

Le Gargasien de Gargas (Vaucluse, SE de la France) : synthèse des données de terrain et révision de la microfaune de foraminifères et d'ostracodes

Michel MOULLADE ^{1, 2}

Guy TRONCHETTI ²

Jean-François BABINOT ²

Résumé : La coupe de Gargas, stratotype historique de l'étage aptien et du sous-étage gargasien, n'est désormais plus du tout accessible à l'observation par suite de l'urbanisation. À partir d'un ensemble d'échantillons prélevés en 1966 par l'un d'entre nous, nous avons pu cependant la réinterpréter à la lumière des résultats d'ordre taxinomique et biostratigraphique acquis récemment sur la base de l'étude des microfaunes de l'Aptien du secteur de La Tuilière, distant d'environ 5 km.

Cette nouvelle interprétation micropaléontologique montre que la coupe historique apparaît en fait tronquée à sa base, le Gargasien inférieur (non basal) s'y trouvant en contact quasi-direct avec l'Urgonien ; le Bédoulien terminal, marneux, connu plus à l'Ouest (vers le Chêne) ainsi qu'à La Tuilière, manque ici à l'affleurement. En effet, dans nos échantillons de la série stratotypique nous avons pu mettre successivement en évidence (de bas en haut) :

- la partie supérieure de la zone à *Praehedbergella luterbacheri* et la zone à *Globigerinelloides ferreolensis*,
- la zone à *G. barri*,
- le tout début de la zone à *G. algerianus*,

soit la majeure partie du Gargasien inférieur, le Gargasien moyen et le passage au Gargasien supérieur.

La partie supérieure de la zone à *G. barri* et le passage à la zone à *G. algerianus* correspondent à une séquence marquée par l'instauration d'un faciès marno-sableux, dont les termes supérieurs ont historiquement fourni des ammonites de l' "horizon de Clansayes" (*sensu ante*). Cette donnée ne peut être confortée par les microfaunes, dont la conservation se dégrade rapidement dans les niveaux détritiques, au point même qu'elles vont quasiment jusqu'à disparaître dans les sables et grès sus-jacents au Clansayésien *auct.* Par analogie avec le secteur de Banon, distant d'une dizaine de kilomètres, ces termes détritiques du sommet de la Colline de Gargas pourraient appartenir à l'Albien supérieur-Vraconnien.

Mots-Clefs : Aptien ; Gargasien ; stratotype historique ; SE France ; foraminifères ; ostracodes ; biostratigraphie.

Citation : MOULLADE M., TRONCHETTI G. & BABINOT J.-F. (2009).- Le Gargasien de Gargas (Vaucluse, SE de la France) : synthèse des données de terrain et révision de la microfaune de foraminifères et d'ostracodes.- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Article 2009/10 (CG2009_A10)

Abstract: The Gargasian of Gargas (Vaucluse, SE France) : Synthesis of field data and revision of the foraminiferal and ostracodal microfauna.- Because of urbanization the section at Gargas, historical stratotype of the Aptian stage and of the Gargasian substage, is no longer accessible. However, samples taken there in 1966 by one of us make feasible a reinterpretation of this series in the light of taxonomic and biostratigraphic data from a recent study of Aptian microfaunas from La Tuilière area, some 5 km away.

This new micropaleontologic interpretation shows that the historical section is truncated at its base : the lower (not lowermost) Gargasian is in quasi-direct contact with Urgonian limestones ; the uppermost (marly) Bedoulian, known to be present westward towards Le Chêne as well as at La Tuilière, is absent in the stratotype outcrop. In the samples from the stratotypic succession we have identified (bottom upward):

- the upper part of the *Praehedbergella luterbacheri* zone and the *Globigerinelloides ferreolensis* zone,
- the *G. barri* zone,
- the beginning of the *G. algerianus* zone,

i.e. these zones comprise the major part of the lower Gargasian, the middle Gargasian and the

¹ Museum d'Histoire naturelle de Nice, 60 bd Rizzo, 06300 Nice (France)
michel.moullade@unice.fr

² EA 4234, Géologie des systèmes et des réservoirs carbonates, Université de Provence (Aix-Marseille I), Campus Saint-Charles, Case 67, Place Victor Hugo, 13331 Marseille Cedex 3 (France)
Manuscrit en ligne depuis le 31 Décembre 2009

transition to the upper Gargasian.

The upper part of the *G. barri* zone and the passage to the *G. algerianus* zone are in sandy marls of which the upper terms were said to have yielded ammonites of the "Clansayes horizon" (*sensu ante*). The microfauna does not resolve this apparent discrepancy, for its state of preservation degrades rapidly in the detrital levels, to the point of quasi-disappearance in sands overlying the Clansayesian *auct.* A comparison with the sector of Banon, only some 10 km away, led us to suggest that these sands cropping out at top of the Gargas Hill might be of Late Albian-Vraconnian age.

Key Words: Aptian; Gargasian; historical stratotype; SE France; foraminifera; ostracoda; biostratigraphy.

Introduction

Les études récentes (ATROPS & DUTOIR, 2005 ; DUTOIR, 2005 ; BABINOT *et alii*, 2007 ; MOULLADE *et alii*, 2008) portant sur les marnes du secteur du hameau de La Tuilière (commune de Saint-Saturnin-lès-Apt, Vaucluse) ont permis d'établir pour la première fois une biostratigraphie (ammonites, foraminifères, ostracodes) détaillée de la transition du Bédoulien au Gargasien dans l'aire stratotypique aptienne. À la lumière de ces nouvelles données, il nous a paru intéressant de reprendre l'étude du secteur d'Apt-Gargas (Fig. 1), au sens strict stratotype historique de l'étage et d'un de ses sous-étages.

On pourra objecter que de nos jours, et ce depuis près de quatre décennies, la coupe de la colline de Gargas n'est plus accessible à l'observation directe et qu'il n'est plus possible d'y

pratiquer des prélèvements. Pour en effectuer la révision à l'aune des acquis récents, il nous a cependant été possible de nous appuyer sur du matériel que nous avons prélevé à l'époque où des affleurements existaient encore dans ce secteur (voir ci-dessous le chapitre "matériel et méthodes").

Bien que souvent cité et étudié en tant que gisement fossilifère (ammonites) dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème}, le secteur de Gargas n'a fait l'objet que de rares travaux concernant les microfossiles. En 1958, OERTLI publie la première monographie micropaléontologique sur le stratotype, portant sur les ostracodes. Il s'agit d'un travail pionnier sur le plan systématique (description et figuration de nombreux taxons, dont beaucoup sont nouveaux). Le contenu en foraminifères du même matériel fera l'objet d'une étude distincte par CHEVALIER (1960).

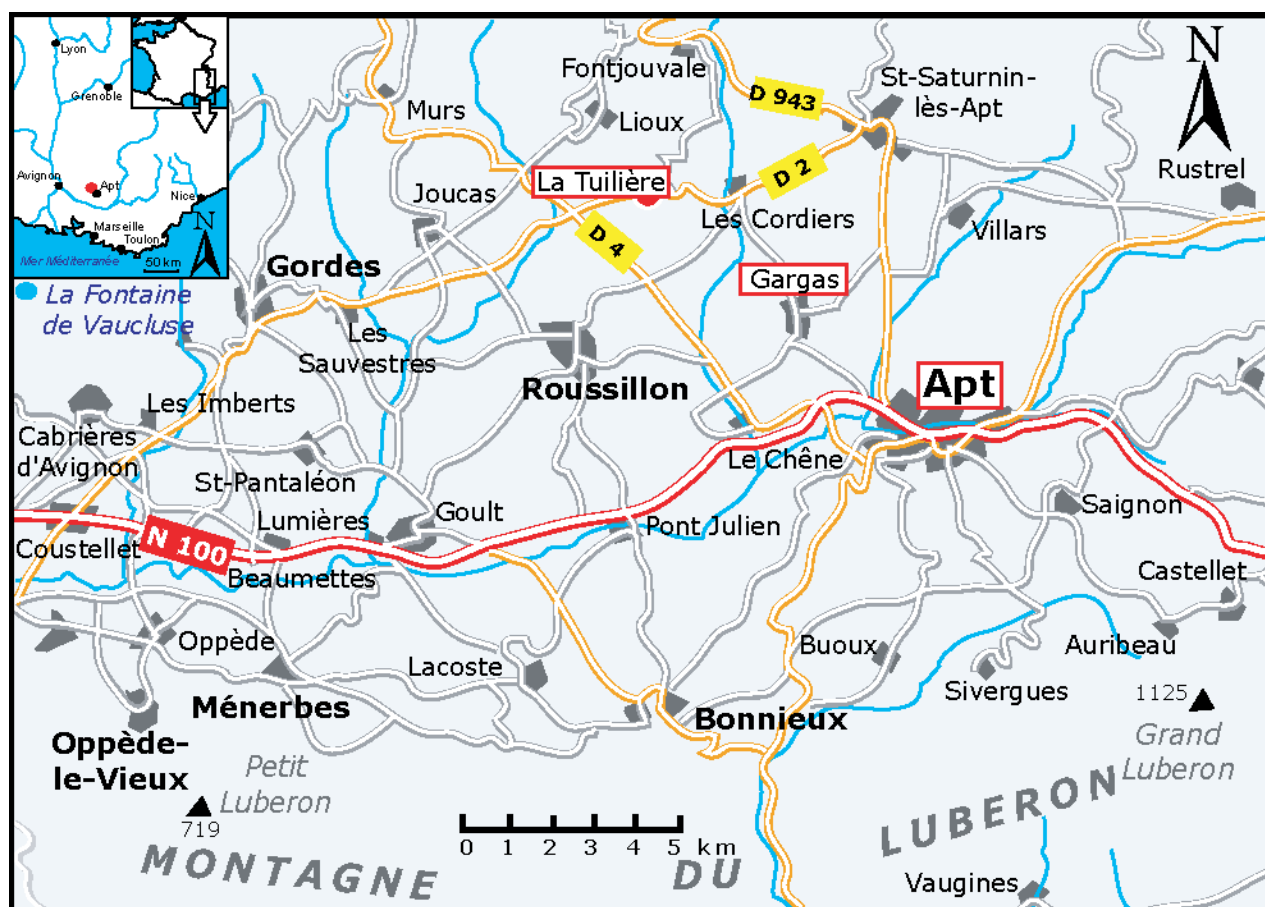


Figure 1 : Carte de localisation géographique du secteur stratotypique de l'Aptien et du Gargasien.

