

MEMORIA
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Étude géologique des îles
d'Ibiza et de Formentera
(Baléares)

PAR
YVES RANGHEARD

TOMO 82

Madrid
1971

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. Madrid - 3.

A ma femme,
A mes parents.

Depósito legal: M. 11.599 - 1972

AVANT-PROPOS

Les îles Baléares ont fait depuis la seconde moitié du siècle dernier l'objet de nombreuses études géologiques. D'éminents géologues et naturalistes s'y sont illustrés; parmi eux, citons B. DARDER PERICÁS, P. FALLOT, G. COLOM...

C'est surtout Paul FALLOT qui a dégagé les lignes essentielles de la stratigraphie et de la tectonique des Baléares. Sa thèse sur l'"Etude géologique de la Sierra de Majorque" (1922), complétée d'aperçus sur les régions et îles avoisinantes, constitue le document de base auquel se réfèrent toujours les géologues s'intéressant aux Baléares.

Son confrère espagnol B. DARDER PERICÁS avait alors entrepris l'étude méthodique de la Sierra de Levante, à l'Est de Majorque.

Récemment, la grande Baléare a fait l'objet des travaux de MM. G. COLOM, B. ESCANDELL, J. M. OLIVEROS... L'éminent naturaliste et micropaléontologiste G. COLOM a largement contribué à la connaissance des îles Baléares et en particulier de ses microfaciès.

En ce qui concerne Minorque et Ibiza, des études plus détaillées s'avéraient souhaitables. Bien que deux auteurs hollandais, E. N. SPIKER et U. HAANSTRA, aient publié, en 1935, deux thèses de doctorat sur la géologie de l'île d'Ibiza, la tectonique de cette île se révéla assez complexe pour nécessiter de plus longues et plus minutieuses investigations. C'est pourquoi monsieur le Professeur M. DURAND DELGA me proposa, en 1961, comme sujet de thèse l'étude géologique d'Ibiza et de Formentera et confia la même année celle de Minorque à R. BOURROUILH.

Il m'est très agréable de remercier mon Maître, monsieur le Professeur N. THÉOBALD pour tout ce que je lui dois. C'est ainsi qu'il me prit comme Assistant en 1959, puis comme Chef de Travaux et Maître-Assistant. Il

ne cessa de s'intéresser à mes travaux et de me dispenser de très utiles conseils. Ainsi, il n'hésita pas à faire par trois fois le voyage à Ibiza, afin de se rendre compte sur le terrain des problèmes de je devais résoudre. Ses encouragements sans cesse renouvelés ont été pour moi le plus stimulant des soutiens. Aussi, c'est avec une attention toute spéciale que je lui adresse aujourd'hui le témoignage de mon affectueuse reconnaissance.

Monsieur le Professeur M. DURAND DELGA a bien voulu me confier cette étude et m'accueillir au sein du "groupe Paul FALLOT", puis dans l'Equipe de Recherches associée au C. N. R. S. "Géologie de la Méditerranée occidentale", dont il est l'animateur. Il m'a toujours reçu avec cordialité à la Sorbonne pour critiquer mon travail. Les visites qu'il me rendit à Ibiza m'ont été particulièrement profitables. Ainsi, j'ai pu bénéficier de sa compétence de grand tectonicien et de sa parfaite connaissance de la Méditerranée occidentale. Il a bien voulu m'aider dans la détermination de microorganismes du Jurassique et du Crétacé. Il a accepté aussi d'être le rapporteur de ma thèse. Qu'il veuille bien recevoir ici l'expression de ma plus profonde gratitude et de mes remerciements les plus chaleureux.

Au Laboratoire de Géologie de Besançon, j'ai eu la chance de suivre les cours et les excursions de monsieur le Professeur M. DREYFUSS. Il a toujours suivi avec intérêt l'avancement de mes recherches et je lui suis particulièrement gré de participer aux délibérations du Jury.

Mes remerciements vont aussi à monsieur le Doyen J. THIEBAUT. C'est au Laboratoire de Pétrographie et de Minéralogie qu'il dirige que l'étude des roches éruptives rapportées d'Ibiza a pu être menée à bien. Son aide a été en particulier très précieuse dans la rédaction de notes relatives à ces roches éruptives. Je suis infiniment sensible aux marques d'intérêt qu'il me témoigne en acceptant de présider mon Jury de thèse.

Au Laboratoire de Géologie de Dijon, j'ai toujours trouvé un accueil très chaleureux. Monsieur le Professeur P. RAT m'a fait profiter de sa grande connaissance des faciès urgoniens. Je suis aussi très sensible aux marques d'intérêt qu'il me témoigne en acceptant de faire partie de mon Jury de thèse.

Monsieur le Professeur H. TINTANT a examiné et déterminé avec une grande précision mes Ammonites de l'Oxfordien et du Kimméridgien. Je lui adresse ici toute ma reconnaissance.

A maintes reprises, je me suis entretenu fructueusement de mes recherches avec monsieur P. CHAUVÉ, Maître de Conférences à Besançon, auprès duquel j'ai trouvé un appui et une aide efficaces. Je lui en suis très reconnaissant.

L'examen de lames minces et l'analyse chimique de roches éruptives

ont été aimablement effectuées par madame C. CARQUILLE; je l'en remercie vivement.

Des analyses de minéraux lourds ont été faites au Laboratoire de Géologie Dynamique de la Sorbonne par mademoiselle S. DUPLAIX, assistée de madame DUDOUYT; je leur en suis très reconnaissant.

Au Laboratoire de Géologie de l'Université de Barcelone, monsieur le Professeur L. SOLÉ SABARÍS me reçut toujours avec amabilité et mit à ma disposition sa très riche bibliothèque. Je lui adresse mes vifs remerciements.

Je remercie aussi monsieur J. J. HALLEMANS, Chef du Service Géologie-Recherches de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya à Madrid; il me communiqua un intéressant rapport sur la mine de plomb du Puig Argentera et m'autorisa à y pénétrer.

Pour l'étude du matériel paléontologique, j'ai eu la chance de bénéficier de l'aide de nombreux spécialistes: j'ai à l'égard de monsieur G. COLOM une immense dette de reconnaissance. Il examina en effet avec dévouement la plupart de mes microfaunes, tant en lames minces que sur des échantillons de marnes lavées: c'est dire que son aide a été pour moi particulièrement efficace. Une étroite et fructueuse collaboration s'est instaurée avec lui et a permis la rédaction en commun de plusieurs notes. Je n'oublie pas non plus l'accueil chaleureux que je reçus auprès de lui et de son épouse à chacune de mes visites au "Predio Llenaire". Conscient de tout ce que ce travail lui doit, je lui adresse des remerciements tout spéciaux.

J'ai trouvé auprès de monsieur J. SIGAL une aide efficace dans la détermination de mes microfaunes, en particulier de celles du Crétacé supérieur.

Monsieur J. MAGNÉ examina avec bienveillance de nombreux échantillons de marnes du Crétacé inférieur et du Miocène.

Monsieur N. GRÉKOFF détermina les Ostracodes cités dans ce mémoire, madame S. GUILLAUME des Trocholines du Tithonique-Valanginien et J. P. LEHMANN, les Algues de ces mêmes niveaux.

Monsieur M. MOULLADE examina des lames taillées dans divers calcaires du Crétacé inférieur, et mademoiselle F. JANNIN quelques échantillons de marnes crétacées.

Monsieur J. SORNAY, Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, eut l'obligeance de déterminer un lot très important d'Ammonites pyrriteuses du Tithonique et du Crétacé inférieur.

L'étude des Bélemnites crétacées fut confiée à monsieur J. A. JELETZKY, d'Ottawa, celle des Lamellibranches crétacés à madame S. FRENEIX, des Lamellibranches du Miocène inférieur à mademoiselle D. MONGIN, des Echinodermes crétacés à monsieur le Professeur A. DEVRIÈS.

Les Brachiopodes créacés furent examinés à l'Université de Londres par monsieur le Dr. F. A. MIDDLEMISS.

L'étude des fossiles du Tortonien a été menée à bien par messieurs J. P. CHEVALIER (Madréporaires), G. LECOINTRE et P. BRÉBION (Lamelli-branches et Gasteropodes).

La détermination des Mollusques marins et terrestres pléistocènes est due aux chercheurs majorquins J. CUERDA et L. GASULL.

Que tous veuillent bien accepter pour leur aide efficace mes plus vifs remerciements.

Au point de vue matériel, j'ai été aidé par les subventions pour frais de mission accordées par les membres de la Commission de Géologie du Centre National de la Recherche Scientifique.

Je remercie tout particulièrement monsieur l'Ingénieur J. M. LÓPEZ DE AZCONA, chef du Service des publications de l'Instituto Geológico y Minero de Madrid, qui a bien voulu accepter d'imprimer au 1:50.000^e mes levés géologiques d'Ibiza et de Formentera.

D'intéressantes discussions ont eu lieu avec les membres de l'Equipe Associée au C. N. R. S. "Géologie de la Méditerranée occidentale", en particulier avec Y. CHAMPETIER et R. BOURROUILH.

Qu'il me soit permis d'évoquer les liens d'amitié qui m'unissent à mes collègues bisontins, en particulier à J. BLAISON et D. CONTINI qui furent toujours pour moi d'une précieuse assistance.

La réalisation matérielle de ce mémoire a été menée à bien grâce à de nombreuses aides: mademoiselle MALAVAUX se chargea avec dévouement de la frappe du manuscrit. Messieurs AEBISCHER, ANDRÉ et PÉGUENET ont reproduit mes dessins avec talent. Je n'oublie pas non plus tous ceux qui, au Laboratoire de Géologie de Besançon, m'ont apporté leur concours, à des titres divers. Qu'ils reçoivent mes remerciements pour leur aide généreuse.

Je voudrais enfin évoquer la chaude hospitalité que j'ai reçue dans les villes et les villages où j'ai séjourné et les liens d'amitié que j'ai pu y nouer, notamment avec messieurs Antonio et Vicente COSTA, Luis HORMIGO.

AVERTISSEMENT

Figures: L'échelle des hauteurs est la même que celle des longueurs.
Sur les coupes seront employés les symboles stratigraphiques suivants dont nous précisons la signification:

Quaternaire:

- D Sables, dunes.
- M Marès.
- C Limons calcifiés, croûte calcaire.
- L Limons à cailloutis.
- T Quaternaire marin (Tyrrhénien).

Miocène:

- m3 Tortonien.
- m2 Miocène moyen (base).
- m1 Miocène inférieur.

Crétacé:

- | | | | |
|-------------------|---|-----------|----------------------------------|
| c7 Maestrichtien. | } | Sénonien. | |
| c6 Campanien. | | | |
| c5 Santonien. | | | |
| c4 Coniacien. | | | |
| c3 Turonien. | | | |
| c2 Cénomanién. | | | |
| c1 Albién. | | | |
| n6 Gargasien. | } | Aptien. | } U Calcaires à faciès urgonien. |
| n5 Bédoulien. | | | |
| n4 Barrémien. | | | |
| n3 Hauterivién. | | | |
| n2 Valanginién. | | | |
| n1 Berriasien. | | | |

Jurassique:

- j9 Tithonique.
- j8-7 Kimméridgien (s. l.).
- j6-5 Oxfordien (s. l.).
- l Formation interprétée comme étant essentiellement du Lias, mais pouvant inclure le Dogger.
- lr Rhétien probable.

Trias:

- t9-6 Keuper.
- t5-3 Muschelkalk.

PREMIÈRE PARTIE

Généralités
Stratigraphie

CHAPITRE PREMIER

G É N É R A L I T É S

I. Introduction géographique

A) Caractères généraux.

L'archipel baléare émerge de la Méditerranée occidentale dans le prolongement NE des Cordillères Bétiques. Les géographes y distinguent deux groupes: l'un oriental, avec les îles de Majorque et de Minorque, l'autre occidental, ou groupe des Pityuses, comprenant les îles d'Ibiza et de Formentera avec leur cortège d'îlots (fig. 1). Ce dernier groupe est le plus méridional.

L'examen de cartes bathymétriques de la Méditerranée occidentale révèle l'existence d'une plate-forme sous-marine, s'étendant depuis la Côte levantine jusqu'à Minorque: en direction SW-NE, à des profondeurs généralement comprises entre 500 et 1000 m. Les îles Baléares en constituent évidemment les parties émergées.

L'île d'*Ibiza* s'allonge dans la direction du seuil, entre le Cabo de la Nao (Province d'Alicante) et Majorque. Sa superficie est de 572 km². Sa plus grande dimension est de 41 km (de Llentrisca, au SW, à la Punta Grosa, au NE) (fig. 2), sa largeur maximale de 21 km. Son périmètre mesure 170 km. Les côtes sont très irrégulières, généralement hautes et escarpées, pourvues de nombreuses criques.

L'île de *Formentera* se situe au S de celle d'Ibiza; un intervalle de 6 km sépare les deux îles; dans ce dernier, un alignement de petites îles (figure 2) rappelle les liens anciens qui rattachaient Formentera à Ibiza. La

superficie de Formentera est de 83 km². L'île mesure 18 km dans sa partie la plus large: d'E en W, et 14,5 km du N au S. Mentionnons les petites îles d'Espalmador, Espardell et Espardelló, plus septentrionales.

B) Esquisse morphologique.

L'île d'Ibiza présente de nombreuses collines à sommets arrondis, irrégulièrement sculptées par l'érosion. Sur la côte NW de l'île se dressent d'abruptes falaises, échanquées de calanques. Les collines qui bordent cette côte sont principalement constituées par des calcaires urgoniens. Leur altitude oscille généralement autour de 300 m (fig. 2). Deux ensembles montagneux se localisent, l'un au NE de l'île, l'autre au SW, comportant les plus hauts sommets, dont l'Atalaya de San José (475 m, point culminant de l'île). Une région déprimée les sépare. Leurs reliefs sont surtout constitués par des calcaires du Kimméridgien (*s. l.*), du Tithonique-Néocomien et du Crétacé supérieur. En bordure de la côte SE, les collines sont dans l'ensemble moins élevées et essentiellement formées par des dolomies du Lias et du Dogger et par des calcaires du Kimméridgien (*s. l.*).

Les collines de l'île d'Ibiza présentent des pentes NW abruptes et s'inclinent plus doucement vers le SE, dans le sens général des pendages des couches.

La côte est découpée en de nombreux caps et des baies souvent bordées de petites plages de sable ou de galets.

De nombreux barrancos entaillent les régions montagneuses; des vallées ont creusé les terrains tendres: marnes du Keuper, marnes du Tithonique et du Crétacé, marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen. Dans les dépressions séparant les collines se sont déposés des limons rouges plus ou moins calcifiés, du marès dunaire en placages. Une large dépression suit la route allant de la ville d'Ibiza à San Antonio et présente un col à San Rafael. Citons la plaine alluviale s'étendant de la ville d'Ibiza aux Salines (1), la vallée se dirigeant de San Miguel à Ibiza, la vallée allant de San Juan à Santa Eulalia, la vallée de Figueral, la vallée de San Vicente...

Une croûte calcaire est bien développée dans toute l'île, surtout à la base des collines, à leurs ruptures de pentes; elle "fossilise" donc le modelé du relief. L'important recouvrement qu'elle forme a rendu notre étude plus longue et difficile.

Ibiza montre des reliefs récents, issus d'une orogénèse alpine et présente

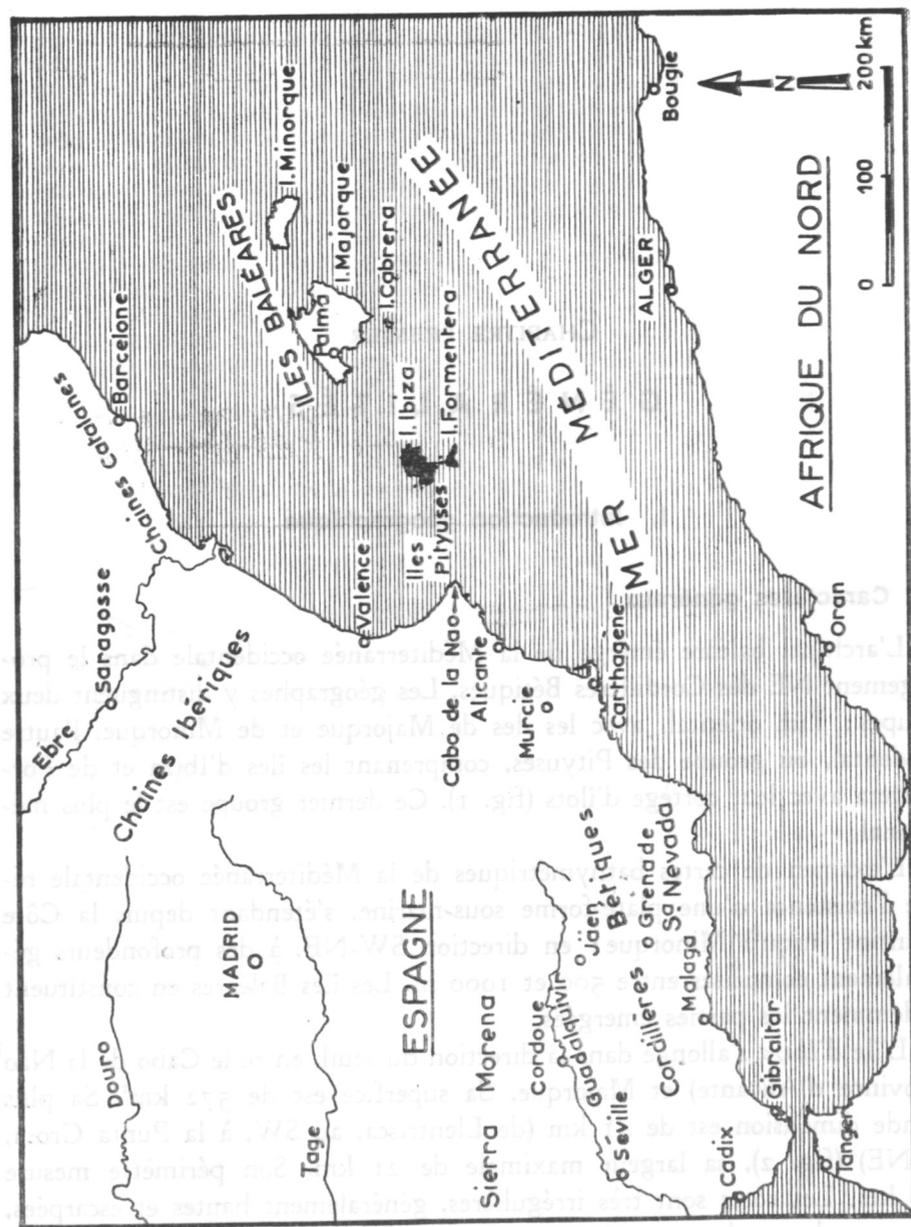


Fig. 1.—Situation géographique des îles d'Ibiza et de Formentera.

(1) Au S de l'île, des marais salants (Las Salinas) sont isolés de la mer par des cordons littoraux et par les collines de Falcón et de Corpinari; leur production annuelle de sel oscille autour de 80.000 T.

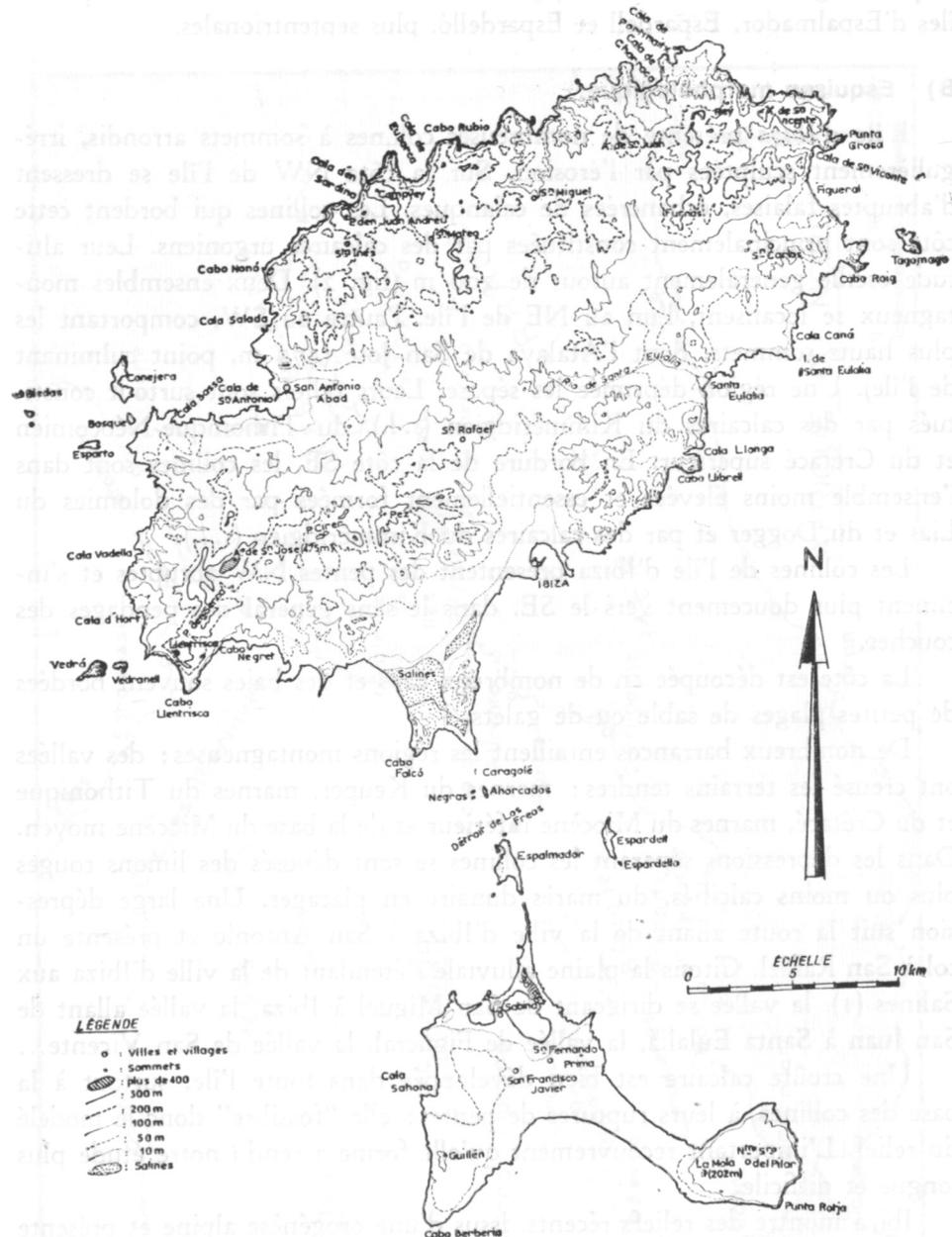


Fig. 2.—Carte orographique des îles d'Ibiza et de Formentera.

beaucoup d'analogies avec la Sierra de Majorque, surtout en ce qui concerne sa stratigraphie et sa structure.

Formentera est une île plate. Une zone centrale basse, étroite, relie deux promontoires : l'un, moins élevé, à l'W, avec Prima (56 m), Guillén (107 m), l'autre à l'E, La Mola, culminant à S'Atalayasa (192 m).

Le long des côtes limitant ces deux plateaux s'élèvent jusqu'à 130 m de hauteur d'abruptes falaises de calcaires tortoniens, subhorizontaux. Ces calcaires devaient former au Miocène supérieur (et peut-être au Pliocène) une dalle continue rattachant Ibiza à la masse surbaissée de Formentera. Ils n'affleurent plus maintenant qu'à l'extrémité NE d'Ibiza (Portinaitx), où ils sont transgressifs, post-tectoniques, et à Formentera. Ces couches tabulaires supportent du marès, ainsi qu'une croûte calcaire.

Les terres basses sont recouvertes de marès et de sable dunaire ; ces derniers entourent de petits étangs au N de l'île (Estanq del Peix, Estanq Pudent) ; c'est dans cette région septentrionale, à l'E de La Sabina, que se localisent des marais salants produisant 18.000 T de sel par an.

C) Hydrographie.

Les calcaires, qui prédominent à Ibiza, sont fréquemment sculptés de lapiez ; leurs diaclases favorisent la pénétration des eaux météoriques, provoquant leur dissolution chimique et le creusement de grottes et avens (1). Les eaux météoriques ont également provoqué la formation de dolines et de poljés, tapissés de terra rossa. Citons la plaine fermée que forme le poljé de Santa Inés (2), couvrant presque 3 km², à 170-180 m d'altitude, et limité par une falaise à son extrémité NW ; mentionnons aussi le poljé de San Mateo (2), de 2 km² de superficie, à 180-190 m d'altitude, et le poljé d'Es Plá, à l'E de l'Atalaya de San Vicente.

L'alternance de niveaux calcaires ou dolomitiques et de niveaux marneux se prête à l'existence de nappes souterraines. De nombreuses sources surgissent (au contact de calcaires et de marnes sous-jacentes) dans le versant des collines, à leur pied, dans des barrancos, parfois sur la côte. Mais généralement, l'eau de ces sources se perd rapidement.

