292.
- Coquand H.** (1873) – Description de l'étage garumnien et des terrains tertiaires des environs de Biot et d'Antibes (Alpes-Maritimes). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), I, p. 176.
- Cornet C.** (1965) – Évolution tectonique et géomorphologique de la Provence depuis l'Oligocène. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, XLIV, 103, 252 p.
- Cotillon P., Latreille G., Mein P. et Rio M.** (1973) – Manifestations de mouvements tectoniques anté-oligocènes dans la partie sud de l'Arc de Castellane, les formations conglomeratiques du bassin tertiaire du Jabron (Var). *C.R.Ac.Sc.*, sér. D, vol. 276, n° 16.
- Courme M.D. et Mascle G.** (1988) – Nouvelles données sur les séries oligo-miocènes des unités siciliennes : conséquences paléogéographiques. *Bull. Soc. géol. France*, (8), t. IV, n° 1, p. 105-118.
- Dardeau G., Dubar M., Toutin-Morin N., Courme M.-D., Crevola G. et Mangan C.** (sous presse). Carte géol. France (1/50 000) feuille de Grasse-Cannes (2<sup>ème</sup> édition). Orléans : BRGM. Notice explicative par G. Dardeau et al. (sous presse).
- Deb S.** (1938) – Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique des roches tertiaires des Alpes-Maritimes. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XVI, n° 36, 114pp.
- Debelmas J., Mascle G.** (2000) – Les grandes structures géologiques. Masson Ed. Paris, 4<sup>ème</sup> éd. 322 p.
- Debelmas J., Mascle G. et Basile Ch.** (2008) – Les grandes structures géologiques. Dunod Ed. Paris, 5<sup>ème</sup> éd., 322 p.
- Deperet Ch. et Guebard A.** (1902) – Sur l'âge des labradorites de Biot. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. II, p. 550-584.
- Droz L.** (1991) – Morphologie, structure et comparaison des deep-sea fans du Rhône, de l'Indus et du Var. Mém. Habilitation, Univ. Paris VI.
- Dubar M.** (1986) – Nouvelles données paléoclimatiques sur le Tyrrhénien des Alpes- Maritimes (France). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, n° 25-26, p. 63-69.
- Dubar M.** (1987) – Tectonique : précisions sur la structure et le fonctionnement récent du fossé tectonique du Var inférieur (Alpes-Maritimes, France) d'après l'étude des déformations des terrasses quaternaires. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 304, sér. II, n° 3, p. 141-146.
- Dubar M.** (1989) – Les industries paléolithiques de la région de Nice et leur rapport avec la chronologie des terrasses quaternaires. *L'Anthropologie*, t. 92, n° 2, p. 603-612.
- Dubar M.** (1995) – Séquences de transition climatique en domaine loessique et karstique dans la région de Nice (A.-M., France), en rapport avec l'eustatisme. *Quaternaire*, 6, p. 99-105.
- Dubar M., Fabbri O. et Guglielmi Y.** (2001) – Variations du niveau marin relatif au cours des deux derniers millions d'années sur le littoral des Alpes-Maritimes. Approche quantitative du soulèvement de l'Arc de Nice. *Rev. Analyse Spatiale*, n° spécial 2001 « Tectonique active et Géomorphologie », p. 73-78.
- Dubar M., Gauthron M., Gagnepain J. et Semah F.** (1999) – Le dispositif de transition Pliocène supérieur-Pléistocène inférieur du delta du Var (Alpes-Maritimes) ; nouvelles données microbiostratigraphiques et paléomagnétiques. *Quaternaire*, 2-3, p. 73-82.
- Dubar M., Guglielmi Y. et Falgueres C.** (1993) – Néotectonique et sédimentation côtière quaternaires en bordure de l'arc subalpin de Nice (A.-M., France). *Quaternaire*, vol. 3, n° 3-4, p. 105-110.
- Dubar M., Innocent C. et Sivan O.** (2008) – Radiometric dating (U/Th) of the lower marine terrace (MIS.5.5) West of Nice (French Riviera). Morphological and neotectonic quantitative implications. *C. R. Geosciences* 340 (2008), p. 723-731.
- El Hamwi K.** (1990) – Contribution géologique et hydrogéologique de la basse vallée de la Siagne (Alpes-Maritimes, France). Application de la méthode géoélectrique. Thèse d'Univ., univ. Nice, 131 p., 48 fig.
- Faure-Muret A., Fallot P., Bordet P. et Goguel J.** (1957) – Carte géol. France (1/50 000), feuille de Puget-Théniers (1<sup>ère</sup> édit.). Notice explicative par A. Faure-Muret et al. (1957). Orléans : BRGM.
- Foeken J., Bertotti G. et Dunai T.J.** (2006) – The morphology of a Messinian valley and its hinterland (Ventimiglia, NW Italy): A Miocene to Pliocene reconstruction. *Geol. Journ.*, 41, p. 465-480.
- Gennesseaux M. et Le Calvez Y.** (1960) – Affleurement sous-marin de vases pliocènes dans la baie des Anges (Nice). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 251, p. 2064-2066.

- Geze B., Nesteroff W.** (1963) – Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Menton-Nice (973). Orléans : BRGM, 15 p. Carte géologique par B. Gèze (1963).
- Giannerini G.** (1978) – Contribution à l'étude géologique de la bordure méridionale de l'Arc de Castellane entre Mons et Bargème (Var) : relation entre les déformations tectoniques et la sédimentation au cours du Tertiaire. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Nice, 285 p.
- Gigot P., Gubler Y. et Schlund J.M.** (1977) – Importance et conséquences d'un système de failles synsédimentaires dans le bassin continental oligocène de Manosque – Forcalquier. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 1, p. 17-20.
- Ginsburg L.** (1960) – Étude géologique de la bordure subalpine à l'Ouest de la basse vallée du Var. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 259, t. LVII 1959, p. 1-38.
- Ginsburg L., Arnaud M., Lary Ch. et Monleau Cl.** (1998) – Le Miocène du bassin de Vence (Alpes-Maritimes, France) : stratigraphie et paléogéographie. *Geodiversitas*, 20 (2), p. 229-238.
- Giraud J.D.** (1983) – L'arc andésitique paléogène des Alpes occidentales. Thèse doct. d'État, Univ. Nice, 378 p.
- Gohau G. et Veslin J.** (1960) – À propos de l'âge de la série du Miocène à Vence. *Bull. Soc. Géol. France*, sér. 7, t. 2(6), p. 764-767.
- Gouvernet C.** (1968) – Étude géologique de la plaine du Bas-Argens. Ann. Fac. Sc. Marseille, XL, p. 173-192.
- Gradstein F.M., Ogg J.G. et Smith A.G.** (2005) – Geologic time Scale 2004, Cambridge University Press, 500 p.
- Guebard A.** (1903) – Sur la géologie de la région de Vence. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), t. III, p. 131.
- Guerin C.** (1982) – Première biozonation du Pléistocène européen : principal résultat biostratigraphique de l'étude de Rhinocerotidae (Mammalia, Perissodactyla). *Géobios*, 15, p. 593-598.
- Guglielmi Y.** (1993) – Hydrogéologie des aquifères plio-quaternaires de la basse vallée du Var (Alpes-Maritimes Franc). Thèse Univ., Univ. Avignon, 173 p.
- Gupta S.** (1999) – Controls on sedimentation in distal margin palaeovalleys in the Early Tertiary Alpine foreland basin, South-Eastern France. *Sedimentology*, vol. 46, n° 2, p. 357-384.
- Haddad G.A. et Vail P.R.** (1993) – Pliocene and Quaternary sea level change: linking eustasy (from sequence stratigraphy to the oxygen isotope record of global ice volume. Actes Coll. Sequence stratigraphy of European basins, T. Jacquin Ed., 472 p.
- Hardenbol J., Thierry J., Farley B., Jacquin T., Graciansky de P.C. et Vail P.** (1998) – Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. *SEPM special publication*, 60, p. 3-13.
- Horn R., Menard F., Munck F.** (1965) – Étude géophysique de la basse vallée du Var. Rapport BRGM n° DS65.A 37, 24 p.
- Iaccarino S.** (1985). - Mediterranean Miocene and Pliocene planktonic foraminifera, in Bolli H. M., Saunders J. B. & Perch-Nielsen K. (eds), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge: p. 283-314.
- laworsky G.** (1971) – La présence de six cycles sédimentaires associés à six terrasses de l'estuaire du Var dans la stratigraphie des limons rouges de Nice. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 273, p. 1775-1778.
- ICS** (2008) – International stratigraphic Chart.
- Irr F.** (1984) - Paléoenvironnements et évolution géodynamique néogènes et quaternaires de la bordure nord du bassin méditerranéen occidental. Un système de pente de la paléo-marge liguro-provençale. Thèse Doct. d'État, Univ. Nice-Sophia Antipolis, 464 p., Trav. CRM Jean Cuvillier n° 6.
- Jolivet L.** (1995) – La déformation des continents. Exemples régionaux. Hermann Ed. des Sciences et des Arts, Paris.
- Lapparent A.-F. de** (1938) – Études géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. XL, n° 198, 302 p.
- Laurent O.** (1998) – Modalités de la structuration d'un prisme de front de chaîne : l'exemple de l'arc de Castellane (Chaînes subalpines méridionales, France). Thèse doct. d'Univ., Univ. Nice – Sophia Antipolis, 279 p.
- Laurent O.** (2000) – Modalités de la structuration miocène de la branche sud de l'arc de Castellane (chaînes subalpines méridionales). *Géol. France*, n° 3, p. 33-65.
- Mangan Ch.** (1982) – Géologie et hydrogéologie karstique du bassin de la Brague et ses bordures (Alpes-Maritimes – France), t. I (texte) et t. II (figures et planches). Thèse doct. Spécial., mention géol., Univ. Nice.
- Masclé G. et Tricart P.** (2001) – Le canal de Sardaigne. Les plongées CYANA. *Géol. Alpine*, Mém.h.s. n° 3-4, 165 p.
- Mennessier G.** (1964) – Sur l'évolution tectonique et morphologique des chaînons externes de l'arc de Castellane entre le Verdon et la Siagne. *Rev. Géogr. phys. et Géol. Dyn.*, vol. 6, fasc. 2, p. 91-113.
- Merle D., Barrier P., Brebion P., Lauriat-Rage A. et Tsagaris S.** (1990) – Paléopeuplements et déformations synsédimentaires dans le Miocène supérieur du bassin d'Héraklion (Crète). Atti 4<sup>ème</sup> Sympos. écol. paléocéol. com. bentoniche, Sorrento 1988, Mus. Régio Sci.nat. Torino éd., p. 297-321.
- Morillon A.C.** (1997) – Étude thermo-chronométrique appliquée aux exhumations en contexte orogénique : le massif des Maures (France) et les cordillères bétiques (Espagne). Thèse doct. d'Univ., Univ. Nice, 303 p.
- Obeode M.O.** (1976) – The Age of the Marly formation of the Miocene Basin of Vence (SE France) based on Planktonic Foraminifera. *Rev. Esp. Micropal.*, X, (1), p. 75-86.
- Obeode M.O.** (1982) – Miocene foraminiferal paleontology of the basin of Vence, Southeast France. *Paleogeogr., Paleoclim., Paleoc.*, 39, p. 313-329.

- Odin G.S., Montanari A., Deino A., Drake R., Guise P.G., Kreuzer H. et Rex D.C.** (1991) – Reliability of volcano-sedimentary biotite ages across the Eocene-Oligocene boundary (Apennines, Italy). *Chem. Geol. Isotope Geosci. Sect.*, 86, p. 203-224.
- Odin G.S.** (1994) – Geological Time Scale. *C.R. Acad. Sc.*, 318, sér. II, p. 59-71.
- Pairis J.P.** (1984) (en collab. avec R. Campredon, J. Charollais et C. Kerckhove) – Paléogène – Descriptions régionales : les Alpes. In Synthèse Géol. Sud-Est de la France, *Mém. BRGM*, n° 125, p. 410-415.
- Perseil E.A.** (1968) – Caractères minéralogiques de quelques types de gisements manganésifères de la France méridionale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), X, p. 408-412.
- Pirazzoli P.A.** (1989) – Global sea-level changes and their measurement. *Global and planetary Change*, 8, p. 135-148.
- Poignant A.F.** (1976) – Les Algues rouges calcaires, repartition dans le temps et dans l'espace. *Géol. Méditerran.*, t. III, n°1, p.7-10.
- Posamentier H.W., Allen G.P., James D.P. et Tesson M.** (1992) – Forced regressions in a sequence stratigraphic framework : concepts, examples and exploration significance. *Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.*, 76, p. 1687-1709.
- Raffi S.** (1986) – The significance of marine boreal Molluscs in the Early Pleistocene faunas of the Mediterranean area. *Palaeogeogr., Palaeoclim. and Palaeoec.*, 52, p. 267-289.
- Rehault J. P., Boillot G. et Mauffret A.** (1984) – The Western Mediterranean Basin geological evolution. *Marine Geology*, vol. 55, n° 3-4, p. 445-475.
- Ritz J.-F.** (1991) – Évolution du champ de contraintes dans les Alpes du Sud depuis la fin de l'Oligocène. Implications sismotectoniques. Thèse d'Univ., Univ. Montpellier, 187 p.
- Savoye B. et Piper D.J.W.** (1991) – The Messinian event on the margin of the Geol.Mediterranean Sea in the Nice area, southern France. *Marine Geology*, 97, p. 279-304.
- Savoye B., Cochonat P., Bourillet J.-F., Cayocca F.** (1997) – Les avalanches sous-marines : un processus géologique majeur et des risques à évaluer. [www.ifremer.fr/drogm\\_uk/Realisation/Vulgar/Avalanches/avalf2.html](http://www.ifremer.fr/drogm_uk/Realisation/Vulgar/Avalanches/avalf2.html)
- Thompson W.G., Goldstein S.L.** (2005) – Open system coral ages reveal persistent suborbital sea-level cycles. *Science*, 308, p. 401-404.
- Touraine F.** (1976) – L'Oligocène nord-varois. Nouvelle mise au point. *Géol. Alpine*, t. 52, p. 121-127.
- Tournouër H.** (1877) – Notes paléontologiques sur quelques-uns des terrains tertiaires observés dans la Réunion extraord. Soc.géol. à Fréjus et à Nice. *Bull. Soc. Geol. France*, sér. 3, t. 5, p. 841-857.
- Toutin-Morin N., Bonijoly D., Brocard C., Broutin J., Crevola G., Dardeau G., Dubar M., Feraud J., Giraud J.D., Godefroy P., Laville P., Meinesz A.** (1994) – Carte géol. France (1/50 000), feuille Fréjus-Cannes (1024), 2<sup>ème</sup> édition – Orléans : BRGM. Notice explicative par N. Toutin-Morin, D. Bonijoly, C. Brocard, J. Broutin, G. Crevola, G. Dardeau, M. Dubar, J. Feraud, J.D. Giraud, P. Godefroy, P. Laville et A. Meinesz (1994), 187 p.
- Ungaro S.** (1996) – Adaptative morphological strategy of Gypsina (encrusting Foraminifera). In Autoecology of selected fossils organisms: Achievements and problems. A. Cherchi (ed.). *Bull. Soc. Paleont. Ital.*, spec. Vol. 3, p. 233-241.
- Vernet J.** (1982) – La phase d'édification post-miocène des Alpes sur la transversale des Alpes-Maritimes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 118, p. 223-234.
- Zeng Z., Cravatte J.** (1986) – Étude palynologique du Pliocène de la côte d'Azur (France) et du littoral ligure (Italie). *Géobios*, 19, 6, p. 815-823.
- Zurcher** (1900) – Sur la feuille de Nice. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. XII, n° 80, p. 93.
- Carte consultée (Editions du BRGM) (voir notice explicative de la feuille à 1/50 000 Grasse-Cannes)