Figure 1: Map showing the location of the Aptian and Gargasian stratotypic area.

Dans le cadre du Colloque de Lyon (1963) sur le Crétacé inférieur, l'un de nous (M.M.) procède à des études micropaléontologiques sur les stratotypes de l'Aptien, incluant en particulier un inventaire détaillé des foraminifères (benthiques et planctoniques) et ostracodes du secteur de Gargas (1965). Dans son mémoire consacré aux foraminifères planctoniques de l'Aptien, principalement du Mexique, LONGORIA (1974) effectue une brève comparaison avec les stratotypes de l'étage, fondée sur une compilation des travaux de FABRE-TAXY *et alii* (1965) et de MOULLADE (1965). Pour ce qui est de Gargas, l'auteur se limite à des données d'ordre systématique (création d'une nouvelle espèce) provenant de trois échantillons (dont deux seulement d'âge aptien) qu'il a prélevés lors d'une brève visite dans le SE de la France. La Thèse de GIROUD d'ARGOUD (1975) inclut essentiellement une étude stratigraphique et surtout sédimentologique (minéralogie des argiles) de l'Aptien supérieur de Provence. Elle comprend quelques pages sur la série de Gargas, avec une proposition de nouveau découpage micropaléontologique, appuyé sur des échantillons prélevés par l'auteur et dont le contenu en foraminifères et ostracodes a été déterminé respectivement par deux d'entre nous (M.M. et J.-F.B.).

La coupe historique de Gargas

LEENHARDT (1883) fut le premier à illustrer une coupe pratiquement N-S ("vers le sud quelques degrés ouest") détaillée de l'Aptien des environs immédiats de Gargas (Fig. 2) ; cette coupe est relevée sur le flanc sud de la colline jouxtant le village au SSE et passe par le moulin de Salignan :

- Au dessus de l'Urgonien (niveau 1), affleurant au niveau de la route et de la voie de chemin de fer, marnes jaunes (niveaux 2-3, 10-15m), montrant vers leur sommet des intercalations de marne calcaire. L'auteur attribue ces marnes à sa subdivision inférieure de l'Aptien, qu'il dénomme "A¹", d'âge bédoulien (*A. consobrinus*). À noter le fait que l'auteur figure sur sa coupe une faille verticale de direction E-W, de faible rejet, située juste au Sud de la tranchée du chemin de fer. Les pendages des niveaux 1-3 apparaissent en outre différents (plus marqués dans le compartiment nord) de part et d'autre de cette faille.
- "Marnes aptiennes types", gris cendré, (niveau 4 = A², 40 à 50m d'épaisseur), "dont la faune" [fossiles ferrugineux abondants dans la partie inférieure : *A. Dufrenoyi* ; *Plicatula radiola*] "est la plus connue". Ces marnes constituent la partie inférieure de la colline de Gargas.
- Marnes gréseuses (*Bel. semicanaliculatus*, *Plicatules*) (niveaux 5-6 = A³, 60 à 80m), avec lits de grès marneux jaune dans leur partie supérieure. Ces niveaux constituent la partie médiane de la colline.
- Marnes sableuses avec bancs de grès sableux (niveau 7, attribution stratigraphique non précisée).
- Marnes sableuses jaunes verdâtres "avec des fossiles noyés dans des morceaux ferrugineux roulés ? Ce niveau appartient très probablement au Gault" [=Albien] "ou peut-être à la base du Cénomaniens". Avec le précédent il constitue la partie supérieure de la colline.

Coupe de l'Aptien de Gargas prise un peu à l'ouest de l'Église et dirigée vers le sud quelques degrés ouest.

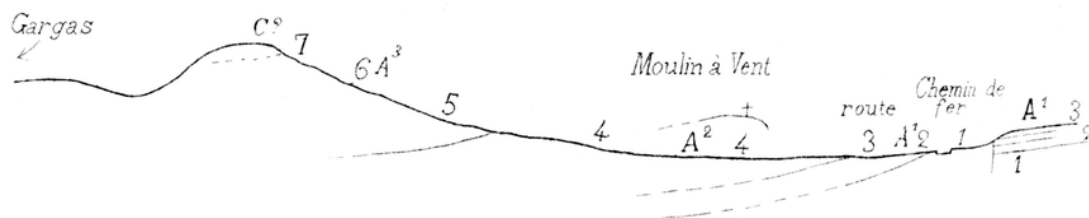


Fig. 25

Figure 2 : Coupe NNE-SSW de LEENHARDT (1883). 1 : Urgonien. 2-3 : marnes jaunes bédouliennes. 4. marnes aptiennes types. 5-6 : marnes gréseuses. 7 : marnes sableuses et grès sableux. C? : marnes sableuses jaunes verdâtres.

Figure 2: NNE-SSW section by LEENHARDT (1883). 1: Urgonian. 2-3: Bedoulian yellow marls. 4. Typical Aptian marls. 5-6: Sandy marls. 7: Sandy marls and friable sandstone. C?: Greenish-yellow sandy marls.

Donc selon LEENHARDT (1883) l'Aptien à dominante marneuse du secteur de Gargas serait relativement complet, à l'exception du Bédoulien "ici plus marneux et beaucoup moins développé qu'à La Bédoule... il paraît manquer de sa partie inférieure comme l'Urgonien, sur lequel il repose en discordance, de sa partie supérieure". La partie supérieure sableuse (A³) passerait en continuité à l'Albien, "la limite entre les deux étages étant difficile à reconnaître".

OERTLI (1958) puis CHEVALIER (1960) ont effectué leur étude micropaléontologique sur la base de levés de terrains détaillés effectués par la C.E.P. (Compagnie d'Exploration Pétrolière), exploités selon les techniques pétrolières. L'orientation SE-NW de leur coupe principale (Fig. 3) est un peu différente de celle, S-N, de LEENHARDT (1883). Le point d'aboutissement est identique (Le Fort, couronnant la colline principale de Gargas) mais le point de départ, situé à la jonction des routes menant respec-

tivement à Saint-Saturnin-lès-Apt et à Cavailon, est plus proche d'Apt. De bas en haut, les termes suivants sont répertoriés :

- Calcaire subrécifal [faciès urgonien] (niveau 7 in OERTLI, 1958).
- Marnes et marno-calcaire jaunâtre (niveau 6).
- Marnes argileuses noires, à "fossiles pyriteux de la faune d'Apt" (niveau 5).
- Marno-calcaire bleuté [affleurant au niveau d'une petite carrière] (niveau 4).
- Marnes sableuses jaunes passant à des marnes argileuses noires à bancs de marno-calcaire jaune ou bleuté (3).
- Marnes sableuses et grès glauconieux (horizon de Clansayes) (2).
- Sables, grès continentaux et ocre jaune (1).

Les niveaux 3 à 6 (dans la numérotation d'OERTLI) sont rapportés au Gargasien et les niveaux 1 et 2 à l'Albien (incluant donc le Clansayésien à sa partie inférieure).

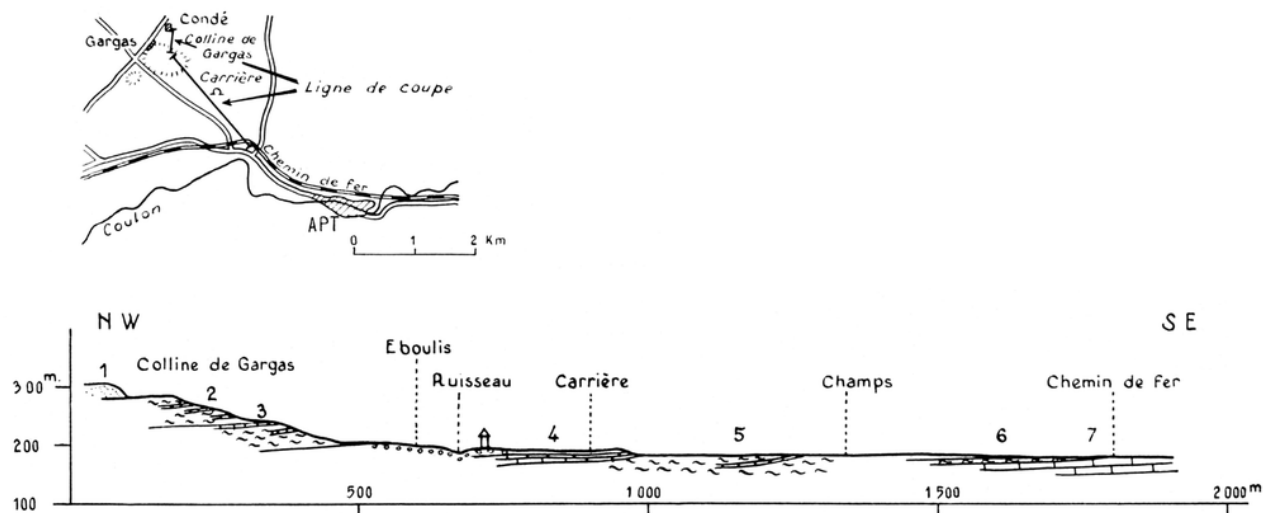


Figure 3 : Coupe NW-SE de la C.E.P. in OERTLI (1958). 7 : Urgonien. 6 : marnes et marno-calcaire jaunâtre. 5 : marnes argileuses noires à fossiles pyriteux. 4 : marno-calcaire bleuté. 3 : marnes sableuses jaunes. 2 : marnes sableuses et grès glauconieux (horizon de Clansayes). 1 : sables, grès continentaux et ocre jaune.