Le réseau hydrographique superficiel est très réduit. Citons le Río de Santa Eulalia, dont le lit est souvent à sec, en particulier durant l'été.

Les alluvions recouvrent de larges surfaces et renferment d'importantes nappes aquifères. De nombreux puits ont été creusés dans ces alluvions.

(1) J. M. THOMAS et J. MONTORIOL en ont fait (1953) une étude détaillée.

(2) J. VILÁ VALENTÍ a décrit le poljé de Santa Inés (1960, 1961) et celui de San Mateo (1960).

Soulignons l'importance des sous-écoulements à Ibiza. L'île d'Ibiza est généralement drainée vers le S; mais en bordure NW de l'île (où les altitudes sont en moyenne plus élevées) les eaux s'écoulent en partie vers le NW, en sens inverse du pendage d'ensemble des couches. Signalons le vallon qui du pied E de la colline de San Miguel se dirige vers le N, parcouru en permanence par un petit ruisseau: l'Arroyo d'es Port.

A Formentera, l'eau de pluie s'infiltré rapidement dans le sable et le marès. Il n'existe pas de réseau hydrographique superficiel.

Des marécages se situent à proximité des salines des deux îles.

D) Climat.

Il est de type méditerranéen avec des hivers tempérés, des étés chauds et secs. Les principales données climatologiques sont indiquées dans la fig. 3.

L'humidité est assez élevée durant toute l'année (70 %). Les pluies tombent surtout en automne et en hiver; mais la pluviosité est faible.

Deux vents dominant: celui du N, la tramontane, froid, soufflant en hiver, et celui du SW, le lebeche, chaud, au printemps et en automne. En été souffle un vent du SE: le sirocco.

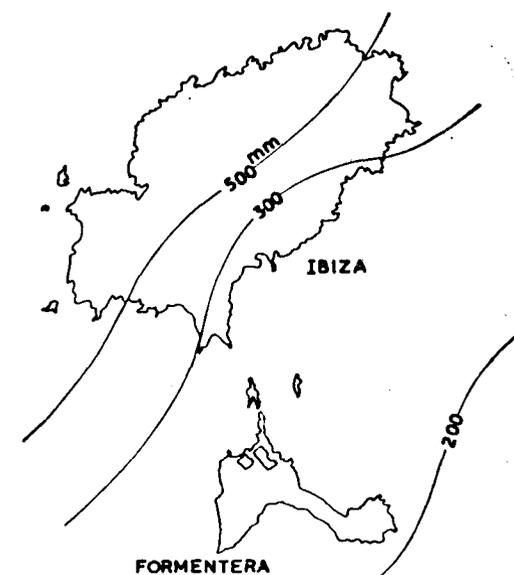
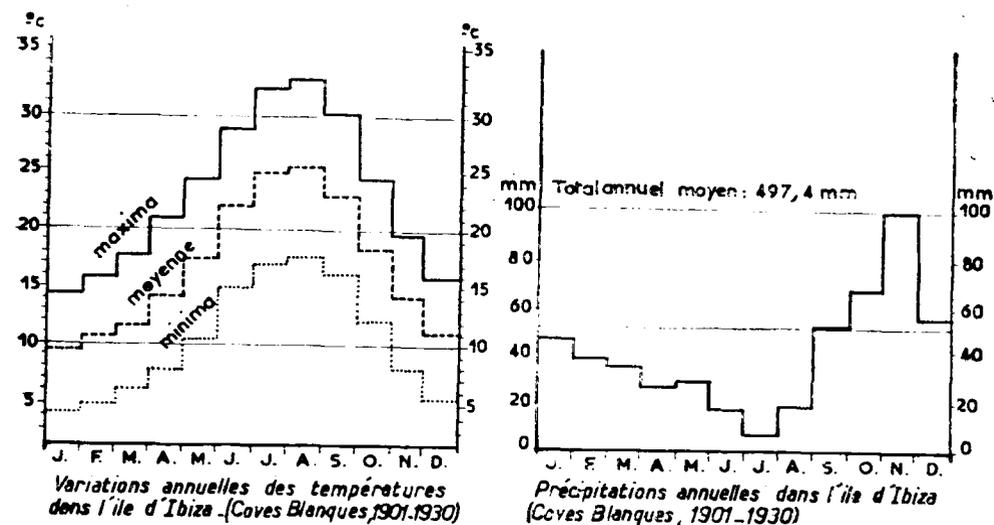
E) Végétation.

Elle est sous la dépendance d'une période hivernale humide, courte, et d'une période estivale sèche, longue (de mai à septembre).

Les collines d'Ibiza, essentiellement calcaires, sont surtout couvertes d'arbres et d'arbustes adaptés à des biotopes secs et arides; il s'agit de Pins (*Pinus halepensis*), Lentisques (*Pistacia lentiscus*), Génévriers (*Juniperus phoenicia*, *J. oxycedrus*).

On pratique des cultures en terrasses sur le versant des collines, donnant des céréales. Les plaines alluviales sont plantées de nombreux Amandiers, Caroubiers, Figuiers, Oliviers, jusqu'au pied des collines. On récolte surtout dans ces plaines des céréales (blé, orge), des pommes-de-terre, du maïs, des fèves; les sols rouges (terra rossa), bien développés dans la région de Santa Eulalia, sont très fertiles. On observe surtout à Ibiza des rendzines (sols sur roches-mères calcaires). On plante, en outre, dans les vallées alluviales, de la vigne, des Orangers, des Abricotiers.

A Formentera, la végétation, peu abritée des intempéries, et en particulier de la tramontane, est plus réduite. La terre cultivée est rare; on y récolte surtout des céréales et des légumineuses. Le sol est essentiellement formé de rendzines. Les espèces arborescentes et arbustives sont sensiblement



Répartition des précipitations annuelles dans les Pityuses

Fig. 3.—Caractéristiques principales du climat (d'après G. COLOM, 1962 et 1964).

les mêmes qu'à Ibiza. Sur les versants NW, W et SW de La Mola, les calcaires tortoniens, souvent recouverts de marès et de sable dunaire, supportent des Pins, des Lentisques, des Genévriers, de la Bruyère.

F) Cartes utilisées.

Outre les photographies aériennes, nous avons utilisé, pour effectuer nos levés, les cartes topographiques au 1:25.000^e; ces dernières éditées en 1961 par le Servicio Geográfico del Ejército, comprennent les feuilles suivantes :

Ile d'Ibiza.

N.° 772: San Miguel (I, Punta de Sa Creu; II, San Miguel; III, Cabo Nonó).

N.° 773: San Juan Bautista (III, San Juan Bautista; IV, Cala de Portinaitx).

N.° 798: Ibiza (I, Nuestra Señora de Jesús; II, Ibiza; III, Es Cubells; IV, San Antonio Abad).

N.° 799: Santa Eulalia del Río (IV, Santa Eulalia del Río).

Ile de Formentera.

N.° 824: San Francisco Javier et n.° 825: Nuestra Señora del Pilar (quarts I et IV, Isla Espalmador).

N.° 825: Nuestra Señora del Pilar et n.° 850: Faro de Formentera (quarts III et IV, Nuestra Señora del Pilar).

N.° 824: San Francisco Javier et n.° 849: Cabo de Berbería (quarts II et I, San Francisco Javier).

Nous avons employé pour la publication des cartes géologiques les fonds topographiques au 1:50.000^e réalisés par le Servicio Geográfico del Ejército en 1958, publiés par l'Instituto Geográfico y Catastral en 1964.

La fig. 4 représente le tableau d'assemblage de ces cartes au 1:50.000^e. Il s'agit des feuilles suivantes :

Ile d'Ibiza.

N.° 772, 773, 798, 799 (portant les mêmes noms que ceux des feuilles au 1:25.000^e).

Ile de Formentera.

N.° 824 et 849, n.° 825 et 850.

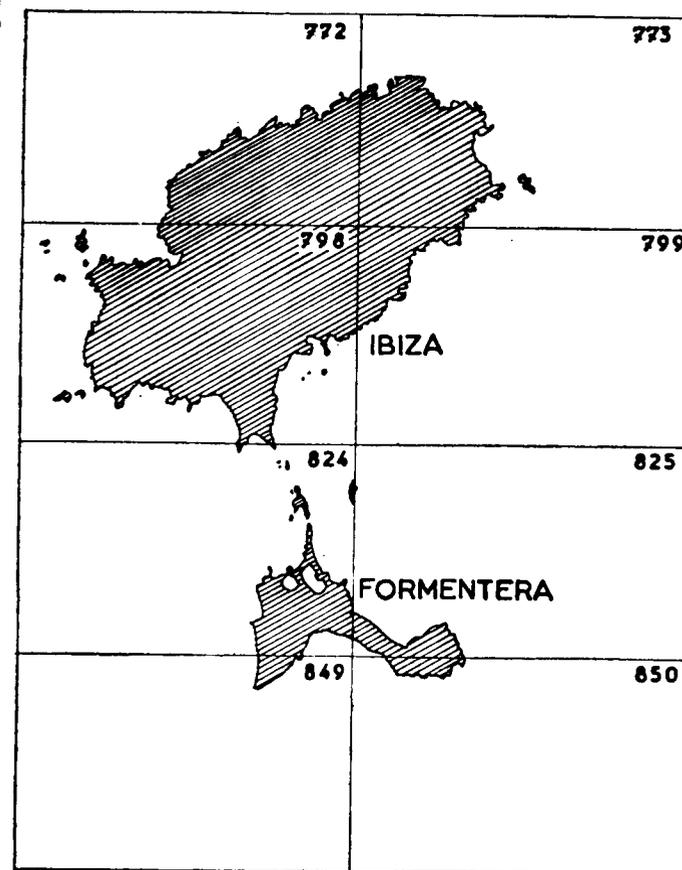


Fig. 4.—Tableau d'assemblage des cartes au 1:50.000 des îles d'Ibiza et de Formentera.

Les cartes d'affleurements situées au début de chaque chapitre dans l'étude stratigraphique ont été établies en utilisant comme fond topographique la carte d'Ibiza au 1:100.000^e (feuille n.° 209S - 224N) et celle de Formentera au 1:100.000^e (feuille n.° 224S - 237N), du Servicio Geográfico del Ejército, publiées en 1952. Afin de permettre au lecteur de situer rapidement les affleurements qui seront décrits, nous mentionnerons dans le texte leur nomination locale et parfois leurs coordonnées Lambert.

II. Historique général

A) Les premières études.

En 1876, S. THÓS Y CODINA signalent —dans *Notas acerca de la constitución geológica de las islas de Ibiza y Formentera*— différentes roches sédimentaires; mais aucune mention n'est faite de leur âge.

En 1888, paraît *Reseña física y geológica de las islas Ibiza y Formentera*, de L. M. VIDAL et E. MOLINA. Une brève esquisse morphologique des deux îles est suivie d'une intéressante étude stratigraphique. Les auteurs ont rapporté au Trias des dolomies affleurant largement à l'E d'Ibiza; ils ont révélé à Ibiza l'Oxfordien fossilifère (Punta Grossa), le Néocomien, à faciès marneux, fossilifère, l'Urgonien, avec ses calcaires à Rudistes et à Orbitolines. Ont été également reconnus: le Miocène supérieur à *Cerithium bidentatum*, le Quaternaire (conglomérats, marès...). Des roches éruptives (ophites et andésites amphiboliques) sont signalées dans des marnes bariolées. Mais les observations portent sur un nombre réduit de coupes et les indications relatives à la tectonique font défaut.

H. NOLAN apporta de nouvelles et importantes données sur la stratigraphie du Trias (1893), du Jurassique et du Crétacé (1895a). Il révéla à Ibiza le Séquanien et le Kimméridgien (faciès calcaire), le Tithonique (marnes à faune pyriteuse). Il découvrit tous les termes du Crétacé inférieur dans une série marneuse fossilifère allant du Berriasien au Vraconien, dans laquelle s'intercaleraient, au Barrémien et à l'Aptien, des calcaires récifaux à Ammonites et à Rudistes (faciès urgonien). L'auteur a en outre découvert le Cénomaniens, considéré jusqu'à nos recherches comme l'étage le plus récent du Crétacé d'Ibiza.

Au point de vue structural (1895b), il signale à Ibiza (fig. 5) deux anticlinaux de direction W-E, à noyau triasique et jurassique; les terrains sont affectés par des failles et des étirements.

À Formentera, de petites fractures ont intéressé les promontoires W et E de l'île; l'auteur y a observé (La Mola) des calcaires tertiaires, en couches horizontales et attribue aux plissements observés à Ibiza un âge anté-burdigalien.

B) Les premières monographies et synthèses.

Il convient de rendre hommage à P. FALLOT pour son oeuvre immense intéressant l'ensemble des Cordillères bétiques. Nos connaissances géologiques sur les îles Baléares sont surtout dues à cet éminent savant. En ce qui

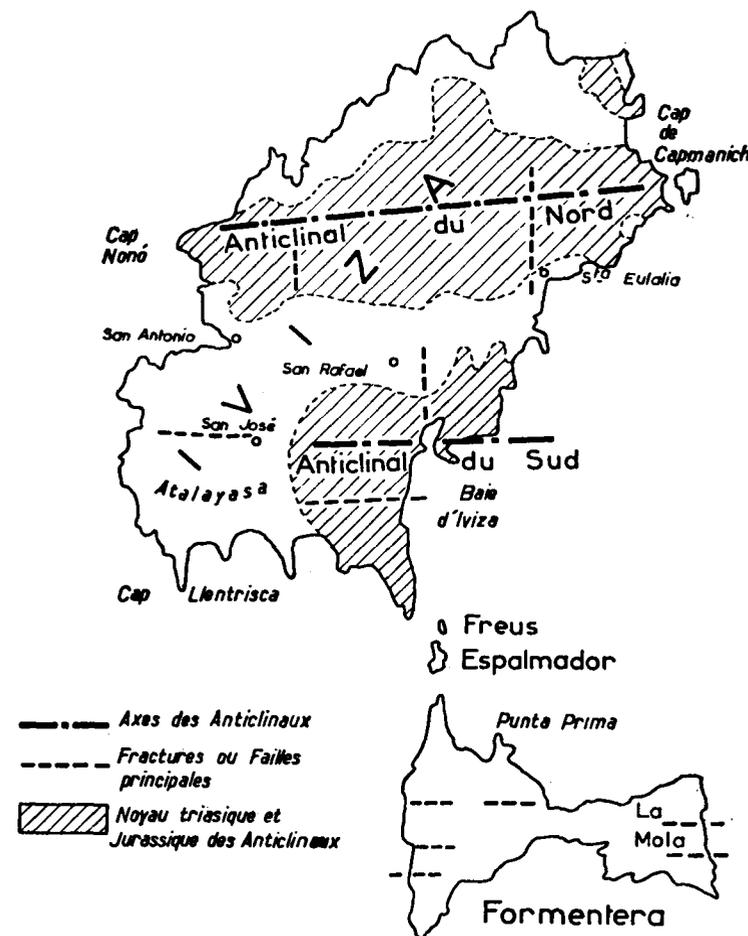


Fig. 5.—Schéma structural des îles d'Ibiza et de Formentera, d'après H. NOLAN (1895).

concerne Ibiza, c'est à ses travaux que nous nous sommes le plus souvent référé :

En 1917, dans deux notes à l'Académie des Sciences, il indique dans ses grandes lignes la tectonique de l'île d'Ibiza, consistant en la superposition de trois séries tectoniques, ou écaillés, poussées du SE au NW : la série d'Ibiza (la plus élevée), la série de Cirer-Rey (intermédiaire), la série d'Eubarca (la plus basse); les charriages atteignent, d'après lui, une amplitude de 8 à 10 km. Le Burdigalien et peut-être l'Helvétien sont intéressés par la tectonique tangentielle.

Dans quelques notes publiées avec la collaboration de H. TERMIER, P. FALLOT mentionne dans la série d'Ibiza une formation marneuse conti-

- la stratigraphie de l'île, brève étude comportant la description détaillée de quelques coupes, mais n'apportant pas de données nouvelles,
- un résumé sur la tectonique, illustré d'un schéma structural (fig. 7),
- l'histoire géologique, mentionnant des plissements s'étant produits d'une part après l'Urgonien et avant le Miocène inférieur, d'autre part après le Burdigalien et avant le Tortonien.

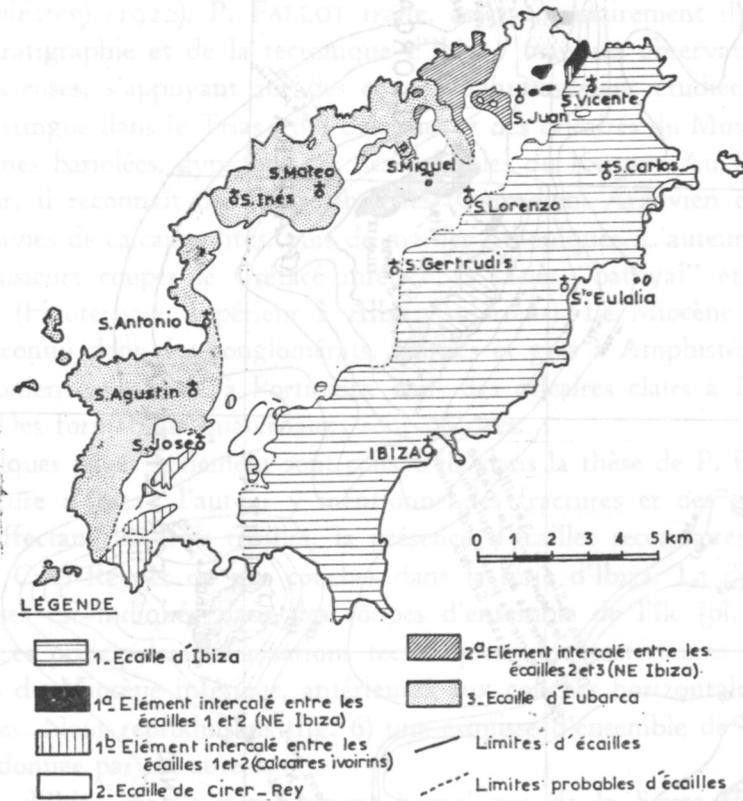


Fig. 7.—Carte tectonique schématique d'Ibiza, d'après E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935).

Ces auteurs ont par contre décrit en détail la tectonique de l'île. Leur grand mérite est d'avoir publié (1935) la première carte géologique de l'île au 1:50.000^e.

Mais ces documents manquent beaucoup de précision et comportent bien des erreurs, concernant notamment la datation de nombreux faciès et l'interprétation structurale.

En 1948, P. FALLOT, dans une remarquable synthèse, faisait le point

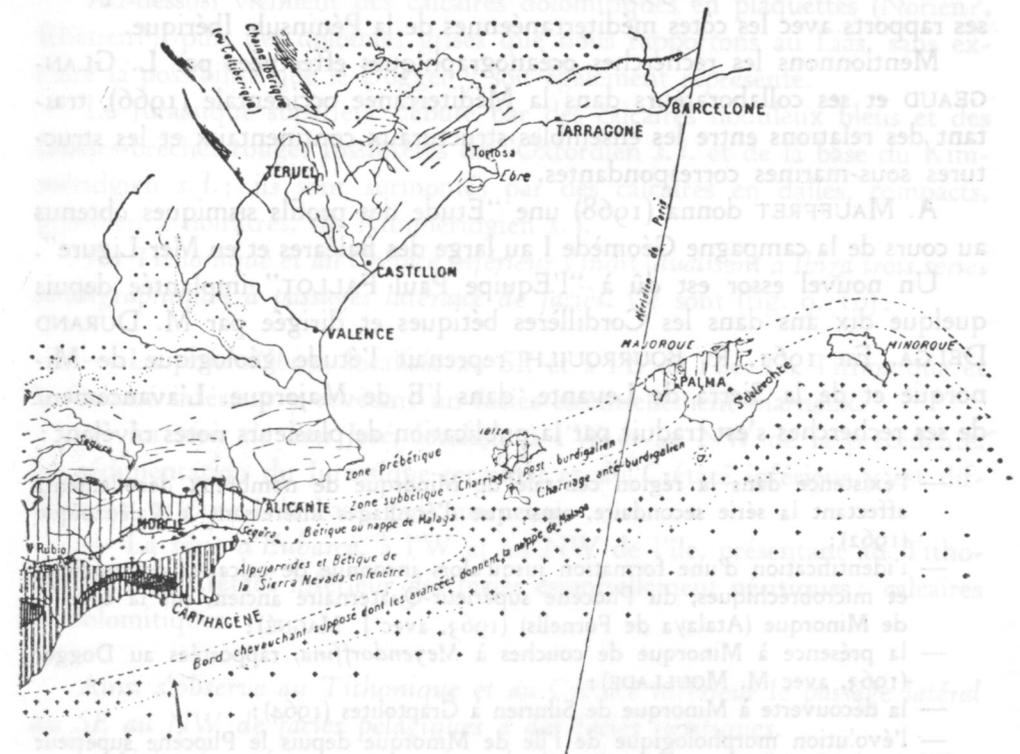


Fig. 8.—Position des Baléares par rapport aux grandes unités structurales des Cordillères bétiques, d'après P. FALLOT (1948).

des connaissances sur les Cordillères bétiques; la figure 8 en indique les principales subdivisions. Les écaillles d'Ibiza et de Cirer-Rey sont alors rapportées au Subbétique l'écaille d'Eubarca au Prébétique.

C) Les travaux récents.

G. COLOM a largement fait progresser la connaissance des îles Baléares, en particulier par ses très nombreux travaux micropaléontologiques. Nous nous sommes souvent référé à ses publications, notamment à ses "*Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense*" (1947) pour préciser la stratigraphie de nos séries ibizoises. Mentionnons encore les notes rédigées par ce grand naturaliste avec la collaboration de B. ESCANDELL, traitant de "*L'évolution du géosynclinal baléare*" (1960-1962) et des dépôts flandriens des environs de San Antonio, à Ibiza (1964).

L. SOLÉ SABARÍS a brillamment contribué à la connaissance du Qua-

ternaire marin d'Ibiza (1955) et de toutes les Baléares (1962), ainsi que de ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique.

Mentionnons les recherches océanographiques effectuées par L. GLANGEAUD et ses collaborateurs dans la Méditerranée occidentale (1966), traitant des relations entre les ensembles structuraux continentaux et les structures sous-marines correspondantes.

A. MAUFFRET donna (1968) une "Etude des profils sismiques obtenus au cours de la campagne Géomède I au large des Baléares et en Mer Ligure".

Un nouvel essor est dû à "l'Equipe Paul FALLOT" implantée depuis quelque dix ans dans les Cordillères bétiques et dirigée par M. DURAND DELGA. En 1961, R. BOURROUILH reprenait l'étude géologique de Minorque et de la Sierra de Levante, dans l'E de Majorque. L'avancement de ses recherches s'est traduit par la publication de plusieurs notes révélant :

- l'existence dans la région centrale de Minorque de nombreux décollements affectant la série secondaire, ainsi que d'écaillages intéressants le Paléozoïque (1962);
- l'identification d'une formation jusqu'alors inconnue de calcaires organogènes et microbréchiques, du Pliocène supérieur-Quaternaire ancien, sur la côte N de Minorque (Atalaya de Fornells) (1963, avec J. MAGNÉ);
- la présence à Minorque de couches à *Meyendorffina*, rapportées au Dogger (1963, avec M. MOULLADE);
- la découverte à Minorque de Silurien à Graptolites (1964);
- l'évolution morphologique de l'île de Minorque depuis le Pliocène supérieur (1964);
- l'attribution au Vindobonien du Miocène de Minorque (1968, avec G. COLOM).

En 1961, nous entreprenions l'étude géologique d'Ibiza et de Formentera.

Mentionnons les recherches géologiques effectuées depuis 1963 par Y. CHAMPETIER dans la Péninsule, à l'W d'Ibiza; entre Cullera et Denia. Il a pu apporter d'utiles précisions sur la stratigraphie du Jurassique supérieur, du Crétacé et du Tertiaire, dans le Prébétique des provinces de Valence et d'Alicante.

III. Introduction stratigraphique et structurale

A) Eléments stratigraphiques.

Les terrains primaires sont inconnus à Ibiza.

Le Trias est représenté par des calcaires compacts et des calcaires dolomitiques noirs du Muschelkalk, suivis par des marnes à gypse et à "ophites" du Keuper.

Au-dessus, viennent des calcaires dolomitiques en plaquettes (Norien?, Rhétien?), puis des dolomies grises que nous rapportons au Lias, sans exclure la possibilité que le Dogger y soit également représenté.

Le Jurassique supérieur débute par des calcaires noduleux bleus et des fausses-brèches rouges fossilifères de l'Oxfordien *s.l.* et de la base du Kimmérien *s.l.*; ils sont surmontés par des calcaires en dalles, compacts, gris-bleu à noirâtres, du Kimmérien *s.l.*

Au Tithonique et au Crétacé inférieur s'individualisent à Ibiza trois séries stratigraphiques à passages latéraux de faciès. Ce sont (fig. 9, 10):

— La série d'Ibiza, localisée au SE et à l'E de l'île. Le Tithonique et le Crétacé inférieur y revêtent un faciès essentiellement marneux.