#### Ouvrages et Mémoires consultés

- Bolli H.M., Saunders J.B. et Perch-Nielsen K.** (1985) – Plankton stratigraphy. Cambridge University Press.
- Cavelier C. et Pomerol C.** (1986) – Stratigraphy of the Paleogene. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), 1986 (2), p. 255-265.
- Dercourt J., Zonenshain L.P., Ricou L.E., Kazmin V.G., Le Pichon X., Knipper A.L., Grandjacquet C., Sbertshikov I.M., Geyssant J., Lepvrier C., Pechersky D.H., Boulain J., Sibuet J.C., Savostin L.A., Sorokhtin O., Westphal M., Bazhenov M.L., Lauer J.P. et Biju-Duval B.** (1986) – Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since the Lias. *Tectonophysics*, 123, p. 241-315.
- Synthèse géologique du Sud-Est de la France (1980) - Debrand-Passard S., Lienhardt M.J. et Courbouleix S, coordinateurs – *Mém. BRGM* n° 125, 600 p. et n° 126, 64 pl.
- Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E., Drobne K., Ferrandez C., Jauhri A. K., Less G., Pavlovec R., Pignatti J., Samso J. P., Schaub H., Sirel E., Strougo A., Tambareau Y., Tosquella J. et Zakrevskaya E.** (1998) – Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. Soc. Géol., France*, t. 169, n° 2, p. 281-299.

## Annexe 1 - Les foraminifères du Bartonien (e6cM)

## FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES

*Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis*, *T. c. cocoaensis*, *T. c. pomeroli* = *T. centralis*, des formes intermédiaires entre *T. c. psocagnoensis* et *pomeroli*, de même qu'entre *T. c. pomeroli* et *cerroazulensis*, *Globigerinatheka mexicana mexicana*, *G. m. barri*, *G. index index*, *G. index tropicalis*, *G. subconglobata subconglobata*, *G. s. luterbacheri*, *Globorotalia increbescens*, *Globigerina eocaena*, *G. aff. angiporoides*, *G. lozanoi*, *G. linaperta*, *G. cryptomphala*, *G. officinalis*, *G. venezuelana*, *G. tripartita*, *G. hagni*, *Catapsydrax dissimilis*, *Hantkenina alabamensis*, *Acarinina spinuloinflata*, *Truncorotaloides topilensis* et des formes à affinité *G. ampliapertura* qui annoncent le passage au Priabonien.

## FORAMINIFÈRES BENTHIQUES

*Anomalina affinis*, *A. acuta*, *Anomalinella byramensis*, *Anomalinoides capitatus*, *A. dorri*, *A. venezuelana*, *Alabamina cf. dissonata*, *Biasterigerina bartoniana*, *B. falcilocularis*, *Bolivina cf. intermedia*, *B. aspersis*, *Buliminella grata*, *B. cf. jarvisi*, *Bulimina aff. trinitatensis*, *B. aff. ovata primitiva*, *B. aff. costata*, *B. tuxpamensis*, *Cassidulina armosa*, *C. subglobosa*, *Cassidulinoides howei*, *Chrysalogonium obliquatum*, *Cibicidina barnetti*, *Cibicides lobatulus*, *C. mauricensis*, *Cibicidoides eocaenus*, *C. felix*, *C. micrus*, *C. grimsdalei*, *C. subspiratus*, *C. mexicanus*, *C. praemundulus*, *C. truncanus*, *C. pseudoungerianus*, *C. bradyi*, *C. perlucidus*, *C. cushmani*, Elphidiidae, *Fissurina trinitatensis*, *Florilus (N.) communis*, *Fursenkoina schreibersiana*, *Globulina ampulla*, *Gyroidina nitidula*, *G. girardana*, *Hanzawaia ammophila*, *Lagena striata*, *Lenticulina aff. midwayensis*, *L. cf. yeguatensis*, *L. aff. ariminensis*, *L. aff. serpens*, *L. inomata*, *Marginulina eocaena*, *M. fragaria*, *Miliolidae*, *Neorotalia lithothamnica*, *Nodosaria minor*, *Nonion commune*, *N. cf. florinense*, *N. cf. mexicanum*, *N. cf. hummelincki*, *Nuttalides cf. truempyi*, *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina marialana*, *Planorbulina sp.*, *Planularia aff. clara*, *Praeglobulimina primitiva*, *Pullenia quinqueloba*, *P. bulloides*, *Saracenaria triangularis*, *Schenckella gracillima*, *Stilostomella verneuli*, *S. aff. modesta*, *S. nuttalli*, *Trifarina budensis*, *Uvigerina eocaena*, *U. mexicana*, *U. havanensis*, *U. gracilis*, *U. aff. gallowayi basicordata*, des Agglutinés comme *Dorothia aff. subglabra*, *Karrerella subcylindrica*, *Semivulvulina pennatula*, *S. deperdita*, *Spirorutilus mexicanus*, *Rupertiidae* comme *Eorupertia*, *Textularia cf. eocaenica*.



## Annexe 2 - Les foraminifères du Priabonien (e7M)

## FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES

*G. cryptomphala*, *G. eocaena*, *G. angiporoides*, *G. venezuelana*, *G. hagni*, *G. galavisi* = *yeguaensis*, *G. aff. ampliapertura*, *G. pseudoampliapertura* (proche de *ampliapertura*), *Turborotalia cerroazulensis cocoaensis*, *T. cerroazulensis cerroazulensis*, des formes intermédiaires comme *T. cerroazulensis pomeroli-cerroazulensis* et *T. cerroazulensis possagnoensis-pomeroli*, et comme *Turborotalia c. cocoaensis* et *T. cunialensis*, *T. centralis*, *T. cerroazulensis pomeroli*, *Globigerinatheka index tropicalis*, *Globigerinatheka index index*, *G. subconglobata luterbacheri*, *Catapsydrax dissimilis*, et des formes remaniées de l'Éocène moyen (*Globigerina triloculinoides*, *G. linaperta*, *Turborotalia frontosa*, *Acarinina primitiva*),

## FORAMINIFÈRES BENTHIQUES

*Alabamina dissonata*, *Anomalinoides capitatus*, *Anomalina affinis*, *A. cf. alazanensis spissiformis*, *A. dorri aragonensis*, *Astacolus aff. ovatus*, *Bulimina aff. ovata primitiva*, *B. aff. costata*, *B. tuxpamensis*, *B. truncana*, *Bulimina pupoides*, *B. palmerae*, *B. aff. alazanensis*, *Brizalina tectiformis*, *Cassidulina subglobosa*, *C. subglobosa horizontalis*, *Chryssalagonium obliquatum*, *Cibicidoides praemundulus*, *C. grimsdalei*, *C. truncanus*, *C. pseudoungerianus*, *C. cushmani*, *C. perlucidus*, *C. eocaenus*, *C. mexicanus*, *C. subspiratus*, *C. aff. westi*, *Cibicidina walli*, *C. barnetti*, *Cribrorobulina dicampyla*, *Dentalina mucronata*, *Ellipsonodosaria subspinosa*, *Elphidium sp.*, *Epistomina sp.*, *Fissurina trinitatisensis*, *F. aff. creba*, *Gyroidinoides girardana*, *G. cf. jarvisi*, *Hanzawaia ammophila*, *Lenticulina aff. ariminensis*, *L. aff. alato-limbata*, *L. aff. curvissepta*, *L. aff. cuvillieri*, *L. aff. williamsoni*, *L. aff. serpens*, *L. inomata*, *Marginulina asperruliformis*, *M. eocaena*, *M. aff. glabra obesa*, *M. cumulicostata*, *M. behmi*, *M. fragaria*, *M. subbulata*, *Marginulinopsis longiforma*, *Nodosaria minor*, *N. longiscata*, *Nodosarella subnodosa*, *Nuttallides truempyi*, *Oridorsalis umbonatus*, *Osangularia aff. dominicana*, *Planulina marialana*, *P. renzi*, *Planularia aff. clara*, *P. sp.*, *Pleurostomella aff. nuttalli*, *Praeglobulimina ovata*, *P. aff. grata*, *Pullenia quinqueloba*, *P. bulloides*, *Saracenaria aff. triangularis*, *Stilostomella nuttalli*, *S. nuttalli gracillima*, *S. adolphina*, *S. verneuli*, *Uvigerina havanensis*, *U. mexicana*, *U. auberiana*, *U. aff. batjesi kaasschieter*, *U. aff. striatissima*, *U. aff. hantkeni*, *U. eocaena*, *U. curta*, *U. rustica*, et des Agglutinés tels que *Clavulina (Cylindroclavulina) eocaena*, *Dorothia aff. subglabrata*, *Karriella subcylindrica*, *Martinotiella communis*, *Plectina dalmatina*, *Spiroplectammina deperdita*, *Semivulvulina spinosa*, *S. flabelliformis*, *Semivulvulina spinosa*, *S. flabelliformis*, *Textularia cf. eocaenica*, *T. aff. agglutinans*, *Tritaxia szabo*, *Vulvulina pennatula*, *V. spinosa*.

Annexe 3 – Associations des foraminifères planctoniques et benthiques dans les différents échantillons prélevés lors du lever de la feuille Grasse-Cannes à 1/50 000 (tableaux 8 à 42) ; Répartition stratigraphique des foraminifères planctoniques (tableau 43) et des foraminifères benthiques (tableau 44) ; localisation des échantillons avec leurs coordonnées (tableau 45).

Tableaux 8 à 42 - Associations de foraminifères planctoniques et benthiques dans les différents échantillons prélevés lors du lever de la feuille Grasse-Cannes à 1/50 000

Tables 8 to 42 - Associations of planktonic and benthic foraminifera in the different samples collected during the mapping of the 1:50,000-scale Grasse-Cannes sheet.

Chaque tableau comporte trois parties :

- une association de foraminifères planctoniques (quand elle existe) dont la répartition stratigraphique est basée essentiellement sur les travaux de Bolli *et al.* (1985) (tableau 43) ;
- une association des foraminifères benthiques avec leur répartition stratigraphique. Celle-ci est basée sur différents ouvrages et travaux d'auteurs. Elle n'est pas exhaustive (tableau 44) ;
- la répartition des foraminifères benthiques de l'échantillon.

Les répartitions dans les domaines Méditerranéen et Paratéthysien sont représentées soit par une ligne de tirets (Méditerranée), soit par une ligne de pointillés (Paratéthys), soit par une ligne de tirets – deux points pour le Piémont. Les lignes en trait plein concernent généralement les zones de basse latitude.

Tableau 45 - Localisation des échantillons avec leurs coordonnées.

Table 45 - Location of the samples with their coordinates.