Figure 3: NW-SE section of the C.E.P. in OERTLI (1958). 7: Urgonian. 6: Marls and yellowish marly limestone. 5: Black argillaceous marls with pyritized fossils. 4: Bluish marly limestone. 3: Yellowish sandy marls. 2: Sandy marls and glauconitic sandstones (Clansayes level). 1: Sands, continental sandstones and yellow ocher.

Une figure complémentaire (Fig. 3 in OERTLI, 1958), orientée N-S et levée sur le flanc N de la colline de Gargas, illustre plus en détail la succession des termes supérieurs (niveaux 1-3 in OERTLI).

Par rapport à la coupe de LEENHARDT (1883), qui débute en fait 2 km plus à l'W que celle de la C.E.P., le fait marquant est ici l'absence de termes bédouliens à la base.

Dans son étude sédimentologique des terrains aptiens de la Provence aux Baronnies, ABOUSSOUAN (1963) figure un levé sommaire (Pl. 13, p. 129) de la coupe de Gargas, mais restreint son analyse aux termes de passage du

Gargasien à l'Albien inférieur, sans pouvoir "en l'absence d'Ammonites, et de données micropaléontologiques, ... préciser la limite exacte entre les deux étages Aptien et Albien".

En 1965 l'un de nous (M.M.), plutôt qu'un tracé de coupe théorique, donne une cartographie détaillée de la suite discontinue d'affleurements dont l'alignement général (SE-NW) suit le tracé de la coupe de la C.E.P., les termes supérieurs (albiens) étant cependant levés sur le flanc W (et non N) de la colline de Gargas (Figs. 4-5). La succession lithologique est donnée sous la forme d'un log détaillé (Fig. 3 in MOULLADE, 1965). Au dessus du niveau 1 (Urgonien), affleurant de manière très localisée près

de la voie ferrée au départ de la coupe, l'auteur relève la succession suivante (*op. cit.*, p. 204-206) :

2. Marnes argileuses jaunâtres peu visibles (10m ?) [très altérées et provenant sans doute en grande partie du fluage de termes sus-jacents, elles correspondent à une zone cultivée].

3. Marno-calcaire gris-bleu, formant le radier et la majeure partie du front de taille, sur 4,5m, d'une petite carrière (affleurement B, partie inférieure de la Fig. 5) ; déjà positionnée par OERTLI à l'aplomb de son niveau 4, située 300m au SE et en contrebas de la ferme des Grandes Terres, cette carrière fut ultérieurement (après 1970) noyée sous un lac artificiel.

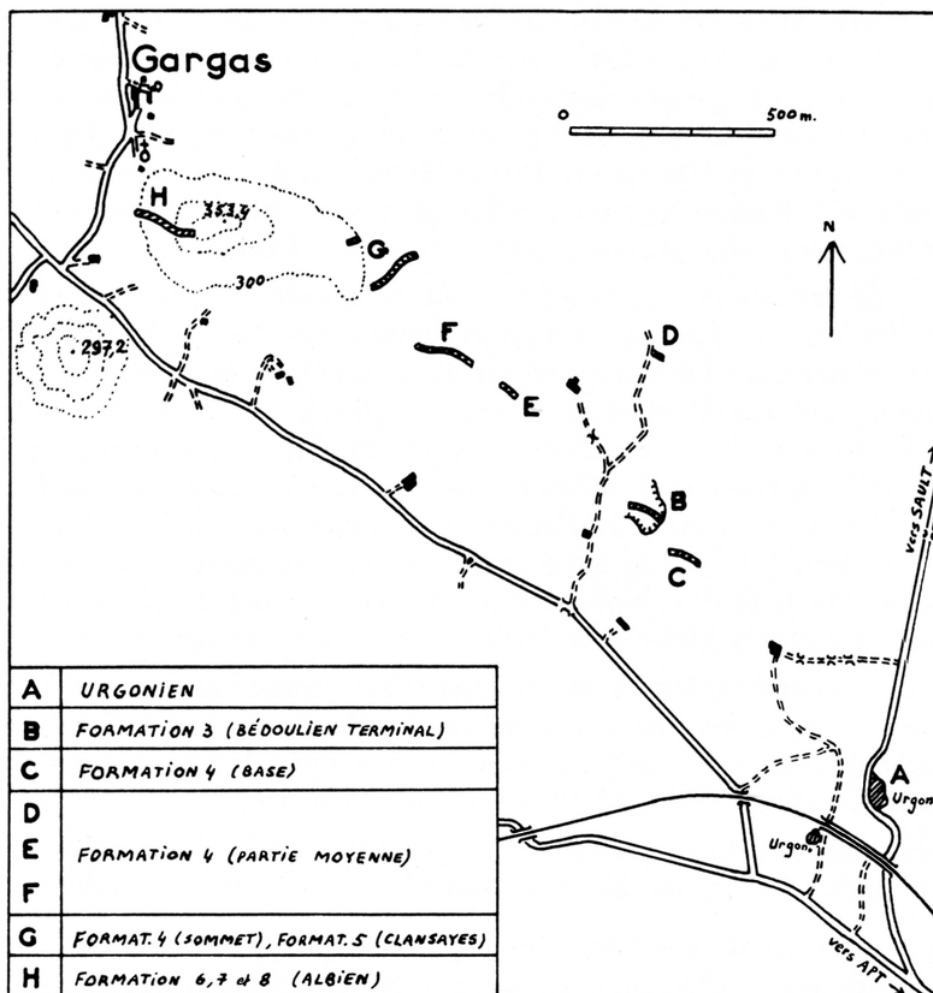


Figure 4 : Carte d'affleurements et de situation des coupes de MOULLADE (1965). Les lettres correspondent aux différents affleurements (B : Carrière des Grandes Terres).

Figure 4: Map showing the location of outcrops and sections by MOULLADE (1965). Capital letters identify the several outcrops (B: Les Grandes Terres Quarry).

4. Marnes gris-bleu à bleu-jaunâtre (60m), coiffant le niveau précédent au toit de la carrière (affleurement B) et formant surtout la base et la partie médiane de la colline de Gargas. Sur les 45 premiers mètres on ne peut observer cette formation que de manière discontinue, les affleurements successifs (C, D, E, F dans la Fig. 5), séparés par des zones de non-visibility, se révélant intégralement constitués de marnes. Les 15 m sommitaux sont intercalés plus ou moins régulièrement de minces lits marno-calcaires plus indurés et correspondent à une

accentuation de la pente de la colline (partie médiane).

- Marnes sableuses et glauconieuses jaunâtres (12m), avec intercalation de bancs gréso-marneux ou calcaréo-gréseux.
- 15 à 20m de marnes sableuses et glauconieuses jaune-verdâtre, passant à des sables argileux et glauconieux de même teinte.
- Sables bariolés (8 à 10m), passant à des grès friables.
- Grès dur constituant le sommet de la colline.