— La série de San José, localisée à l'W et au NW de la précédente. La sédimentation du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur y est différente: calcaire à la base, puis marneuse.

— La série d'Eubarca, à l'W et au NW de l'île, présentant au Tithonique et au Crétacé inférieur des faciès essentiellement néritiques: calcaires et dolomitiques.

Ainsi s'observe au Tithonique et au Crétacé inférieur le passage latéral du SE au NW de faciès pélagiques à des faciès néritiques.

Le Crétacé supérieur est représenté, dans les séries de San José et d'Eubarca, par des calcaires compacts, de teinte claire.

L'Eocène et Oligocène ne sont pas connus.

Au Miocène se déposent des poudingues et des microbrèches (Miocène inférieur), puis des marnes (Miocène inférieur et base du Miocène moyen).

Des assises tortonniennes, postérieures aux dislocations tectoniques majeures, existent au NE d'Ibiza et à Formentera. Les dépôts quaternaires sont bien représentés dans ces deux îles.

B) Disposition tectonique des assises.

Les trois séries stratigraphiques signalées précédemment proviennent de domaines paléogéographiques différents, dont les éléments ont été rapprochés par l'intervention d'une tectonique tangentielle. L'île d'Ibiza est en effet taillée dans un empilement de trois unités se chevauchant du SE vers le NW (fig. 10):

— L'unité d'Ibiza, structurellement la plus élevée, la plus méridionale. Nous verrons ultérieurement qu'elle renferme tous les terrains de la série d'Ibiza, ainsi que des terrains de la série de San José.

Série d'Eubarca

Série de San José

Série d'Ibiza

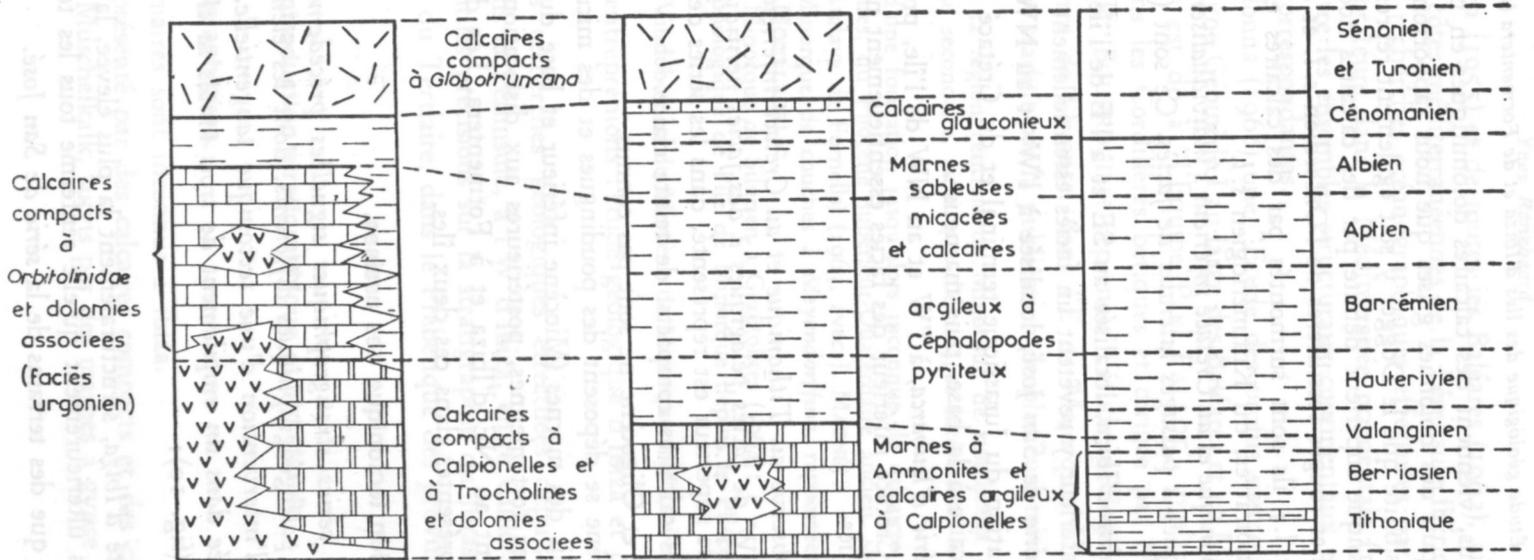


Fig. 9.—Variations de faciès du Tithonique et du Crétacé d'Ibiza.

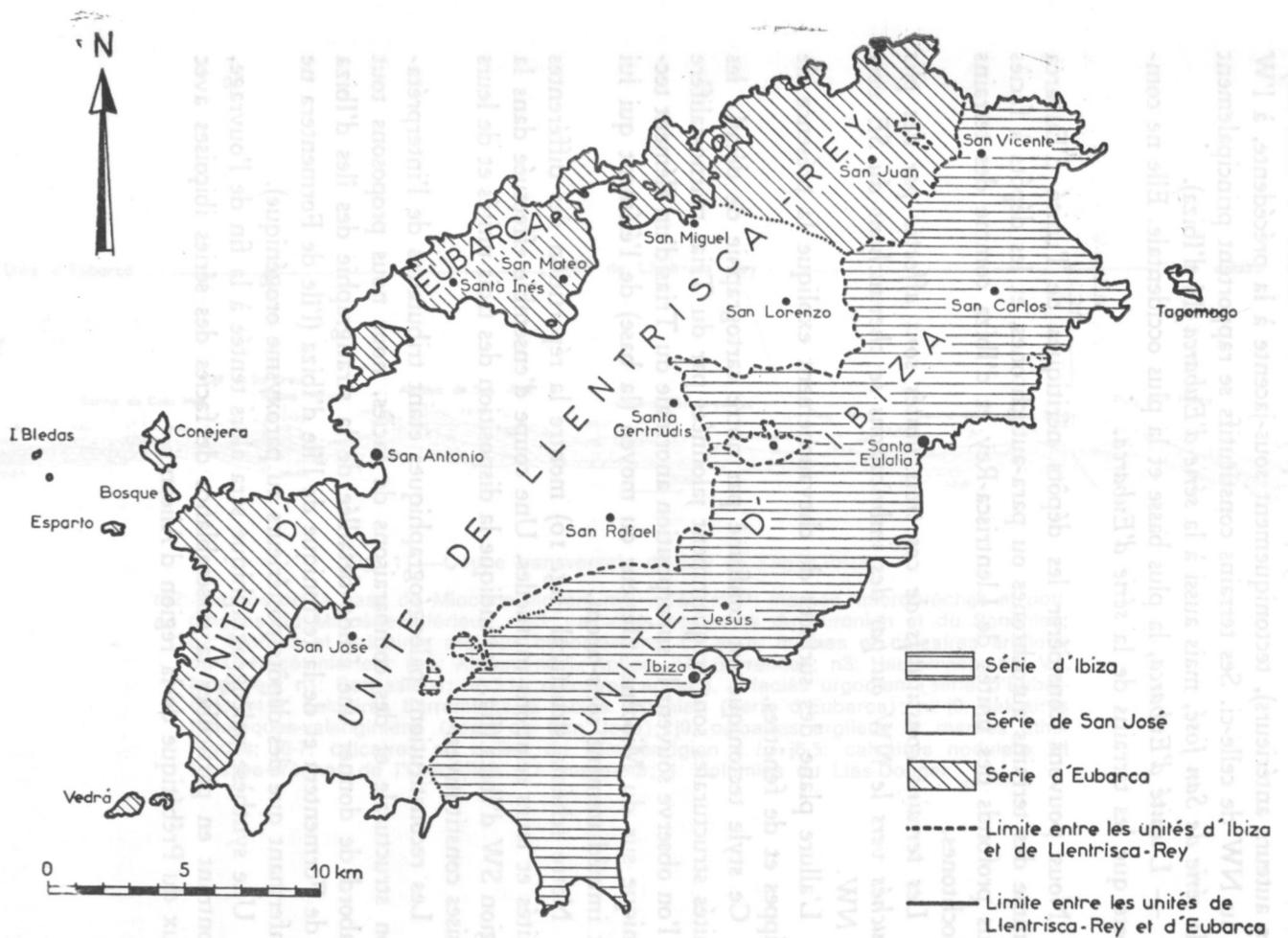


Fig. 10.—Schéma structural de l'île d'Ibiza.

— L'unité de Llentrisca-Rey (correspondant à "l'échelle de Cirer-Rey" des auteurs antérieurs), tectoniquement sous-jacente à la précédente, à l'W et au NW de celle-ci. Ses terrains constitutifs se rapportent principalement à la série de San José, mais aussi à la série d'Eubarca (N d'Ibiza).

— L'unité d'Eubarca, la plus basse et la plus occidentale. Elle ne comporte que les terrains de la série d'Eubarca.

Nous pouvons considérer les dépôts néritiques de l'unité d'Eubarca comme des terrains autochtones ou para-autochtones, et les dépôts à faciès plus profonds des unités de Llentrisca-Rey et d'Ibiza comme des terrains allochtones.

Les terrains constitutifs de ces trois unités sont affectés par des plis couchés vers le NW ou par des imbrications se chevauchant du SE vers le NW.

L'allure plane des surfaces de chevauchement explique la présence de klippes et de fenêtres.

Ce style tectonique est confirmé par notre cartographie de détail; les unités structurales sont fréquemment jalonnées par du Trias marno-salifère et l'on observe souvent la superposition anormale du Trias d'un élément tectonique sur du Miocène inférieur ou moyen (la base) de l'élément qui lui est immédiatement sous-jacent.

Notre schéma structural (fig. 10) montre la répartition des différentes unités et leurs relations mutuelles. Une coupe d'ensemble effectuée dans la région SW d'Ibiza (fig. 11) indique la disposition des trois unités et de leurs assises constitutives.

Les reconstitutions paléogéographiques étant tributaires de l'interprétation structurale et des comparaisons de faciès, nous nous proposons tout d'abord de donner une étude détaillée de la stratigraphie des îles d'Ibiza et de Formentera et de la tectonique de l'île d'Ibiza (l'île de Formentera ne renfermant que des dépôts postérieurs au paroxysme orogénique).

Une synthèse paléogéographique sera alors tentée à la fin de l'ouvrage, montrant en particulier la ressemblance de faciès des séries ibizoises avec ceux du Prébétique de la région d'Alicante.

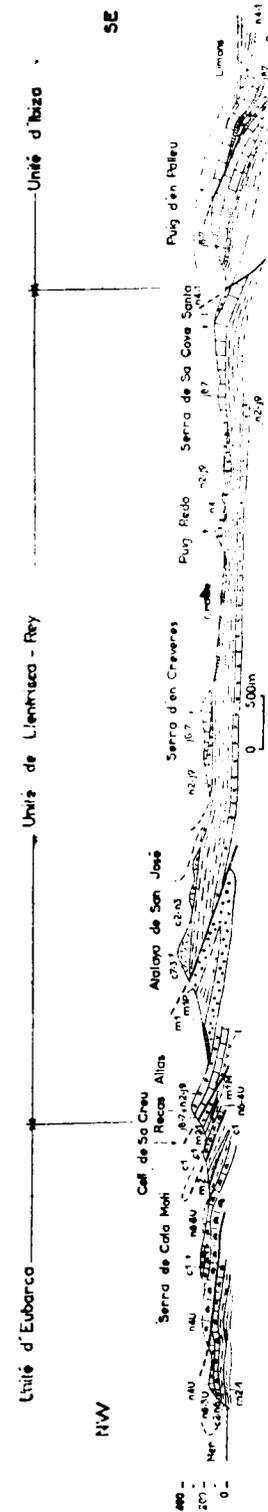


Fig. 11.—Coupe transversale du SW de l'île d'Ibiza.

m2: marnes de la base du Miocène moyen; m1, m1M, m1P: marnes, microbrèches et pou-
dingues du Miocène inférieur; c7-3: calcaires compacts du Turonien et du Sénonien;
c2: marnes et calcaires argileux cénonoviens; c1 et n: marnes et calcaires argileux
du Crétacé inférieur (c1: Albien; n6-5: Aptien; n4: Barrémien; n3: Hauteriviens; n2: Va-
langinien); n1: Berriasien); n6-5 U: calcaires aptiens, à faciès urgonien (série d'Eubar-
ca); n4 U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien (série de San José); j9: calcaires
lithoniques-valanginiens (série d'Eubarca); n2-j9: calcaires argileux et marnes litho-
niques; j8-7: calcaires en dalles du Kimmeridgien s. l.; j6-5: calcaires noduleux et
fausses-brèches de l'Oxfordien s. l. supérieur; 1: dolomies du Lias-Dogger.

CHAPITRE II

LE TRIAS

Les formations triasiques sont les plus anciennes qui affleurent dans l'île d'Ibiza.

Elles ont joué un rôle important dans la mise en place des unités structurales : les marnes du Keuper, en particulier, du fait de leur plasticité, ont formé les surfaces de glissement de nombreux chevauchements ; elles s'observent fréquemment à la limite des séries et ont participé activement à la formation des plis couchés caractérisant le style tectonique de l'île.

La stratigraphie du Trias est difficile à établir en raison de l'absence de macrofaunes dans la presque totalité des affleurements, leur relative pauvreté dans de rares gisements.

Les observations que nous avons rassemblées sur le Trias d'Ibiza nous amènent à proposer la composition suivante :

- *Muschelkalk* : Dolomies et calcaires dolomitiques, gris noir. Calcaires compacts, noirâtres, vermiculés.
- *Keuper* : Marnes bariolées, souvent gypsifères, avec des cargneules, des "ophites".

La ressemblance de faciès avec ceux du Trias germanique justifie l'emploi de la terminologie allemande. Mais les faunes ont cependant de nettes affinités alpines (*Daonella*...).

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) rapportèrent au Trias des calcaires et des dolomies observés au NE de l'île d'Ibiza; ils ne purent les dater, n'y ayant pas découvert de fossiles. Ils signalèrent les premiers la présence de roches éruptives accompagnant des marnes bariolées, souvent gypsifères.

H. NOLAN (1893) mentionna des calcaires noriens.

P. FALLOT (1922) eut le mérite de définir les faciès revêtus par les terrains triasiques dans quelques coupes soigneusement analysées, d'établir la succession des termes. D'après lui, le Muschelkalk comporte des dolomies (Virglorien) surmontées de calcaires à pistes et à Fucoïdes (virgloriens et en partie ladinien); il rapporte les marnes irisées à gypse au Carnien et les dolomies qu'elles supportent au Norien; les calcaires à pistes du Cabo Roig pourraient aussi, selon lui, se rattacher au Norien.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) ont bien reconnu les principaux faciès; mais les attributions stratigraphiques qu'ils en donnent sont entachées d'erreurs: les marnes bariolées sont rapportées au Werfénien! Les dolomies sont rangées dans le Virglorien, les calcaires dans le Ladinien. Le Keuper manquerait à Ibiza! C'est à tort qu'ils regroupent dans leur lever cartographique des calcaires et dolomies du Muschelkalk et des dolomies superposées au Keuper et que nous attribuons au Lias-Dogger: les deux niveaux de dolomies sont nettement séparés par des marnes du Keuper.

II. Les faciès

Le Trias présente des dépôts sédimentaires et des roches éruptives.

A) Les sédiments triasiques.

1. LES DOLOMIES ET LES CALCAIRES DOLOMITIQUES.

Leur teinte est noire, brune ou gris-noir. Ils sont traversés par des veines de calcite et parfois par des veines de dolomies blanches se disposant en bandes plus ou moins parallèles entre elles (Ile de Tagomago, Torre d'en Valls, Puig d'es Cap Roig, Cap Roig). Ils sont en général massifs, parfois lités et apparaissent finement grenus au microscope.

L'analyse chimique de deux échantillons a donné les résultats suivants:

P. d'en Rafalet (Ech. Prf1) — MgO = 17,20; CaO = 32,20

Planells (Ech. Pln) — MgO = 20,15; CaO = 31,00

Leur puissance maximale est de 150 m.

Ils apparaissent le plus souvent à la base des calcaires du Muschelkalk et passent progressivement à ces derniers. Nous les avons également rencontrés au sein des calcaires du Muschelkalk (Puig d'es Cap Roig et Cap Roig).

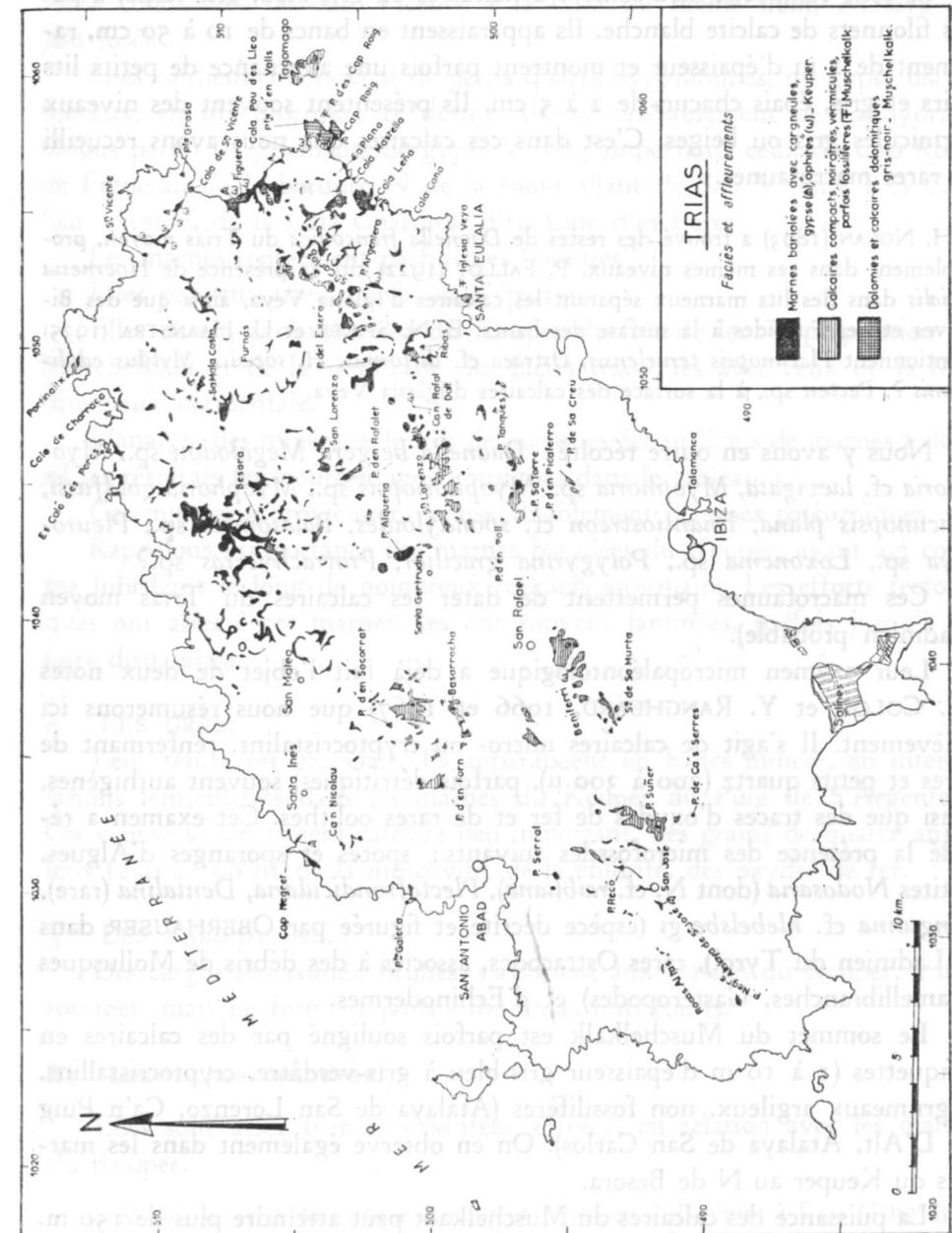


Fig. 12.—Répartition géographique des affleurements triasiques dans l'île d'Ibiza.

2. LES CALCAIRES.

Ils sont compacts, bleu-sombre à noirâtres ou gris-bleu, gris-terne, à petits filonnets de calcite blanche. Ils apparaissent en bancs de 10 à 50 cm, rarement de 1 m d'épaisseur et montrent parfois une alternance de petits lits noirs et gris, épais chacun de 2 à 5 cm. Ils présentent souvent des niveaux vermiculés gris ou beiges. C'est dans ces calcaires que nous avons recueilli de rares macrofaunes.

H. NOLAN (1893) a trouvé des restes de *Daonella franconica* du Trias moyen, probablement dans ces mêmes niveaux. P. FALLOT (1922) cite la présence de *Hoernesia socialis* dans des lits marneux séparant les calcaires d'Iglesia Veya, ainsi que des Bivalves et des Fucoides à la surface des bancs. E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) mentionnent *Placunopsis teruelensis*, *Ostraea cf. difformis*, *H. socialis*, *Mytilus eduliformis*?, *Pecten* sp., à la surface des calcaires d'Iglesia Veya.

Nous y avons en outre récolté : *Daonella bergeri*, *Megalodon* sp., *Myophoria cf. laevigata*, *Myophoria* sp., *Myophoriopsis* sp., *Myophoria goldfussi*, *Placunopsis plana*, *Enantiostreon cf. spondyloides*, *Balatomites* sp., *Pleuromya* sp., *Loxonema* sp., *Polygyrina gracilior*, *Protrachyceras* sp.?

Ces macrofaunes permettent de dater les calcaires du Trias moyen (Ladinien probable).

Leur examen micropaléontologique a déjà fait l'objet de deux notes (G. COLOM et Y. RANGHEARD, 1966 et 1967) que nous résumerons ici brièvement. Il s'agit de calcaires micro- ou cryptocristallins, renfermant de rares et petits quartz (200 à 300 μ), parfois détritiques, souvent authigènes, ainsi que des traces d'oxydes de fer et de rares oolithes. Cet examen a révélé la présence des microfossiles suivants : spores et sporanges d'Algues, petites *Nodosaria* (dont *N. cf. raiblana*), *Plectofrondicularia*, *Dentalina* (rare), *Lingulina cf. klebelsbergi* (espèce décrite et figurée par OBERHAUSER dans le Ladinien du Tyrol), rares Ostracodes, associés à des débris de Mollusques (Lamellibranches, Gastéropodes) et d'Echinodermes.

Le sommet du Muschelkalk est parfois souligné par des calcaires en plaquettes (1 à 10 m d'épaisseur gris-bleu à gris-verdâtre, cryptocristallins, à grumeaux argileux, non fossilifères (Atalaya de San Lorenzo, Ca'n Puig de D'Alt, Atalaya de San Carlos). On en observe également dans les marnes du Keuper au N de Besora.

La puissance des calcaires du Muschelkalk peut atteindre plus de 150 m.

3. LES MARNES BARIOLÉES.

Possèdent des teintes vives : rouges, vertes, jaunes, jaune-verdâtre, gris-bleu, grises. Il faut noter une nette prédominance du rouge sur le vert.

Les marnes sont parfois noires (Figueral, Cala Charraca, bordure N de la route conduisant de San Vicente à la Cala du même nom, Atalaya de San José).

Elles contiennent souvent de petits quartz bypyramidés, du gypse blanc, fibreux, en lits plissotés; ce dernier dérive probablement de l'anhydrite. Citons parmi les gisements de gypse les plus importants ceux du Cap Roig, de Figueral, de la bordure N de la route allant de San Vicente à la Cala San Vicente, de la Cala Charraca, d'Es Caló d'es Porcs.

Les marnes renferment parfois des "ophites".

Elles peuvent atteindre 80 m d'épaisseur.

Elles datent probablement du Keuper du fait de leur superposition au Muschelkalk et de la similitude des faciès triasiques avec ceux de la Méditerranée occidentale.

L'analyse des minéraux lourds de quelques échantillons de marnes a donné les résultats (en pourcentages) consignés dans le tableau 1.

Ces minéraux proviennent vraisemblablement d'assises paléozoïques.

Rappelons l'importance des marnes bariolées du Keuper, ayant agi comme lubrifiant le long de nombreux contacts anormaux. Les efforts tectoniques ont affecté ces marnes, les ont souvent laminées, parfois jusqu'à les faire disparaître.

4. LES GRÈS.

Leur teinte est gris-clair. Ils apparaissent en bancs minces, en intercalations lenticulaires dans les marnes du Keuper du Puig de S'Argentera. On y observe un ciment calcaire peu important, des grains de quartz anguleux (250 à 700 μ), de la muscovite, de la chlorite, des oxydes de fer.

5. LES CARGNEULES.

Des cargneules jaunes, brunes, s'associent aux marnes du Keuper, à leur sommet, mais ne forment jamais des amas importants.

B) Les roches éruptives.

Elles sont assez bien représentées à Ibiza, en relation avec les marnes du Keuper.

L. M. VIDAL et E. MOLINA mentionnent la présence d'ophites à Casa Nabot (près de San Agustín), des andésites amphiboliques à Figueral (à l'endroit où la vallée se termine à la côte), au N de la vallée de San Vicente. Ils ont trouvé un fragment d'ophite à Formentera.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1924, 1936) a reconnu des camptonites (Figueral, vallée de San Vicente).

par les auteurs antérieurs explique, en grande partie, les interprétations stratigraphiques parfois inexacts qu'ils ont données du Trias.