#### G14 Foraminifères benthiques

| m1M                      | N3 | N4 | N5 | N6 | N7   | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------|----|----|----|----|------|----|----|-----|
| Biasterigerina planorbis |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Anomalina subbadensis    |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Cibicides lobatulus      |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Discorbis lucida         |    |    |    |    | ---- | ?  |    |     |
| D. vesicularis           |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Elphidium gr. flexuosum  |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Guttulina lehneri        |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Miogypsina sp            |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Pararotalia armata       |    |    |    |    |      |    |    |     |
| P. choctawensis          |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Nonion commune           |    |    |    |    |      |    |    |     |
| Pulvinulinella smithi    |    |    |    |    | ---  | ?  |    |     |
| Svratkina perlata        |    |    |    |    |      |    |    |     |

| G14                      | 0 | 50 | 100 | 200            | 300 | 400 | 500 |
|--------------------------|---|----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Biasterigerina planorbis |   |    |     |                |     |     |     |
| Cibicides lobatulus      |   |    |     |                |     |     |     |
| Discorbis                |   |    |     |                |     |     |     |
| Elphidium                |   |    |     |                |     |     |     |
| Guttulina                |   |    |     |                |     |     |     |
| Pararotalia              |   |    |     |                |     |     |     |
| Nonion                   |   |    |     |                |     |     |     |
| Svratkina                |   |    |     | forme profonde |     |     |     |
| Miogypsina sp            |   |    |     |                |     |     |     |

**Foraminifères benthiques**
**G177 - 178**

Biasterigerina planorbis  
 Bolivina fastigia  
 Cibicides lobatulus  
 Cibicoides haidingeri  
 C. subhaidingeri  
 Dyocibicides biserialis  
 Elphidium macellum  
 Globulina guttula  
 Gyroidinoides laevigatus  
 G. neosoldanii  
 Heterolepa dutemplei  
 Lenticulina rotulata  
 Neoponides schreibersii  
 Nonion commune

|                          | N3 | N4 | N5   | N6   | N7    | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------|----|----|------|------|-------|----|----|-----|
| Biasterigerina planorbis |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Bolivina fastigia        |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Cibicides lobatulus      |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Cibicoides haidingeri    |    |    |      |      |       |    |    |     |
| C. subhaidingeri         |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Dyocibicides biserialis  |    |    | ?    | ---- |       |    |    |     |
| Elphidium macellum       |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Globulina guttula        |    | ?  | ---- |      |       |    |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus |    |    |      | --?  | ----- |    |    |     |
| G. neosoldanii           |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Heterolepa dutemplei     |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Lenticulina rotulata     |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Neoponides schreibersii  |    |    |      |      |       |    |    |     |
| Nonion commune           |    |    |      |      |       |    |    |     |

**Foraminifères planctoniques**
**G177-178**

Globorotalia obesa  
 G. opima nana/continua  
 Globigerinoides primordius  
 Globigerina galavisi  
 Catapsydrax unicavus

|                            | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globorotalia obesa         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. opima nana/continua     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerinoides primordius |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina galavisi       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Catapsydrax unicavus       |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G177-178**

Biasterigerina  
 Bolivina  
 Cibicides lobatulus  
 Cibicoides  
 Dyocibicides  
 Elphidium  
 Globulina  
 Gyroidinoides  
 Heterolepa  
 Lenticulina  
 Nonion

|                     | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Dyocibicides        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**niveaux supérieurs de la molasse m1M**
**Foraminifères planctoniques**

Ammonia beccarii  
 Biasterigerina planorbis  
 Bolivina fastigia  
 Cibicides lobatulus  
 Cibicoides haidingeri  
 Dyocibicides biserialis  
 Elphidium macellum  
 Fursenkoina acuta  
 Globulina guttula  
 Hanzawaia americana  
 Heterolepa dutemplei  
 Lenticulina rotulata  
 Neoponides schreibersii  
 Nonion commune  
 Porosonion granosum  
 Rosalina globularis  
 Spirorutilus carinatus  
 Uvigerina basicordata

|                          | N3 | N4     | N5     | N6    | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------|----|--------|--------|-------|----|----|----|-----|
| Ammonia beccarii         |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Biasterigerina planorbis |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Bolivina fastigia        |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Cibicides lobatulus      |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Cibicoides haidingeri    |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Dyocibicides biserialis  |    |        | -----? |       |    |    |    |     |
| Elphidium macellum       |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Fursenkoina acuta        |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Globulina guttula        |    | -----? |        |       |    |    |    |     |
| Hanzawaia americana      |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Heterolepa dutemplei     |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Lenticulina rotulata     |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Neoponides schreibersii  |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Nonion commune           |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Porosonion granosum      |    |        |        |       | ?  |    |    |     |
| Rosalina globularis      |    |        | ?      | ----- |    |    |    |     |
| Spirorutilus carinatus   |    |        |        |       |    |    |    |     |
| Uvigerina basicordata    |    |        |        |       |    |    |    |     |

**niveaux supérieurs de la molasse m1M**
**Foraminifères benthiques**

Globorotalia obesa  
 Globigerinoides altiaperturus  
 Catapsydrax unicavus

|                               | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globorotalia obesa            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerinoides altiaperturus |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Catapsydrax unicavus          |    |    |    |    |    |    |    |     |

**niveaux supérieurs de la molasse m1M**
**Environnement**

|                          | 0 | 50 | 100   | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------------------|---|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Ammonia                  |   |    | ----- |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina planorbis |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivines                |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus      |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides               |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Dyocibicides             |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium                |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Fursenkoina              |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulines               |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia                |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa               |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines             |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                   |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Porosonion               |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Rosalina                 |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus             |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines               |   |    |       |     |     |     |     |     |     |      |

**G169 Foraminifères benthiques**

|                          | N3 | N4    | N5  | N6 | N7 | N8   | N9 | N10 |
|--------------------------|----|-------|-----|----|----|------|----|-----|
| Amphycorina scalaris     |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Astacolus subtilius      |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Almaena escombeovensis   |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Anomalina rotula         |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Ceratobulimina contraria |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Cibicidoides haidingeri  |    |       |     |    |    |      |    |     |
| C. pseudoungerianus      |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Cibicides lobatulus      |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Globulimina hannai       |    | -?--- |     |    |    | ---- | ?  |     |
| Globulina gibba          |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Guttulina problema       |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Lenticulina cultrata     |    |       |     |    |    |      |    |     |
| L. orbicularis           |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Martinotiella communis   |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Melonis pompilioides     |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Nodosarella subnodosa    |    |       | -?- |    |    |      |    |     |
| Osangularia mexicana     |    |       |     |    | ?  |      |    |     |
| Pseudonodosaria aequalis |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Sphaeroidina bulloides   |    |       |     |    |    |      |    |     |
| S. variabilis            |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Siphonina reticulata     |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Spirorutilus carinatus   |    |       |     |    |    |      |    |     |
| Uvigerina basicordata    |    |       |     |    |    |      |    |     |
| U. gallowayi             |    |       |     |    |    |      |    |     |

**G169 Foraminifères planctoniques**

|                            | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerinoides primordius |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus trilobus       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia siakensis     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. mayeri              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. opima nana / continuosa |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. obesa                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globoquadrina dehiscens    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. barcoensis              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina gr. bulloides  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. praebulloides           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. sellii                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotaloides suteri     |    |    |    |    |    |    |    |     |

| G169 Sables            | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Anomalina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nodosarella subnodosa  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina basicordata  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

| G169 Sables            | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Anomalina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nodosarella subnodosa  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G167 Foraminifères planctoniques**

|                                      | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| m1M - Sables                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina praebulloides            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. tripartita                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. venezuelana                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerinoides trilobus             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globoquadrina praedeheiscens         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia opima nana / continuosa |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. obesa                             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Catapsydrax dissimilis               |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G167 Foraminifères benthiques**

|                          | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Brizalina arta           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Ceratocancri sp.         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Dentalina reussi         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| D. vertebralis           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Guttulina jarvisi        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Hanzawaia americana      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Heterolepa ungeriana     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. dutemplei             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Lenticulina rotulata     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. curvisepa             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. cultrata              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. antipoda              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. vortex                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Marginulinopsis fragaria |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Melonis soldanii         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| M. pompilioides          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Nonion boueanum          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Nodosaria lamellata      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Saracenaria arcuata      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Sphaeroidina bulloides   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Spirorutilus carinatus   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Uvigerina gallowayi      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| U. auberiana             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| U. schwageri             |    |    |    |    |    |    |    |     |

| G167 Sables            | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Brizalines             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Dentalines             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |



**G168 Foraminifères planctoniques**

| m1M sables                  | N3 | N4 | N5 - | N6 | N7 - | N8 - | N | N10 |
|-----------------------------|----|----|------|----|------|------|---|-----|
| Globorotalia obesa          |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. mayeri                   |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. opima nana/continua      |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Globigerina angustumilicata |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. ciperoensis ciperoensis  |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. venezuelana              |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. tapuriensis              |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. gr. bulloides            |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. praebulloides            |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. brazieri                 |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Globoquadrina praedehiscens |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. baroemoensis             |    |    |      |    |      |      |   |     |
| G. altispira globosa        |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Globorotaloides suteri      |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Catapsydrax dissimilis      |    |    |      |    |      |      |   |     |

| G168 Sables             | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Biasterigerina          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivines               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalines              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulmines                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulina             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulines              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G168 Foraminifères benthiques**

|                            | N3 | N4 | N5 - | N6 | N7 - | N8 - | N | N10 |
|----------------------------|----|----|------|----|------|------|---|-----|
| Biasterigerina planorbis   |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Bolivina fastigia          |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Brizalina arta             |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Bulimina elongata elongata |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Cassidulina laevigata      |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Ceratobulimina contraria   |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Cibicidoides subhaidingeri |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Elphidium gr. fichtelianum |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Globulina gibba            |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Guttulina communis         |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Hanzawaia americana        |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Lenticulina rotulata       |    |    |      |    |      |      |   |     |
| L. cultrata                |    |    |      |    |      |      |   |     |
| L. crassa                  |    |    |      |    |      |      |   |     |
| L. antipoda                |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Marginulina hirsuta        |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Melonis pompilioides       |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Nonion boueanum            |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Planulina renzi            |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Pullenia bulloides         |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Sphaeroidina bulloides     |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Spirorutilus carinatus     |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Uvigerina basicordata      |    |    |      |    |      |      |   |     |
| Vaginulina pseudoclavata   |    |    |      |    |      |      |   |     |

|                            |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Globoquadrina baroemoensis |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. dehiscentis             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. larmei                  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globigerinoides primordius |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. trilobus trilobus       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. opima nana/continua     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. siakensis               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. obesa                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. gr. mayeri              |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. opima continua          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globigerina praebulloides  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G. venezuelana             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globorotaloides suteri     |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Amphistegina        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Almaena             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Biasterigerina      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bolivines           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cancris             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cibicides lobatulus |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cibicidoides        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globulina           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Guttulina           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Gyroidinoides       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hanzawaia           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Heterolepa          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Martinotiella       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Melonis             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nonionoides         |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pullenia            |  |  |  |  |  |  |  |  |

**G198b (Foraminifères benthiques)**

|                                    | N3 | N4 | N5 - | N6 | N7 - | N8 - | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|------|----|------|------|----|-----|
| Amphistegina vulgaris              |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Anomalinoidea rotulatus            |    |    |      |    |      |      |    |     |
| A. pompilioides                    |    |    |      |    |      |      |    |     |
| A. helicinus                       |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Almaena escomboensis               |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Alabama budensis                   |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Biasterigerina planorbis           |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Bolivina fastigia                  |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Cancris auriculus                  |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Cibicides lobatulus                |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Cibicidoides pseudoungerianus      |    |    |      |    |      |      |    |     |
| C. subhaidingeri                   |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Cinbrorbulina dicampyla            |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Glandulina laevigata               |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Globulina gibba                    |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Guttulina problema                 |    |    |      |    |      |      |    |     |
| G. communis                        |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Gyroidinoides altiformis           |    |    |      |    |      |      |    |     |
| G. girardanus                      |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Heterolepa floridana burdigalensis |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Hanzawaia americana                |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Lenticulina rotulata               |    |    |      |    |      |      |    |     |
| L. antipoda                        |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Marginulina hirsuta                |    |    |      |    |      |      |    |     |
| M. splendens                       |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Marginulopsis fragaria             |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Martinotiella communis             |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Melonis pompilioides               |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Neoponides schreibersii            |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Nonion commune                     |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Nonionoides grateloupi             |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Plectofrondicularia diversicostata |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Pullenia bulloides                 |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Pleurostomella incrassata          |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Saracenaria arcuata                |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Sphaeroidina bulloides             |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Stilostomella consobrina emaciata  |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Spirorutilus carinatus             |    |    |      |    |      |      |    |     |
| Uvigerina basicordata              |    |    |      |    |      |      |    |     |
| U. striatella                      |    |    |      |    |      |      |    |     |

## G39 (Foraminifères benthiques)

| marnes m1M                       | N3 | N4 | N5         | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|----------------------------------|----|----|------------|----|----|----|----|-----|
| Almaena escombebovensis          |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Astacolus subtilius              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Baggina gibba                    |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Biasterigerina planorbis         |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Brizalina arta                   |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Cibicides lobatulus              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Cibicoides subhaidingeri         |    |    |            |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Dyocibicides biserialis          |    |    | ?          |    |    |    |    |     |
| Dentalina acuta                  |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Elphidium crispum                |    |    |            |    |    |    |    |     |
| E. gr. fichtelianum              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| E. subplanatum                   |    |    | ?          |    | ?  |    |    |     |
| Ehrenbergina trigona             |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Favulina hexagona                |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus         |    |    | ---        | 2  |    |    |    |     |
| G. girardanus                    |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Globulina gibba                  |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Hanzawaia americana              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Lenticulina calcar               |    |    |            |    |    |    |    |     |
| L. orbicularis                   |    |    |            |    |    |    |    |     |
| L. vortex                        |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Lagena striata                   |    |    |            |    |    |    |    |     |
| L. asperoides                    |    |    |            |    |    |    |    |     |
| L. sulcata inflata               |    |    | ---        | ?  |    |    |    |     |
| L. apiculata odontostoma         |    |    | ---        | ?  |    |    |    |     |
| Melonis soldanii                 |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Marginulina hirsuta              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| M. glabra                        |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Nodosaria karrii                 |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Neonoides schreibersii           |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Neocorbina terquemi              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Neorotalia burdigalensis         |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Nonionoides grateloupi           |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Pseudoglandulina subcylindrica   |    |    | ---        | ?  |    |    |    |     |
| Planulina dubia                  |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Planulina marialana              |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Semivulvulina pectinata mexicana |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Spirorutilus carinatus           |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Sphaeroidina bulloides           |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Siphonina reticulata             |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Textularia gramen                |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Uvigerina striatissima           |    |    | ---        | 2  |    |    |    |     |
| U. posthantkeni                  |    |    | Paratéthys |    |    |    |    |     |
| U. mexicana                      |    |    |            |    |    |    |    |     |
| Vaginulina legumen               |    |    |            |    |    |    |    |     |

| G39 marnes m10      | 50 | 100        | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena             |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina      |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalina           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides          |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Dyocibicides        |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium           |    | nombreuses |     |     |     |     |     |     |      |
| Ehrenbergina        |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Favulina            |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides       |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Lagena              |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina calcar  |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines        |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis             |    | ---        |     |     |     |     |     |     |      |
| Neocorbina          |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonionoides         |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulina           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus        |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina        |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires         |    |            |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina           |    |            |     |     |     |     |     |     |      |

## G39 (Foraminifères planctoniques)

|                             | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerina venezuelana     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. praebulloides            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. angustumbilicata         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. tapunensis               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. aff. pseudompliapertura  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. euapertura               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia gr. mayeri     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerinoides primordius  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. trilobus             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globoquadrina praedehiscens |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. baroemoensis             |    |    |    |    |    |    |    |     |

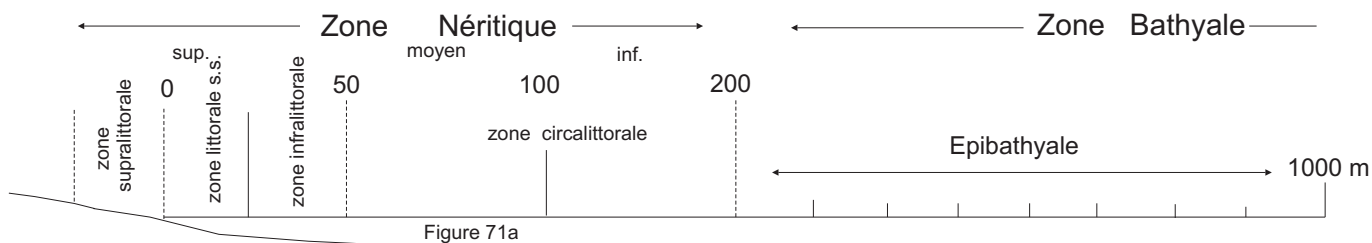


Figure 71 - Profil de plate-forme-bassin limité à 1 000 m.