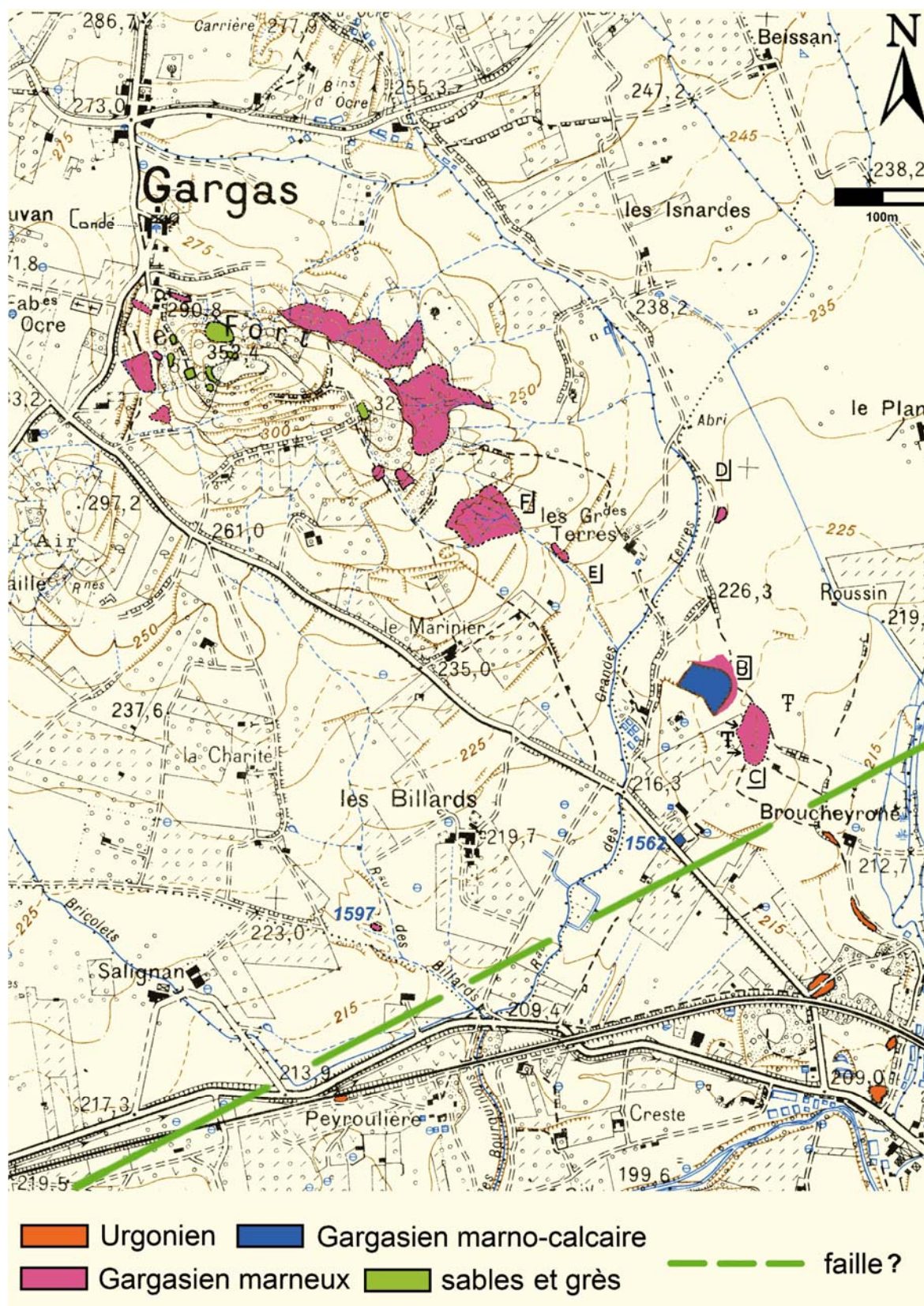


Figure 5 : Carte d'affleurements de MOULLADE (révision 2009 des levés inédits de 1963), avec tracé de la faille envisagée dans l'hypothèse d'une tectonique cassante. Les lettres se rapportent aux affleurements (B : Carrière des Grandes Terres). 1562 : échant. marno-calcaire à microfaune d'âge gargasien inférieur. 1597 : échant. marneux à fossiles pyriteux et microfaune d'âge gargasien inférieur.

Figure 5: MOULLADE map of outcrops (a 2009 revision of the unpublished surveys of 1963), with the trace of a postulated fault (green dashes) in the hypothesis of block faulting. Capital letters refer to named outcrops (B: Les Grandes Terres Quarry). 1562: Site of marly limestone with lower Gargasian microfauna. 1597: Site of marl with pyritized fossils and lower Gargasian microfauna.

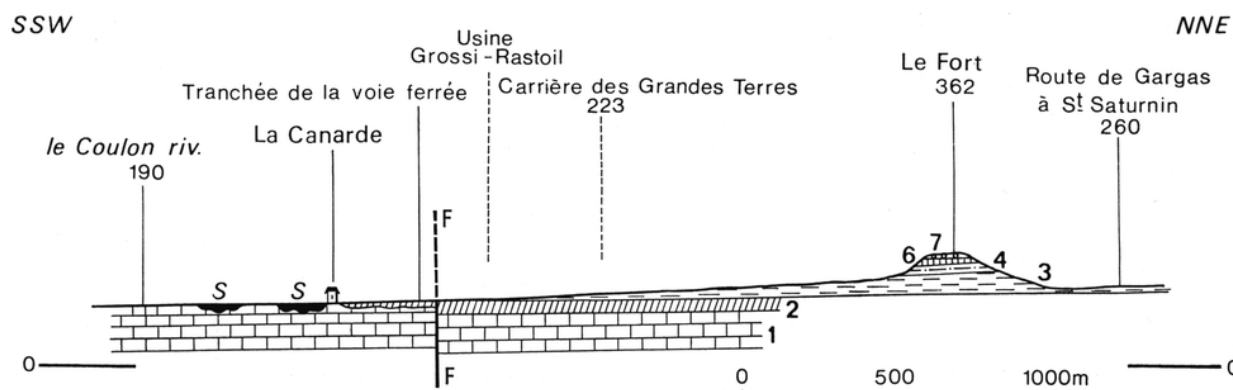


Figure 6 : Coupe de ROCH (1971). 1 : calcaires urgoniens. 2 : marnes bédouliennes. 3 : marnes gargasiennes. 4 : grès et marnes du Clansayésien. 6 : grès blancs. 7 : conglomérats rubéfiés de l'Éocène supérieur basal. F : faille probable.

Figure 6: Section by ROCH (1971). 1: Urgonian limestones. 2: Bedoulian marls. 3: Gargasian marls. 4: Clansayesian sandstones and marls. 6: White sandstones. 7: Basal Upper Eocene rust-stained conglomerates. F: probable fault.

Sur la base de récoltes de grandes ammonites effectuées par l'auteur dans la partie inférieure de la carrière des Grandes Terres, fossiles déterminés par BUSNARDO (*Ancyloceras* sp., *Procheloniceras albrechti-austriae* (2 ex.), *Procheloniceras* sp. (plusieurs ex.), *Valdedorsella angladei*, *Aconeceras* cf. *haugi*, *Procheloniceras seminodosum*), le niveau 3 fut attribué au Bédoulien ; la base du niveau 4, qui a livré de nombreuses petites formes pyriteuses (*Aconeceras nisum*, *Dufrenoyia dufrenoyi*, *Dufrenoyia* sp. gr. *dufrenoyi*, *Cheloniceras royeri*, *C. martini*, *Macroscaphites striatisulcatus*, *Colombiceras* sp. gr. *crassicosatum*, *Salfeldiella* sp., *Valdedorsella* sp. aff. *angladei*, *Gargasicerias* sp. aff. *gargasense*) fut attribuée au Gargasien inférieur. Le reste du niveau 4 n'a fourni que des belemnites (*Neohibolites semicanaliculatus*).

À partir des données de la littérature, faute d'y trouver lui-même des macro- ou microfossiles, l'auteur rapporte le sommet du niveau 5 à l'horizon de Clansayes, les niveaux 6 et 7 à l'Albien et le niveau 8 au Cénomaniens.

Dans une étude régionale synthétique de la Géologie du pays d'Apt, ROCH (1971) inclut quelques développements relatifs au stratotype. Il figure en particulier une coupe schématique SSW-NNE (reproduite Fig. 6) très voisine géographiquement de celle de LEENHARDT (1883), qui montre la présence d'un mince niveau de marnes jaunes bédouliennes intercalé entre les calcaires urgoniens et les marnes gargasiennes proprement dites. L'auteur s'interroge sur la position géométrique des calcaires argileux à faune bédoulienne observés par l'un de nous (M.M., 1965) dans la mesure où ils se trouvent altimétriquement au niveau des gisements "des Billards et de Salignan" (voir positionnement dans la Fig. 5) "choisis autrefois par W. KILIAN comme type du sous-étage gargasien".

Tout comme celle de LEENHARDT (1883), la coupe de ROCH (1971) figure un tracé de faille verticale à faible rejet et de direction E-W, mais ici placée légèrement au nord de la tranchée de la voie ferrée. À noter cependant qu'aucune faille ne figure à cet endroit sur la carte géologique (feuille Cavaillon) à 1/50.000^e publiée en 1966 et dont l'auteur des levés n'est autre que ROCH lui-même.

L'étude sédimentologique de GIROUD d'ARGOUD (1975) porte sur la même succession d'affleurements que celle qui a été relevée par l'un de nous (M.M., 1965), avec une interprétation stratigraphique similaire de la série. L'étude s'accompagne d'une esquisse cartographique (Fig. 7), où aucune faille n'est portée dans le secteur analysé, et où le Bédoulien terminal est réuni avec le Gargasien, l'auteur mentionnant que "du point de vue lithologique, ces deux sous-étages ne peuvent être séparés".

Matériel et méthodes

Pour la présente révision nous avons disposé des éléments suivants :

- les isolats des tris micropaléontologiques effectués par l'un de nous (M.M.) en 1962-1963 (résultats publiés en 1965, Colloque de Lyon sur le Crétacé inférieur), qui sont conservés dans les collections de ce dernier,
- les isolats des tris micropaléontologiques effectués par GIROUD d'ARGOUD dans le cadre de ses travaux de thèse (1975), conservés dans les collections de MOULLADE (Museum d'Histoire naturelle de Nice) et de BABINOT (Université de Provence, Marseille).
- Les échantillons prélevés à l'occasion d'un nouveau levé de la coupe-type (Fig. 8) par FOURY et MOULLADE en 1966. Une fraction de chacun de ces échantillons a été traitée initialement à Lyon en combinant la

méthode d'Averburg et le Bradosol ; les isolats des tris correspondants sont conservés dans les collections de l'un de nous (M.M.). Une fraction résiduelle de ces mêmes échantillons a été traitée récemment par nos soins en utilisant le Rewoquat et une maille de tamisage plus fine (45 μm)

que celle (80 μm) qui était couramment pratiquée il y a trente ou quarante ans. Ayant fourni des microfaunes plus riches, mieux conservées et plus significatives, c'est essentiellement ce dernier lot d'échantillons qui a servi de base à la présente étude.