Nous y avons relevé de bonnes coupes, en particulier à Iglesia Veya et au Puig d'Es Cap Roig.

1. IGLESIA VEYA.

Sur le versant SSW de ce petit promontoire, une coupe montre la superposition suivante, de bas en haut (fig. 13) :

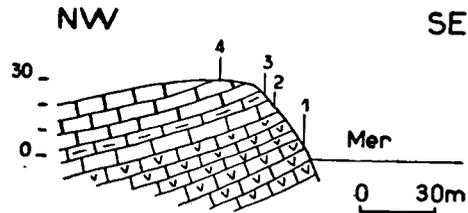


Fig. 13.—Coupe du Trias d'Iglesia Veya.

1: dolomies et calcaires dolomitiques; 2: calcaires compacts, bleu-foncé à noirs, à marques noires; 3: calcaires compacts, gris; 4: calcaires compacts, bleu-foncé à noirs.

1. Dolomies et calcaires dolomitiques gris à noirâtres, en lits réguliers, épais de 2 à 50 cm, visibles sur plus de 20 m d'épaisseur.
2. Calcaires compacts, cryptocristallins, bleu-foncé à noirs, à marques noires, en bancs de 50 cm. d'épaisseur. Epais de 3 à 4 m.
3. Calcaires compacts, gris-bleu à gris-verdâtre, en bancs épais de 5 à 50 cm., séparés par des délits de marnes et calcaires argileux jaunes à gris-clair, feuilletés. 2 m d'épaisseur.

Ces calcaires ont donné (1): *Placunopsis teruelensis* (H.), *Ostraea cf. difformis* (H.), *Hoernesia socialis* (F., H., R.), *Mytilus eduliformis?* (H.), *Pecten* sp. (H.).

On remarque aussi des débris d'Echinodermes en lames minces.

4. Calcaires compacts, cryptocristallins, bleu-foncé à noirs, en bancs épais de 10 à 50 cm; 18 m d'épaisseur. Pendage: 20 à 30° NW. Ils renferment des microorganismes: *Nodosaria* sp., *Dentalina* sp., petits Lamellibranches, petits Gastéropodes.

(1) Les initiales de HAANSTRA, FALLOT et les nôtres, indiquent l'observateur qui a trouvé les fossiles.

2. PUIG D'ES CAP ROIG, CAP ROIG, PUNTA D'EN VALLS.

L'ensemble de ces collines forme une presqu'île au NE d'Ibiza. Les assises se succèdent dans l'ordre suivant, de haut en bas morphologiquement (la série étant renversée) (fig. 14) :

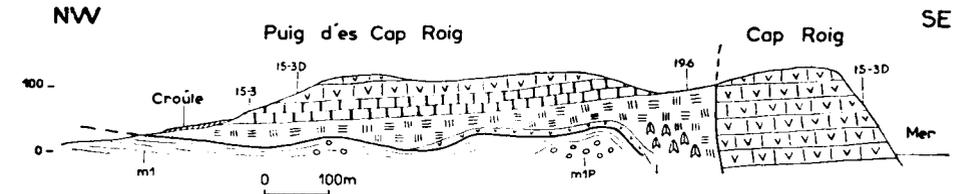


Fig. 14.—Coupe du Trias du Puig d'Es Cap Roig et du Cap Roig, surmontant en contact anormal du Miocène inférieur.

m1P: poudingues du Miocène inférieur; m1: marnes du Miocène inférieur; 1: dolomies grises (Lias probable); t9-6: marnes jaunâtres ou bariolées, à lits cargneuliques, parfois gypsifères (A) (Keuper); t5-3: calcaires bleu-foncé à noirs, gris ou beiges, vermiculés, fossilifères (Muschelkalk); t5-3D: dolomies gris-noir et calcaires dolomitiques gris (Muschelkalk).

- t5-3D. Dolomies gris-noir, à veines parallèles et blanches de dolomies, et calcaires dolomitiques gris, plus ou moins vermiculés. Ils présentent des intercalations de calcaires beiges vermiculés.
- t5-3. Calcaires bleu-foncé à noirs, microcristallins et calcaires vermiculés gris ou beiges, parfois dolomités. P. FALLOT (1922) envisageait leur appartenance possible au Norien. Mais nous avons rencontré à la surface des bancs et déterminé: *Daonella franconica*, *D. bergeri*, *Megalodon* sp., *Myophoria cf. laevigata*, *M. goldfussi*, *Myophoria* sp., *Myophoriopsis* sp., *Hoernesia socialis*, *Placunopsis plana*, *Enantiostreon cf. spondyloides*, *Balatonites* sp., *Pleuromya* sp., *Loxonema* sp., *Polygyrina gracilior*, *Protrachyceras* sp?

Il s'agit de Muschelkalk (Ladinien probable).

Les lames minces ont montré de rares représentants de *Lingulina cf. klebelsbergi*.

L'épaisseur du Muschelkalk (t5-3 et t5-3D) atteint 100 à 150 m.

- t9-6. Marnes jaunâtres, parfois bariolées, à lits cargneuliques, du Keuper. 50 à 80 m d'épaisseur. Au pied de la falaise, entre le Puig d'Es Cap Roig et le Cap Roig, du gypse les accompagne.
- 1. Dolomies vacuolaires grises (Lias probable). 10 à 20 m.

Cet ensemble est supporté, en contact anormal, par des marnes (m1) et des poudingues (m1P) du Miocène inférieur.

Les couches triasiques montrent un léger pendage vers le N.

3. TAGOMAGO.

Cette petite île présente des couches semblables à celles du Muschelkalk du Cap Roig et du Puig d'es Cap Roig (dont elles forment la continuation vers le NE. Il s'agit des niveaux suivants, également en série renversée (fig. 15).

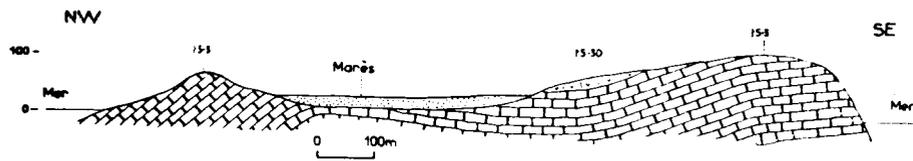


Fig. 15.—Coupe de l'île de Tagomago.

t5-3: calcaires noirs (Muschelkalk); t5-3D: dolomies et calcaires dolomitiques noirs (Muschelkalk).

- t5-3D. Dolomies et calcaires dolomitiques brun-foncé à noirs, grenus, à veines dolomitiques blanches, parallèles, en bancs de 40 à 50 cm d'épaisseur.
- t5-3. Calcaires compacts, noirs, veinés, en banc réguliers, épais de 10 à 20 cm., séparés par de petites intercalations marneuses. Ce sont des calcaires microcristallins renfermant *Lingulina* cf. *klebelsbergi* et de rares coquilles de Mollusques.

Les assises des niveaux t5-3 et t5-3D (Muschelkalk) sont puissantes de plus de 150 m.

4. RÉGION COMPRISE ENTRE TALAMANCA ET SANTA EULALIA.

Les affleurements triasiques se localisent dans les collines suivantes : Puig Sa Torre, S du Puig d'en Poll, versant SW du Puig Tanques, E du Puig d'en Recó, E du Puig Chumeu, versant SE du Puig de Museñas. Le Trias y comporte des calcaires noirs vermiculés et des dolomies noires du Muschelkalk (50 m d'épaisseur au Puig Tanques), en bancs de 5 à 60 cm d'épaisseur. Ces termes sont suivis en série normale par des marnes bariolées, à teinte rouge dominante, du Keuper.

De petits affleurements de Muschelkalk et de Keuper apparaissent le long de la route allant d'Ibiza à Santa Eulalia (L-73-7).

Citons la présence de marnes du Keuper au pied SE du Puig de Saviña, de calcaires du Muschelkalk et de marnes du Keuper dans la petite écaille située entre le Puig d'en Picaferro et le Puig de Sa Creu.

5. RÉGION DE L'ATALAYA DE SAN LORENZO. (Atalaya de San Lorenzo, Puig d'en Roch, Puig d'es Pjal, Puig d'en Rafalet).

La superposition des terrains triasiques s'établit comme suit, de bas en haut :

- Dolomies et calcaires dolomitiques noirs du Muschelkalk (pied du versant SE de l'Atalaya de San Lorenzo, versants E et SE du puig d'en Rafalet).
- Calcaires noirs à niveaux vermiculés du Muschelkalk (Ladinien probable), en bancs de 10 à 30 cm d'épaisseur, bien représentés sur les versants S et SE de ces collines. Ils se présentent parfois en petites plaquettes (base du versant SE de l'Atalaya de San Lorenzo).
- Marnes bariolées du Keuper (SW du Puig d'es Pjal, E et SE du Puig d'en Rafalet).

Sur l'ensemble de ces couches qui pendent légèrement vers le SE reposent en transgression des marnes et poudingues du Miocène inférieur.

Lors du creusement d'un puits à Ca'n Rafal de Dalt, dans la plaine alluviale séparant le Puig d'en Rafalet de la colline de Ribas, ont été retirées du sol des ophites associées à des marnes du Keuper (C. BEAUSEIGNEUR et Y. RANGHEARD, 1967).

6. COLLINES SITUÉES AU NORD DE SANTA EULALIA ET COLLINES DE LA RÉGION DE SAN CARLOS.

La plupart des collines sont couronnées par des dolomies liasiques surmontant, en série normale, des marnes du Keuper. Les couches sont dans l'ensemble faiblement inclinées vers le SE.

Le Trias y est principalement représenté par des marnes bariolées du Keuper; la teinte rouge est dominante dans les affleurements situés le long de la côte. Elles renferment des quartz bipyramidés, parfois des cargneules à leur sommet (Cala Leña, Figueral...), du gypse (Cala Leña, bordure de la côte entre la Cala Pou d'es Lleo et Figueral); de petits bancs de calcaires bleus peuvent s'y interstratifier. Notons la présence de marnes noires, gysifères à la base des marnes bariolées de Figueral. Leur épaisseur atteint 10 à 50 m.

Ces marnes reposent sur des calcaires compacts bleu-foncé à noirs et des dolomies gris-noir du Muschelkalk. Ces roches affleurent peu. Nous les avons rencontrées à l'extrémité NW de Ribas, à l'extrémité S du Puig Pella, entre le Puig del Exeró et San Carlos, au NW du Puig d'es Gat, au NE du Puig de Toni Andreu, à la Cala Caná, à Pou d'es Lleo, à Figueral. Les calcaires, en bancs de 20 à 50 cm d'épaisseur, renferment *Lingulina* cf. *klebelsbergi*.

Entre les calcaires du Muschelkalk et les marnes du Keuper s'intercalent parfois des calcaires en plaquettes, de 5 à 10 cm d'épaisseur, jaune-verdâtre à beiges (ravin au SW de l'Atalaya de San Carlos, en $x = 1055,600$; $y = 505,975$ — Ca'n Puig de D'Alt.). Nous les rapportons au sommet du Muschelkalk.

A l'E du Cap de Sa Plana, nous avons relevé une coupe (fig. 75, 76) montrant un petit affleurement triasique (t9-6), en $x = 1057,425$; $y = 505,425$. Il s'agit d'argiles rouge-violacé, de grès verdâtres, de marnes sableuses ocres alternant avec des calcaires dolomitiques gris-noir ou jaunâtres (Keuper probable).

Entre cet affleurement et la Cala Mastella, des marnes rouges du Keuper apparaissent le long de la côte sur des microbrèches et des poudingues du Miocène moyen (basal).

Des roches éruptives s'observent au sein des marnes bariolées de cette région :

Le Puig de S'Argentera (fig. 16), situé en bordure E de la route allant de Santa Eulalia à San Carlos, entre les km 10 et 11, est essentiellement constitué par des dolomies et des calcaires dolomitiques gris (Lias-Dogger), visibles sur 70 à 80 m d'épaisseur.

Au pied W de la colline, ces dolomies reposent sur des marnes bariolées (t9-6), visibles sur 20 à 30 m d'épaisseur, contenant de nombreux quartz

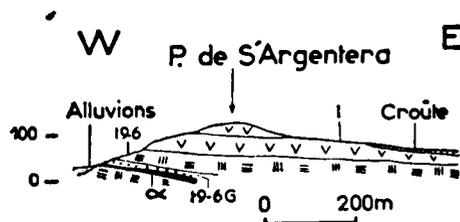


Fig. 16.—Coupe du Puig de S'Argentera.

I: dolomies et calcaires dolomitiques gris (Lias-Dogger); 19-6: marnes bariolées du Keuper, avec des intercalations de grès (t9-6 G) et des andésites à pyroxène (α).

bipyramidés et admettant de minces et rares couches de grès (t9-6G), de teinte gris-clair à gris-verdâtre; ces grès, à ciment calcaire réduit, renferment des grains de quartz anguleux (250 à 700 μ), de la muscovite, de la chlorite, des oxydes de fer. A l'intérieur des marnes s'observent, sur 2 à 3 m d'épaisseur à l'affleurement, des andésites à pyroxène (∞) de teinte vert-foncé à noir (C. BEAUSEIGNEUR et Y. RANGHEARD, 1967). E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935, p. 18) y ont reconnu des diabases quartziques.

La Cala de Pou d'es Lleo est bordée par des marnes bariolées du Keuper visibles sur 1 à 5 m d'épaisseur sous un revêtement quaternaire de limons bruns calcifiés. A l'W et au N de la Cala, ces marnes renferment de petits amas de diorites (C. BEAUSEIGNEUR-CARQUILLE et Y. RANGHEARD, 1968).

A Figueral, des marnes bariolées, gypsifères, affleurent largement en bordure de la mer sur 30 à 50 m d'épaisseur. A ces marnes sont associées des trachytes de teinte gris-verdâtre assez pâle (C. BEAUSEIGNEUR-CARQUILLE et Y. RANGHEARD, 1968). Les affleurements en sont réduits, localisés au NW de la Playal d'es Figueral: dans le vallon débouchant immédiatement au N de Sa Paisa d'es Camp et à l'embouchure du vallon de S'Aigo Blanca.

7. RÉGION COMPRISE ENTRE LA PUNTA GROSA, FURNÁS ET PORTINAITX.

Le Keuper y est bien représenté à la base des unités. Notons, en particulier, le chevauchement vers le NW de marnes bariolées (unité d'Ibiza) sur des poudingues et des marnes miocènes (unité de Llentrisca-Rey), le long de la route allant de San Juan à San Vicente ($x = 1051,525$; $y = 510,300$).

Ces marnes participent à la constitution de plis couchés vers le NW, notamment à Furnás (fig. 79) et à l'Atalaya de San Vicente (fig. 82). Sur les versants E et SE de l'Atalaya de San Vicente, de même qu'en bordure N de la route allant de San Vicente à la Cala San Vicente, affleurent des marnes du Keuper, rouges, parfois verdâtres, ou noires, visibles sur 50 m d'épaisseur environ. Elles passent vers le haut à des dolomies grises (Lias-Dogger). Les marnes bariolées sont gypsifères et renferment des spessartites de teinte brune, affleurant sur 2 à 4 m d'épaisseur (C. BEAUSEIGNEUR et Y. RANGHEARD, 1967).

Au-dessous des marnes du Keuper de cette région, nous avons rencontré de rares affleurements de calcaires noirs ou gris-noir du Muschelkalk (pied SW de Furnás, collines situées entre Sa Mala Costa et San Juan). Leurs bancs ont de 20 à 50 cm d'épaisseur; ils contiennent des débris d'Echinides, de petits Gastéropodes, *Nodosaria* sp., *Lingulina* cf. *klebelsbergi*.

8. RÉGION COMPRISE ENTRE LA CALA CHARRACA, SAN LORENZO, SANTA GERTRUDIS ET LE NORD DE SAN MATEO.

Les terrains triasiques y apparaissent en série normale. Les affleurements de Muschelkalk sont assez rares; mentionnons la présence de dolomies noires sur le versant N du Puig Alqueria, à Planells, au S de San Lorenzo, et de calcaires noirs (Ladinien probable) à Ca'n Pep d'es Forn, à San Lorenzo, sur les versants E et S du Puig d'en Mariano Blay, au NE de Besora, à Ca'n Mariano Mares. Ils sont visibles sur 5 à 15 m d'épaisseur et contiennent des débris de Mollusques, d'Echinides, des *Nodosaria* sp., de rares *Lingulina* cf. *klebelsbergi*.

Les marnes bariolées (10 à 50 m d'épaisseur) prédominent largement, en particulier à l'E, au NE, au N, au NW de San Miguel, où elles chevauchent vers le NW (fig. 95) du Miocène inférieur. Elles forment avec les dolomies du Lias-Dogger qui les surmontent de petites klippes sur le Miocène, surtout au NW de San Miguel.

Elles sont parfois gypsifères (Cala Charraca, Es Caló d'es Porcs) et admettent des cargneules. Les teintes jaune et rouge sont dominantes; signalons cependant des marnes noires à gypse à la Cala Charraca et à l'E d'Es Caló d'es Porcs.

9. RÉGION COMPRISE ENTRE SAN MATEO, SAN RAFAEL ET SAN ANTONIO.

Des calcaires compacts noirs du Muschelkalk s'observent au N de Bassarrocha (la route allant de San Rafael à Santa Inés les traverse à 4 km de San Rafael); nous les retrouvons au pied S du Puig d'en Socorrot, à la Sierra de Musula (versants S, SE et E), au Puig d'en Form. Les bancs ont 5 à 20 cm, rarement 50 cm d'épaisseur. Ces calcaires renferment *Lingulina* cf. *klebelsbergi*; ceux du Puig d'en Socorrot et de la Sierra de Musula montrent, en outre, des sections de petits Gastéropodes et de Dasycladacées.

Des marnes rouges du Keuper leur sont superposées; puis viennent en transgression des marnes et des poudingues miocènes.

Le Keuper affleure aussi plus au NW: à Ca'n Nicolau; le long de la côte NW de l'île, il chevauche vers le NW le Miocène de la Punta Galera et du Cap Negret.

10. RÉGION DE BENIFERRI (Beniferrri, Sa Cova Rotja, Puig d'en Llorens, N de la Serra de Sa Murta).

Des affleurements assez étendus de Trias s'observent à l'E et au SE de Beniferrri; on distingue les termes suivants, de bas en haut (fig. 17):

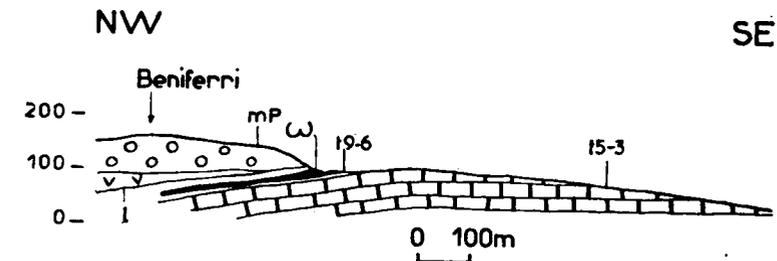


Fig. 17.—Coupe du versant SE de Beniferrri

mP: poudingues miocènes; l: dolomies du Lias-Dogger; 19-6: marnes du Keuper, à ophites (ω); 15-3: dolomies et calcaires noirs du Muschelkalk.

- 15-3. Dolomies et calcaires noirs du Muschelkalk, plus ou moins vermiculés, en bancs épais de 10 à 30 cm, formés de petits lits de 2 à 3 cm, alternativement noirs et gris. Ils sont visibles sur plus de 50 m d'épaisseur.
- 19-6. Marnes bariolées (10 à 20 m d'épaisseur) à teinte rouge dominante; nous y avons découvert des ophites (ω) en $x = 1039,075$; $y = 495,980$ (C. BEAUSEIGNEUR et Y. RANGHEARD, 1967).
- l. Dolomies du Lias-Dogger, visibles sur 20 à 30 m d'épaisseur.

Sur l'ensemble de ces couches repose en transgression le Miocène inférieur.

Des affleurements semblables se situent au Puig d'en Llorens, à Sa Cova Rotja; les calcaires ont montré *Lingulina* cf. *klebelsbergi*, des thalles de Characées?

Au N de la Serra de Sa Murta, des calcaires noirs du Muschelkalk, à *Lingulina* cf. *klebelsbergi*, *Nodosaria* sp., petits Gastéropodes, petits Bivalves, Characées? surmontent des microbrèches du Miocène inférieur.

11. SUD-OUEST DE L'ÎLE D'IBIZA.

Les terrains triasiques des flancs normaux des plis couchés chevauchent fréquemment les terrains crétacés ou miocènes des flancs inverses. On observe parfois de petites imbrications se superposant du SE au NW, dont la base est formée de Trias.

Mentionnons la présence de dolomies noires du Muschelkalk à l'extrémité NE du Puig Serral, à Ca'n Maña.

Parmi les affleurements de calcaires noirs du Muschelkalk, citons ceux du Puig Suñer (à *Lingulina*), du versant NW du Puig de Ca's Serres, des versants SE et W du Puig Recó, de l'extrémité NE du Puig Serral (calcaires à Gasterópodes, *Lingulina*, *Plectofrondicularia*).

Notons enfin les marnes du Keuper chevauchant du Miocène sur le versant W du Puig de Guerxu (fig. 86), au N de San José, sur le versant NW de l'Atalaya de San José à son extrémité septentrionale (marnes noires à gypse, affleurant sur 30 m d'épaisseur), à l'W du Puig Negre. Elles surmontent des marnes crétacées sur le versant NW du Puig Recó, à l'extrémité NW de Rocas Altas.

IV. Conclusions stratigraphiques

Les sédiments triasiques de l'île d'Ibiza se sont déposés dans l'ordre suivant :

- Dolomies et calcaires dolomitiques gris-sombre. En l'absence de faunes, il est difficile de les dater avec certitude ; leur appartenance au Virglorien, proposée par les auteurs antérieurs, demeure cependant probable.
- Calcaires compacts, noirâtres, vermiculés. La présence de faunes permet de les rapporter au Muschelkalk, probablement au Ladinien.
- Marnes bariolées, gypsifères, à cargneules et à "ophites". Bien qu'elles n'aient pas livré de faunes, et en raison de leur faciès, on peut les assimiler au Keuper.

CHAPITRE III

LE JURASSIQUE

(TITHONIQUE EXCLU)

Les terrains jurassiques sont bien représentés dans l'île d'Ibiza, où ils jouent un rôle orographique important. Certains niveaux sont fossilifères : l'Oxfordien (1) supérieur a pu être caractérisé par une très riche faune d'Ammonites ; le Tithonique a pu être défini par des Ammonites, ainsi que par une belle association de Calpionelles. La rareté des macrofaunes dans d'autres niveaux, en particulier ceux qui sont compris entre l'Oxfordien (*s. l.*) supérieur et le Tithonique, rend difficile leur individualisation.

Le Jurassique supérieur repose sur des dolomies et des calcaires dolomitiques absolument stériles, et de ce fait, d'âge indéterminé. Ces derniers sont superposés aux marnes du Keuper.

La stratigraphie du Jurassique ne peut pas être basée sur des coupes continues et complètes.

Nous examinerons successivement :

- Le problème des dolomies et des calcaires dolomitiques.
- Le jurassique supérieur (à l'exclusion du Tithonique qui sera traité ultérieurement).

(1) L'Oxfordien est compris ici au sens large, tel qu'il a été défini par D'ORBIGNY et précisé par W. J. ARKELL.