Figure 71 - Shelf-to-basin section limited at 1000 m depth.

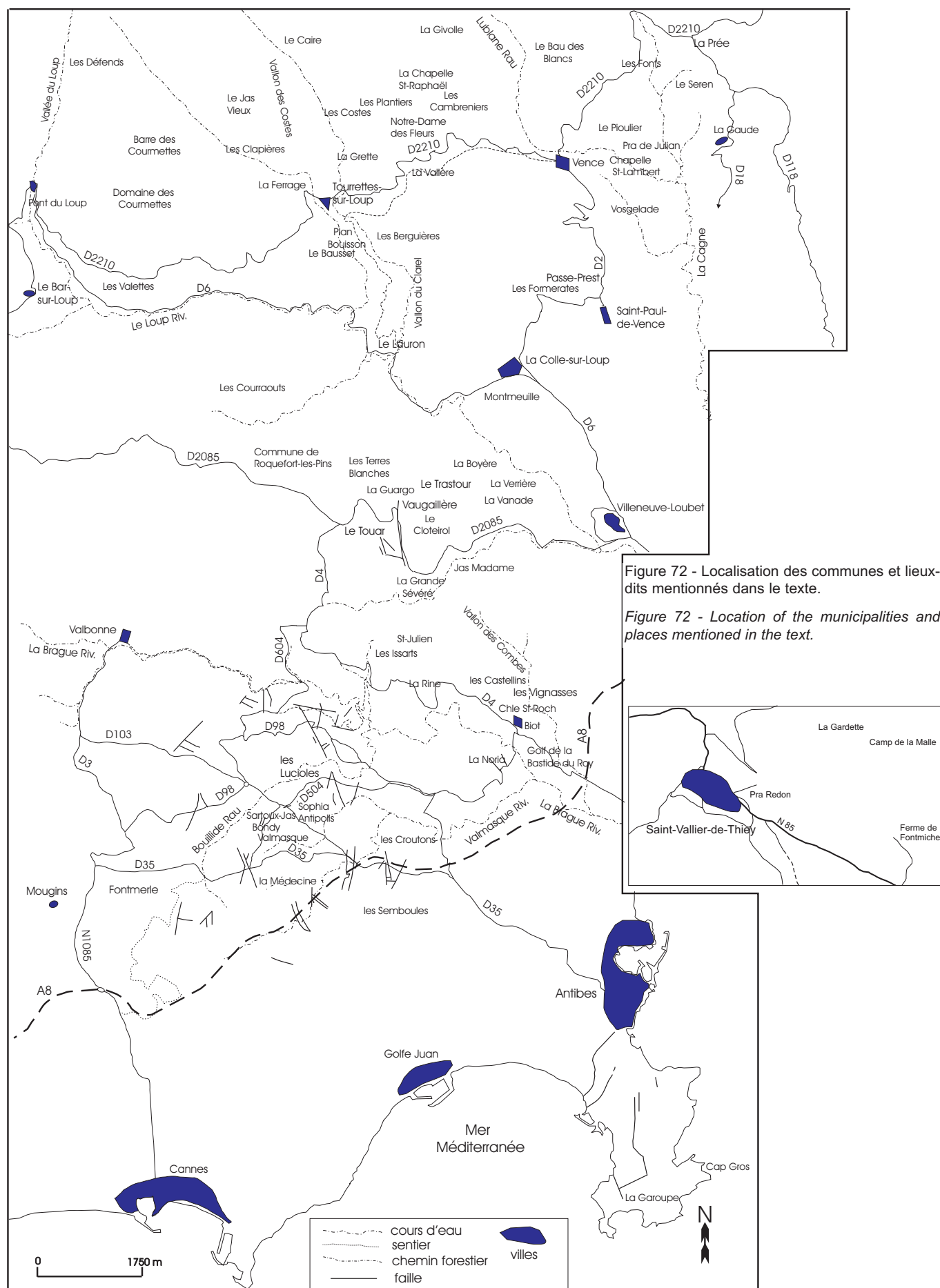


Figure 72 - Localisation des communes et lieux-dits mentionnés dans le texte.

Figure 72 - Location of the municipalities and places mentioned in the text.

**G25 (Foraminifères benthiques)**

|                                    | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Biasterigerina planorbis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Astacolus subitius                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Almaena escornebovensis            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bolivoides fastigia                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicoides pseudoungerianus        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium crispum                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia americana                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa dutemplei               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. ungeriana                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. cultrata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex (très abondants)         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. inornata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lagena striata                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neonoides schreibersii             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Grigelis pyrula                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonion commune                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonionides (abondants)             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pseudonodosaria aequalis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Plectofrondicularia diversicostata |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Planulina renzi                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Textularia abbreviata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Trifarina bradyi                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina carpitana                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

En association: débris d'échinides, de bivalves, dents de séliens et ostracodes à test lisse et à test orné.

**G25 limite molasse - marnes m1M**

|                         | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Biasterigerina          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Almaena                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivines               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulina             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lagena                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Trifarina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G25 (Foraminifères planctoniques)**

|                                  | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globoquadrina praedehiscens      |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. larmei                        |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides gr. ruber        |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus trilobus             |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus            |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina euapertura           |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. tripartita tripartita         |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. galavisi                      |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides                 |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. venezuelana                   |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. angustiumbilitata             |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia scitula praescitula |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. opima nana/continua           |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. mayeri                        |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| G. obesa                         |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |
| Catapsydrax dissimilis           |    |    |    |    |    |   |    |   |    |     |

**G38 Foraminifères benthiques (Tourrettes-sur-Loup)**

|                             | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Tourrettes-sur-Loup         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Almaena escornebovensis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphycorina scalaris        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicoides pseudoungerianus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. concentricus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicides lobatulus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium macellum          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides girardanus    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa aff. bellincioni |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina calcar          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonionoides grateloupi      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina striatissima      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Vaginulina legumen          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G38 (Foraminifères planctoniques)**

|                              | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerinoides primordius   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus immaturus        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus trilobus         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. sacculifer            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia obesa           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. mayeri                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina praebulloides    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globoquadrina barroemouensis |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. dehiscens                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Catapsydrax dissimilis       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| remaniements éocènes         |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G38 Marnes m1M**

|                         | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina calcar      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines test lisse |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonionoides             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |



## G180 Foraminifères benthiques

| Vence                              | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10       |
|------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----------|
| Amphycorina scalaris               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Astacolus subtilius                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Anomalinoidea flinti               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| A. helioides                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Alabamina budensis                 |    | ?  |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Biasterigerina planorbis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Brizalina arta                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Cibicidoides haidingeri            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Cibicides lobatulus                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| C. pseudoungerianus                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Elphidium macellum                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Fursenkoina acuta                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Globulina gibba                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Guttulina communis                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Gyroidinoides neosoldanii          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Hanzawaia americana                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Heterolepa dutemplei               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| H. praecincta                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Lenticulina rotulata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| L. orbicularis                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| L. inornata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Marginulinopsis fragaria           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Martinotiella communis             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Melonis pompilioides               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Nonion commune                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Nonionoides grateloupi             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Oridorsalis umbonatus              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Plectofrondicularia diversicostata |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Siphonina reticulata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Sagrina dertonensis                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Sphaeroidina bulloides             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Spirorutilus carinatus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    | abondants |
| Stilostomella consobrina emaciata  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| S. nuttalli gracillima             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Textularia gramen                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Uvigerina semiornata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| U. costata                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |
| Vaginulina pseudoclavata           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |           |

## G180 marnes 0 50 100 200 300 400 500 600 700 1000 m1M

|                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Vence               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Anomalines          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Amphycorina         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Alabamina           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Biasterigerina      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Brizalines          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cibicides lobatulus |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cibicidoides        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elphidium           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globulina           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Guttulina           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Gyroidinoides       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Heterolepa          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lenticulines        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Martinotiella       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Melonis             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nonion              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Oridorsalis         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Siphonina           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sphaeroidina        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Spirorutilus        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Textulaires         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uvigerina           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## G180 Foraminifères planctoniques

|                              | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globorotalia opima nana      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. opima continuosa          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. obesa                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. scitula praescitula       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina angustumbilicata |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. bulloides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. venezuelana               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. brazieri                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. galavisi                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina praedehiscens  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. baroemoenensis            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. altispira globosa         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Catapsydrax dissimilis       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G190 Foraminifères benthiques

| Vence                                 | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|---------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Ammonia beccarii                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Anomalinoidea rotulatus               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| A. helioides                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Alabamina budensis                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Buchnerina orbignyana                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. staphyllaeria                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides pseudoungerianus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium macellum                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ehrenbergina cubensis pollentianensis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Glandulina laevigata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globulina gibba                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina problema                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. communis                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides neosoldanii             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. girardanus                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia americana                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. cultrata                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. calcar                             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. crassa                             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. inornata                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Martinotiella communis                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neoponides schreibersii               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonion commune                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Saracenaria arcuata                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneuili               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. gallawayi                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G190 marnes 0 50 100 200 300 400 500 600 700 1000 m1M

|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Anomalines         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ammonia            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Alabamina          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Biasterigerina     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Buchnerina         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cibicidoides       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elphidium          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ehrenbergina       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Globulina          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Guttulina          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Gyroidinoides      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hanzawaia          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lenticulina calcar |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lenticulines       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Martinotiella      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Melonis            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nonion             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Saracenaria        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sphaeroidina       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Spirorutilus       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Textulaires        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uvigerina          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## G190 Foraminifères planctoniques

|                                  | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|----------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globoquadrina baroemoenensis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina brazieri             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia scitula praescitula |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. obesa                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. opima continuosa              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides altiperturus     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina praebulloides        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. angustumbilicata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. venezuelana                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. woodi woodi                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Catapsydrax dissimilis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G179 Foraminifères benthiques**

| Vence                      | N3 | N4 | N5 | N6/N7 | N8 | N9 | N10       |
|----------------------------|----|----|----|-------|----|----|-----------|
| Astacolus ovatus           |    |    |    |       |    |    |           |
| Almaena escombebovensis    |    |    |    |       |    |    |           |
| Angulogerina byramensis    | ?  |    |    |       |    |    |           |
| Biasterigerina planorbis   |    |    |    |       |    |    |           |
| Amphycorina scalaris       |    |    |    |       |    |    |           |
| Anomalinoidea flinti       |    |    |    |       |    |    |           |
| A. helicus                 |    |    | ?  |       |    |    |           |
| A. pompilioides            |    |    |    |       |    |    |           |
| Alabamina budensis         | ?  |    |    |       |    |    |           |
| Brizalina arta             |    |    |    |       |    |    |           |
| B. alata                   |    |    |    |       |    |    |           |
| Bulimina elongata elongata |    |    |    |       |    |    |           |
| Cibicidoides subhaidingeri |    |    |    |       |    |    |           |
| C. pseudoungerianus        |    |    |    |       |    |    |           |
| C. wuellerstorfi           |    |    |    |       |    |    |           |
| Cibicides lobatulus        |    |    |    |       |    |    |           |
| Cribrorbulina dicampyla    |    |    |    |       |    |    |           |
| Dentalina vertebralis      |    |    |    |       |    |    |           |
| Dyocibicides biserialis    |    |    | ?  |       |    |    |           |
| Glandulina laevigata       |    |    |    |       |    |    |           |
| Globulina gibba            |    |    |    |       |    |    |           |
| Guttulina communis         |    |    |    |       |    |    |           |
| Gyroidinoides neosoldanii  |    |    |    |       |    |    |           |
| G. girardanus              |    |    |    |       |    |    |           |
| Hanzawaia americana        |    |    |    |       |    |    |           |
| Lenticulina rotulata       |    |    |    |       |    |    |           |
| L. cultrata                |    |    |    |       |    |    |           |
| L. calcar                  |    |    |    |       |    |    |           |
| L. vortex                  |    |    |    |       |    |    |           |
| Lagena striata             |    |    |    |       |    |    |           |
| Marginulinopsis fragaria   |    |    |    |       |    |    |           |
| Martiniella communis       |    |    |    |       |    |    |           |
| Melonis pompilioides       |    |    |    |       |    |    |           |
| Neoponides schreibersii    |    |    |    |       |    |    |           |
| Neorotalia burdigalensis   |    |    |    |       |    |    |           |
| Nodosaria longiscata       |    |    |    |       |    |    |           |
| N. acuminata               |    |    |    |       |    |    |           |
| Nonion commune             |    |    |    |       |    |    |           |
| Pleurostomella nuttalli    |    |    |    |       |    |    |           |
| Pullenia quinqueloba       |    |    |    |       |    |    |           |
| Siphonina reticulata       |    |    |    |       |    |    |           |
| Sphaeroidina bulloides     |    |    |    |       |    |    |           |
| Stilostomella verneuii     |    |    |    |       |    |    |           |
| Spirorutilus carinatus     |    |    |    |       |    |    | abondants |
| Textularia adamsi          |    |    |    |       |    |    |           |
| Uvigerina striatella       |    |    | ?  |       |    |    |           |
| U. auberiana               |    |    |    |       |    |    |           |