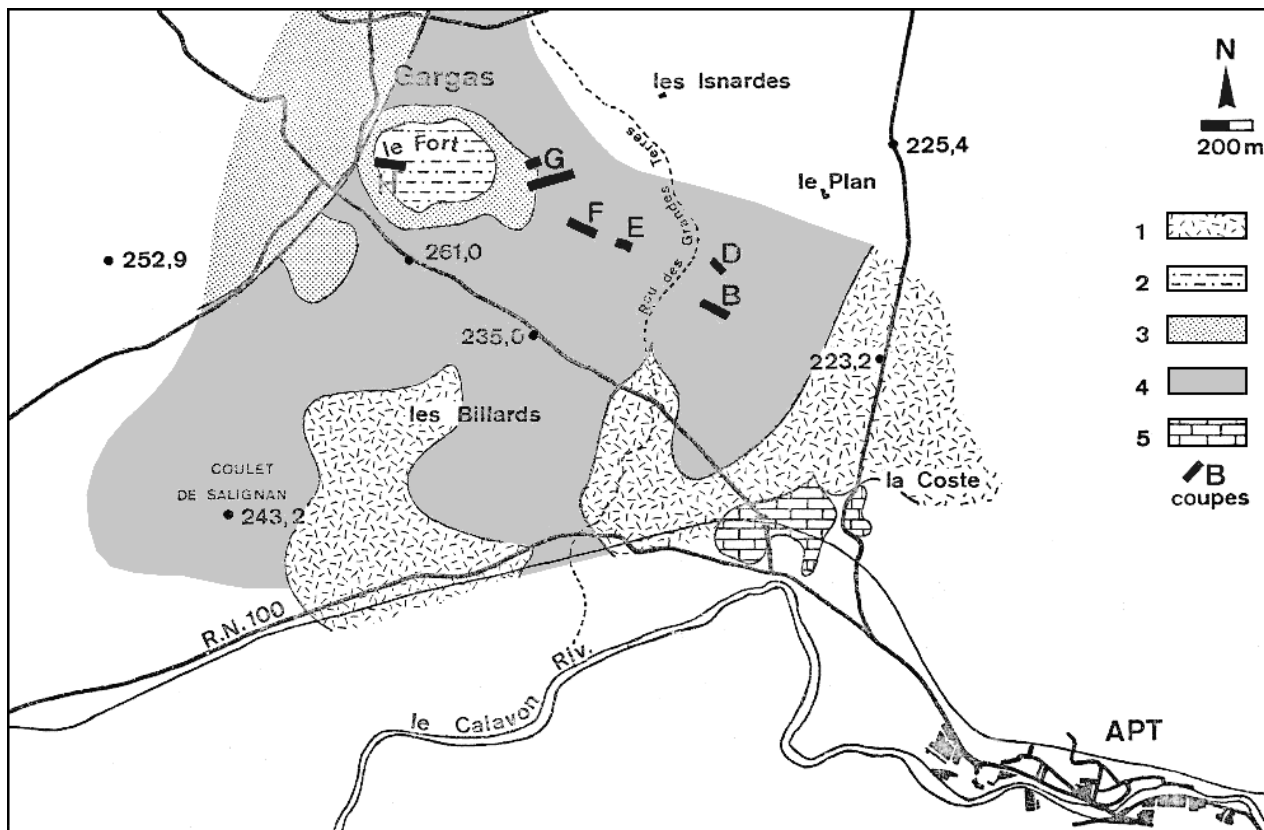


Figure 7 : Carte géologique de GIROUD d'ARGOUD (1975). 1 : Éboulis. 2 : Albien. 3 : Clansayésien. 4 : Bédoulien terminal-Gargasien. 5 : Bédoulien (faciès urgonien). B : affleurement de la Carrière des Grandes Terres.

Figure 7: Geological map by GIROUD d'ARGOUD (1975). 1: Scree. 2: Albian. 3: Clansayesian. 4: Uppermost Bedoulian-Gargasian. 5: Bedoulian (Urgonian facies). B: Outcrop at the Les Grandes Terres Quarry.

Nouvelles données micropaléontologiques

L'essentiel de nos résultats est consigné sous la forme d'un tableau (Fig. 9) de répartition des foraminifères benthiques et planctoniques (détermination M.M. et G.T.), ainsi que des espèces d'ostracodes les plus significatives (détermination J.-F.B. et M.M.).

Compte tenu de la discontinuité des affleurements, principalement entre les cotes 15 et 55m de la coupe déjà levée par l'un de nous (M.M.) en 1965 et ici redessinée avec quelques modifications (Fig. 8), nous n'avons pu obtenir à Gargas une aussi grande densité d'informations qu'à La Tuilière. Nous avons cependant

pu y déterminer les premières et dernières occurrences de la plupart des marqueurs et appliquer la biozonation micropaléontologique, calibrée par ammonites, déjà reconnue aussi bien à Cassis-La Bédoule (MOULLADE *et alii*, 2005) qu'à La Tuilière (MOULLADE *et alii*, 2008). Ces nouvelles données nous conduisent à une réinterprétation stratigraphique de la coupe de Gargas qui diffère, pour certains niveaux, de celles qui ont été autrefois proposées par MOULLADE (1965), ROCH (1971) et GIROUD d'ARGOUD (1975). Ce n'est qu'aujourd'hui en effet qu'il apparaît que le déchiffrement biochronologique du secteur de Gargas ne pouvait qu'être approximatif sans l'apport de la clef constituée par le secteur de la Tuilière.

G A R G A S

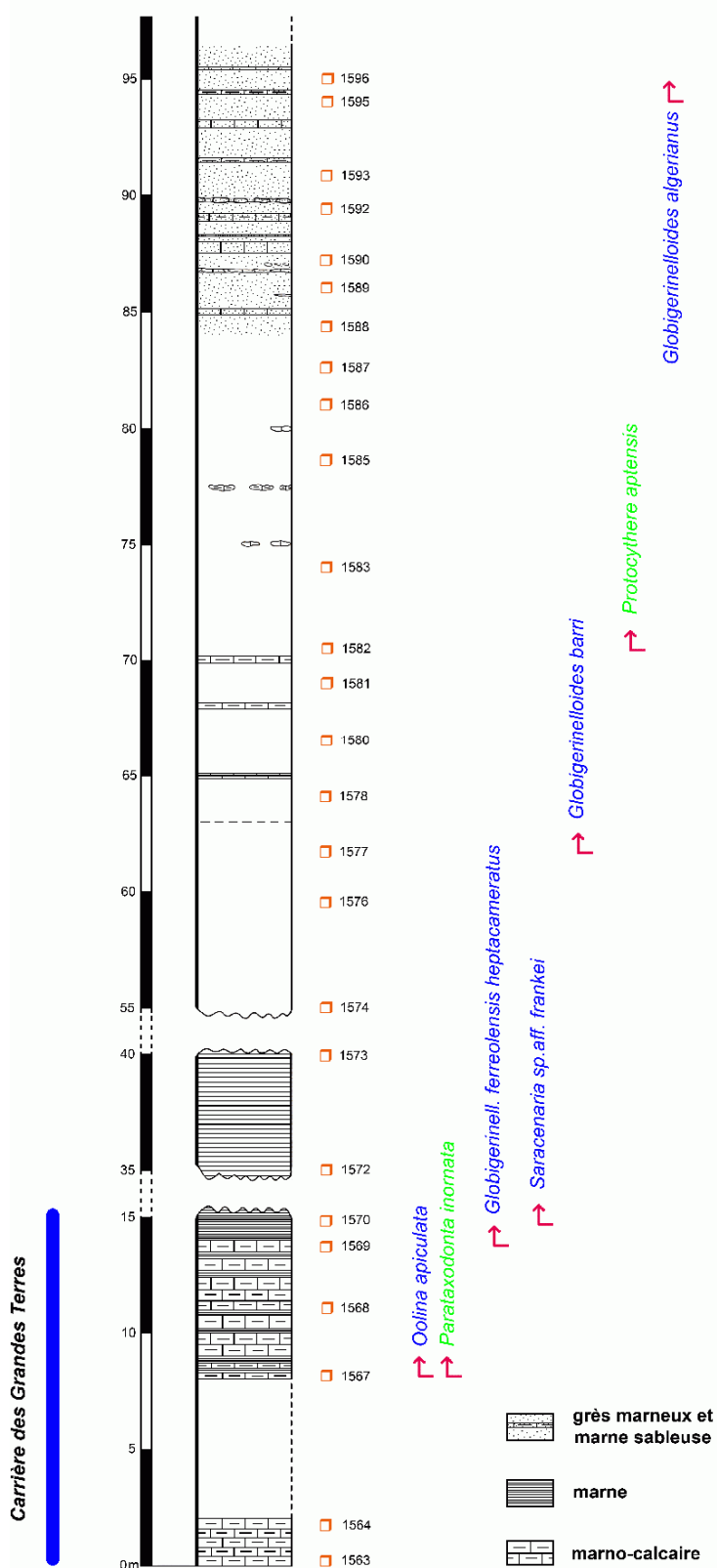


Figure 8 : Coupe d'après les données de terrain de FOURY et MOULLADE (iné.), avec positionnement des échantillons et des datums micropaléontologiques.

Figure 8: Columnar section depicting the field data of FOURY and MOULLADE (unpubl.), with sample locations and micropaleontological datums.

Les couches marno-calcaires de la Carrière dite des Grandes Terres

Sur la base de la répartition de tous les marqueurs micropaléontologiques localement étalonnés à La Tuilière ou à Cassis-La Bédoule, il apparaît en effet que les couches de la Carrière des Grandes Terres (niveaux 1563 à 1569, coupe : Fig. 8, et tableau de répartition : Fig. 9) appartiennent dès leur base au Gargasien.