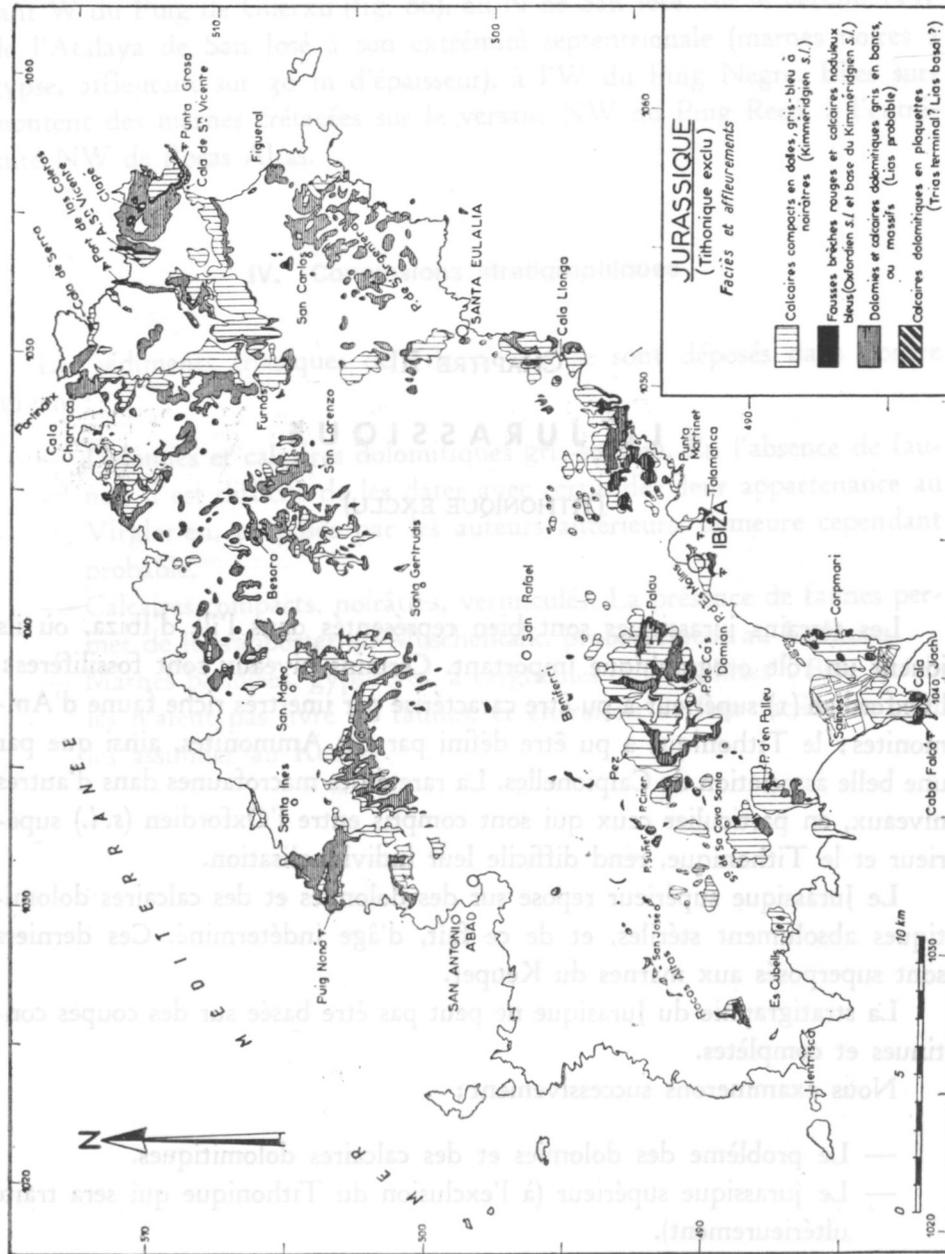


Fig. 18.—Répartition géographique des affleurements jurassiques dans l'île d'Ibiza.

*** A.—Le problème des dolomies et des calcaires dolomitiques**

A la sédimentation à faciès marno-salifère du Trias supérieur font suite des dépôts carbonatés: dolomies et calcaires dolomitiques, soit en bancs, soit massifs.

Rappelons qu'entre ces dolomies et calcaires dolomitiques et les marnes du Keuper s'observent parfois des calcaires dolomitiques en plaquettes.

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) rapportèrent ces dolomies au Trias.

P. FALLOT (1922, p. 46 et 47) rangea ces dolomies dans le Norien. Il ne put établir leurs rapports avec les marnes du Keuper de la Cala Llonga et celles affleurant entre Pou d'es Lleo et la Playa Figueral. Selon lui, ni le Lias, ni le Dogger n'affleurent à Ibiza. Il n'exclut pas toutefois que des calcaires gris-sombre, sans fossiles, situés à l'W de Santa Eulalia, puissent se rapporter au Lias.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) assimilèrent ces dolomies à celles du Muschelkalk.

Tous ces auteurs n'ont pas pu dater le Jurassique inférieur et moyen à Ibiza. Ils signalèrent la présence de minerais dans les dolomies du Puig de S'Argentera et également à San Juan (E. N. SPIKER et U. HAANSTRA).

G. COLOM (1967), G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962) suggèrent une émergence de l'île d'Ibiza pendant le Lias.

II. Les faciès

I. LES CALCAIRES DOLOMITIQUES EN PLAQUETTES.

Leur teinte est gris-sombre. Les plaquettes, généralement épaisses de 2 à 5 cm, se brisent facilement en petits parallépipèdes; très rarement s'y intercalent de minces passées marneuses. Il s'agit de calcaires dolomitiques très finement grenus, présentant parfois une légère imprégnation par des oxydes de fer. L'analyse chimique partielle d'un échantillon provenant de Besora (CMr11) a donné: MgO = 25,92; CaO = 22,97.

2. LES DOLOMIES ET CALCAIRES DOLOMITIQUES EN BANCS OU MASSIFS.

Ils offrent une coloration gris-clair à gris-foncé, parfois gris-bleu ou beige-clair. Des veinules de calcite les traversent. Leur toucher est rugueux. Ils sont parfois cellulaires, bréchoïdes et montrent des zones siliceuses dans quelques affleurements (Ribas, Sierra del Llamp...).

Ils sont massifs ou lités: en bancs de 25 cm à 1 m, généralement de 30 à 50 cm d'épaisseur, ou en dalles épaisses de 5 à 10 cm (Atalaya de San Carlos).

L'examen microscopique montre qu'il s'agit de dolomies ou de calcaires dolomitiques finement grenus, à microcristaux xénomorphes de dolomite, engrenés les uns dans les autres. Par suite d'une telle cristallisation, aucune faune n'a pu y être décelée.

Une pigmentation par des oxydes de fer, la présence de grumeaux argileux, y ont parfois été observées.

Une analyse chimique partielle a donné:

Echantillons en provenance de:

Punta Grosa (PGr6)...	17,03	MgO	33,39	CaO
Puig d'en Serra (PSe2) ...	22,40	"	31,00	"
Cap Negret (CNg3)...	22,89	"	27,41	"

Il s'agit de calcaires dolomitiques. Dans de rares affleurements (Puig de S'Argentera, Punta Grosa, Cap Negret), des marnes et calcaires argileux s'y intercalent. Ces derniers ne nous ont livré aucun fossile.

L'analyse des minéraux lourds d'un échantillon de marnes prélevé à la Punta Grosa (éch. PGr) a donné les résultats suivants:

Tourmaline ...	42	%
Zircon... ..	14	%
Grenat... ..	5	%
Rutile... ..	2	%
Anatase	30	%
Sphène	2	%
Epidote... ..	3	%
Amphibole	2	%

Il s'agit des mêmes espèces minérales que celles qui sont déjà connues dans le Keuper.

III. Les affleurements

La répartition des affleurements est indiquée sur la figure 18. Les dolomies et calcaires dolomitiques affleurent sur une superficie assez impor-

tante, surtout à l'E de l'île. Leur épaisseur varie selon les endroits et peut atteindre jusqu'à 120 m.

1. RÉGION COMPRISE ENTRE IBIZA, LLENTRISCA ET SAN ANTONIO.

Les affleurements de dolomies et calcaires dolomitiques (compris entre le Keuper et le Jurassique supérieur) s'y observent le plus souvent en série renversée, dans les flancs inverses de plis couchés vers le NW:

Sud de la colline d'Ibiza, versants S et E de Corpinari, versants SE et S de Fa'cón (Gala de Jach, Cabo Falcó), versants SE du Puig d'en Palleu, versants SE et NE de Sierra de Sa Cova Santa, collines à l'E d'Es Cubells.

Ils surmontent morphologiquement des terrains du Jurassique supérieur (Oxfordien supérieur *s. l.*, Kimméridgien *s. l.*).

Ils apparaissent aussi dans les flancs normaux des plis:

Palau, Puig de Ca's Damian, versant SE du P. Cirer, P. Suñer, S de Beniferri, versant SE d'Es Puig de Sa Serra, SW et N du P. Sa Picoso, extrémités N et S de Rocas Altas, extrémité S du P. de S'Avech, N de San José, versant W du P. Recó, NE du P. Serral.

Ils supportent le plus souvent des assises du Jurassique supérieur et reposent sur des marnes du Keuper.

Mentionnons l'existence dans cette région de calcaires dolomitiques en plaquettes sur le bord E de la tranchée de la route allant de San José à San Agustín ($x = 1030,650$; $y = 493,075$), ainsi que sur le versant W du P. Recó (NE de San José).

2. RÉGION COMPRISE ENTRE TALAMANCA ET SANTA EULALIA.

Les affleurements de dolomies et calcaires dolomitiques sont surtout localisés dans les collines qui bordent la côte, soit en série normale (Talamanca, pied S du P. d'en Vich), soit en série renversée (P. Sa Talaya, P. d'en Salleras, Guixa, Serra Verde, versants E de Castellá, P. de Saviña).

Ils forment le noyau d'anticlinaux couchés vers le NW: au pied S du P. d'en Sabina, à l'W du P. d'es Purredó, au P. Marina, à Sa Fita.

Leur font stratigraphiquement suite des couches du Jurassique supérieur (calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien *s. l.* supérieur, calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*).

Des calcaires dolomitiques en plaquettes s'observent à leur base dans les collines au NE de Jesús, à l'E du P. Sa Talaya.

3. RÉGION COMPRISE ENTRE SANTA EULALIA ET FIGUERAL.

Les dolomies et calcaires dolomitiques affleurent bien dans cette région, généralement en série normale. Ils couronnent la plupart des collines, les-

quelles en sont principalement constituées. Les couches sont irrégulièrement plissées dans le détail, mais dans l'ensemble pendent légèrement vers le SE, au-dessus de marnes du Keuper.

Des calcaires dolomitiques en plaquettes surmontent sur 3 m d'épaisseur les marnes et cargneules du Keuper au N de la Playa Figueral.

4. RÉGION COMPRISE ENTRE FIGUERAL, FURNÁS ET PORTINAITX.

Les affleurements apparaissent le plus souvent en série normale et sont compris entre des marnes du Keuper et des terrains du Jurassique supérieur.

Au NE du P. d'es Massons, ils forment une klippe sur du Miocène.

Signalons la présence de calcaires dolomitiques en plaquettes au pied SW de la Punta Grosa, où ils sont suivis par des dolomies massives, vacuolaires, présentant des intercalations de marnes et calcaires argileux non fossilifères.

5. RÉGION COMPRISE ENTRE LA CALA CHARRACA, SAN LORENZO, SANTA GERTRUDIS ET LE NORD DE SAN MATEO.

Les dolomies et calcaires dolomitiques participent, avec les marnes sous-jacentes du Keuper, à la constitution de lames chevauchant vers le NW du Miocène; l'érosion en a isolé de petites klippes.

Mentionnons l'existence à la base des versants N et S de Besora de calcaires dolomitiques en plaquettes, gris-noir, se superposant aux marnes du Keuper et supportant des dolomies litées (fig. 95). Leur épaisseur atteint une trentaine de mètres.

6. RÉGION COMPRISE ENTRE SAN MATEO ET SAN ANTONIO.

Des dolomies (comprises entre les marnes du Keuper et le Jurassique supérieur) forment l'essentiel des collines situées entre le Puig Nonó, Sa Peña Esberrada et Rotavea. Elles sont bien représentées sur les versants S et SE de Rotavea, de Juanot, du Puig d'en Blay, du Puig d'en Frencolí.

IV. Position stratigraphique

Il nous est impossible de donner avec certitude un âge à ces dolomies et calcaires dolomitiques, en l'absence totale de fossiles. Nous pouvons seulement dire qu'ils sont compris entre les marnes du Keuper et les fausses-brèches et calcaires noduleux de l'Oxfordien (*s. l.*) supérieur, datés par une belle faune d'Ammonites.

Les calcaires dolomitiques en plaquettes qui, dans quelques affleurements, surmontent les marnes du Keuper, appartiennent peut-être au sommet du Trias, ou bien à la base du Lias.

Les dolomies et calcaires dolomitiques les surmontant se rapportent vraisemblablement au Lias et peut-être aussi au Dogger.

V. Les minerais

Les dolomies (Lias-Dogger) du Puig de S'Argentera apparaissent en bancs de 25 à 45 cm d'épaisseur, légèrement inclinés vers le NNW. Ces dolomies présentent à leur base des intercalations d'argiles rouges et de calcaires argileux blanchâtres renfermant —en horizons suivant la stratification— des minerais de galène argentifère, accompagnée de barytine (rare) et de cinabre (rare). La galène est plus ou moins oxydée en cérusite (en grains et en nodules).

Une couche minéralisée affleure sur 2 m d'épaisseur environ au pied NE du Puig de S'Argentera, près de Ca'n Pedro d'es Puig de las Minas (fig. 19).

La zone exploitée a atteint le niveau hydrostatique à une vingtaine de mètres au-dessous de la surface topographique. Le pendage de la couche

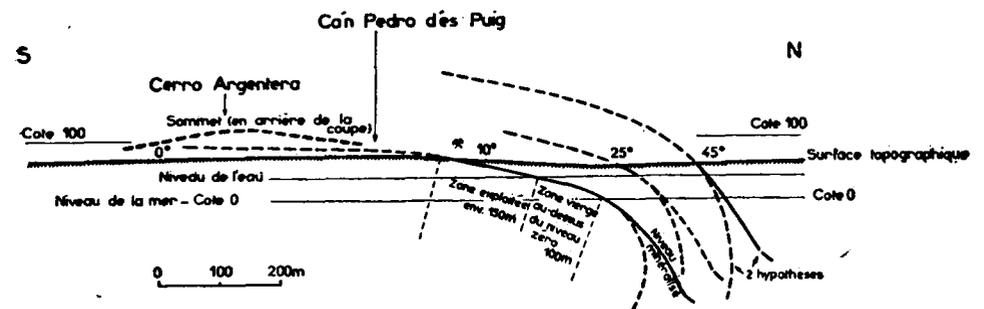


Fig. 19.—Coupe de la "mine de San Carlos", d'après un rapport de M. J.-J. HALLEMANS (1959).

minéralisée est de 10 à 20° NW, mais s'accroît rapidement dans la zone noyée (25 à 45° NW). D'après J. J. HALLEMANS (rapport 1959), "il apparaît probable, qu'entre la cote zéro (niveau de la mer) et la cote du fond des anciens travaux (environ 30 m) on disposera d'une bande minéralisée mesurant 100 m suivant le pendage. Soit pour une extension de 600 m dans le sens horizontal, 2 m de puissance moyenne et une densité de 2,5, une

réserve de 300.000 tonnes de minerai". En ce qui concerne les pendages du niveau minéralisé au N de la zone exploitée, au-dessous de la cote zéro, J. J. HALLEMANS envisage deux hypothèses: soit une flexure, soit un pli couché vers le NW. La première hypothèse retient notre préférence, car d'après nos levés, les couches se relèveraient plus au NW.

P. FALLOT, E. N. SPIKER et U. HAANSTRA attribuent la minéralisation aux "ophites" affleurant au pied SW du Puig de S'Argentera; cependant, nous avons toujours rencontré ces "ophites" au sein des marnes du Keuper. Une origine synsédimentaire de ces minerais semble probable.

* B.—Le Jurassique supérieur

(TITHONIQUE EXCLU)

Le Jurassique supérieur est représenté, pour l'essentiel, par des calcaires en dalles (Kimméridgien *s. l.*), faisant suite à des fausses-brèches et calcaires noduleux (Oxfordien *s. l.*). Le Jurassique supérieur se termine par le Tithonique; ce dernier se présente sous des faciès différents dans les trois séries qui s'individualisent et partagent l'île à cette époque: le Tithonique et le passage du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur seront étudiés dans le chapitre suivant.

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) découvrirent l'Oxfordien *s. l.* fossilifère à la Punta Grosa (zone à *Gregoryceras transversarium*).

H. NOLAN récolta des fossiles argoviens et rauraciens dans plusieurs gisements (Punta Grosa, en fase Hormigas, Cala Puig, Nonó). Il reconnut (1895a) le Séquanien à *Streblites tenuilobatus* et le Kimméridgien à *Hybonoticeras beckeri*. D'après lui, la sédimentation est continue à Ibiza depuis l'Oxfordien jusqu'au Cénomani.

P. FALLOT (1922) exploita quelques gisements fossilifères; il cita les espèces recueillies, ainsi que les espèces argoviennes et rauraciennes qu'il reconnut dans la collection NOLAN.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) mentionnèrent les fossiles qu'ils recueillirent dans les niveaux argoviens et rauraciens de la Punta Grosa et de Nonó.

II. Les faciès

1. LES FAUSSES-BRÈCHES.

Elles offrent une teinte rouge-brique à rose, rarement grise. De petits filonnets de calcite les traversent. Elles sont constituées par des calcaires cryptocristallins, à ciment très ferrugineux, contenant de rares et petits grains de quartz détritiques. Des marnes rougeâtres s'y associent, remplissant les irrégularités des rognons calcaires.

Ces fausses-brèches et marnes rouges nous ont livré de nombreux fossiles, surtout des Ammonites de l'Oxfordien (*s. l.*) supérieur (zone à *Gregoryceras transversarium*). Nous indiquerons dans la description des affleurements les espèces que nous avons récoltées.

Les lames minces confectionnées dans les calcaires révèlent, en outre, les microorganismes suivants: *Globochaete alpina*, souvent sur leurs "thalles", quelques "filaments", Radiolaires, Ostracodes, Protoglobigérines (abondantes), *Lagenidae*, sections de Lamellibranches et de Gastéropodes, embryons d'Ammonites, débris d'Echinodermes (Crinoïdes), plaques d'Ophiures.

Les fausses-brèches affleurent sur 2 à 6 m d'épaisseur.

2. LES CALCAIRES NODULEUX.

Ils montrent une coloration gris-bleu et sont constitués par des calcaires cryptocristallins, micrograveleux, renfermant de très rares et très petits quartz détritiques. Des filonnets de calcite les parcourent.

Ils nous ont donné de nombreux fossiles, principalement des Ammonites indiquant l'Oxfordien (*s. l.*) supérieur (zone à *Gregoryceras transversarium*, zone à *Epipeltoceras bimammatum* et zone à *Idoceras planula*).

À la Punta Grosa, les calcaires en dalles kimméridgiens présentent des intercalations de marnes et de calcaires noduleux; ces derniers nous ont livré des Ammonites de la base du Kimméridgien (*s. l.*) (zone à *Sutneria platynota*).

Les espèces que nous avons récoltées seront énumérées dans la description des affleurements.

Les lames minces montrent l'association suivante: *Globochaete alpina*, souvent sur leurs "thalles", "filaments", *Stomiosphaera moluccana*, quelques Radiolaires, Ostracodes, Protoglobigérines (abondantes), *Lagenidae*, *Lenticulina* sp. ?, *Glomospira* sp. ?, *Spirillina* sp., *Robulus* sp., *Miliolidae*, sections de Lamellibranches et de Gastéropodes, petites Ammonites, débris d'*Aptychus*, débris d'Echinodermes (dont des Crinoïdes).

Les calcaires noduleux affleurent sur 2 à 6 m d'épaisseur, rarement plus de 10 m (Punta Grosa).

3. LES CALCAIRES EN DALLES.

Ce sont des calcaires compacts, sublithographiques, à cassure conchoïdale. Leur teinte est généralement gris-bleu à noirâtre, parfois beige-clair à beige-foncé (affleurements localisés au NW et au N de l'île). Ils se présentent en bancs réguliers de 10 à 50 cm d'épaisseur, rarement plus.

L'examen microscopique indique des calcaires cryptocristallins, à très rares paillettes de muscovite, à très rares grains de quartz détritiques, ayant parfois tendance à recristalliser pour donner des quartz authigènes. L'argile, dont ces roches sont très peu chargées, est presque toujours concentrée en grumeaux entourant souvent les microorganismes. Le ciment carbonaté peut recristalliser. Des traces d'oxydes de fer apparaissent fréquemment.

Ces calcaires sont séparés par de minces délits marneux (1 à 10 cm); toutefois, au NW de l'île, s'intercalent entre les bancs calcaires des marnes grises ou jaunâtres et des calcaires argileux jaunes à jaune-verdâtre, plus épais (10 à 25 cm), à structure grumeleuse, contenant de rares grains de quartz et paillettes de muscovite. Ces marnes montrent souvent de petits lits de calcaires gris-bleu à grain fin.

Dans ces calcaires les macrofaunes sont d'une extrême rareté; H. NOLAN est le seul auteur qui en signale seulement deux espèces: *Streblites tenuilobatus* du "Séquanien" de Falcón et *Hybonoticeras beckeri* du "Kimméridgien" de Falcón.

Soulignons la présence constante des *Globochaete alpina*, des Radiolaires, de *Stomiosphaera moluccana*; les niveaux les plus anciens sont plus riches en Ostracodes, alors que les niveaux les plus élevés contiennent d'abondants *Saccocomidae* (Y. RANGHEARD, 1964).

III. Description de quelques affleurements

Le Jurassique supérieur (Tithonique exclu) présente une grande homogénéité de faciès dans toute l'île d'Ibiza.

Les couches oxfordiennes sont peu puissantes (8 à 10 m, rarement plus) et affleurent peu. La tectonique tangentielle explique en partie leur réduction de puissance dans la plupart des affleurements, parfois même leur suppression: les calcaires kimméridgiens reposent alors directement sur les do-

lomies du Lias-Dogger. Il est possible cependant qu'ils soient légèrement transgressifs. Ces calcaires forment l'essentiel du Jurassique supérieur et sont bien représentés à Ibiza (fig. 18). Leur épaisseur peut atteindre 100 à 150 m. Nous en décrivons quelques affleurements.

1. PUIG D'ES MOLINS.

A l'E de la Playa Figueretas, le Puig d'Es Molins est entaillé par une carrière montrant la superposition suivante (fig. 20), en série renversée et de bas en haut:

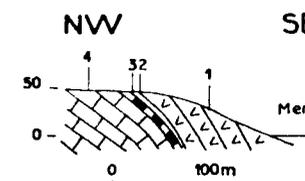


Fig. 20.—Coupe du versant SE du Puig d'Es Molins.

1: dolomies grises du Lias-Dogger; 2: fausses-brèches rouge-brique, fossilifères, de l'Oxfordien (s. l.) supérieur; 3: calcaires noduleux, gris-bleu, fossilifères, de l'Oxfordien (s. l.) supérieur; 4: calcaires en dalles, noirâtres, du Kimméridgien (s. l.).

— 4. Calcaires en dalles, noirâtres, puissants d'une centaine de mètres, bien lités, en bancs de 15 à 40 cm d'épaisseur, à pendage de 35° vers le SE. Ils renferment des *Globochaete alpina* (fréquentes), des *Saccocomidae* (F.), des Radiolaires (F.), des Ostracodes (Kimméridgien s. l.).

A l'E de cette colline, la ville haute d'Ibiza est édifiée sur de semblables calcaires.

— 3. Calcaires noduleux gris-bleu, de 2 à 3 m d'épaisseur; ils nous ont livré: *Holcophylloceras mediterraneum*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *S. protortisulcatum*, *Trimarginites arolicus*, *Ochetoceras hispidum*, *Taramelliceras (Proscaphites) anar*, *Alligaticeras birmensdorfensis*.

Les lames minces ont montré l'association suivante: *Globochaete alpina* (F.), *Stomiosphaera moluccana* (assez fréquente), Protoglobigérines (F.), Radiolaires (rares), petites Ammonites, Ostracodes.

— 2. Fausses-brèches rouge-brique, de 2 à 3 m d'épaisseur, à *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Calliphylloceras disputabile*, *Ptychophylloceras ja-*

raense, *Partschiceras argoviense*, *Lytoceras orsimi*, *Trimarginites arolicus*, *Taramelliceras flexuosa*, *Hibolites hastatus*.

Les lames minces ont révélé l'association suivante: *Globochaete alpina* (F.), *Protoglobigérines* (F.), *Lagenidae*, Radiolaires (R.), Ostracodes (R.), embryons d'Ammonites, petits Lamellibranches, petits Gastéropodes, débris d'Echinodermes, plaques d'Ophiures.

- 1. Dolomies grises, en bancs de 30 à 80 cm d'épaisseur, plongeant vers le SE avec un pendage de 55°. Nous les rapportons au Lias-Dogger. Les niveaux 2 et 3 datent de l'Oxfordien (s. l.) supérieur (zone à *Gregoryceras transversarium*); le niveau 4 appartient au Kimméridgien (s. l.).

Nous retrouvons ces niveaux, également en série renversée, dans les collines plus méridionales de Corpmari.

Les fausses-brèches oxfordiennes du Puig d'Es Molins se poursuivent jusqu'à Figueretas, où elles nous ont donné: *Calliphylloceras manfredi*, *Discosphinctes kreutzii*, *Otosphinctes* sp. Ces Ammonites appartiennent à la zone à *G. transversarium* (sans doute à la sous-zone à *D. bifurcatus*) de l'Oxfordien s. l. supérieur.

2. CALA DE JACH.

Une coupe du bord NE de la Cala de Jach (SE de Falcón) montre de bas en haut les termes suivants (fig. 21), en série renversée:

- 6. Calcaires en dalles, cryptocristallins, un peu graveleux, gris-bleu à gris-noirâtre, visibles sur plus de 40 m d'épaisseur; ils renferment *Globochaete alpina* (fréquentes), parfois sur leurs thalles, *Stomiosphaera moluccana* (F.), *S. misolensis* (rares), Radiolaires (F.), Ostra-

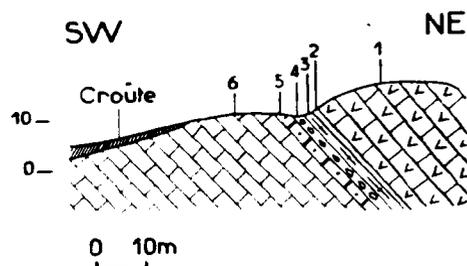


Fig. 21.—Coupe du bord NE de la Cala de Jach.