**G179 marnes m1M**

|                               | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena                       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Anomalinoidea                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina                   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Alabamina                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalines                    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulmines                      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Dentalines et Laevidentalines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Dyocibicides                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina calcar            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lagena                        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martiniella                   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Neorotalia                    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia                      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textularia                    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G179 Foraminifères planctoniques**

|                                  | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerinoides primordius       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina woodi woodi          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia scitula praescitula |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. mayeri                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. opima continuosa              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. obesa                         |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G166 Foraminifères benthiques**

| Vence                         | N3 | N4 | N5 | N6/N7 | N8 | N9 | N10 |
|-------------------------------|----|----|----|-------|----|----|-----|
| Astacolus sublituus           |    |    |    |       |    |    |     |
| Almaena escombebovensis       |    |    |    |       |    |    |     |
| Bolivina fastigia             |    |    |    |       |    |    |     |
| Buchnerina staphyllaeria      |    |    |    |       |    |    |     |
| Cibicidoides haidingeri       |    |    |    |       |    |    |     |
| Ceratobulimina contraria      |    |    |    |       |    |    |     |
| Cribrorbulina dicampyla       |    |    |    |       |    |    |     |
| Globulina gibba               |    |    |    |       |    |    |     |
| Guttulina problema            |    |    |    |       |    |    |     |
| G. communis                   |    |    |    |       |    |    |     |
| Gyroidinoides neosoldanii     |    |    |    |       |    |    |     |
| Hanzawaia americana           |    |    |    |       |    |    |     |
| Heterolepa ungeriana          |    |    |    |       |    |    |     |
| Laevidentalina leguminiformis |    |    |    |       |    |    |     |
| Lenticulina rotulata          |    |    |    |       |    |    |     |
| L. curvisepata                |    |    |    |       |    |    |     |
| L. cultrata                   |    |    |    |       |    |    |     |
| L. crassa                     |    |    |    |       |    |    |     |
| L. iota                       |    |    |    |       |    |    |     |
| L. vortex                     |    |    |    |       |    |    |     |
| Marginulinopsis fragaria      |    |    |    |       |    |    |     |
| M. hirsuta                    |    |    |    |       |    |    |     |
| Martiniella communis          |    |    |    |       |    |    |     |
| Melonis pompilioides          |    |    |    |       |    |    |     |
| Neoponides schreibersii       |    |    |    |       |    |    |     |
| Nodosaria acuminata           |    |    |    |       |    |    |     |
| Nonion commune                |    |    |    |       |    |    |     |
| Orthomorphina tenuicostata    |    |    |    |       |    |    |     |
| Oridorsalis umbonatus         |    |    |    |       |    |    |     |
| Planulina marialana           |    |    |    |       |    |    |     |
| Praeglobulimina subtenuissima |    |    |    |       |    |    |     |
| Saracenaria arcuata           |    |    |    |       |    |    |     |
| Spirorutilus carinatus        |    |    |    |       |    |    |     |
| Trifarina bradyi              |    |    |    |       |    |    |     |
| Uvigerina basicordata         |    |    |    |       |    |    |     |
| U. carapitana                 |    |    |    |       |    |    |     |

**G166 marnes m1M**

|                | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|----------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivina       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Buchnerina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Laevidentalina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martiniella    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Oridorsalis    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Saracenaria    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Trifarina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G166 Foraminifères planctoniques**

|                               | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Globigerinoides trilobus      |    |    |    |    |    |    |    |
| G. trilobus immaturus         |    |    |    |    |    |    |    |
| G. gr. sacculifer             |    |    |    |    |    |    |    |
| G. altiapturus                |    |    |    |    |    |    |    |
| Globorotalia obesa            |    |    |    |    |    |    |    |
| Globigerina angustiumbilitata |    |    |    |    |    |    |    |
| G. praebuloides               |    |    |    |    |    |    |    |
| G. gr. bulloides              |    |    |    |    |    |    |    |
| G. brazieri                   |    |    |    |    |    |    |    |
| Globoquadrina barboemouensis  |    |    |    |    |    |    |    |
| G. praedehiscens              |    |    |    |    |    |    |    |
| G. altispira globosa          |    |    |    |    |    |    |    |

**G165 Foraminifères benthiques**

**Vence**

|                                    | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Anomalinoidea helicinus            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Almaena escombeovensis             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina dilatata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. alata                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bolivina fastigia droogeri         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Buchnerina orbignyana lacunata     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicides lobatulus                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicoides subhaidingeri           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cribrorobulina dicampyla           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium macellum                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Fursenkoina squamosa               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| F. acuta                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyrogoninoides girardanus          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. soldanii                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globulina gibba                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia americana                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa floridana burdigalensis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. cultrata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lingulina costata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lagena striata                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Martinotiella communis             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nodosaria affinis                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nodosarella chapmani               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neoponides schreibersii            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Plectofrondicularia diversicostata |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Reussella spinulosa                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella monilis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. adolohina                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G165 marnes**

**m1M**

|                     | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Anomalines          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalines          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Buchnerina          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyrogoninoides      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lagena              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lingulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Reussella           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G164 Foraminifères benthiques**

**Vence**

|                             | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Astacolus sublituus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bolivina fastigia           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bulimina elongata elongata  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. regularis                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicides lobatulus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicoides pseudoungerianus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Chrysalogonium obliquatum   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Fursenkoina acuta           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina problema          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. communis                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyrogoninoides laevigatus   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. parvus                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. soldanii                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. neosoldanii              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia americana         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. crassa                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. gibba                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonion boueanum             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| N. commune                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Oridorsalis umbonatus       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pleurostomella incrassata   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Praeglobulimina pupoides    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Rosalina globularis         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina variabilis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneuii      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. monilis                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G164 marnes**

**m1M**

|                     | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulimines           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyrogoninoides      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Rosalina            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G164 Foraminifères planctoniques**

|                                    | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globobulimina dehiscens            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praedehiscens                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides trilobus immaturus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina praebulloides          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia obesa                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. opima nana / continuosa         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Catapsydrax dissimilis             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

| Répartition environnementale de quelques Foraminifères benthiques | 0 | Zone infralittorale 50 | Zone circalittorale 100 150 200 | supérieur 250 300 350 400 | Epibathyal moyen 450 500 550 600 650 700 | in |
|-------------------------------------------------------------------|---|------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|----|
| Alabamina budensis                                                |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Amphistegina                                                      |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Almaena escornebovensis                                           |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Ammonia beccarii                                                  |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Amphycorina                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Anomalinae - Anomalinoidea                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Biasterigerina                                                    |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Brizalinae                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Bolivinae                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Buchnerina                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Bulmines                                                          |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Cancris                                                           |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Cassidulina globosa                                               |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| C. laevigata                                                      |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Chilostomella                                                     |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Cibicides lobatulus                                               |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Cibicides                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Dentalinae                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Ehrenbergina                                                      |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Elphidium                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Favulina                                                          |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Fursenkoina                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Globulines                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Guttulina                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Gyroidina et Gyroidinoidea                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Hanzawaia                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Heterolepa                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Karreriella chilostoma                                            |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Laevidentalina                                                    |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Lagena                                                            |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Lenticulinae à test lisse                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| L. calcar                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Lingulina                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Martinotiella communis                                            |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Melonis soldanii et pompilioides                                  |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Mioegypina                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Neocorbina                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Nonion                                                            |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Oridorsalis                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Pararotalia                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Planulinae                                                        |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Pullenia                                                          |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Reussella                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Saracenaria                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Sigmolopsis                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Siphonina reticulata                                              |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Sphaerogypsinae                                                   |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Sphaeroidina                                                      |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Spirorutilus                                                      |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Svratina                                                          |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Trifarina                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Textulaires                                                       |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Uvigerina gallowayi                                               |   |                        |                                 |                           |                                          |    |
| Uvigerina                                                         |   |                        |                                 |                           |                                          |    |

G16 Foraminifères benthiques

|                                      | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Almaena escornebovensis              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Anomalina pompilioides               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Biasterigerina planorbis             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Astacolus subtilus jordi             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Alabamina budensis                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Bulimina buchiana                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. elongata subulata                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cribrorobulina dicampyla             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cassidulinoides bradyi               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cibicides lobatulus                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus inaequilateralis |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. matanzasensis                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cancris vicksburgensis               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Elphidium gr. flexuosum              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| E. macellum                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globulina inaequalis                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gibba                             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Guttulina communis                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. problema                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Gyroidina planulata                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. altispira                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Hanzawaia boueana                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Heterolepa praecincta                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. ungerianus                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. floridana var. miocenica          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. floridana                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Lenticulina serpens                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. crassa                            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. articulata                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. rotulata                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. orbicularis                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. vortex                            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. spinulosa                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. cultrata                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. curvisepia                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. semiimpressa                      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Marginulinopsis fragaria             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| M. hirsuta                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| M. costata                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Melonis pompilioides                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| M. affinis                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Nonionoides grateloupi               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Nodosaria longiscata                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| N. antipoda                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Nonion commune                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| N. elongatus                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Praeglobulimina ovata                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Pullenia bulloides                   |    |    |    |    |    |    |    |     |

G16 Foraminifères planctoniques

|                          | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globorotalia obesa       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. altiaperturus         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus trilobus     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus immaturus    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globoquadrina barboensis |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina bulloides    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. ampliapertura         |    |    |    |    |    |    |    |     |

G16 marnes

| m1-2M               | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Almaena             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Bulmines            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Cassidulinoides     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Cibicides           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Elphidium           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Globulines          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Guttulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Gyroidinoides       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Hanzawaia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Heterolepa          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Lenticulinae        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Melonis             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Nonion              |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Pararotalia         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Planulinae          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Pullenia            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Siphonina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Sphaeroidina        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Spirorutilus        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Textulaires         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |
| Uvigerina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |

Éocène remanié



## G371 Foraminifères benthiques

|                            | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|----------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Cibicidoides matanzasensis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina gallowayi        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bulimines                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

| G371 marnes m1-2M | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Bulimines         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G371 Foraminifères planctoniques

|                                     | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globorotalia opima continuosa       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. gr. mayeri                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides trilobus trilobus   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina barroemouensis        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina ciperoensis ciperoensis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

Tableau 26

## G285 (Foraminifères benthiques)

|                            | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|----------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Ammonia beccarii inflata   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium crispum          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. macellum                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyrogoninoides neosoldanii |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

| G285 marnes m1-2M | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Ammonia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyrogoninoides    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G282 Foraminifères benthiques

|                                      | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Amphycorina scalaris                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Astacolus subtilius jordai           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Asterigerina vulgaris                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Alabamina cf. budensis               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina arta                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Chrysologonium obliquatum            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Chilostomella oolina                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides pseudoungerianus        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. pseudoungerianus inaequilateralis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. haidingeri                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. guazumalensis                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cribrobulina dicampyla               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Glandulina laevigata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyrogoninoides girardanus            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa dutemplei                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. ungeriana                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. floridana                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neopionides antillarum               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina calcar                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. inornata                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Martinotiella communis               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Semivulvina pennatula var. italica   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sigmoilopsis celata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneuii               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Svatkina perlata                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Textularia abbreviata                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| T. sagittula                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina carapitana                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. striatissima                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

| G282 marnes m1-2M | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|-------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Alabamina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulimines         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Chilostomella     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyrogoninoides    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sigmoilopsis      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Svatkina          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

Tableau 28

## G282 Foraminifères planctoniques

|                                   | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globigerinoides trilobus trilobus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. sacculifer subsacculifer       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. altiperturus                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina langhiana           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. dehiscens                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia obesa                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. aff. pseudopachyderma          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina bulloides             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. foliata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. woodi woodi                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G281 Foraminifères benthiques

|                                      | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Almaena escornebovensis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphycorina scalaris                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Astacolus subtilius                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Alabamina budensis                   |    | ?  |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina arta                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bolivina scalprata miocenica         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Burseolina calabra                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidobulimina dicampyla           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides guazumalensis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. pseudoungerianus inaequilateralis |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ceratobulimina contraria             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Chrysologonium longiscatum           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Dyocibicides biserialis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium gr. fichtelianum           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Fursenkoina acuta                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina problema                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globulina gibba                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Glandulina laevigata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Grigelis pyrula                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. ammophila                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa floridana miocenica       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. dutemplei                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hoeglundina elegans                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina bertraneui               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. crassa                            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. calcar                            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. cultrata                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. inornata                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. similis                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. echinata                          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. gibba                             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina cf. subbulata            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| M. hirsuta                           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Martinotiella communis               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neonoides schreibersii               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonionoides grateloupi               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Oridorsalis umbonatus                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Praeglobulimina pupoides             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pseudocarinatus                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. plano-convexa                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sigmoilina cf. colomi                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Semivulvulina deperdita              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pennatula                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| T. abbreviata                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. semi-ornata                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. carapitana                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Vaginulina badenensis                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G281 marnes

| m1 - 2M       | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulmines      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Ehrenbergina  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Semivulvulina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sigmoilina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

Tableau 29

## G281 Foraminifères planctoniques

|                                  | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|----------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globigerinoides altiaperturus    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus trilobus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. ruber                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina bulloides            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. diplostoma                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina langhiana          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. ciperoensis angustiumbilicata |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. birnagae                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G286 (Foraminifères benthiques)

|                                | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Amphycorina scalaris           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Anomalinoidea helicina         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bulimina costata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina arta                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. cf. aspera                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bolivina miocenica             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides matanzasensis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. mundulus                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ceratobulimina contraria       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ehrenbergina trigona           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides girardanus       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. laevigatus                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa floridana miocenica |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. dutemplei                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Karrerella subcylindrica       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina cultrata           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. rotulata                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. iota                        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. bertraneui                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. antipoda                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. austriaca                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. brevispinosa                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Martinotiella communis         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| M. subbullata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Miogypsina mediterranea        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Osangulatia mexicana           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Praeglobulimina pupoides       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Planulina renzi                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| P. wuellerstorfi               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pseudocarinatus             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneui          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina variabilis        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Trifarina bradyi               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. carapitana                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. striatella                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. semiornata                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G286 marnes

|               | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| m1 - 2M       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulimina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulines  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Ehrenbergina  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Karrerella    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martinotiella |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Miogypsina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulines    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Trifarina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G286 (Foraminifères planctoniques)

|                                | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globorotalia siakensis         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. birnagae                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. acrostoma                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. obesa                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina langhiana        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. dehiscens                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides gr. sacculifer |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus trilobus           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus irregularis        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G24 Foraminifères benthiques**

|                         | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Almaena escornebovensis |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Heterolepa dutemplei    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. ungerianus           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Lenticulina inornata    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. vortex               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. cultrata             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Neoponides schreibersii |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Sphaeroidina bulloides  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Spirorutilus carinatus  |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G24 Foraminifères planctoniques**

|                                    | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerinoides trilobus immaturus |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. trilobus trilobus               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina angustumbilicata       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia opima continuosa      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. acrostoma                       |    |    |    |    |    |    |    |     |