Le marqueur bédoulien *Protocythere bedouensis* ainsi que *Lenticulina* cf. *nodosa*, dont les niveaux d'extinction respectifs marquent la limite Bédoulien-Gargasien (cf. MOULLADE *et alii*, 2008) sont en effet absents de ces couches basales de la carrière ; la présence de l'espèce-index montre que la coupe débute en fait dans la zone à *Praehedbergella luterbacheri* (Gargasien inférieur). La succession des premières occurrences des autres marqueurs, tous connus comme apparaissant à différents niveaux du Gargasien inférieur (MOULLADE *et alii*, 2008) s'effectue de la manière suivante :

- *Parataxodonta inornata* et *Oolina apiculata* à +8m,
- *Globigerinelloides ferreolensis heptacameratus* à +14m,
- *Saracenaria* sp. aff. *frankei* à +15m.

Ces données permettent d'affirmer que la partie inférieure de la zone à *P. luterbacheri*, soit le Gargasien basal, n'est même pas représentée dans les couches inférieures de la carrière.

Les marnes gris-bleu gargasiennes

C'est le terme A² de LEENHARDT (1883), les "marnes foncées" (niveau 1, et peut-être aussi partie inférieure du niveau 2 ?) in KILIAN & LEENHARDT (1890), la "formation 4" in MOULLADE (1965), les "marnes à *Dufreynia* [*sic*] *dufrenoyi*, *Aconoceras* [*sic*] *nisus* et *Neohibolites semicanaliculatus*" in ROCH (1971), les "marnes noires" in GIROUD d'ARGOUD (1975). Cette formation mesure environ 80 mètres d'épaisseur dans notre coupe, les quinze derniers mètres apparaissant plus ou moins régulièrement armés de minces niveaux marno-calcaires

faiblement indurés. C'est sa partie inférieure qui a fourni les riches faunes de petites ammonites pyriteuses qui ont conduit d'ORBIGNY (1840) et KILIAN (1887) à en faire le type respectivement de l'étage aptien et de son deuxième sous-étage, le Gargasien.

Notre analyse micropaléontologique (Fig. 9) montre qu'à Gargas cette épaisse formation englobe le sommet de la zone à *Praehedbergella luterbacheri*, la totalité de la zone à *Globigerinelloides ferreolensis* et la partie inférieure de la zone à *G. barri*; elle correspond ainsi localement à la partie supérieure du Gargasien inférieur et la partie inférieure du Gargasien moyen, tels qu'entendus de nos jours.

Les marnes sableuses et grès marneux

C'est le terme A³ de LEENHARDT (1883), les niveaux 2 (marnes foncées et bancs de grès solides, à *Acanthoceras Milleti*) et 3 (marnes sableuses et bancs minces de grès jaunes, à *Acanthoceras nodosocostatum*, *A. Bigoureti*) in KILIAN & LEENHARDT (1890), la "formation 5" (avec *Acanthoplites aschiltaensis* [déterm. BUSNARDO] à la base) in MOULLADE (1965), les "grès et marnes du Clansayésien" in ROCH (1971), "l'alternance de marnes sableuses et grès" in GIROUD d'ARGOUD (1975). Cet ensemble mesure à peine plus d'une dizaine de mètres et semblerait devoir être attribué, au moins pour sa partie supérieure au vu des ammonites citées, à l'horizon de Clansayés des auteurs, soit l'équivalent du Clansayésien supérieur de nos jours. Or sur le plan micropaléontologique, la majeure partie de cette formation correspond dans notre coupe à la partie terminale de la zone à *Globigerinelloides barri* (= partie supérieure du Gargasien moyen) et les deux derniers mètres relèvent de la zone à *G. algerianus*, soit le tout début du Gargasien supérieur.

La suite de la coupe, correspondant au sommet de la colline de Gargas, est essentiellement constituée de marnes et de sables jaune-verdâtres, puis de sables et de grès versicolores. La majorité des auteurs précités rapportaient généralement ces niveaux à l'Albien. Nous n'avons pu les dater sur le plan micropaléontologique; la microfaune, tout d'abord très rare et non significative (seules subsistent des formes au test robuste, comme des Lenticulines, non caractéristiques et à grande longévité), n'étant ensuite pas conservée dans ces faciès fortement détritiques.

Discussion

Notre révision du matériel micropaléontologique provenant de la coupe de Gargas induit un certain nombre de questions, voire de problèmes, qui nécessitent d'être discutés plus longuement et placés dans une perspective plus large que celle du seul stratotype.

Problèmes stratigraphiques

Les ammonites de la carrière des Grandes Terres

Le problème se pose de l'identification des grandes ammonites récoltées en 1963 dans les couches inférieures de la carrière (voir plus haut) et attribuées au Bédoulien (et même pas au Bédoulien terminal, puisque cette faune était composée surtout de formes attribuées au genre *Procheloniceras*). De plus, les premiers (c'est-à-dire les plus anciens) échantillons micropaléontologiques de la série prélevée en 1966 par MOULLADE et FOURY proviennent de niveaux plus "profonds" que les niveaux à ammonites de 1963, la carrière ayant été activement surcreusée entre temps en raison d'une exploitation accélérée par son propriétaire, dès que fut connue l'expropriation du secteur. Or, aucun marqueur micropaléontologique bédoulien n'est observé dans l'ensemble de ces couches. Nos résultats actuels aboutissent donc à mettre en parallèle des microfossiles d'âge gargasien inférieur (non basal), bien calibrés aussi bien à La Tuilière qu'à Cassis-La Bédoule, avec une faune d'ammonites attribuée à du Bédoulien non terminal ! Les spécimens d'ammonites collectés en 1963 dans ce gisement par l'un de nous (M.M.) n'ayant malheureusement pu être retrouvés ni dans les collections de l'Université de Lyon ni dans celles de BUSNARDO, et la carrière ayant été noyée il y a plus de trente ans, aucune révision de ce matériel ou aucune nouvelle récolte n'ont été possibles.

Le genre *Dufrenoyia*

Nous avons mentionné plus haut que *Dufrenoyia furcata* était désormais reconnue comme l'espèce-index de la zone d'ammonites sommitale du Bédoulien. Pour DAUPHIN (2002), dans le domaine vocontien, le genre *Dufrenoyia* s'éteindrait même à la limite Bédoulien-Gargasien. Cependant les travaux récents de DUTOUR (2005) dans le domaine vocontien et surtout dans le secteur de La Tuilière ont montré que si l'espèce *furcata* s'éteignait la première, d'autres *Dufrenoyia* (*D. praedufrenoyi*, *D. dufrenoyi*), aux caractéristiques au demeurant très voisines de celles de *D. furcata*, franchissaient nettement la limite entre les deux sous-étages. Ceci est en quelque sorte corroboré par les mentions dans la littérature d'*Ammonites dufrenoyi* ou *Dufrenoyia dufrenoyi* accompagnées de faunes d'ammonites typiquement gargasiennes (LEENHARDT, 1883; KILIAN, 1887; ABOUSSOUAN, 1963; THOMEL, 1964; ROCH, 1971). *D. dufrenoyi* figure également dans la liste d'ammonites pyriteuses (gargasiennes celles-là) déterminées par BUSNARDO à partir des récoltes de l'un d'entre nous (M.M.) dans les marnes sommitales de la Carrière des Grandes Terres.