- 1: dolomies litées (Lias?, Dogger?); 2: calcaires gris-clair (Lias?, Dogger?); 3: calcaires roses (Oxfordien s. l. supérieur probable); 4: fausses-brèches rouges (Oxfordien s. l. supérieur); 5: calcaires noduleux, gris-bleu (Oxfordien s. l. supérieur); 6: calcaires en dalles, gris-bleu à noirâtres, de la base du Kimméridgien s. l.

codes (F.), débris d'Echinodermes (microfaciès de la base du Kimméridgien s. l., du fait de l'absence de *Saccocomidae*).

- 5. 2 m de calcaires noduleux, gris-bleu, à *G. alpina* (F.), *Protoglobigérines* (F.), Radiolaires (F.), Ostracodes (F.), petites Ammonites, sections de Gastéropodes, débris d'Aptychus (R.); ces calcaires renferment *Alligaticeras birmensdorfensis* (Oxfordien s. l. supérieur).
- 4. 2 m de fausses-brèches rouges, à *G. alpina* (F.), quelques "filaments", *Protoglobigérines* (F.), *Lagenidae*, sections de Gastéropodes, débris d'Echinodermes (Oxfordien s. l. supérieur).
- 3. 2 m de calcaires roses, les uns cristallins, les autres cryptocristallins, très ferrugineux, avec de nombreux rhomboèdres de dolomite, de rares quartz détritiques et: *G. alpina* (F.), *Protoglobigérines* (F.), fragments d'Echinodermes. Les bancs ont 30 à 45 cm d'épaisseur (Oxfordien s. l. supérieur probable).
- 2. 1 m de calcaires gris-clair, en grande partie recristallisés, avec des zones siliceuses. Dogger? Lias?
- 1. 20 à 25 m de dolomies litées, gris-noir, à grumeaux argileux (direction: N 50° E; pendage: 70°-80° vers le SE). Les bancs sont épais de 70 cm environ. Dogger? Lias?

3. CABO FALCÓ.

Nous avons relevé une bonne coupe au Cabo Falcó (extrémité S de Falcón); les assises s'y superposent dans l'ordre suivant (fig. 22), en série renversée:

- 5. Calcaires en dalles de 15 à 40 cm d'épaisseur, gris-bleu à gris-noirâtre, 80 m; pendage: 15 à 20° SE.

C'est dans les calcaires de Falcón que NOLAN (1895a) a découvert *Streblites tenuilobatus* du "Séquanien".

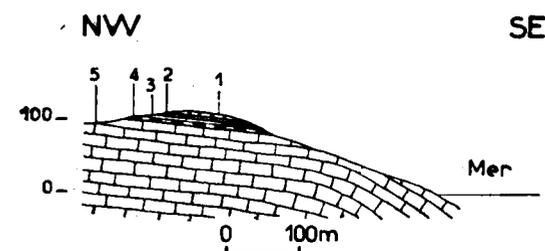


Fig. 22.—Coupe du Cabo Falcó.

- 1: dolomies gris-noir (Lias?, Dogger?); 2: calcaires cristallins, gris-clair (Lias?, Dogger?); 3: fausses-brèches rouges, fossilifères de l'Oxfordien (s. l.) supérieur; 4: calcaires noduleux, gris-bleu de l'Oxfordien (s. l.) supérieur; 5: calcaires en dalles, gris-bleu à noirâtres, du Kimméridgien (s. l.).

Ces calcaires renferment l'association suivante: *Globochaete alpina* (F.), *Eothrix alpina* (R.), *Stomiosphaera moluccana* (A. F.), "*S.*" *spinosa* (R.), *S. misolensis* (R.), quelques "filaments", *Spirillina* sp. (R.), *Lagenidae* (R.), Radiolaires (A. F.), débris de Lamellibranches, d'*Aptychus*, d'Echinodermes, spicules de Spongiaires, Ostracodes, *Saccocomidae*.

Dans les assises les plus récentes, les *Saccocomidae* sont abondants et les Ostracodes rares ou absents (Kimméridgien *s. l.*); dans les assises plus anciennes, les Ostracodes abondent, alors que les *Saccocomidae* deviennent rares.

- 4. Calcaires noduleux gris-bleu, de 2 à 3 m d'épaisseur; nous y avons recueilli (sur le versant S, en $x = 1038,575$; $y = 483,050$ et au-dessus de la falaise, en $x = 1038,425$; $y = 483,350$): *Holcophylloceras mediterraneum*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *S. protortisulcatum*, *Partschiceras cf. argoviense*, *Phylloceras plicatum*, *Lytoceras orsini*, *Trimarginites henrici*, *T. arolicus*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Taramelliceras bachianum*, *T. callicerum*, *Gregoryceras transversarium*, *G. riasi*, *Euaspidoceras aegir*, *E. cf. perarmatum*, *Lissocera-toides erato*, *Alligaticeras birmensdorfensis*, *Dichotomosphinctes depereti*, *Discosphinctes lucingensis*, *D. cf. jelski*, *D. virgulatus*, *D. sp.*, *Larcheria cf. tyrrhenum*, *L. schilli*, *Divisosphinctes cf. bifurcatus*, *Arisphinctes cf. navillei*, *A. sp.*, *Perisphinctes kiliani*, *Ausseites* (?) *argoviensis*, *Belemnites (Rhopaloteuthis) sauvanau*, *Hibolites (Rhopaloteuthis) hastatus*.

Il s'agit d'Oxfordien (*s. l.*) supérieur (zone à *G. transversarium*, sous-zone à *D. bifurcatus*). Ces calcaires noduleux montrent en lames minces: *G. alpina* (F.), *Lagenidae*, *Miliolidae*, *Lenticulina*?, Protoglobigérines (F.), Radiolaires (F.), Ostracodes (F.), débris de Lamellibranches, de Gastéropodes, d'*Aptychus*, d'Echinodermes.

- 3. Fausses-brèches rouges, de 3 à 5 m d'épaisseur; elles nous ont livré: *Nautilus (Pseudaganides) ledonicus*, *Holcophylloceras mediterraneum*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *S. protortisulcatum*, *Ptychophylloceras jaraense*, *Partschiceras madagascariense*, *Lytoceras orsini*, *L. polyanchomenum*, *Trimarginites henrici*, *T. arolicus*, *Taramelliceras (Taramelliceras) pichleri*, *T. (Proscaphites) oculata*, *Dichotomosphinctes wartae*, *Discosphinctes lucingensis*, *Arisphinctes plicatilis*, *A. cf. navillei*, *Belemnites (Rhopaloteuthis) sauvanau*.

Il s'agit encore d'Oxfordien (*s. l.*) supérieur. Les lames minces ont montré les microorganismes suivants: *G. alpina* (F.), Radio-

laires (F.), Ostracodes (F.), Protoglobigérines (F.), *Lagenidae* et des débris d'Echinodermes.

P. FALLOT (1922, p. 92) cite quelques Ammonites provenant de ces calcaires noduleux et fausses-brèches.

Il attribue ces niveaux à "l'Argovien" et au "Rauracien". Nous avons déjà signalé (Y. RANGHEARD, 1962) l'appartenance de ces niveaux à une même zone de l'Oxfordien supérieur (*s. l.*): la zone à *Gregoryceras transversarium*, et plus précisément au sommet de cette zone: dans la sous-zone à *Divisosphinctes bifurcatus*. Un léger débordement sur la zone à *Epipelto-ceras bimammatum* ("Rauracien") n'est pas exclu.

- 2. Calcaires cristallins, saccharoïdes, gris-clair, à débris d'Encrines. 2 m (Dogger? Lias?).
- 1. Dolomies litées, gris-noir, finement grenues, visibles sur 10 m d'épaisseur (Dogger? Lias?).

4. PUIG D'EN PALLEU.

Nous y avons rencontré l'Oxfordien *s. l.* supérieur (fig. 53) dans des calcaires noduleux et des fausses-brèches (à Ammonites indéterminables), semblables à ceux du Cabo Falcó et renfermant les mêmes microorganismes. Ils s'observent entre des calcaires en dalles kimméridgiens et des dolomies massives (Lias-Dogger), marquant le noyau d'un anticlinal couché vers le NW. C'est sans doute dans l'Oxfordien (*s. l.*) de cette colline que P. FALLOT a recueilli (Montaña Gibart): *Trimarginites arolicus*, *Euaspidoceras aegir*, indiquant la zone à *G. transversarium* (Oxfordien *s. l.* supérieur).

5. PALAU, PUIG DE C'AS DAMIAN.

Les calcaires noduleux et fausses-brèches oxfordiens n'étaient pas encore connus dans ces collines. Ils affleurent sur 2 à 6 m d'épaisseur (S du P. Negre, versants SE et E de Palau, versants S du P. de C'as Damian), entre des dolomies du Lias-Dogger sous-jacentes et des calcaires en dalles kimméridgiens les surmontant (fig. 58, 59).

6. TALAMANCA.

Au phare de Botafoch peut s'observer (fig. 61) la superposition suivante, de bas en haut:

- Dolomies grises, en gros bancs, visibles sur 3 m d'épaisseur (Lias-Dogger).
- Fausses-brèches rouges et calcaires noduleux. 5 m d'épaisseur.

— Calcaires compacts, en dalles (Kimméridgien *s. l.*), gris-bleu, affleurant sur 4 m d'épaisseur; les bancs de 10 à 50 cm sont séparés par des intercalations de 10 à 20 cm de marnes et calcaires argileux jaune-verdâtre. Les calcaires compacts ont montré, outre de nombreuses gravelles argileuses: *Gl. alpina*, *Stomiosphaera* sp., *Spirillina* sp., des spicules d'Eponges, quelques Radiolaires, des Ostracodes, d'abondants *Saccocomidae*.

La même superposition se retrouve à l'extrémité SE de Talamanca, où les fausses-brèches nous ont donné: *Dichotomosphinctes* cf. *buckmani*? (zone à *G. transversarium* de l'Oxfordien *s. l.* supérieur).

Notons que l'Oxfordien (*s. l.*) n'était pas encore connu à Talamanca.

7. COLLINES SITUÉES ENTRE TALAMANCA ET SANTA EULALIA.

Des affleurements peu étendus d'Oxfordien supérieur sont à signaler dans les collines situées au bord de la mer entre Talamanca et Santa Eulalia, tantôt en série normale, tantôt en série renversée; les niveaux oxfordiens, souvent écrasés, sont suivis par des calcaires kimméridgiens passant à des calcaires argileux et marnes tithoniques (fig. 62 à 67). Les terrains jurassiques participent à la constitution de plis couchés vers le NW. L'Oxfordien (*s. l.*) du N de la Cala Llonga a fourni à P. FALLOT: *Holcophylloceras zignodianum*, *Trimarginites arolicus* (Oxfordien *s. l.* supérieur).

8. PUNTA GROSA.

L. M. VIDAL et E. MOLINA, puis P. FALLOT ont figuré une coupe de ce cap situé à l'extrémité NE de l'île. La coupe que nous avons relevée (fig. 23) (depuis $x = 1056,2$; $y = 511,0$ jusqu'à $x = 1056,7$; $y = 511,2$) montre la succession suivante, de bas en haut:

1. Dolomies gris-clair en bancs confus, mais épais, devenant cavernouses au sommet, à pendage de 45° vers le NNE, visibles sur 35 m d'épaisseur.
2. Calcaires argileux rouge-brique. 10 m.
3. Dolomies cristallines, par places patinées de rouille. 5 m.
4. Calcaires dolomitiques bréchiques, dont le dernier banc est caverneux. 6 m d'épaisseur. Il s'y intercale sur 1 m d'épaisseur des dolomies marneuses, à débit noduleux.
5. Brèche sédimentaire à ciment marneux. 1 m.
6. Calcaires argileux, de couleur chamois et à débit cubique. 2 m environ.

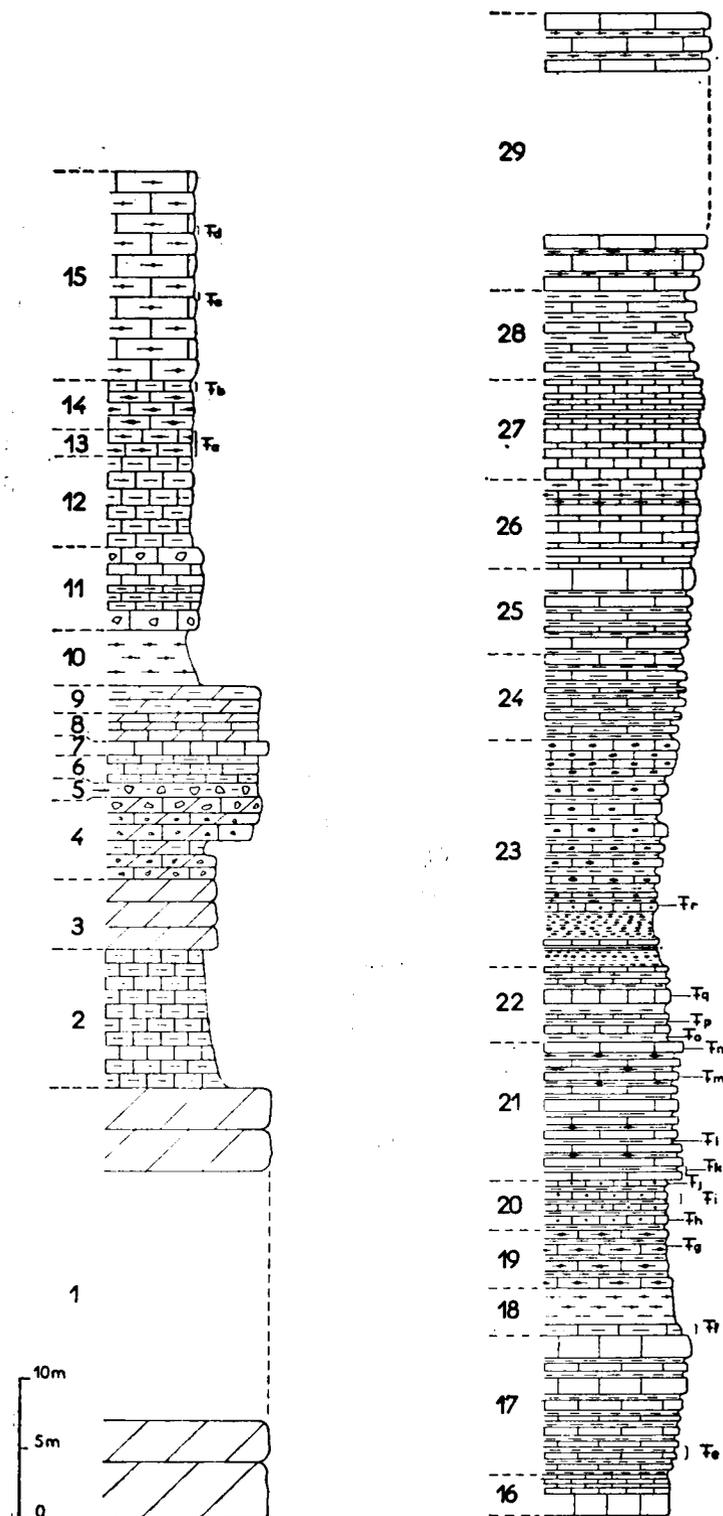


Fig. 23.—Série stratigraphique du Jurassique de la Punta Grosa (les numéros renvoient au texte).

7. Calcaires compacts gris: un seul banc de 1 m d'épaisseur.
8. Calcaires dolomitiques gris en bancs de 30 à 40 cm. 2 m.
9. Dolomies marneuses à débit cubique, de couleur chamois. 2 m.
10. Marnes et calcaires argileux rouge-brique, grumeleux, à *Globochaete alpina*, Protoglobigérines, Radiolaires. 4 m.
11. Calcaires gris, très marneux par places, bréchiques à la base et vers le sommet. 6 m d'épaisseur. Ils plongent à 45° environ vers le NNW. Ils ont montré, en lames minces, les microfossiles suivants: *G. alpina*, Radiolaires, Ostracodes, Protoglobigérines, *Lagenidae*, *Stomiosphaera moluccana*, débris de *Lamellibranches* et d'*Echinodermes*. Les calcaires des niveaux suivants (12 à 20) renferment des microfossiles identiques à ceux de ce niveau.
12. Calcaires argileux rouge-brique. 6,50 m d'épaisseur.
13. Calcaires argileux, grumeleux, épais de 1,50 à 2,10 m. Nous y avons recueilli (gisement Fa): *Epipeltoceras bimammatum*, *Ochetoceras marantianum*, *Orthosphinctes* aff. *delgadoi*, *O.* cf. *choffati*, *O.* cf. *colubrinus* (= *O. polygyratus*), *O. tiziani*.
14. Calcaires argileux gris-terne, bréchiques, à débit noduleux. 3,20 à 3,60 m d'épaisseur. Leur sommet est limité par un banc plus marneux, de 15 cm d'épaisseur, renferment (gisement Fb): *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Epipeltoceras semimammatum*, *Orthosphinctes* gr. *colubrinus*.
15. Calcaires argileux plus noduleux et grumeleux, avec des lits calcaires (1 cm d'épaisseur) plus compacts, mais broyés. 13 à 15 m. Un niveau d'Ammonites s'observe à partir de 2,80 m et jusqu'à 3,40 m de la base; il a livré (gisement Fc): *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Glochiceras* sp., *Orthosphinctes* gr., *tizianicolubrinus* (nombreux exemplaires), *O. delgadoi*. Un autre niveau, débutant à 7,70 m et s'étendant jusqu'à 8,30 m à partir de la base, a donné (gisement Fd): *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Perisphinctidae* indéterminés.
16. Calcaires gris à jaune, sans joints marneux. 2,90 m d'épaisseur (un banc de 1,60 m à la base, puis des bancs de 15 à 40 cm).
17. Calcaires gris à jaune, à filonnets ferugineux, à joints marneux ou grumeleux épais de 5 à 15 cm. 9,90 m d'épaisseur (bancs épais de 25 à 45 cm dans la partie inférieure, de 40 cm à 1,20 m dans la partie supérieure).

Des Ammonites ont été récoltées à la base du deuxième et

- du troisième banc (gisement Fe): *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Orthosphinctes colubrinus*.
18. Calcaires argileux, plus durs à leur base, sur 60 cm d'épaisseur, plus tendres et très grumeleux vers le sommet. 3,50 m d'épaisseur. Leur base renferme (gisement Ff): *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Orthosphinctes* gr. *tiziani*?
 Dans le tiers supérieur de ce terme, on observe deux lits de 18 et 10 cm d'épaisseur de calcaires argileux, grumeleux, rouge-brique.
 18. Calcaires argileux, noduleux, alternant avec des marnes dures, jaunes et grumeleuses. 4,20 m. A 3 m de la base, un niveau plus dur, épais de 1 m, a donné (gisement Fg): *Sowerbyceras tortisulcatum* (nombreux exemplaires), *Holcophylloceras polyolcum*, *Physodoceras* cf. *altenensis*.
 20. Calcaires rognonneux, en petits bancs de 8 à 20 cm, alternant avec des calcaires argileux en lits de 15 à 30 cm d'épaisseur. Les calcaires rognonneux renferment à la base du terme 20 (gisement Fh) une faune identique à celle du gisement Fg. Au-dessus des troisième, quatrième et cinquième bancs calcaires, les intercalations de calcaires argileux, rouge-brique, renferment (gisement Fi): *Sowerbyceras* cf. *loryi*, *Taramelliceras* aff. *kobyi*, *Orthosphinctes* sp., *O.* cf. *monteiroi*.
 Les calcaires rognonneux nous ont livré, au sommet du terme 20 (gisement Fj): *Sowerbyceras* sp., *Lytoceras* sp., *Physodoceras altenensis*, *P. circumspinosum*, *Aspidoceras acanthicum*, *Idoceras* cf. *planula*, *Sutneria platynota*, *Ataxioceras* cf. *subevolutum*.
 21. Calcaires gris en 24 bancs de 15 à 40 cm, avec des interlits marneux de 0 à 20 cm. Les interlits sont conglomératiques par places, à ciment fortement marneux et à éléments calcaires (dont la taille va de 1 cm à 1 dm). 9,80 à 10 m.
 Des Ammonites indéterminables ont été recueillies au sommet du banc inférieur et dans le premier interlit (Fk), dans l'interlit surmontant le quatrième banc (Fl), dans le 18^{ème} banc (Fm), dans les 23^{ème} et 24^{ème} banc (Fn).
 21. Calcaires des niveaux 21 à 29 renferment l'association suivante de microorganismes: *Globochaete alpina*, Radiolaires, *Stomiosphaera moluccana*, *Saccocomidae*, Ostracodes.
 22. Calcaires plus ou moins marneux, en dalles épaisses de 10 à 40 cm,

avec des interlits marneux à débit grumeleux, épais de 5 à 60 cm. 5,40 m.

Des Ammonites indéterminables ont été récoltées dans le premier interlit (de 60 cm) à partir du bas (Fo), dans le deuxième interlit (de 10 cm) (Fp), dans le cinquième banc, épais de 1 m (Fq).

23. Calcaires plus ou moins marneux et sublithographiques alternant avec des marnes grises plus ou moins grumeleuses et calcaires. 16 m d'épaisseur. Le terme se décompose ainsi :
- 80 cm de marnes grumeleuses limitées au sommet par deux bancs de rognons calcaires gris-franc.
 - 40 cm de marnes pulvérulentes blanchâtres, puis rosées au sommet.
 - 25 à 30 cm de calcaires gris, en bancs, compacts, à veinules calcitiques.
 - 2 m de marnes emballant quatre niveaux de rognons calcaires.
 - 60 cm de calcaire gris, à grumeleux, et à *Idoceras gr. balderum* ?, *Ataxioceras* sp. (gisement Fr).
 - 9,30 m de calcaires plus ou moins rognonneux, gris, en 14 bancs de 25 à 80 cm (les plus épais au sommet), grumeleux, épais de 0 à 40 cm.
 - 2,60 m de calcaires identiques, sans joints marneux.
24. Calcaires marneux à sublithographiques, gris, à filonnets ferrugineux, en dalles épaisses de 8 à 40 cm, alternant avec des lits de marnes régulièrement épais de 10 cm. 6,25 m.
25. Calcaires gris avec joints marneux blanchâtres de 10 cm, en 18 bancs épais de 15 cm à 1,10 m. 6,20 m.
26. Calcaires en petits bancs sublithographiques, de cassure esquilleuse, de 20 à 60 cm d'épaisseur. 6,50 m. Les bancs supérieurs sont plus marneux, avec des nodules (mm à cm) de limonite et des traces de glauconie.
27. Calcaires en dalles sonores, gris à jaune, avec quelques sections de Bélemnites. 7,30 m d'épaisseur. Ils présentent deux ensembles d'égale épaisseur :
- le premier avec des bancs épais de 15 à 80 cm (18 bancs),
 - le deuxième avec des bancs plus minces, se débitant en petits cubes (1 cm à 1 dm).

28. Calcaires plus marneux, à joints épais et grumeleux. 6,50 m.
29. Grosses dalles calcaires grises, alternant avec des bancs marneux, presque subcrazeux, à nodules limonitiques. 18 à 20 m.
- Au sommet de la Punta Grosa les interlits deviennent plus épais et plus argileux, jaunes à blanchâtres.

Les gisements Fb, Fc, Fd, Fe, Ff, se rapportent à la zone à *Epipelto-ceras bimammatum* de l'Oxfordien *s. l.* supérieur.

Les gisements Fg, Fh, Fi appartiennent à la zone à *Idoceras planula* du sommet de l'Oxfordien *s. l.* supérieur.

Le gisement Fj renferme des Ammonites de la zone à *I. planula* et de la zone à *Sutneria platynota* de la base du Kimméridgien *s. l.*

Le gisement Fr appartient peut-être à la zone à *Ataxioceras suberinum* du Kimméridgien *s. l.*

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888, p. 12 à 14) ont récolté à la Punta Grosa une faune de l'Oxfordien *s. l.* supérieur et du Kimméridgien *s. l.* (*Simoceras doublieri*).

Nous rapportons les termes 1 à 9 au Lias-Dogger, 10 à 20 à l'Oxfordien (*s. l.*) supérieur, 20 (le sommet) à 29 au Kimméridgien (*s. l.*).

Au Port de Ses Caletas (fig. 82), on observe la superposition suivante :

- Dolomies gris-clair, finement grenues (Lias-Dogger), visibles sur 40 à 50 m d'épaisseur; elles reposent en contact anormal sur des marnes et microbrèches du Miocène inférieur.
- Fausses-brèches rouges et calcaires noduleux, gris-bleu à *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, Protoglobigérines, Radiolaires, Ostracodes, débris de Mollusques et d'Echinodermes et à *Kranaosphinctes* sp., *Discosphinctes* sp., *Arisphinctes cf. helenae*. Ce gisement d'Ammonites se rapporte à la zone à *G. transversarium* (sous-zone à *Perisphinctes parandieri*) de l'Oxfordien *s. l.* supérieur. 25 m d'épaisseur.
- Calcaires en dalles beiges du Kimméridgien (*s. l.*), à *Saccocomidae*, *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, Radiolaires. 50 m d'épaisseur.