Tableau 31

**G24 marnes m1M**

|              | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena      |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa   |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina |   |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus |   |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G23 Foraminifères benthiques**

|                            | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Almaena escornebovensis    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Biasterigerina planorbis   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Boliva fastigia            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Brizalina arta             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Ceratobulimina contraria   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cibicidoides matanzasensis |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Cibicides lobatulus        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Chrysalogonium obliquatum  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Elphidium macellum         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| E. crispum                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Glandulina laevigata       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globulina gibba            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Grigelis pyrula            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Hanzawaia boueana          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Heterolepa dutemplei       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Heterolepa ungeriana       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| H. dutemplei praecincta    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Laevidentalina communis    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Lenticulina rotulata       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. vortex                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. curvisepta              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. calcar                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. orbicularis             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. iota                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| L. crassa                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Marginulina hirsuta        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Martiniella communis       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Neoponides schreibersii    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Osangularia mexicana       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Praeglobulimina affinis    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Pullenia bulloides         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Planulina wuellerstorfi    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Saracenaria arcuata        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Sphaeroidina bulloides     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Textularia adamsi          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Uvigerina basicordata      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| U. striatella              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Vaginulina pseudoclavata   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Quinqueloculina sp.        |    |    |    |    |    |    |    |     |

**G23 marnes m1 - 2M**

|                     | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivines           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| L. calcar           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Martiniella         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Saracenaria         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textularia          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

Tableau 32

**G23 Foraminifères planctoniques**

|                                   | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Globigerinoides trilobus trilobus |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. altiapertura                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globorotalia obesa                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. gr. mayeri                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. opima continuosa               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Globigerina praebulloides         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. angustumbilicata               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. foliata                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| G. venezuelana                    |    |    |    |    |    |    |    |     |



**G22 Foraminifères benthiques**

|                              | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Almaena escomboensis         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphycorina scalaris         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Astacolus subtilius          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| A. ovatus                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina arta               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides haidingeri      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicides lobatulus          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Chrysologonium obliquatum    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium macellum           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. aculeatum subtypicum      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. gr. flexuosum             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Glandulina laevigata         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globulina gibba              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides altiformis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. longispinus               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa ungerianus        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. curvisepia                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. crassa                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. calcar                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lagena striata               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nodosarium ehrenbergiana     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nodosaria longiscata         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonion boueanum              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonionoides grateloupi       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Osangularia mexicana         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Plectofrondicularia vaughani |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pseudonodosaria aequalis     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Rosalina globularis          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina variabilis      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Textularia adamsi            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G22 marnes**

| m1 - 2M                    | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|----------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena                    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalines                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulina                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidina et Gyroidinoides |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa                 |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulina calcar         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lagena                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis                    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion                     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Rosalina                   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus               |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires                |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina                  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

Tableau 33

**G22 Foraminifères planctoniques**

|                           | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|---------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globigerinoides gr. ruber |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus trilobus      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. altiaperturus          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia obesa        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina falconensis   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. juvenilis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. bulloides              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G159 Foraminifères benthiques**

|                                   | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Almaena escomboensis              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphycorina scalaris              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ammonia beccarii punctatogranosus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Anomalinoidea rotulatus           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Bulimina mexicana                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Brizalina arta                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. miocenica                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicides lobatulus               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium macellum                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. aculeatum                      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa dutemplei              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. floridana miocenica            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globocassidulina subglobosa       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina rotulata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. cultrata                       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. calcar                         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonionoides grateloupi            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Neonionides antillarum            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| P. quinqueloba                    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneuli            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina basicordata             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. semiornata                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Vaginulina legumen                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G159 marnes**

| m1 - 2M             | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Almaena             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphycorina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Ammonia             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Brizalines          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulimines           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulina         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicides lobatulus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis             |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonionoides         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia            |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina           |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines          |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

Tableau 34

**G159 Foraminifères planctoniques**

|                                   | N3       | N4      | N5   | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----------|---------|------|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globorotalia aff. incompta        | forme du | Miocène | sup. |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. continuosa                     |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina praebulloides         |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. bulloides                      |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. foliata                        |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. venezuelana                    |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides trilobus trilobus |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus             |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. sacculifer subsacculifer       |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globoquadrina langhiana           |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidinellopsis disjuncta     |          |         |      |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G163 Foraminifères benthiques

|                                   | N3 | N4/N5 | - | N6/N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|-------|---|-------|---|----|---|----|-----|
| Biasterigerinata planorbis        |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Bolivina fastigia                 |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Cibicoides pseudoungerianus       |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Cassidulina laevigata             |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Guttulina communis                |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides laevigatus          |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Heterolepa ungeriana              |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Lenticulina cultrata              |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| L. crassa                         |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| L. stellifera                     |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides              |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Nodosaria longiscata              |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Nodosarella subnodosa             |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Nonionoides grateloupi            |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Plectofrondicularia aff. mexicana |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| P. diversicostata                 |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides                |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides            |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus            |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Uvigerina gallawayi               |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| U. aff. mantaensis                |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| U. carapitana                     |    |       |   |       |   |    |   |    |     |

## G163 marnes

| m1 - 2M        | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|----------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Biasterigerina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bolivines      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Bulmines       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicoides     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nodosarella    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonionoides    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G163 Foraminifères planctoniques

|                          | N3 | N4/N5 | - | N6/N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------|----|-------|---|-------|---|----|---|----|-----|
| Globigerina brazieri     |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides         |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. falconensis           |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. foliata               |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. sellii                |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Globorotalia semivera    |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. opima continuosa      |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. obesa                 |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| G. aff. munda            |    |       |   |       |   |    |   |    |     |
| Catapsydrax aff. martini |    |       |   |       |   |    |   |    |     |

## G162 Foraminifères benthiques

|                                    | N3 | N4 | N5 | - | N6/N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------------|----|----|----|---|-------|---|----|---|----|-----|
| Cribrorobulina dycampila           |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Guttulina cf. irregularis          |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Heterolepa dutemplei               |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| H. bellincionii                    |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Laevidentalina reussi              |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| L. elegans                         |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Lenticulina curvisepta             |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| L. antipoda                        |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| L. serpens                         |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides               |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Marginulinopsis fragaria           |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Plectofrondicularia diversicostata |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus             |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides             |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Uvigerina parviformis              |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| U. rutila                          |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |

## G162 marnes m1-2M

|              | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Dentalina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Guttulina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G162 Foraminifères planctoniques

|                                   | N3 | N4 | N5 | - | N6/N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|----|----|---|-------|---|----|---|----|-----|
| Globigerina praebulloides         |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| G. venezuelana                    |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Globigerinoides trilobus trilobus |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |
| Globorotalia munda                |    |    |    |   |       |   |    |   |    |     |

**G161 Foraminifères benthiques**

|                               | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Brizalina arta                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| B. scalprata retiformis       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides pseudoungerianus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globocassidulina subglobosa   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa bellincionii       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina inornata          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. rotulata                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. budensis                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis soldanii              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| M. pompilioides               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nodosaria lamellata           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pseudocarinata             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Stilostomella verneuili       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina striatissima        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. basicordata                |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

Tableau 37

**G161 Foraminifères planctoniques**

|                       | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globigerina foliata   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebulloides      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotalia semivera |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G161 marnes m1-2M**

|              | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Brizalina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cassidulines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

**G160 Foraminifères benthiques**

|                          | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|--------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Amphistegina vulgaris    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cribrorobulina dicampyla |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Hanzawaia boueana        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina vortex       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. rotulata              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Planulina renzi          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pseudocarinata        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina parviformis    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. barbatula             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Miliolidés               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

Tableau 38

**G160 Foraminifères planctoniques**

|                                   | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-----------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globigerinoides trilobus trilobus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

**G160 marnes m1-2M**

|              | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Amphistegina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Hanzawaia    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulina    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

| Faciès du calcaire à Algues<br>W Le CAIRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Le DEFENDS<br>N DES COURMETTES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Les PLANTIERS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | E La GRIVOLLE                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Biosparite conglomératique à quartz et débris de bivalves (<i>Chlamys</i>)</p> <p>Biomicrorite à thalles de Mélobésiées</p> <p>Le fond est microbréche, avec galets calcitiques et quartz. Les bioclastes sont nombreux : échinides, bivalves, bryozoaires, <i>Operculina</i> cf. <i>alpina</i> remaniées ainsi que <i>Chapmanina</i>, des Nummulites et Discocyclines, petits foraminifères benthiques (<i>Rotalidés</i>, <i>Elphidium</i>, <i>Planorbulina</i>), rares foraminifères planctoniques.</p> <p>Le matériel priabonien est remanié dans le Miocène.</p> | <p>Biosparite à thalles de Mélobésiées et nombreux bioclastes : échinodermes, bivalves, bryozoaires, Mélobésiées, Cirripèdes, <i>Dentalium</i>, <i>Miogyopsina</i>, <i>Operculines</i>, <i>Blastérigérines</i>, petits foraminifères benthiques (<i>Agglutinés</i>, <i>Cibicididae</i>, <i>Rotalidae</i>, <i>Acervulinidae</i>) et rares foraminifères planctoniques. Les grains de quartz, de petite taille et la glauconie sont peu fréquents.</p> <p>SW DES COURMETTES</p> <p>Biosparite gréseuse, à thalles de Mélobésiées, <i>Miogyopsina</i>, <i>Sphaerogypsina</i>, <i>Operculina complanata</i> et bioclastes : bryozoaires encroûtants sur des Mélobésiées, bivalves, échinodermes, <i>Blastérigérines</i>, Nummulites remaniées, petits foraminifères benthiques dont des <i>Agglutinés</i>.</p> | <p>Biomicrorite parfois ferrugineuse, à thalles de Mélobésiées, <i>Sphaerogypsina</i>, bioclastes nombreux : échinodermes, bryozoaires, bivalves, <i>Rupertiidae</i>, <i>Operculina</i>, gastéropodes, <i>Dentalium</i>, petits foraminifères benthiques (<i>Elphidium</i>, <i>Rotalidae</i>, <i>Miliolidae</i>, <i>Lagenidae</i>, <i>Cibicididae</i>, <i>Agglutinés</i>, quelques foraminifères planctoniques, des galets jurassiques et crétacés.</p> | <p>Calcaire finement gréseux à thalles de Mélobésiées, <i>Blastérigérines</i>, bioclastes de bivalves, Mélobésiées, petits foraminifères benthiques. A la différence des sites précédents, les débris sont de petite taille.</p> |

| m2A                         | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |  |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|--|
| Cibicoides pseudoungerianus |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Elphidium crispum           |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| E. macellum                 |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Eponides vortex             |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Gyroidinoides longispinus   |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Lenticulina inornata        |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| L. calcar                   |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Melonis soldanii            |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Spirorutilus wrighti        |    |    |    |    |    |    |    |     |  |
| Uvigerina striatissima      |    |    |    |    |    |    |    |     |  |

| m2A          | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|--------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Cibicoides   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| L. calcar    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |



## G321 Foraminifères benthiques

|                           | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|---------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Anomalinoidea rotulatus   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Amphistegina vulgaris     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ammonia beccarii          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Biasterigerina planorbis  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Cibicidoides nucleatus    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. pseudoungerianus       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| C. barnetti               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium gr. flexuosum   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. gr. fichtelianum       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. ortenburgerse          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Ehrenbergina trigona      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Favulina hexagona         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globulina gibba           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Grigelis pyrula           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides girardanus  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa praecincta     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. bellincionii           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Karrerella subcylindrica  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina calcar        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. semi-impressa          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. budensis               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. crassa                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. curvisepia             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. orbicularis            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. vortex                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis pompilioides      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Marginulina hirsuta       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Nonion boueanum           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pandaglandulina dinapolii |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Pullenia bulloides        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Planulina renzi           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| P. wuellerstorfi          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Sphaeroidina bulloides    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus carinatus    |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| S. pseudocarinata         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Siphonina reticulata      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Textularia abbreviata     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina semiornata      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| U. striatissima           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G321 marnes m3

|                | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|----------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Ammonia        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Amphistegina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Biasterigerina |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Cibicidoides   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Ehrenbergina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Favulina       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Globulines     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Karrerella     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis        |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Nonion         |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Planulines     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Pullenia       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Siphonina      |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Sphaeroidina   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus   |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Textulaires    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerines     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G321 Foraminifères planctoniques

|                              | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Globoquadrina baroemouensis  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus trilobus         |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. trilobus immaturus        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. sicanus                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. gr. sacculifer            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globorotaloides suteri       |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Globigerina leroyi           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. cf. paraboloides          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebuloides praebuloides |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. praebuloides occlusa      |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. woodi woodi               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. woodi connecta            |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. juvenilis                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. foliata                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| G. bulloides                 |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

## G323 marnes m3

|               | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Cibicidoides  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Elphidium     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Heterolepa    |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Gyroidinoides |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Lenticulines  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| L. calcar     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Melonis       |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Spirorutilus  |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| Uvigerina     |   |    |     |     |     |     |     |     |     |      |

## G323 Foraminifères benthiques

|                               | N3 | N4 | N5 | - | N6 | N7 | - | N8 | - | N9 | N10 |
|-------------------------------|----|----|----|---|----|----|---|----|---|----|-----|
| Cibicidoides pseudoungerianus |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Elphidium crispum             |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| E. macellum                   |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Eponides vortex               |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Heterolepa mexicana           |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| H. floridana                  |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Gyroidinoides longispinus     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Lenticulina inornata          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| L. calcar                     |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Melonis soldanii              |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Spirorutilus wrighti          |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |
| Uvigerina striatissima        |    |    |    |   |    |    |   |    |   |    |     |