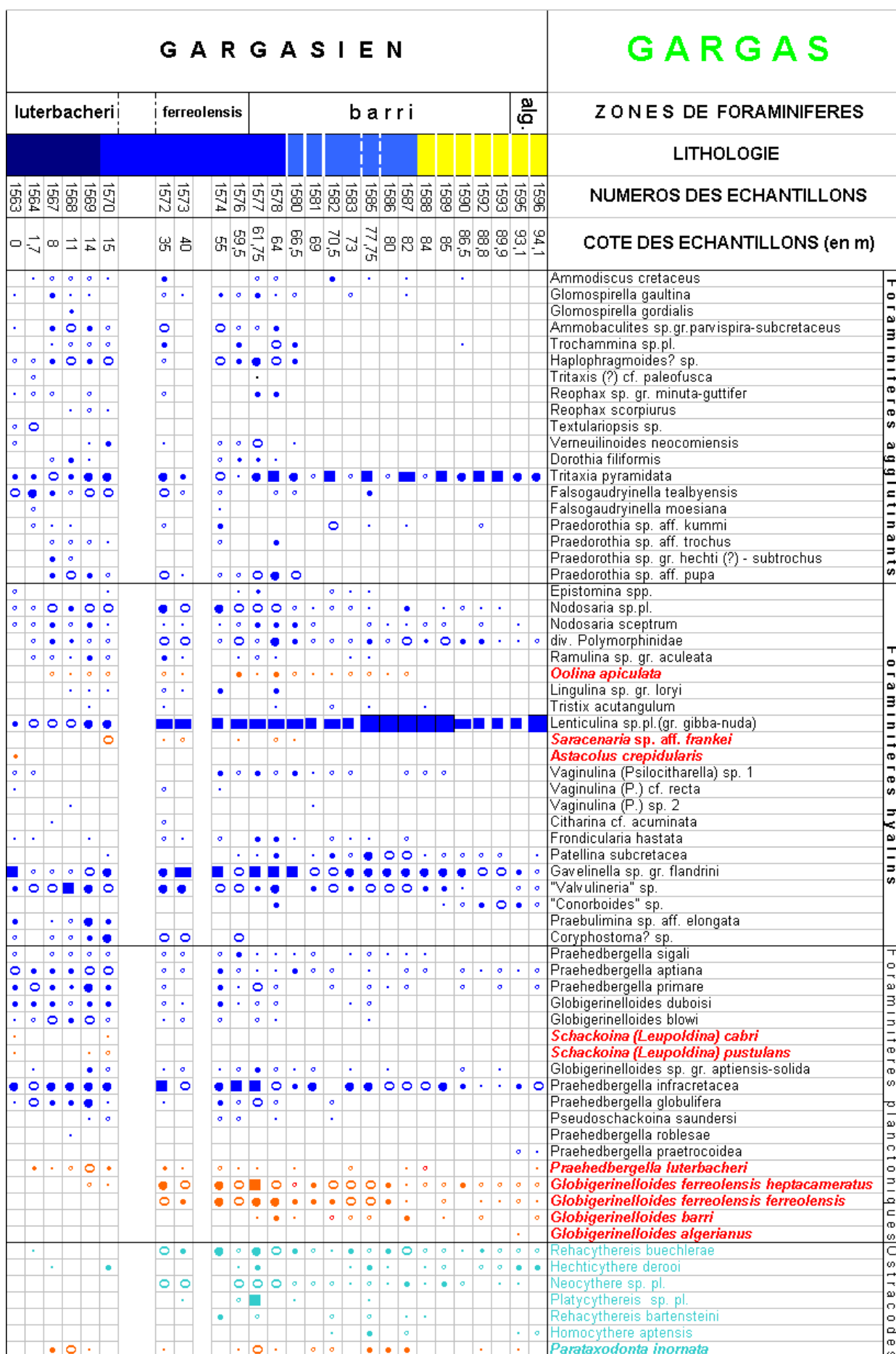


Figure 9 : Tableau de répartition de la microfaune (foraminifères et ostracodes).

Figure 9: Stratigraphic distribution and relative abundance of the microfauna (foraminifera and ostracodes).

Soulignons au passage qu'il est regrettable que la limite Bédoulien-Gargasien soit désormais définie en fonction de la distribution décalée d'espèces très voisines du genre *Dufrenoyia*, et que l'on ait abandonné celle qui était en vigueur du temps de KILIAN (1889) et JACOB (1907), fondée sur une double coupure paléontologique plus franche et plus facile à discerner (extinction du genre *Deshayesites* et, simultanément, apparition du genre *Dufrenoyia*). De surcroît, dans le SE de la France la nouvelle limite se place en plein faciès marneux homogène, donc s'avère impossible à localiser sur le terrain, alors que l'ancienne était située au niveau d'un net contraste lithologique et morphologique (toit du "Niveau Blanc").

Âge des niveaux surmontant le Gargasien micropaléontologiquement daté

Les anciens auteurs (ainsi KILIAN & LEENHARDT, 1890) mentionnaient la présence d'ammonites représentant "la transition de la faune aptienne à celle du Gault" dans "quelques bancs de grès jaunâtres qui surmontent les marnes classiques de Gargas". D'où la propension, suivie en 1965 par l'un de nous (M.M.), de rapporter à "l'horizon de Clansayes" ces niveaux, qui ne pouvaient alors être datés micropaléontologiquement compte tenu de l'état des connaissances de l'époque. Nous avons indiqué plus haut que les microfossiles montrent que cet horizon est en fait daté de l'extrême base du Gargasien supérieur.

Une dizaine de kilomètres au NE de la région de Gargas se trouve le champ de fracturation dit de Banon, où les études de CABROL (1985) reprises par FRIÈS (1987) ont montré que dans tout ce secteur les marnes gargasiennes sont tronquées à leur sommet par une discontinuité "à cailloux noirs et argiles vertes datée par une microfaune pauvre de l'Albien supérieur". Les faciès gréseux et marno-sableux qui surmontent le niveau à cailloux noirs sont datés par microfaune de l'Albien supérieur-Vraconnien.

Même si la présence dans la série de Gargas d'un "niveau à cailloux noirs" ne semble historiquement pas avoir été observée par quiconque, il est possible d'envisager que là aussi la séquence aptienne puisse être tronquée à son sommet et que les marnes sableuses, sables et grès versicolores qui surmontent le "Clansayésien *auct.*" devenu Gargasien supérieur basal (non directement, par suite des lacunes d'observation déjà marquées au milieu du 20^{ème} siècle) soient équivalents des termes détritiques d'âge Albien supérieur-Vraconnien du champ de Banon. Dans tout le secteur de La Tuilière, proche de Gargas, le toit des affleurements de marnes gargasiennes (ici tronquées par des colluvions quaternaires) est daté de la base de la zone à *Globigerinelloides barri*, soit le tout début du Gargasien moyen (MOULLADE *et alii*, 2008). Les termes supérieurs de l'Aptien

pourraient donc également y avoir été érodés (ou ne s'être pas déposés) selon le même processus qu'à Banon et à Gargas.

Problèmes structuraux et/ou paléogéographiques

En 1963 (observations publiées en 1965), l'un de nous (M.M.) avait noté la grande proximité des derniers affleurements à faciès urgonien, situés au NW immédiat des confins de l'agglomération d'Apt, avec les premiers affleurements de marnes gargasiennes situés entre les fermes de Broucheyrone et des Grandes Terres (voir carte, Fig. 5). L'auteur faisait également état des résultats d'un forage pour alimentation en eau d'une usine, pratiqué au voisinage immédiat de la carrière des Grandes Terres, qui avait traversé plusieurs dizaines de mètres de marnes avant de toucher le "bedrock" urgonien. L'auteur avait ainsi écrit (*op. cit.*) : "à l'aplomb de cette carrière, il faut sans doute postuler une brutale variation altimétrique de la surface de l'Urgonien... Les dépôts marneux ou marno-calcaires" [couches basales de la carrière] "sous-jacents à la formation 4" [les marnes gargasiennes] "pourraient être ainsi localement beaucoup plus épais ?". Dans cet esprit, des observations ultérieures (avec prélèvements pour étude de la microfaune) de FOURY et MOULLADE en 1966 nous ont permis de compléter la carte (Fig. 5) : l'échantillon noté "1597" à mi-chemin entre les hameaux des Billards et de Salignan, accompagné de la classique faune à ammonites pyriteuses, est d'âge gargasien inférieur ; or à 300 mètres au SSW de ce point, la tranchée de la voie ferrée montre le toit de l'Urgonien. De même, à mi-chemin entre Les Billards et Broucheyrone, au bord de la RD 101, une tranchée temporaire pour fondations, pratiquée dans le faciès marno-calcaire du type des niveaux plus indurés de la Carrière des Grandes Terres, ainsi localement mis au jour, a permis à FOURY et MOULLADE la prise d'un échantillon (noté "1562", Fig. 5) qui, tout comme dans la carrière, nous a livré *Praehedbergella luterbacheri*, forme-index de la zone basale du Gargasien inférieur. Or ce point est situé à 200 m des derniers petits affleurements d'Urgonien qui étaient visibles à l'E et au SE (voir carte, Fig. 5).

À La Tuilière, située à moins de 5 km au NW de Gargas, où les marnes du Bédoulien terminal et du Gargasien inférieur affleurent en continuité, les niveaux micropaléontologiquement homologues des couches de la Carrière des Grandes Terres surmontent une séquence de plus d'une cinquantaine de mètres à prédominance de marnes, sans que l'Urgonien (non affleurant dans ce secteur) soit atteint. Au Chêne, localité située 3 km au SSW de Gargas, un forage effectué en 1967 (n° 0967/4X/0025, coordonnées Lambert X = 841,34, Y = 180,56 ;

entreprise Bachy), débutant dans les marno-calcaires bédouliens, a traversé plus de 30 m de marnes avant de toucher l'Urgonien.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette quasi-juxtaposition cartographique de l'Urgonien et des marnes ou marno-calcaires gargasiens entre Apt et Gargas, phénomène qui semble moins marqué quand on se dirige vers l'Ouest (cf. les coupes de LEENHARDT (1883) et de ROCH (1971), ou encore les affleurements du Chêne et surtout le forage effectué dans cette localité) :

1) Dans un contexte de tectonique cassante, on pourrait être tenté de prolonger vers Apt, selon un tracé ENE, la faille verticale telle que figurée (en coupe) dans le secteur de Salignan-Ferme La Canarde, qu'elle soit immédiatement au Sud de la voie ferrée - LEENHARDT, 1883 -, ou immédiatement au Nord - ROCH, 1971-. Nous avons esquissé cette prolongation sur la carte (Fig. 5), en la faisant passer entre les divers affleurements gargasiens et urgoniens reconnus dans les années soixante.

À noter (cf. coupes de LEENHARDT, 1883, et d'OERTLI, 1958) qu'à l'affleurement l'Urgonien montre un léger pendage général vers le NW. On pourrait envisager que ce plongement de l'Urgonien s'accroît en allant vers le NW (hypothèse déjà évoquée par l'un de nous (M.M.) en 1965), ce qui laisserait plus d'espace pour une tranche de marnes aptiennes (sous-jacente aux marno-calcaires de la carrière des Grandes Terres) telle que reconnue à la Tuilière ou au Chêne.

2) On peut aussi envisager une émergence fini-aptienne de l'Urgonien au Sud (Mont Luberon), conduisant à la formation de "l'Isthme durancien", comme l'a envisagé ROCH (1971), qui trace même sur sa carte paléogéographique sommaire au Clansayésien (Pl. III, p. 45) une ligne E-W de rivage ("limite méridionale de la mer") au niveau de la rivière Le Coulon.