9. PUIG NONÓ.

Le Puig Nonó (au NW de l'île) est constitué par des terrains jurassiques dont certains niveaux sont très fossilifères. Le versant N offre une bonne coupe, où se reconnaissent les termes suivants de bas en haut :

- Dolomies grises (Lias-Dogger), visibles sur 50 m d'épaisseur.

- Fausses-brèches grises et rouges. 20 m d'épaisseur.
- Calcaires compacts, gris-bleu, en dalles de 10 à 20 cm, alternant avec des lits de 5 à 10 cm de calcaires noduleux. 30 m d'épaisseur. Ces derniers nous ont donné: *Divisosphinctes bifurcatus*, *Disco-sphinctes kreutzii*, *Larcheria larcheri*, ainsi que de nombreux *Phylloceratidae* indéterminables. Les espèces citées se rapportent à la zone à *G. transversarium* (sous-zone à *D. bifurcatus*) de l'Oxfordien s. l. supérieur.

Ces calcaires et les fausses-brèches sous-jacentes nous ont montré, en lames minces, les microfossiles suivants: *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, Radiolaires, Ostracodes, Protoglobigérines.

- Calcaires compacts, sublithographiques, beige-foncé, en dalles de 20-30 cm, à minces délits marneux, à *Globochaete alpina*, *Saccocomidae* abondants, *Stomiosphaera moluccana*, *Glomospira* sp. ?, Radiolaires (Kimméridgien s. l.). 60 m d'épaisseur.

Les couches sont plissées en un synclinal, à coeur kimméridgien, couché vers le NW. Les assises jurassiques sont affectées de plissements secondaires et de petites dislocations.

La collection NOLAN, examinée par P. FALLOT (1922, p. 93 et 94), renferme des fossiles de l'Oxfordien s. l. supérieur provenant du Puig Nonó.

E. N. SPIKER (1935, p. 40) a récolté au Puig Nonó une riche faune dans laquelle il a reconnu des fossiles de l'Oxfordien s. l. supérieur. Mais cette faune comporte également une Ammonite kimméridgienne (*Rasenia striolaris*).

IV. Conclusions stratigraphiques

Nous utilisons les grandes subdivisions en Oxfordien s. l. et Kimméridgien s. l., tout en ayant recours aux zones d'Ammonites pour des subdivisions plus fines.

Les fausses-brèches rouges et les calcaires noduleux gris-bleu appartiennent à la zone à *G. transversarium* de l'Oxfordien supérieur (s. l.); les calcaires noduleux renferment en outre des Ammonites de la zone à *E. bimammatum* de l'Oxfordien supérieur (s. l.) et à *I. planula* du sommet de l'Oxfordien supérieur (s. l.).

Les calcaires en dalles présentent des intercalations de calcaires noduleux

à Ammonites de la zone à *S. platynota* et de la zone à *A. suberinum* du Kimméridgien (s. l.).

Les niveaux inférieurs des calcaires en dalles renferment de nombreux Ostracodes; les Ostracodes sont rares alors que les *Saccocomidae* abondent les niveaux les plus élevés. Ces calcaires sont limités vers le haut par des calcaires argileux et des marnes à Ammonites et à Calpionelles du Tithonique.

CHAPITRE IV

LE TITHONIQUE ET LE PASSAGE DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR

Nous avons assisté, au cours du Kimméridgien (*s. l.*), au dépôt de calcaires en dalles, compacts, à grain fin, affleurant largement dans l'île d'Ibiza. Le Tithonique repose en concordance sur ces calcaires. Mais un changement important dans le régime sédimentaire s'observe à partir du Tithonique: le Tithonique et le Crétacé inférieur ne revêtent pas les mêmes faciès au SE et au NW de l'île. Rappelons que trois séries stratigraphiques ont pu être distinguées (fig. 9 et 10):

1. *La série d'Ibiza*, située au SSW, au SE et au NE de l'île. Aux calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*) font suite des marnes et des calcaires argileux, à Céphalopodes pyriteux.

H. NOLAN (1895) signale le premier que les faciès marneux débutent au Tithonique et se continuent jusqu'à l'Albien. Les autres auteurs, en particulier P. FALLOT (1922), P. FALLOT et H. TERMIER (1921, 1923), mentionnent l'existence d'une série marneuse *continue* depuis le Tithonique jusqu'à l'Albien inclus.

Les terrains de cette série appartiennent à l'unité d'Ibiza, reconnue par P. FALLOT (1917a) (1).

2. *La série de San José*, localisée à l'W et au NW de la précédente. Les calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*) sont surmontés par des calcaires massifs, gris-brun à brun-jaunâtre, plus ou moins organogènes, attribués.

(1) P. FALLOT désigne cette unité sous les noms de "série" ou "écaille" d'Ibiza.

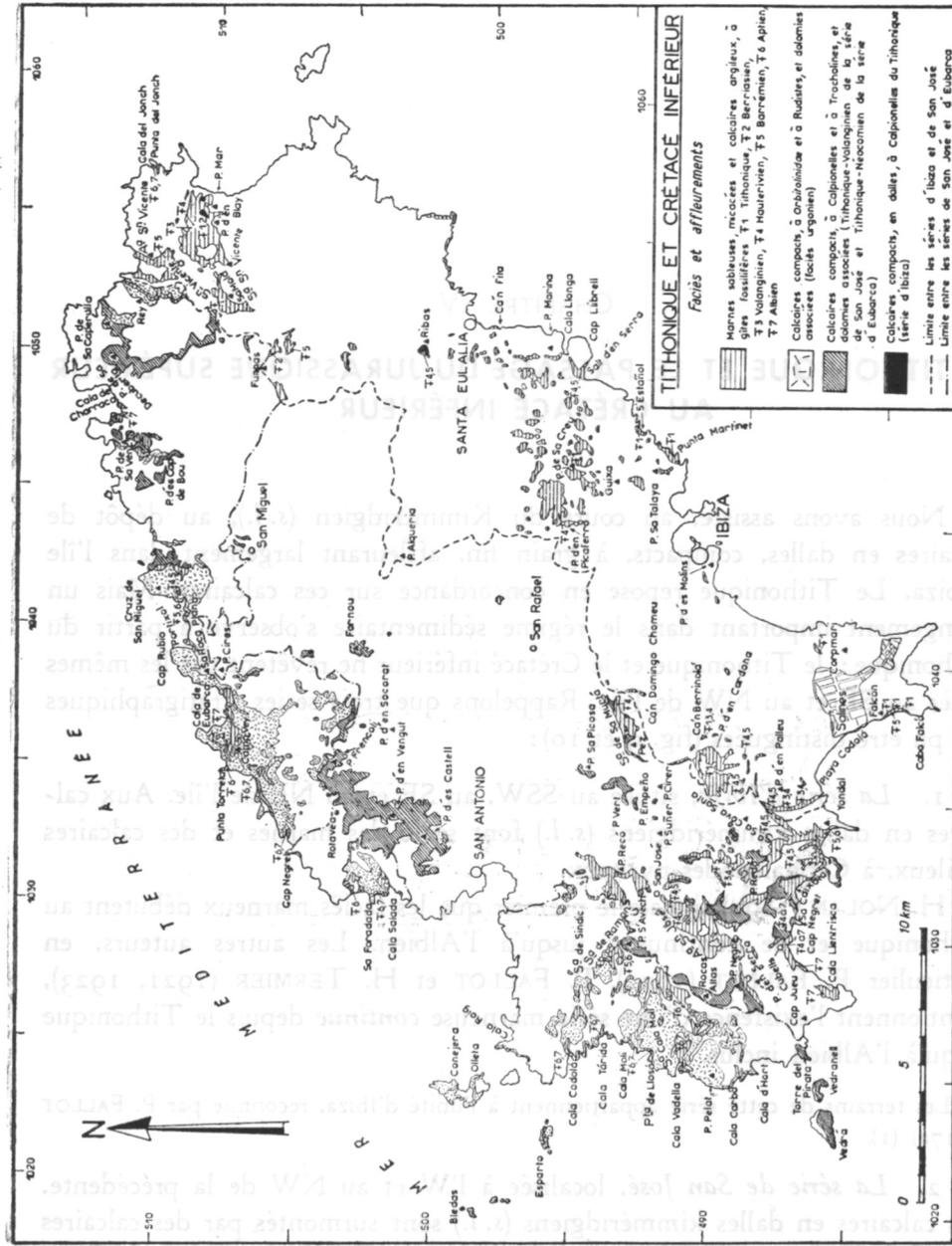


Fig. 24.—Répartition géographique des affleurements du Tithonique et du Crétacé inférieur dans l'île d'Ibiza.

jusqu'à maintenant au Barrémien, à l'Aptien et à l'Albien, qualifiés abusivement "d'urgoniens" par les auteurs antérieurs. Il s'agit en réalité de formations riches en *Trocholina alpina* et *Trocholina elongata* renfermant parfois des Calpionelles. Nous avons rapporté ces calcaires à des niveaux compris entre le Tithonique et le Valanginien (Y. RANGHEARD et G. COLLOM, 1965; Y. RANGHEARD, 1965). A ces calcaires sont fréquemment associées des dolomies.

Stratigraphiquement au-dessus de ces calcaires viennent des marnes, comparables à celles définies dans la série d'Ibiza, montrant des associations d'Ammonites pyriteuses allant de l'Hauterivien (peut-être aussi du Valanginien supérieur) jusqu'au Cénomanién (au moins basal).

Les terrains de cette série se rapportent à l'unité d'Ibiza et surtout à l'unité de Llentrisca-Rey, correspondant à "l'échelle de Cirer-Rey" reconnue par P. FALLOT (1917a).

3. La série d'Eubarca, située à l'W et au NW de l'île. Les calcaires du Kimméridgien (s. l.) y sont suivis par des dolomies et des calcaires massifs à Trocholines semblables à ceux de la série de San José. A ces derniers se superposent des calcaires beiges de faciès urgonien (Barrémien-Aptien), à Rudistes et à *Orbitolinidae*. Ces calcaires montrent des intercalations de marnes à Orbitolines, Brachiopodes, Lamellibranches, Ammonites, Echinodermes, ou sont surmontés par elles.

Les terrains de la série d'Eubarca se rapportent à l'unité de Llentrisca-Rey (NE de cette unité) et à l'unité d'Eubarca, correspondant à "l'échelle d'Eubarca" reconnue par P. FALLOT (1917b).

Ainsi, dès le Tithonique, on distingue à Ibiza trois domaines montrant le passage latéral rapide du SE au NW des faciès "profonds", pélagiques, à des faciès néritiques, calcaires ou dolomitiques.

Le Tithonique amorce donc l'évolution paléogéographique que nous suivrons au Crétacé.

Nous étudierons successivement dans les trois séries énumérées les couches du Jurassique terminal et de la base du Crétacé.

* A.—Le Tithonique-Berriasien de la série d'Ibiza

I. Historique

Le Tithonique et le Berriasien n'étaient connus que sous leurs faciès marneux et calcaro-argileux, strictement localisés dans la série d'Ibiza.

C'est H. NOLAN (1895a) qui eut le mérite de dater le Tithonique et le Berriasien dans des marnes à Céphalopodes pyriteux.

P. FALLOT (1922) n'a pas pu retrouver les couches fossilifères signalées par H. NOLAN, mais il a étudié les faunes recueillies par ce dernier auteur et en a indiqué la liste des genres et espèces dans chacun des gisements qui étaient déjà connus. En se basant sur les fossiles que comporte la collection NOLAN, il a pu mentionner la présence de Tithonique, à faciès marneux, à l'Atalaya de San Vicente et aux abords de San Vicente, au Cabo Martinet, à Cabo Falcón (Falcón), à la Cala Estañol, à Andreutx.

E. N. SPIKER (1935) et U. HAANSTRA (1935) n'ont pas davantage pu retrouver les gisements fossilifères découverts par H. NOLAN. Ils se réfèrent à ce dernier auteur pour indiquer la présence du Tithonique à Ibiza, dans des marnes et marno-calcaires gris-bleu, parfois clairs, à fossiles pyriteux, de faciès semblable à celui du Crétacé inférieur.

La présence de Calpionelles dans le Tithonique et le Néocomien d'Ibiza est signalée par G. COLOM (1934b, 1947a).

Nos recherches ont permis de retrouver les couches fossilifères tithoniques découvertes par H. NOLAN et de trouver de nombreux gisements fossilifères tithoniques et berriasiens dans la série d'Ibiza.

II. Les faciès

Le Tithonique est parfois représenté par des *calcaires compacts*, sublithographiques, en dalles, gris-bleu ou beige-clair, semblables à ceux du Kimméridgien (*s. l.*) (versant NW de Ribas, versant NW du Puig de la Mar). Ces calcaires sont séparés par des délits marneux d'épaisseur plus grande (10 à 20 cm) que ceux du Kimméridgien; leur contenu en microfaunes, en particulier les associations de Calpionelles, permettent de les différencier, avec certitude, des calcaires kimméridgiens. Il s'agit de calcaires cryptocristallins, traversés par des veines de calcite, renfermant de rares et minuscules grains de quartz.

Le plus souvent les calcaires lités du Kimméridgien sont suivis par des *calcaires argileux* tithoniques alternant avec des *marnes sableuses et micacées*.

Les calcaires argileux sont jaune-verdâtre, mais aussi gris-brun, gris-bleu, gris-beige, beige-clair. Les bancs épais de 20 à 25 cm, en moyenne, sont séparés par des niveaux marneux, de 10 à 30 cm d'épaisseur. Les marnes ont généralement une teinte jaune-verdâtre, parfois jaune-clair, ocre, grise à gris-bleu.

Les calcaires argileux montrent, en lames minces, un fond de calcite cryptocristalline, des grumeaux d'argile enveloppant parfois des microorganismes. Ces calcaires sont plus ou moins riches en grains de quartz détritiques, très petits (10 à 20 μ), d'autant plus arrondis qu'ils sont de plus grande taille. On observe en outre quelques paillettes de muscovite, fréquemment un pigment ferrugineux, très rarement des rhomboèdres de dolomite pourvus d'auréoles ferrugineuses (ankérite).

Ces calcaires argileux et marnes tithoniques passent vers le haut à des calcaires argileux et marnes semblables, d'âge berriasien. Il est difficile sur le terrain de délimiter le Tithonique du Crétacé inférieur en se basant uniquement sur les lithofaciès. Il semble que le Tithonique présente davantage de bancs de calcaires argileux et que les marnes prédominent au Crétacé inférieur. Mais le passage se fait graduellement. La présence fréquente de fossiles dans le Tithonique et le Crétacé inférieur permet le plus souvent l'individualisation des niveaux.

Le Tithonique est caractérisé à Ibiza par des Ammonites pyriteuses dans les marnes et par l'association de certaines espèces de Calpionelles dans les calcaires argileux ou compacts.

Nous avons recueilli davantage d'Ammonites dans le Tithonique que dans le Berriasien. Le genre *Berrnasella* est assez bien représenté dans ces niveaux, surtout dans le Tithonique. Les espèces de ce genre ont permis la distinction de ces deux étages.

L'étude des Calpionelles a été menée à bien grâce à l'aide de M. G. COLOM et celle de M. DURAND DELGA. Ces Calpionelles sont associées à de rares Radiolaires, à tests calcitisés, ainsi qu'à des zoospores de Chlorophycées: *Globochaete alpina*; elles sont rarement en relation avec des restes de *Saccocomidae*. Des *Nannoconus* s'observent dans les calcaires argileux à Calpionelles.

III. Description des affleurements

Le Tithonique et le Berriasien affleurent surtout en série renversée, dans le flanc inverse de synclinaux couchés vers le NW. Ces niveaux tendres ont subi un étirement lors de la mise en place des plis couchés. De ce

fait, ces niveaux sont visibles sur une épaisseur variable dans les différents affleurements (de 10 à 80 m pour le Tithonique, de 10 à 60 m pour le Berriasien).

La figure 24 indique la situation géographique des affleurements.

1. FALCÓN

A 8 km au SW de la ville d'Ibiza se place la colline de Falcón. A son extrémité NW, une falaise abrupte, haute de plus de 120 m, permet d'observer, de bas en haut, la superposition suivante, en série renversée (fig. 25) :

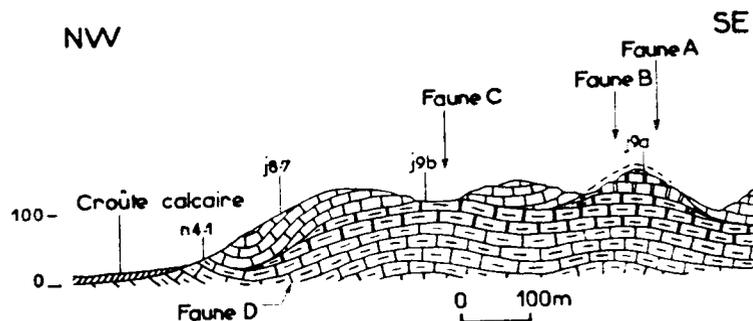


Fig. 25.—Coupe de l'extrémité septentrionale de Falcón.

n4-1: calcaires argileux et marnes du Crétacé inférieur (Berriasien à Barrémien); j9: calcaires argileux et marnes du Tithonique (j9b: Tithonique inférieur; j9a: Tithonique supérieur); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien (s. l.).

— *Crétacé inférieur* (n4-1): Calcaires argileux, à structure plus ou moins grumeleuse, gris-verdâtre à gris-brun, en bancs réguliers de 25 à 40 cm, alternant avec des marnes feuilletées, jaune-verdâtre, de 15 à 20 cm d'épaisseur. Ils sont visibles sur une épaisseur de 50 à 60 m.

Les calcaires argileux renferment une proportion variable de petits quartz détritiques, anguleux et de paillettes de muscovite. Ils ont montré en lames minces les principaux microorganismes suivants: *Calpionella alpina* (quelques exemplaires), *Calpionella elliptica* (rare), *Globochaete alpina* (R.), *Nannoconus* (R.), Radiolaires (R.), Ostracodes (R.), ainsi que des spicules de Spongiaires, des débris d'*Aptychus* et d'Echinodermes. Cette association est probablement d'âge berriasien.

C'est vraisemblablement dans les marnes de ces niveaux que H. NOLAN a recueilli: *Berriasella boissieri*, *Negrelliceras negreli*, *Neocomites occitanicus*, du Berriasien.

— *Tithonique* (j9): Au-dessus morphologiquement du Crétacé inférieur viennent des calcaires argileux, à structure grumeleuse, gris très clair

à gris-bleu ou jaunes, en bancs épais de 20 à 25 cm. Ils sont séparés par des marnes jaune-verdâtre, de 10 à 20 cm d'épaisseur, et sont visibles sur 80 m d'épaisseur environ. Des fossiles pyriteux y ont été récoltés (Faunes A, B, C). Ces derniers, ainsi que les microorganismes, ont permis de distinguer deux niveaux :

a) *Tithonique supérieur* (j9b): Les calcaires de ce niveau présentent les mêmes caractères pétrographiques que ceux du Crétacé inférieur. Ils renferment *Calpionella alpina*, *C. gr. alpina*, *Crassicollaria intermedia*, *C. massutiniana*, *Stomiosphaera moluccana*, *Globochaete alpina*. Les *Globochaete* sont toujours rares. Il en est de même des Radiolaires, des Ostracodes, des Foraminifères (*Spirillina* sp., *Textulariidae*), des débris d'*Aptychus*, des spicules d'Eponges.

Les marnes de ce niveau nous ont livré, en $x = 1038,350$; $y = 484,375$ (Gisement C) quelques Brachiopodes pyriteux du Tithonique: *Terebratula bisufarcinata*, *Waldheimia pingucula*.

P. FALLOT (1922, p. 101) signale que la collection NOLAN renferme sous le nom de Cabo Faicó les fossiles suivants: *Lytoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Sowerbyceras loryi*, *Lissoceras grasi*, *Lissoceras* sp., *Haploceras staszycii*, *Haploceras elimatum*, *Taramelliceras gr. haeberleini*, *Berriasella callisto*, *Berriasella subcallisto*, *Berriasella cf. oppeli*, *Berriasella abscissa*, *Simoceras* sp., *Duvalia ensifer*, Echinoderme indéterminé. Cette faune caractérise le Tithonique supérieur. H. NOLAN n'a pas précisé l'emplacement exact d'où provient sa récolte.

b) *Tithonique inférieur* (j9a): Dans ce niveau, les échantillons de calcaire argileux, assez riches en petits quartz détritiques et paillettes de muscovite, renferment pour l'essentiel: de rares *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, *Stomiosphaera misolensis*, des "filaments", de rares Radiolaires et Ostracodes. Dans ce niveau, la microfaune est pauvre, sans Calpionelles; par contre, les marnes du sommet de la falaise m'ont livré une macrofaune assez importante, presque exclusivement constituée par des Ammonites pyriteuses.

Au point de coordonnées $x = 1038,525$; $y = 484,150$ (Gisement A), nous avons récolté dans les marnes séparant les bancs calcaires (1): *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras serum*, *Holcophylloceras* sp., *Ptychophylloceras* sp., *Protetragonites quadrilulatum*, *Haploceras staszycii*, *Pseudolissoceras cf. zitteli*, *Glochiceras lithographicum*, *Glochiceras cf. procurvum*, *Substreblites zonarius*, *Hybonotoceras mundulum*, *Lithacoceras siliceum paraboliferum*.

(1) M. R. ENAY a aimablement vérifié nos déterminations.

En $x = 1038,525$; $y = 484,350$ (Gisement B), nous avons trouvé dans les marnes: *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras serum*, *Holcophylloceras* gr. de *H. sutile*, *Protetragonites quadrisulcatum*, *Haploceras elimatum*, *Substreblites zonarius*, *Neochetoceras steraspis nodulosum*, *Hybonotoceras hybonotum*, *Hybonotoceras mundulum*, *Lithacoceras* sp., rostrés de *Hibolites* sp.

Ces macrofaunes A et B sont d'âge tithonique inférieur.

Les Ammonites recueillies dans le gisement A appartiennent, en effet, à la zone à *Glochiceras lithographicum* de la base du Tithonique inférieur; ce gisement renferme en outre *Hybonotoceras mundulum*, espèce généralement rencontrée depuis la zone à *Sutneria subeumela* du Kimméridgien supérieur jusque dans la zone à *H. hybonotum* du Tithonique inférieur. L'échantillon rapproché de *Glochiceras procurvum* indiquerait un horizon plus ancien, cette espèce étant généralement signalée dans la zone à *S. subeumela*.

Il est intéressant de signaler la présence aux Baléares d'une forme se rapprochant de *Pseudolissoceras zitteli*, espèce rencontrée dans le Kurdistan et localisée au sommet du Tithonique inférieur.

La zone à *H. hybonotum* du Tithonique inférieur est présente dans le gisement B. Ce gisement renferme en outre *Neochetoceras steraspis*, espèce localisée dans le Tithonique inférieur et *Hybonotoceras mundulum*.

Les gisements A et B appartiennent sensiblement à un même horizon stratigraphique du Tithonique inférieur.

— *Kimméridgien (s. l.) (j8-7)*: Au-dessus des marnes et calcaires argileux du Tithonique se placent des calcaires en dalles gris-bleu à gris-noirâtre, dont les bancs réguliers de 10 à 25 cm d'épaisseur sont séparés par de minces délits marneux. Ils affleurent sur environ 50 m d'épaisseur.

Au point de vue structural, ces calcaires en dalles, à l'extrémité septentrionale de la colline, plongent à 60° NNW. Les couches se relèvent plus au N et montrent un pendage de 25° SSE. Plus au S, la structure révèle d'une manière générale des disharmonies, ce qui explique la suppression apparente de certains horizons.

Les calcaires sont cryptocristallins et montrent en lames minces des gravelles argileuses, de rares débris de quartz et de muscovite. Ils renferment l'association suivante: nombreux *Globochaete alpina*, souvent sur leurs thalles, *Eothrix alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, "*Stomiosphaera*" *spinosa*, nombreux *Saccocomidae*, rares Ostracodes, Radiolaires, Foraminifères (*Spirillina*), débris d'*Aptychus*, débris d'Echinodermes. Cette association, avec en particulier l'abondance des *Saccocomidae*, indique le Kimméridgien (*s. l.*).

Le Tithonique inférieur de Falcón est donc parfaitement caractérisé par des Ammonites. Le Tithonique supérieur montre une association de Calpionelles dans des calcaires argileux, finement détritiques, passant à des marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur.

2. CORPMARI.

Au NE de Falcón se trouve la colline de CorpMari, séparée de la première par les Salines. Dans une petite carrière au bas du versant NW, en $x = 1040,5$; $y = 487,1$, affleurent des calcaires argileux, jaune-verdâtre, finement feuilletés, alternant avec des marnes sableuses, jaunâtres, visibles sur 15 m environ.

Ces calcaires ont un pendage de 30° vers l'ESE. Ils sont surmontés, en série renversée, par des calcaires en dalles gris-bleu à noirâtres du Kimméridgien (*s. l.*), plongeant vers le NW avec un pendage de 50°: les couches se plissent ainsi en un petit synclinal.