Tableau 42

## Foraminifères planctoniques

|                                 | N3          | N4                       | N5 | - | N6 | N7 | -         | N8 | - | N9 | N10 |              |
|---------------------------------|-------------|--------------------------|----|---|----|----|-----------|----|---|----|-----|--------------|
| G. acrostoma                    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. birnagae                     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. gr. mayeri                   |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. obesa                        |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. opima nana/continua          |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. opima continua               |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. aff. pseudopachyderma        |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. semivera                     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| G. scitula praescitula          |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| Globorotalia siakensis          |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| Globigerina angustumbilicata    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. brazieri                     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. ciperoensis ciperoensis      |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. diplostoma et G. bulloides   | G b         |                          |    |   |    |    | G b + G d |    |   |    |     | Paratéthis   |
| G. euapertura                   |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. falconensis                  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. foliata                      |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. galavisi                     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. juvenilis                    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. leroyi                       |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. praebulloides praebulloides  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. sellii                       |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| G. tapuriensis                  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. tripartita tripartita        |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Piémont      |
| G. venezuelana                  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. woodi woodi                  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. woodi connecta               |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. yegaensis                    | remaniement | Eocène - Oligocène moyen |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| Globoquadrina altispira globosa |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. baroemoenensis               |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. dehiscens                    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. langhiana                    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| G. larmeui                      |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. praedehiscens                |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| Globigerinoides altiaperturus   |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. trilobus immaturus           |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| G. irregularis                  |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. primordius                   |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| G. gr. ruber                    |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. gr. sacculifer               |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. trilobus trilobus            |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| G. sicanus (bisphericus)        |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| Globorotaloides suteri          |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| Globorotaloides testarugosa     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |
| Catapsydrax dissimilis          |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Méditerranée |
| C. unicavus                     |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     | Paratéthis   |
| Sphaeroidinellopsis disjuncta   |             |                          |    |   |    |    |           |    |   |    |     |              |

| Récapitulatif des foraminifères benthiques | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 |
|--------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| <b>Alabamina</b> budensis                  |    | ?  |    |    |    |    |    |     |
| <b>Almaena</b> escornebovensis             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Amphistegina</b> vulgaris               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Ammonia</b> beccarii                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. beccarii var. punctatogranosa           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. beccarii inflata                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Amphycorina</b> scalaris                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Angulogerina</b> byramensis             |    | ?  |    |    |    |    |    |     |
| <b>Anomalinoides</b> flinti                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. helicinus                               |    |    | ?  |    |    |    |    |     |
| A. pompilioides                            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. rotula                                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. rotulatus                               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. subbadenensis                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Astacolus</b> ovatus                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. sublituus                               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| A. sublituus jordai                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Baggina</b> gibba                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Biasterigerina</b> planorbis            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Bolivina</b> fastigia                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. fastigia droogeri                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Brizalina</b> alata                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. arta                                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. cf. aspera                              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. dilatata                                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. scalprata miocenica                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. scalprata retiformis                    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Buchnerina</b> orbignyana               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. orbignyana lacunata                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. staphyllaeria                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Bulimina</b> buchiana                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. costata                                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. elongata elongata                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. elongata subulata                       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. regularis                               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| B. striata mexicana                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Burseolina</b> calabra                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cancris</b> auriculus                   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. vicksburdensis                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cassidulinoides</b> bradyi              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cassidulina</b> laevigata               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Ceratobulimina</b> contraria            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Chilostomella</b> oolina                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Chrysalogonium</b> longiscatum          |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. obliquatum                              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cibicides</b> lobatulus                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cibicidoides</b> barnetti               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. concentricus                            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. guazumalensis                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. haidingeri                              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. matanzasensis                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. nucleatus                               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. mundulus                                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus                        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. pseudoungerianus inaequilateralis       |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. subhaidingeri                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. wuellerstorfi                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Cribrorobulina</b> dicampyla            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| C. serpens                                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Dentalina</b> acuta                     |    |    |    |    |    |    |    |     |

91



GÉOLOGIE DE LA FRANCE, N° 1, 2011

93

Coordonnées des échantillons GRASSE - CANNES

| n° échant.  | x       | y        | Age                             | n° échant.   | x          | y           | Age                    |
|-------------|---------|----------|---------------------------------|--------------|------------|-------------|------------------------|
| G 1         | 982,6   | 3164,12  | Bartonien                       | G 35         | 979,9      | 3168,35     | Miocène inf.           |
| G2          | 982,6   | 3164,12  | Bartonien                       | G 36         | 979,45     | 3168,12     | Burdigalien            |
| G3          | 982,6   | 3164,12  | Priabonien base                 | G 37         | 979,25     | 3167,975    | Miocène inf.           |
| G 4         | 982,725 | 3163,8   | Priabonien                      | G 38         | 979,24     | 3168        | Burdigalien            |
| G 5         | 982,69  | 3163,64  | Priabonien élevé                | G 39         | 979,375    | 3168        | Burdigalien            |
| G 6         | 982,63  | 3163,39  | Priabonien élevé                | G 40         | 979,325    | 3169,6      | Miocène sup.           |
| G 7         | 983,275 | 3162,925 | Priabonien C                    | G 41         | 979,325    | 3169,65     | Miocène                |
| G 8         | 983,15  | 3163     | Oligocène                       | G 42         | 979,15     | 3169,5      | Miocène                |
| G 9         | 982,66  | 3163,2   | Priabonien                      | G 43         | 966,125    | 3164,55     | Priabonien             |
| G 10A       | 984,175 | 3163,675 | Priabonien                      | G 44 (1)     | 963,3      | 3166,125    | Priabonien             |
| G 10B       | 981,575 | 3169,2   | Priabonien                      | G 44 (2,3)   | 963,275    | 3166,14     | Priabonien             |
| G 11        | 983,675 | 3164,35  | Priabonien base                 | G 45         | 963,225    | 3166,15     | Eocène moyen           |
| G 12        | 985,5   | 3170,025 | Priabonien                      | G 46         | 963,19     | 3166,2      | Priabonien             |
| G13         | 985,85  | 3170,1   | Priabonien                      | G 47         | 963,15     | 3166,175    | Priabonien C           |
| G 14        | 985,65  | 3169,95  | Miocène inf.                    | G 48         | 985,8      | 3169,225    | Bartonien              |
| G 15        | 985,7   | 3170,25  | Miocène inf.                    | G49          | 985,8      | 3169,225    | Bartonien              |
| G 16        | 981,66  | 3169,23  | Burdigalien                     | G50,1        | 985,8      | 3169,225    | Eocène inférieur       |
| G 17        | 979,9   | 3170,12  | Miocène inf.                    | G50,2 à 50,4 | 985,8      | 3169,225    | Bartonien              |
| G 18        | 980,1   | 3169,9   | Miocène inf.                    | G51,1 à 5    | 985,8      | 3169,225    | Eocène inférieur       |
| G 19        | 979,96  | 3169,88  | Miocène moyen                   | G51,6        | 985,8      | 3169,225    | Bartonien              |
| G 20        | 980,075 | 3169,85  | Miocène moyen                   | G 52         | 985,75     | 3169,2      | Bartonien              |
| G 21        | 979,925 | 3169,94  | Miocène moyen                   | G 53         | 987,6      | 3170,475    | Eocène inférieur       |
| G 22        | 980     | 3169,88  | Miocène moyen                   | G 54         | 987,6      | 3170,725    | Burdigalien            |
| G 23        | 979,925 | 3169,88  | base Burdigalien                | G 55         | 987,55     | 3170,775    | Burdigalien            |
| G 24        | 979,85  | 3169,88  | base Burdigalien                | G 56         | 987,2      | 3170,65     | Miocène                |
| G 25        | 979,9   | 3169,78  | base Burdigalien                | G 57         | 987,5      | 3170,1      | Crétacé                |
| G 26        | 978,95  | 3169,46  | Miocène inf.                    | G 58         | 976,35     | 3168,125    | Miocène inf.           |
| G 27 - 28   | 980,15  | 3169,175 | Burdigalien inf.                | G 59 - 60    | 976,32     | 3169,15     | Jurassique             |
| G 29        | 980,175 | 3169,125 | Burdigalien                     | G 61         | 976,125    | 3169,55     | Jurassique             |
| G 30        | 980,2   | 3168,99  | Miocène                         | G 62         | 975,95     | 3169,275    | Miocène inf.           |
| G 31        | 975,025 | 3168,52  | Burdigalien                     | G 63         | 978,12     | 3165,675    | Jurassique             |
| G 32        | 975,16  | 3168,44  | Burdigalien                     | G 64         | 980,12     | 3163,225    | Eocène inférieur       |
| G 33        | 975,5   | 3166,725 | Burdigalien                     | G 65 - 67    | 982,97     | 3161,3      | Bartonien              |
| G 34        | 978,35  | 3155,05  | Miocène                         | G 66         | 982,94     | 3161,39     | Bartonien              |
| G75         | 981,9   | 3161,24  | Eocène inf.                     | G 68         | 981,92     | 3161,2      | Bartonien              |
| G76         | 981,9   | 3161,24  | Eocène inf.                     | G69          | 981,92     | 3161,2      | Bartonien              |
| G 78 - 77   | 984,2   | 3158,05  | Bartonien                       | G70          | 981,92     | 3161,2      | Eocène inférieur       |
| G 79        | 984,14  | 3158     | Bartonien                       | G 71         | 981,825    | 3161,3      | Eocène inférieur       |
| G 80        | 984,1   | 3157,93  | Eocène inf.                     | G 72         | 981,875    | 3161,225    | Bartonien              |
| G 81        | 984,05  | 3157,9   | Eocène inf.                     | G 73         | 981,925    | 3161,22     | Bartonien              |
| G 82        | 984,175 | 3157,9   | Eocène inf.                     | G 74         | 981,925    | 3161,225    | Bartonien              |
| G83         | 984,175 | 3157,9   | Bartonien                       | G 128        | 981,61     | 3163,525    | Bartonien              |
| G 84A       | 984,1   | 3157,8   | Bartonien                       | G 129        | 981,7      | 3163,6      | Bartonien              |
| G 84B       | 987,9   | 3150,825 | Bartonien                       | G 130        | 981,8      | 3163,85     | Bartonien              |
| G 85        | 987,9   | 3150,825 | Bartonien                       | G 131        | 981,8      | 3163,9      | Crétacé                |
| G 86        | 987,9   | 3150,825 | Bartonien                       | G 132        | 981,575    | 3163,725    | Bartonien              |
| G 87        | 987,775 | 3150,775 | Bartonien                       | G 133        | 981,825    | 3162,775    | Priabonien ?           |
| G 88        | 987,95  | 3150,925 | Bartonien                       | G 134        | 982,975    | 3161,25     | Bartonien C            |
| G 89        | 987,8   | 3150,8   | Bartonien                       | G 135        | 982,975    | 3165,2      | Bartonien C            |
| G 90 - 91   | 982,65  | 3161,7   | Priabonien C                    | G 136        | 983,15     | 3161,18     | Bartonien C            |
| G 93 - 92   | 982,66  | 3161,725 | Bartonien                       | G 137        | 982,2      | 3159,925    | Bartonien B            |
| G 93 (bis)  | 982,725 | 3161,525 | Bartonien sup. à Priabonien inf | G 138        | 975,08     | 3168,675    | Miocène                |
| G 94        | 982,35  | 3161,95  | Bartonien                       | G 139        | 976,19     | 3169,05     | Jurassique             |
| G 95        | 982,325 | 3162,125 | Bartonien B                     | G 140        | 976,02     | 3166,925    | Eocène ?               |
| G 96        | 982,275 | 3162,24  | Bartonien                       | G 141        | 976,675    | 3167,62     | Jurassique             |
| G 97        | 982,675 | 3161,65  | Bartonien B                     | G 142        | 976,7      | 3167,75     | Priabonien             |
| G 98        | 982,7   | 3161,7   | Bartonien B                     | G143         | 976,58     | 3167,575    | Eocène moyen ?         |
| G 99        | 982,725 | 3161,775 | Bartonien B                     | G 144        | 976,95     | 3167,45     | Jurassique             |
| G 100 - 101 | 982,85  | 3161,825 | Priabonien                      | G 145        | 977,2      | 3167,4      | Jurassique             |
| G 102       | 983,575 | 3162,93  | Bartonien B                     | G 146        | 981,72     | 3168,82     | Eocène inférieur       |
| G 103       | 983,625 | 3162,725 | Bartonien B                     | G 147        | 981,74     | 3168,825    | Bartonien              |
| G 104       | 982,375 | 3163,025 | Bartonien B                     | G 148        | 981,775    | 3168,68     | Miocène                |
| G 105 - 106 | 981,225 | 3163,1   | Eocène inf.                     | G 149        | 981,875    | 3168,5      | Bartonien B            |
| G 107 à 111 | 984,1   | 3157,5   | Eocène inf.                     | G 150        | 981,925    | 3168,75     | Eocène inférieur       |
| G112        | 984,1   | 3157,5   | Bartonien                       | G 151        | 982,15     | 3168,75     | Miocène inf.           |
| G113 à 120  | 984,1   | 3157,5   | Eocène inf.                     | G152         | 981,63     | 3168        | Burdigalien            |
| G 121       | 983,65  | 3158,9   | Bartonien                       | G 153        | 981,73     | 3168,93     | Eocène inférieur       |
| G 122       | 983,8   | 3158,725 | Bartonien                       | G 154        | 985,4      | 3167,425    | Bartonien              |
| G 123       | 983,96  | 3159,1   | Bartonien C=Priabonien inf.     | G 155        | 985,5      | 3167,2      | Bartonien B            |
| G 124       | 984,08  | 3158,975 | Bartonien                       | G 156        | 985,51     | 3167,15     | Bartonien              |
| G 125       | 982,275 | 3159,475 | Jurassique                      | G 157        | 985,5      | 3164,12     | Bartonien C=Priabonien |
| G 126       | 982,25  | 3159,5   | Priabonien                      | G 158        | 985,5      | 3167,055    | Priabonien inf.        |
| G 127       | 982,2   | 3159,55  | ?                               | G 159        | 984,9      | 3170,675    | Burdigalien            |
| G 165       | 985,1   | 3170,925 | Burdigalien                     | G 160        | 985,05     | 3170,95     | Burdigalien            |
| G 166 à 168 | 985,35  | 3170,5   | Burdigalien                     | G 161        | 986,05     | 3171,225    | Burdigalien            |
| G 169       | 985,95  | 3170,875 | Burdigalien inf. moyen          | G 162        | 986 (h.c.) | 3171 (h.c.) | Burdigalien            |
| G 170       | 987,55  | 3150,45  | Bartonien                       | G163         | 987 (h.c.) | 3172 (h.c.) | Burdigalien            |
| G 171       | 987,56  | 3150,4   | Bartonien                       | G 164        | 985,1      | 3170,9      | Burdigalien            |
| G 172       | 987,58  | 3150,25  | Bartonien                       | G 201        | 983,11     | 3162,75     | Pliocène               |
| G 173       | 987,6   | 3150     | Jurassique                      | G 202        | 983,175    | 3162,975    | Oligocène              |
| G 174       | 987,96  | 3150,18  | Jurassique                      | G 203        | 981,475    | 3164,3      | Bartonien inf.         |
| G 175       | 987     | 3150     | Jurassique                      | G 204        | 981,6      | 3164,2      | Bartonien inf.         |
| G 176B      | 986,05  | 3170,925 | Burdigalien                     | G 205        | 980,69     | 3164,95     | Jurassique             |
| G 176A      | 985,93  | 3154,4   | Oligocène                       | G 206        | 983,65     | 3164,98     | Pliocène               |
| G 177       | 986,05  | 3170,975 | Burdigalien                     | G 207        | 983,9      | 3164,95     | Pliocène               |
| G 178       | 986,125 | 3171,125 | Burdigalien                     | G 208        | 985,1      | 3163,2      | Pliocène               |
| G 179       | 985,7   | 3170,8   | base Burdigalien                | G 209        | 986,325    | 3160,2      | Pliocène               |
| G 180       | 986,175 | 3171,25  | Burdigalien                     | G 210        | 986,8      | 3152,575    | Jurassique             |
| G 181       | 986,1   | 3171,175 | Burdigalien                     | G 211        | 982,85     | 3159,675    | Bartonien C=Priabonien |
| G 182       | 986,125 | 3170,85  | Bartonien C=Priabonien inf.     | G 222 - 223  | 975,08     | 3168,475    | Miocène ?              |
| G 183       | 986,15  | 3170,9   | Burdigalien                     | G 224        | 976,175    | 3169,76     | Burdigalien            |