3) Les travaux de FRIÈS (1987) et JOSEPH *et alii* (1987a, 1987b) relatifs au champ de Banon, distant d'une dizaine de kilomètres, nous conduisent aussi à envisager pour le secteur de Gargas l'hypothèse d'une tectonique synsédimentaire induisant une paléotopographie différenciée de blocs urgoniens et une variabilité dans l'épaisseur des dépôts aptiens post-urgoniens. Ceci permettrait d'expliquer à la fois, d'un secteur à l'autre, des variations d'épaisseur des marnes aptiennes, liées aux conditions de dépôt, et le fait qu'elles soient tronquées à leur partie supérieure par une discontinuité consécutive à un processus d'érosion avec dépôt de faciès détritiques versicolores plus ou moins grossiers. Ces dépôts ne sont pas datés directement à Gargas mais pourraient correspondre à des faciès similaires attribués à

l'Albien supérieur dans le secteur de Banon (CABROL, 1985 ; FRIÈS 1987).

Dans cette hypothèse d'une paléotopographie aptienne en horsts et grabens définis par le jeu de failles synsédimentaires, le secteur de la Tuilière, où nous avons mesuré une épaisseur de 85 mètres rien que pour le Gargasien inférieur (MOULLADE *et alii*, 2008), pourrait avoir constitué une sorte d'ombilic majeur de sédimentation à cette époque.

Conclusion

Cette révision de la coupe du stratotype d'Apt-Gargas sur la base d'un échantillonnage micropaléontologique au traitement optimisé et surtout bénéficiant des acquis obtenus récemment dans le secteur plus favorable de La Tuilière (commune de Saint-Saturnin-lès-Apt) nous a conduit aux résultats "bruts" suivants :

- la coupe-type aptienne, exploitée successivement par OERTLI (1958), CHEVALIER (1960), MOULLADE (1965), LONGORIA (1974) et GIROUD d'ARGOUD (1975), autrefois supposée complète du Bédoulien au Clansayésien, ne débute en fait qu'au Gargasien inférieur (non basal). La disparition de l'affleurement basal ainsi que des ammonites qui y furent récoltés ne permettent malheureusement pas de résoudre l'énigme de l'attribution au Bédoulien du niveau le plus ancien de la coupe, soit les termes marno-calcaires de la carrière des Grandes Terres, alors que l'exploitation des prélèvements qui y furent réalisés pour la microfaune permet aujourd'hui de les rapporter sans conteste à la partie supérieure de la zone à *Praehedbergella luterbacheri* (Gargasien inférieur).
- La série aptienne de Gargas est encore plus incomplète à son sommet qu'à sa base. Les niveaux attribués à "l'horizon de Clansayés" par les anciens auteurs sur la base de citations de quelques ammonites (dont "*Acanthoceras nodosocostatum*, *A. Bigoureti*") correspondent sur le plan micropaléontologique à la partie terminale de la zone à *Globigerinelloides barri* et à l'extrême base de la zone à *G. algerianus*, soit la transition Gargasien moyen-Gargasien supérieur pour les micropaléontologistes.
- Les termes détritiques sus-jacents au Gargasien supérieur ne fournissent aucune microfaune permettant une datation. Un âge Albien supérieur-Vraconnien peut être suggéré par comparaison avec le secteur de Banon, situé une dizaine de kilomètres plus au Nord.

Remerciements

Les auteurs remercient Gérard FRIÈS (Veolia) et Jean PHILIP (Université de Provence), pour leurs remarques critiques et suggestions constructives qui ont permis d'améliorer une première version de cet article, ainsi que Nestor SANDER, pour sa révision linguistique de la version anglaise du résumé.

Références bibliographiques

- ABOUSSOUAN M.T. (1963).- Contribution à l'étude sédimentologique et paléocéanographique des terrains aptiens et albiens de la Provence aux Baronnies.- *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, Bull. n° 30, fasc. 45, p. 95-164.
- ATROPS F. & DUTOUR Y. (2005).- Biostratigraphie et faunes d'ammonites de l'Aptien supérieur (Gargasien) de la région stratotypique de Gargas, près d'Apt (Sud-Est de la France). *In*: Impact environnemental sur la dynamique des populations au Crétacé.- Réunions thématiques du Groupe Français du Crétacé (Paris, 5-6 Décembre 2005), Volume des Résumés, p. 12-15 (abstract)
- BABINOT J.-F., MOULLADE M. & TRONCHETTI G. (2007).- Les Ostracodes du Bédoulien supérieur et du Gargasien inférieur du stratotype de l'Aptien : Systématique et corrélations biostratigraphiques.- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Article 2007/05-fr (CG2007_A05 (fr)), 36 p.
- BOGDANOVA T.N. & TOVBINA S.Z. (1994).- On development of the Aptian Ammonite zonal standard for the Mediterranean Region.- *Géologie Alpine*, Grenoble, Mém. H.S., n° 20, p. 51-59.
- CABROL C. (1985, inédit).- Étude du Crétacé moyen du Sud de la Montagne de Lure.- Rapport de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 54 p.
- CASEY R., BAYLISS H.M. & SIMPSON M.I. (1998).- Observations on the lithostratigraphy and ammonite succession of the Aptian (Lower Cretaceous), Lower Greensand of Chale Bay, Isle of Wight, UK.- *Cretaceous Research*, London, vol. 19, issues 3-4, p. 511-535.
- CHEVALIER J. (1960).- Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur du Languedoc et de la Provence.- Diplôme d'Études Supérieures, Université de Paris, 151 p.
- CONTE G. (1994).- La limite Bédoulien-Gargasien dans la coupe stratotypique de Cassis (Bouches du Rhône, France).- *Géologie Alpine*, Grenoble, Mém. H.S., n° 20, p. 321-326.
- DAUPHIN L. (2002).- Litho-, bio-, et chronostratigraphie comparées dans le Bassin vocontien à l'Aptien.- Thèse Université de Lille 1, 451 p.
- DUTOUR Y. (2005).- Biostratigraphie, évolution et renouvellements des ammonites de l'Aptien supérieur (Gargasien) du bassin vocontien (Sud-Est de la France).- Thèse Université Claude Bernard-Lyon 1, 302 p.
- FABRE-TAXY S., MOULLADE M. & THOMEL G. (1965).- Le Bédoulien dans sa région-type, La Bédoule-Cassis (B.-du-Rh.). *In*: Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, septembre 1963).- *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, n° 34, p. 173-179.
- FRIÈS G. (1987).- Dynamique du bassin subalpin méridional de l'Aptien au Cénomaniens.- *École des Mines de Paris, Mémoire des Sciences de la Terre*, n° 4, 370 p.
- GIROUD D'ARGOUD G. (1975).- Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de l'Aptien supérieur de Provence.- Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Marseille, 92 p.
- JACOB C. (1907).- Études paléontologiques et stratigraphiques sur le partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines.- Thèse, Grenoble, 314 p.
- JOSEPH P., CABROL C. & FRIÈS G. (1987a).- Blocs basculés et passes sous-marines dans le champ de banon (France, S.E.) à l'Apto-Albien : une paléogéographie directement contrôlée par la tectonique synsédimentaire décrochante.- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, Tome 304, Série II, n° 9, p. 447-452.
- JOSEPH P., CABROL C. & FRIÈS G. (1987b).- Le champ de banon à l'Apto-Albien : contrôle de la sédimentation argileuse par la tectonique synsédimentaire.- *Géologie Alpine*, Grenoble, Mémoire hors-série, n° 13, p. 227-234.
- KILIAN W. (1887).- Système Crétacé.- *Annuaire géologique universel*, Paris, t. III, p. 299-356.
- KILIAN W. (1889).- Système Crétacé.- *Annuaire géologique universel*, Paris, t. V, p. 339-423.
- KILIAN W. & LEENHARDT F. (1890).- Note sur les sables de la vallée d'Apt.- *Bulletin de la Carte géologique de France*, t. 2, p. 255-269.
- LEENHARDT F. (1883).- Étude géologique de la région du Mont-Ventoux.- Thèse, Montpellier & Paris, 273 p.
- LONGORIA J.F. (1974).- Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic Foraminifera.- *Revista Española de Micropaleontología*, Madrid, Numero Extraordinario, p. 1-107.
- MOULLADE M. (1965).- Révision des stratotypes de l'Aptien. II- Gargas (Vaucluse). *In*: Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, septembre 1963).- *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, n° 34, p. 201-214.
- MOULLADE M., TRONCHETTI G. & BELLIER J.-P. (2005).- The Gargasien (Middle Aptian) strata from Cassis-La Bédoule (Lower Aptian historical stratotype, SE France): planktonic

- and benthic foraminiferal assemblages and biostratigraphy.- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Article 2005/02 (CG2005_A02), 20 p.
- MOULLADE M., TRONCHETTI G. & BELLIER J.-P. (2008).- Associations et biostratigraphie des Foraminifères benthiques et planctoniques du Bédoulien sommital et du Gargasien inférieur de La Tuilière - St-Saturnin-lès-Apt (aire stratotypique de l'Aptien, Vaucluse, SE France).- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Article 2008/01 (CG2008_A01), 50 p.
- ORBIGNY A. d' (1840-1841).- Paléontologie française. Description des mollusques et rayonnés fossiles - Terrains crétacés. Tome Premier. Céphalopodes.- Masson, Paris, 662 p.
- OERTLI H.J. (1958).- Les Ostracodes de l'Aptien-Albien d'Apt.- *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, Paris, vol. XIII, n° 11, p. 1499-1537.
- ROCH E. (1971).- Géologie du pays d'Apt (première partie).- *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, sect. 4, N° 3, p. 29-57.
- THOMEL G. (1964).- Les zones d'ammonites de l'Aptien des basses-Alpes.- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t. 258, n° 17, p. 4308-4310.