|             |              |              |                                |             |         |           |                               |
|-------------|--------------|--------------|--------------------------------|-------------|---------|-----------|-------------------------------|
| G 184       | 986,14       | 3170,975     | Burdigalien                    | G 225       | 980,05  | 3164,15   | Jurassique                    |
| G 185a      | 986,275      | 3171,275     | Jurassique dans Miocène        | G 226       | 981,95  | 3161,2    | Bartonien B                   |
| G186a       | 986,275      | 3171,275     | Miocène base                   | G 227       | 982,8   | 6161      | Priabonien                    |
| G186b       | 986,275      | 3171,275     | Burdigalien                    | G 228       | 983,875 | 3161,975  | Priabonien                    |
| G187a       | 986,275      | 3171,275     | Miocène                        | G 229       | 983,925 | 3161,925  | Priabonien                    |
| G188a       | 986,275      | 3171,275     | Priabonien inf.                | G 230       | 982,325 | 3159,275  | Bartonien B                   |
| G188a       | 986,275      | 3171,275     | Miocène                        | G 231       | 982,425 | 3159,15   | Bartonien B (sommets)         |
| G 185B      | 966,61       | 3164,53      | Oligocène                      | G 232       | 982,55  | 3159,3    | Eocène inférieur              |
| G 186B      | 966,24       | 3164,5       | Bartonien C=Priabonien inf.    | G 233       | 984,15  | 3157,725  | Oligocène                     |
| G 187B      | 966,41       | 3164,725     | Bartonien                      | G 234       | 988,85  | 3159,33   | Bartonien B                   |
| G 188B      | 966,49       | 3164,69      | Bartonien C=Priabonien inf.    | G 235       | 982,5   | 3159,22   | Bartonien                     |
| G 189       | 963,575      | 3162,1       | Miocène sup. ?                 | G 236       | 982,49  | 3159,25   | Bartonien C=Priabonien        |
| G 190       | 985,725      | 3170,675     | Miocène                        | G 237       | 982,425 | 3159,32   | Jurassique                    |
| G 191       | 985,75       | 3169,575     | Bartonien B                    | G 238a      | 989,85  | 3159,25   | Jurassique                    |
| G 193 - 192 | 986,35       | 3170,35      | Bartonien inf.                 | G238b       | 989,85  | 3159,25   | Eocène inférieur              |
| G 194       | 986,48       | 3169,275     | Bartonien C=Priabonien inf.    | G 239 à 241 | 983,1   | 3159,025  | Bartonien C=Priabonien        |
| G 195       | 985,425      | 3170,275     | Bartonien                      | G 242       | 982,58  | 3159,65   | Priabonien                    |
| G 196       | 985,45       | 3169,1       | Oligocène ?                    | G 243       | 982,575 | 3159,7    | Priabonien possible           |
| G 197       | 985,5        | 3168,53      | Bartonien                      | G 244       | 983,475 | 3159      | Jurassique                    |
| G 198a      | 985,6        | 3167,575     | Bartonien                      | G 245       | 984,13  | 3158,675  | Pliocène                      |
| G 198b      | 983,3        | 3169,55      | Burdigalien inf.               | G 246       | 984     | 3158,75   | Bartonien                     |
| G 199       | 981,725      | 3162,85      | Bartonien C=Priabonien inf.    | G 247       | 983,6   | 3159,05   | ?                             |
| G 200       | 983,15       | 3162,9       | Pliocène                       | G 248       | 984     | 3159,54   | Priabonien                    |
| G 250       | 984,22       | 3159,15      | Priabonien                     | G 249       | 983,93  | 3159,24   | Priabonien                    |
| G 251       | 983,925      | 3159,25      | Priabonien                     | G 287       | 980,4   | 3167,925  | Jurassique                    |
| G 252       | 983,475      | 3159,675     | Priabonien                     | G 288       | 979,6   | 3166,83   | Jurassique                    |
| G 253       | 983,48       | 3159,76      | Eocène inf.                    | G 289       | 982,175 | 3168,275  | Miocène base                  |
| G 254       | 983,42       | 3160,5       | Bartonien                      | G 290       | 982,95  | 3168,58   | Bartonien C=Priabonien        |
| G 255       | 981,575      | 3162,98      | Bartonien                      | G 291a      | 984,575 | 3166,925  | Bartonien                     |
| G 256       | 981,55       | 3162,05      | Jurassique                     | G 291b      | 984,575 | 3166,925  | Pliocène                      |
| G 257       | 981,39       | 3161,89      | Eocène inf.                    | G 292       | 985,05  | 3166,825  | Eocène ou Crétacé             |
| G 258       | 981,55       | 3161,93      | Eocène inf.                    | G293        | 981,675 | 3165,4    | Oligocène                     |
| G 259       | 981,71       | 3161,775     | post-Bartonien ?               | G294a       | 981,675 | 3165,4    | Jurassique                    |
| G 260       | 981,55       | 3161,625     | Bartonien B                    | G294b       | 981,65  | 3165,4    | Priabonien et Crétacé remanié |
| G 261       | 981,65       | 3162,225     | Eocène                         | G 295       | 985,65  | 3168,55   | Bartonien                     |
| G 262       | 982,225      | 3163,225     | Bartonien base                 | G 296       | 985,725 | 3168,225  | Pliocène                      |
| G 263       | 981,625      | 3165,4       | Bartonien                      | G 297       | 986,025 | 3168,23   | Pliocène                      |
| G 264       | 985,2        | 3166,2       | Bartonien B                    | G 298       | 983,26  | 3163,05   | Bartonien                     |
| G 265       | 986,225      | 3168,825     | Crétacé                        | G 299       | 983,28  | 3163      | Bartonien C=Priabonien        |
| G 266       | 986,375      | 3168,775     | Eocène inf.                    | G 300       | 981,575 | 3162,275  | Eocène moyen base             |
| G267        | 986,3        | 3167,8       | Bartonien                      | G301a       | 986,2   | 3167,775  | Bartonien C=Priabonien        |
| G 268 à 269 | 986,2        | 3169,3       | Crétacé                        | G 301b      | 986,2   | 3167,775  | Pliocène                      |
| G 270       | 985,925      | 3169,275     | Eocène inf.                    | G 302a      | 981,05  | 3162,29   | Jurassique                    |
| G 271       | 983,25       | 3162,975     | Oligocène                      | G 302b      | 981,05  | 3162,29   | Pliocène                      |
| G 272       | 983,22       | 3163,025     | Oligocène                      | G 303       | 981,45  | 3161,875  | Bartonien-Priabonien inf      |
| G 273       | 983,22       | 3163,025     | à préciser                     | G 304       | 981,45  | 3161,875  | Bartonien                     |
| G 274       | 984,08       | 3162,975     | Bartonien C=Priabonien inf.    | G 305       | 981,45  | 3161,875  | Eocène moyen (base)           |
| G 275       | 984,16       | 3163,05      | Bartonien                      | G 306       | 981,45  | 3161,875  | Bartonien                     |
| G 276       | 984,15       | 3162,275     | Bartonien                      | G 307       | 981,5   | 3161,9    | Eocène                        |
| G 277       | 981,35       | 3162,275     | Jurassique                     | G 308       | 981,525 | 3161,76   | Bartonien                     |
| G 278       | 980,075      | 3168,24      | Burdigalien                    | G 309       | 982,6   | 3161,66   | Bartonien                     |
| G 279b      | 980,125      | 3168,115     | Oligocène                      | G 310       | 986,475 | 3168,3    | Bartonien                     |
| G 279a      | 980,125      | 3168,115     | Burdigalien                    | G 311       | 986,2   | 3168,375  | Bartonien                     |
| G 280       | 980,125      | 3168,125     | Miocène                        | G 312       | 984,4   | 3169,05   | Jurassique                    |
| G 281       | 980,85       | 3169,475     | Burdigalien                    | G 313       | 985,025 | 3169,475  | Crétacé                       |
| G 282       | 981,2        | 3169,55      | Burdigalien                    | G 314       | 986,35  | 3169,4    | Bartonien                     |
| G 283       | 981,42       | 3169,875     | Langhien-Serravallien          | G 315       | 981,65  | 3168,9    | Oligocène                     |
| G 284       | 981,45       | 3169,875     | Langhien-Serravallien          | G 316       | 985,225 | 3166,7    | Oligocène                     |
| G 285       | 981,1        | 3169,95      | Miocène                        | G 317       | 985,1   | 3166,725  | Crétacé                       |
| G 286       | 981,45       | 3169,675     | Miocène                        | G 318       | 985,1   | 3166,725  | Bartonien                     |
| G 325       | 986,175      | 3170,425     | Miocène                        | G 319       | 985,38  | 3166,63   | base Bartonien                |
| G 326       | 986          | 3170,325     | à préciser                     | G 320       |         | Bartonien |                               |
| G 327       | 981,23       | 3170,01      | Jurassique                     | G 321       | 982,5   | 3170,6    | Langhien                      |
| G 328       | 981,5        | 3169,85      | Miocène                        | G 322 - 323 | 982,4   | 3170,625  | Langhien-Serravallien         |
| G 329       | 981,51       | 3169,88      | Miocène                        | G 324       | 982,31  | 3170,685  | Miocène                       |
| G 330       | 981,52       | 3169,9       | Miocène                        | G356        | 982,6   | 3161,66   | Priabonien                    |
| G 331       | 981,525      | 3169,93      | Miocène                        | G357        | 981,925 | 3161,225  | Bartonien inf.                |
| G 332a à    | 975,55 à     | 3168,74 à    | Jurassique                     | G358        | 981,6   | 3161,875  | Priabonien                    |
| G 341       | 975,5        | 3168,725     | Jurassique                     | G359        | 981,575 | 3162,88   | Priabonien                    |
| G 342       | 979,3        | 3157,575     | Bartonien                      | G360        | 981,8   | 3161,7    | Eocène inf.                   |
| G 343       | 980,625      | 3157,4       | Pliocène ?                     | G361        | 985,775 | 3169,075  | Bartonien sup.                |
| G 344       | 985,375      | 3167,15      | Bartonien                      | G362        | 985,85  | 3169,25   | base Bartonien                |
| G 345       | 985,75       | 3166,5       | Priabonien                     | G363        | 985,925 | 3169,275  | limite Crétacé-Bartonien      |
| G 346       | 976,85       | 3169,975     | Miocène                        | G364        | 983,625 | 3164,775  | Crétacé                       |
| G 347       | 976,58       | 3167,575     | Eocène moyen                   | G365        | 984,05  | 3164,75   | Priabonien inf.               |
| G 348       | 963          | 3165,61      | Miocène sup.                   | G366        | 984,05  | 3164,775  | base Bartonien                |
| G 349       | 962,99       | 3165,975     | Crétacé                        | G367        | 984     | 3164,7    | base Bartonien                |
| G 350       | 962,51       | 3165,9       | Priabonien possible            | G368        | 983,85  | 3164,7    | Priabonien                    |
| G 351       | 963,225      | 3165,44      | Priabonien                     | G369        | 983,725 | 3164,6    | base Priabonien               |
| G 352       | 962,85       | 3165,55      | Priabonien C                   | G370        | 979,85  | 3169,45   | Miocène basal                 |
| G 353 - 354 | 962,2 ? h.c. | 3165,67 h.c. | Priabonien dans Miocène sup. ? | G371        | 980,75  | 3169,325  | Burdigalien                   |
| G 355       | 964,325      | 3165,07      | Priabonien C                   | G372        | 984,275 | 3163,85   | Pliocène                      |
| G 378       | 981          | 3168,47      | Miocène inférieur              | G373        | 984,275 | 3163,925  | Pliocène                      |
| G 379       | 382,35       | 3170,2       | Miocène                        | G374        | 983,475 | 3164,4    | Crétacé                       |
| G 380 à 385 | 379,8        | 3168,6       | Miocène                        | G 386 à 388 | 379,57  | 3170,2    | Miocène                       |
| G 567       | 986          | 3161,75      | Priabonien                     |             |         |           |                               |