Les calcaires argileux montrent, en lames minces, une structure assez fortement grumeleuse, des quartz et muscovites détritiques, abondants, ainsi que: *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, *Calpinella alpina*, *C. gr. alpina*, *C. gr. elliptica*, *Robulus* sp. ?, *Spirillina* sp. et des Ostracodes.

Nous avons récolté dans les marnes les Ammonites pyriteuses suivantes (détermination R. ENAY): *Phylloceras* sp., *Berriasella* cf. *oppeli*, *Neocomites* cf. *benecke*, *Berriasella oxycostata*, *Dalmasiceras* sp., *Dalmasiceras progenitor*.

Les associations de Calpionelles et celles d'Ammonites indiquent le Tithonique supérieur.

3. PUIG D'ES MOLINS.

A la sortie ouest de la ville d'Ibiza, sur la route menant à San José, le Puig d'Es Molins montre, à son extrémité NW une carrière dans laquelle affleurent, en série renversée (fig. 26):

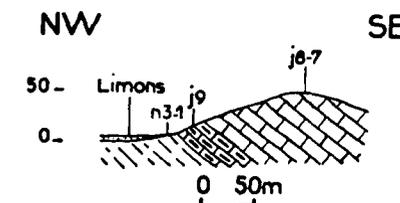


Fig. 26.—Coupe de l'extrémité NW du Puig d'Es Molins.

n3-1: marnes néocomiennes; j9: calcaire argileux tithoniques; j8-7: calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*).

- j8-7. Calcaires compacts, en dalles, gris-bleu à noirâtres, d'âge kimméridgien (*s. l.*); les bancs sont épais de 20 à 25 cm.
- j9. Calcaires argileux, jaune-verdâtre, à structure grumeleuse, plus ou moins riches en petits grains de quartz, pour la plupart anguleux, tendant parfois à s'arrondir; on y observe aussi quelques paillettes de muscovite et de rares grains de glauconie. Ces calcaires sont traversés par des filonnets de calcite. Les bancs, très réguliers, de 30 à 60 cm d'épaisseur, alternent avec des marnes feuilletées, grises et jaune-verdâtre, en lits de 25 cm environ. Ils plongent vers le S avec un pendage de 35° et sont visibles sur plus de 25 m d'épaisseur, étant masqués plus au N par des limons.

L'étude en lames minces des calcaires argileux a révélé: *Globochaete alpina*, *Eothrix alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, *Calpionella alpina* (fréquente), *Calpionella* gr. *elliptica*, *Crassicollaria intermedia* (assez fréquente), *Crassicollaria massutiniana* (rare), de rares Foraminifères (*Lagenidae* ?, *Ophthalmitidae* ?), de rares tests de Radiolaires épigénisés par de la calcite, de rares Ostracodes, des débris d'Echinodermes. L'association des Calpionelles caractérise le Tithonique supérieur.

Nous avons recueilli dans les délits marneux des fragments de *Berriasella* sp. et des Bélemnites: *Duvalia* sp. aff. *tithonia*, *Hibolites* sp., *Hibolites* aff. *subfusiformis*.

Aux calcaires argileux tithoniques font suite des marnes néocomiennes (n3-1).

4. PUIG D'EN PALLEU.

Dans une série d'affleurements situés sur les bordures N, W et S de cette colline, on peut observer des calcaires argileux gris-clair à jaune-verdâtre et des marnes jaune-clair à jaune-verdâtre. Ils sont surmontés en série renversée par des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*) (fig. 53).

Les niveaux marneux se rapportent au Tithonique et au Crétacé inférieur; ils ont subi un étirement, entraînant, par endroits, la suppression du Tithonique. Nous avons reconnu ce dernier (en $x = 1036,525$; $y = 488,975$ et en $x = 1035,675$; $y = 487,450$) dans des calcaires argileux, à structure grumeleuse, renfermant: *Globochaete alpina*, *Stomiosphaera moluccana*, *Calpionella alpina* (fréquente), *Calpionella* gr. *elliptica* (forme courte), *Spirillina* sp. (rare), *Crassicollaria parvula*, *Crassicollaria brevis* ?, *Lorenziella pseudoserrata* ?, *Tintinnopsella* gr. *carpathica* (forme haute), débris d'Echinodermes. Il s'agit de Tithonique supérieur, probablement très élevé.

5. CA'N DOMINGO CHOMEU.

Nous avons découvert le Berriasien à Ca'n Domingo Chomeu ($x = 1038,7$; $y = 492,9$), dans des marnes brun-jaunâtre, et des calcaires argileux jaune-verdâtre et gris-brun, finement feuilletés, formant le flanc inverse d'un synclinal couché vers le NW et surmontés (morphologiquement) par des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*).

Les marnes ont fourni quelques exemplaires de *Berriasella* sp.

Les calcaires argileux ont montré: *Calpionella alpina* (petite taille, abondante), *Tintinnopsella* gr. *carpathica* (forme courte), *Cadosina fusca*, *Miliolidae*. Il s'agit de couches du Berriasien inférieur.

6. CA'N BERRINOLA (Versant W de la Sierra de Truntoy).

Un nouvel affleurement de Tithonique supérieur et de Crétacé inférieur a été rencontré à l'E de Ca'n Berrinola ($x = 1037,200$; $y = 490,975$). Il est constitué par des marnes et calcaires argileux brun-jaunâtre, visibles sur une dizaine de mètres d'épaisseur, recouverts en série renversée par des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*).

Le Tithonique supérieur a été daté par des Ammonites pyriteuses, dont *Berriasella* sp. ex gr. *jacobi*.

7. PUIG D'EN CARDONA.

Cette colline est couronnée par des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*), surmontant des marnes et des calcaires argileux jaune-verdâtre du Tithonique (—Berriasien ?). Ces couches tithoniques affleurent sur 25 m d'épaisseur environ; elles se raccordent à celles, de même âge, de Ca'n Berrinola, citées ci-dessus, et participent à la constitution d'un synclinal couché vers le NW (fig. 30, 55). Le cœur de ce synclinal est formé par des marnes et des calcaires argileux, à Ammonites de l'Hauterivien et du Barrémien.

Les niveaux marneux du Tithonique (—Berriasien ?) ont donné de rares Ammonites, dont *Berriasella* cf. *oppeli*.

8. PUIG SA TALAYA ET PUNTA MARTINET (fig. 62).

Aux pieds S et SE du Puig Sa Talaya, des calcaires argileux, jaune-verdâtre, à structure grumeleuse, nous ont révélé: *Calpionella alpina* (prédominante), *Calpionella* gr. *elliptica*, *Stomiosphaera moluccana*, *Stomiosphaera* sp. (rares exemplaires), *Crassicollaria brevis*, *Crassicollaria parvula*, *Tintinnopsella* gr. *carpathica*.

Il s'agit de Tithonique supérieur. Ces calcaires alternent avec des marnes de même teinte. Leur épaisseur est de 50 m environ.

H. NOLAN a recueilli des fossiles dans les marnes du Cabo Martinet; P. FALLOT en a dressé la liste dans sa thèse: *Phylloceras semisulcatum*, *Phylloceras calypso*, *Berriasella chomeracensis*, *Berriasella privasensis*, *Berriasella oppeli*, *Berriasella carpathica*, *Kilianella* cf. *asperrima*. Ces Ammonites caractérisent le Tithonique supérieur, à l'exception de la dernière espèce qui indique le Valanginien moyen.

Plusieurs niveaux existeraient donc dans ces assises.

Nous avons récolté dans les marnes et calcaires argileux formant la falaise au NE de la Punta Martinet, les fossiles suivants: *Berriasella* sp., B aff. *oppeli*, B. aff. *oxycostata*, B. aff. *subcallisto*, *Protetragonites* sp., *Phylloceras semisulcatum*, P. *calypso*, *Phylloceras* sp., *Neocomites* sp. ex gr. *benecke*, *Spirifer* sp., *Protancyloceras* sp. ? Cette faune date du Tithonique supérieur; il est possible que des niveaux plus récents soient également représentés, car ces marnes et calcaires argileux nous ont aussi donné: *Duvalia* cf. *lata* (Berriasien à Hauterivien).

9. GUIXA (fig. 62).

Nous avons découvert le Tithonique supérieur dans des marnes et calcaires argileux jaune-ocre, affleurant au pied S de Guixa, sur une quarantaine de mètres d'épaisseur. Les calcaires argileux ont montré: *Globochaete alpina*, *Calpionella alpina* (rare), C. gr. *elliptica* (forme courte), *Crassicollaria intermedia*, C. *massutiniana*, C. *brevis*, C. *parvula* (prédominante), *Tintinnopsella* gr. *carpathica*, *Stomiosphaera moluccana*, *Stomiosphaera* sp., *Saccocomidae*, *Miliolidae*, Radiolaires.

10. S'ESTAÑOL.

Le Tithonique y a été découvert par H. NOLAN. Il s'agit de marnes jaune-clair et de calcaires argileux jaune-verdâtre; nous y avons observé: *Calpionella alpina* (de taille moyenne, abondante), *Crassicollaria massutiniana*, C. cf. *parvula*, *Spirillina* sp. Cette microfaune indique le Tithonique supérieur.

Les calcaires et les marnes sont visibles sur 40 m d'épaisseur environ. Les marnes nous ont livré: *Berriasella* cf. *chomeracensis*, *Berriasella* sp., *Neolisso-ceras* sp. ?, *Haploceras* sp. ?, *Himalayites* sp. ex gr. *rhodanicus*, *Aptychus* sp., *Pseudobelus* sp. aff. *bipartitus*, *Hibolites* cf. *semisulcatus*, *Hibolites* sp. Cette association date du Tithonique supérieur.

11. PUIG DE SA CREU.

Nous avons pu mettre en évidence le Tithonique dans des calcaires argileux, gris à beige, alternant avec des marnes jaune-verdâtre, situés à l'enselement séparant le Puig de Sa Creu de la colline localisée plus au S (x =

1046,775; y = 496,200). Ils affleurent sur une trentaine de mètres d'épaisseur.

Les calcaires se présentent en bancs de 20 à 50 cm d'épaisseur et renferment l'association de microorganismes suivante: *Calpionella alpina* (prédominante), C. gr. *elliptica*, *Crassicollaria parvula*, C. *brevis*, C. *intermedia*, C. *massutiniana*, *Tintinnopsella* gr. *carpathica*, *Eothrix alpina*, *Stomiosphaera moluccana*. Cette association caractérise le Tithonique supérieur.

Les marnes nous ont donné une faunule du même âge comprenant: *Himalayites* cf. *sabotasi*, H. sp. ex gr. *rhodanicus*, *Berriasella* sp., *Phylloceras* sp.

12. LLIBRELL.

Dans la Cala située à l'W du Cap Llibrell (Salt d'en Serra) s'observent des marnes et des calcaires argileux du Crétacé inférieur sur lesquels reposent, en série renversée, des calcaires en dalles du Kimméridgien (s. l.) (fig. 31). Immédiatement au-dessous (morphologiquement) des calcaires kimméridgiens, des calcaires argileux, à débris de *Berriasella*, *Duvalia* cf. *ensifer*, *Conobelus* sp., *Pseudobelus* sp., *Hibolites* sp., ont montré, en lames minces: *Calpionella alpina*, *Tintinnopsella carpathica*, T. *longa*, *Calpionellites neocomiensis*. Cette association définit le Berriasien moyen au moins. L'épaisseur de ces calcaires argileux est réduite à une vingtaine de mètres. Le Tithonique a dû subir un étirement.

Près de Llibrell, à la Cala Moltons, H. NOLAN a recueilli des fossiles du Tithonique supérieur: *Berriasella carpathica*, *Duvalia ensifer*.

13. PUIG MARINA.

Au N de la Cala Llonga, sur les versants W et SW du Puig Marina, affleurent (fig. 66) des marnes et des calcaires argileux, datés du Tithonique supérieur par l'association suivante: *Calpionella alpina* (formes moyennes et grandes), C. gr. *elliptica* (formes courtes), *Crassicollaria brevis*, C. *parvula*, C. *intermedia*, *Tintinnopsella* gr. *carpathica*.

14. CA'N FITA.

C'est au flanc inverse du même pli couché de Llibrell et du Puig Marina que se rattache le Berriasien de Ca'n Fita, près de l'embouchure du Río Santa Eulalia (x = 1051,075; y = 499,600).

Il s'agit de marnes jaune-orange à ocre et de calcaires argileux jaunes, renfermant l'association suivante, d'âge berriasien supérieur: *Tintinnopsella longa*, T. *carpathica*, *Calpionellopsis oblonga*, *Lorenziella hungarica*, *Nannoconus* sp., débris d'Echinodermes.

15. RIBAS (fig. 70).

Cette colline située au N de Santa Eulalia est coiffée par des calcaires compacts, beige-clair, du Kimméridgien (*s. l.*). Il est intéressant de signaler le Tithonique dans des calcaires identiques à ceux du Kimméridgien (*s. l.*) et sous ces derniers, en $x = 1050,575$ et $y = 502,075$. Ces calcaires tithoniques, de 10 à 20 m d'épaisseur, surmontent à leur tour, en série renversée, des marnes du Crétacé inférieur. Il s'agit de calcaires cryptocristallins, renfermant : *Calpionella alpina*, *Crassicollaria intermedia*, *Crassicollaria brevis* (abondante), *Globochaete alpina*, *Tintinnopsella gr. carpathica*, (forme haute), *Saccocomidae* (rare), *Stomiophaera moluccana* (rare), Radiolaires à test de calcite. Cette association indique la base du Tithonique supérieur.

16. FURNÁS (fig. 79).

Cette colline est couronnée par des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*) reposant sur des fausses-brèches oxfordiennes (*s. l.*), des dolomies du Lias-Dogger, et des marnes du Keuper formant le noyau d'un anticlinal couché vers le NW. Dans le flanc inverse, fortement laminé de cet anticlinal, affleurent des marnes et des calcaires argileux, jaune-verdâtre, de 50 m d'épaisseur maximale.

Des échantillons de calcaires argileux ont montré en lames minces une association de Calpionelles d'âge tithonique : *Calpionella alpina* (rare), *Crassicollaria intermedia* (quelques exemplaires); d'autres échantillons ont révélé une association de Calpionelles d'âge berriasien supérieur : *Calpionella elliptica*, *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella longa*, *Calpionellopsis oblonga*. Les marnes ont donné (en $x = 1050,050$; $y = 507,675$) quelques Ammonites pyrriteuses : *Berriasella* sp., *Berriasella* sp. ex gr. *oxycostata*, *Neocomites* sp. ?, *Neocosmoceras* sp. ex gr. *ambiguum*. Cette dernière espèce indique le Berriasien.

17. SIERRA DE SAN VICENTE, PUIG D'EN BLAY ET PUIG DE LA MAR.

Ces collines sont coiffées par des calcaires kimméridgiens reposant, au flanc NW de ces collines, sur des calcaires argileux et des marnes du Tithonique et du Crétacé inférieur (fig. 81).

Les marnes nous ont fourni (versant NW du Puig d'en Blay) : *Berriasella* sp., *Berriasella* sp. ex gr. *oxycostata*, *Neolissoceras grasianum*, *Phylloceras semisulcatum*, *Phylloceras* sp., *Berriasella* sp. ex gr. *jacobi*, *Berriasella* cf. *chomeracensis*, *Neocomites* cf. *benecke*. Il s'agit d'espèces du Tithonique-Berriasien.

Nous avons également découvert le Tithonique (versant NW du Puig de la Mar) dans des calcaires en dalles, compacts, beiges à gris-bleu, cryptocristallins, semblables à ceux du Kimméridgien (*s. l.*) et affleurant à la base de ces derniers, sur 15 à 20 m d'épaisseur. Les bancs sont épais de 20 à 50 cm et sont parfois séparés par des marnes de 10 à 20 cm d'épaisseur. Ces calcaires renferment : *Globochaete alpina* (nombreux), *Lenticulina* sp. (rare), *Calpionella alpina* (dont des exemplaires de grande taille), *Calpionella gr. elliptica* (forme courte), *Crassicollaria intermedia*, *C. brevis*, *C. parvula*, *Tintinnopsella gr. carpathica*, *Saccocomidae*, débris d'Echinodermes. Il s'agit de Tithonique supérieur.

Des calcaires argileux prélevés sur le versant NW de la Sierra de San Vicente ont montré : *Calpionella elliptica*, *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella longa*, *Remaniella cadischiana*, *Calpionellites darderi*, *Calpionellites neocomiensis*, débris d'Echinodermes.

Cette association de Calpionelles est d'âge berriasien supérieur.

18. CALA SITUÉE ENTRE LA PUNTA GROSA ET LA PUNTA DEL JONCH.

Les marnes et les calcaires argileux jaune-verdâtre bordant cette baie ($x = 1056,450$; $y = 511,900$) apparaissent en fenêtre au-dessous d'une série jurassique normale. Ils affleurent sur une trentaine de mètres d'épaisseur. Nous y avons recueilli plusieurs exemplaires de *Berriasella* sp., *Neocomites* sp., (Tithonique supérieur-Berriasien).

19. ATALAYA DE SAN VICENTE.

Sur le versant W de l'Atalaya, les calcaires kimméridgiens coiffant le sommet passent, en série renversée, à des marnes jaune-ocre et des calcaires argileux jaune-verdâtre. Ces derniers nous ont montré, en lames minces : *Nannoconus* sp. (très nombreux), *Tintinnopsella carpathica* (forme courte), *Calpionellopsis oblonga*, *T. longa*, *T. longa-colomi*, *Remaniella cadischiana*, *Cadosina fusca*. Cette association indique un niveau berriasien supérieur (au moins). Les calcaires à Calpionelles affleurent sur 50 m d'épaisseur environ et sont suivis par des marnes crétacés (fig. 82).

H. NOLAN a recueilli des Ammonites vers San Vicente et au flanc W de l'Atalaya de San Vicente; P. FALLOT les a étudiées et a reconnu les formes suivantes se rapportant au Tithonique supérieur : *Lytoceras sutile*, *Protetragonites quadrisulcatum*, *Phylloceras semisulcatum*, *Phylloceras calypso*, *Lissoceras grasi*, *Berriasella callisto*, *Berriasella chomeracensis*, *Berriasella privasensis*, *Simoceras* sp., *Nebroditis* sp.

H. NOLAN a recueilli à Andreutx : *Sowerbyceras loryi*, *Berriasella chomeracensis*, *Berriasella oppeli*, *Berriasella* cf. *oppeli*, *Protetragonites quadrisulcatum*, *Aptychus latus*, *Hibolites datensis*, *Duvalia deecke*. Cette faune est d'âge tithonique. Nous ignorons où se localisent ces gisements.

* B.—Le Tithonique-Néocomien inférieur de la série de San José

I. Situation stratigraphique, faciès, historique

Les couches de passage du Jurassique au Crétacé sont également représentées dans cette série. Alors que dans la série d'Ibiza, ces niveaux étaient marneux, dans la série de San José, ils sont moins "profonds", de type zoogène : les calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*) sont suivis par des calcaires massifs, compacts, plus ou moins organogènes. Ils se présentent rarement en bancs de 20 à 50 cm d'épaisseur. Leur teinte est le plus souvent beige-clair ou brun-jaunâtre, mais parfois aussi gris-clair, gris-foncé, gris-brun. Leur cassure peut être esquilleuse ou conchoïdale. Ces calcaires sont généralement karstifiés.

A ces calcaires s'associent parfois des dolomies et des calcaires dolomitiques, veinés de calcite ; ils sont généralement d'un gris très clair à blanc en cassure et prennent en surface un ton gris-foncé à noirâtre. Les zones dolomitisées sont irrégulièrement distribuées au sein des calcaires.

Ces calcaires et dolomies sont généralement surmontés en continuité stratigraphique par des marnes à Ammonites pyriteuses, ayant permis de reconnaître les étages suivants : Hauterivien, Barrémien, Aptien, Albien, Cénomaniens (au moins basal). Il est possible que le Valanginien (peut-être le sommet) soit également représenté dans le complexe marneux de cette série.

Les auteurs antérieurs (P. FALLOT, 1917a et b, 1922 ; E. N. SPIKER, 1936 ; U. HAANSTRA, 1935 ; G. COLOM, 1947) rapportèrent ces calcaires et dolomies à l'Urgonien (Barrémien, Aptien, Albien). En fait, les calcaires urgoniens, à *Orbitolinidae*, n'affleurent pas dans la série de San José, mais seulement dans la série d'Eubarca, la plus septentrionale.

L'étude micropaléontologique des calcaires prétendus "urgoniens" de la série de San José a permis de leur attribuer un âge compris entre le Tithonique inclus et le Valanginien, au moins basal (Y. RANGHEARD et G. COLOM, 1965 ; Y. RANGHEARD, 1965). L'existence de niveaux à faciès calcaire allant du Tithonique au Valanginien n'était pas connue dans la série de San José avant nos recherches.

Au point de vue pétrographique, ce sont des calcarénites, à ciment constitué par de la calcite cristalline, présentant de petits grains de quartz détritiques, anguleux (100 à 300 μ) et quelques paillettes de muscovite. Ces

calcarénites montrent, en outre, des éléments roulés de calcaire cryptocristallin, à structure plus ou moins grumeleuse, renfermant de nombreux restes d'organismes. Parmi ces éléments, les uns englobent de fréquents restes d'Algues (détermination J. P. LEHMANN), en particulier : *Clypeina jurassica* (abondante), *Cayeuxia moldavica*, *Bacinella irregularis*. D'autres galets ont montré de rares exemplaires de *Globochaete alpina*, *Nautiloculina* sp., *Calpionella alpina*, *Calpionella* gr. *elliptica*, Radiolaires à tests calcitisés, *Saccocomidae*. De rares sections de *Vaginella striata* ont été reconnues. On rencontre dans d'autres lames minces des galets renfermant (dét. G. COLOM, J. SIGAL, S. GUILLAUME) : *Trocholina alpina*, *Trocholina elongata*, *T. cf. friburgensis*, *Textulariidae*, *Miliolidae*, Polypiers, Mollusques (dont Huîtres et Gasteropodes), Echinides... Des oolithes s'observent fréquemment dans ces calcarénites.

Nous indiquerons dans la description des affleurements la liste globale des microorganismes reconnus, bien que ceux-ci forment des associations dans des galets différents.

Une incertitude subsiste quant à l'âge de cette formation, du fait du remaniement de tous les éléments qui composent les calcarénites. Il est cependant probable qu'il s'agisse d'un remaniement contemporain de la sédimentation des calcarénites.

Parmi les organismes qui viennent d'être cités, seul un petit nombre présente un intérêt stratigraphique. Les Trocholines, déterminées en lames minces, appartiennent à des groupes connus depuis la base du Malm jusqu'au sommet du Valanginien. L'espèce *Trocholina friburgensis* est généralement signalée au sommet du Néocomien et au Barrémien. Les calcaires qui la renferment, à Ibiza, sont surmontés de marnes dans lesquelles l'Hauterivien a été reconnu. Nous pensons donc que cette espèce apparaît dès le Néocomien inférieur à Ibiza. Les Algues ont un cachet jurassique : *Clypeina jurassica*, souvent présente, est connue depuis le sommet de l'Oxfordien supérieur jusque dans le Berriasien basal. *Cayeuxia moldavica* se rencontre dans le Jurassique supérieur. *Calpionella alpina* est signalée depuis le Tithonique supérieur jusque dans le Berriasien, *Calpionella* gr. *elliptica* dans le Tithonique et le Berriasien. Les *Saccocomidae* ne dépassent généralement pas le Berriasien. *Vaginella striata* se rencontre surtout au Jurassique supérieur, mais aussi au Berriasien et au Valanginien.

En résumé, c'est un âge tithonique-valanginien que nous pouvons retenir. Du fait de l'épaisseur de la formation (50 à 80 m), il n'est pas exclu qu'elle comporte des horizons légèrement plus anciens ou plus récents. Deux faits supplémentaires permettent d'appuyer une telle attribution : les cal-

calcaires en dalles, stratigraphiquement inférieurs, qui passent en continuité aux calcarénites, sont datés du Kimméridgien (*s. l.*) par une association de fréquents *Saccocomidae*, *Globochaete alpina*... Les marnes stratigraphiquement supérieures ont livré des Ammonites hauteriviennes.

Les macrofaunes sont d'une extrême rareté (*Ostrea sp.*, *Lopha sp.* ...).

Les dolomies ont généralement une structure finement grenue. Les cristaux de dolomie sont anguleux, irréguliers. L'analyse chimique partielle de quelques échantillons a donné :

Echantillon en provenance de :

Fornou (Frm1)...	42,17	CaO	10,90	MgO
Rotavea (Frlc) ...	40,80	"	12,71	"
N de San Antonio (SA 3) ...	34,66	"	17,05	"
Rocas Altas (RA)...	42,70	"	10,76	"

On observe divers stades dans le dolomitisation des calcaires.

Au Puig Empeño, des calcaires gris-brun, compacts, à grain fin, finement argileux, à Charophytes, Ostracodes, Gastéropodes, évoquent un lithofaciès lagunaire ou saumâtre de type "purbeckien".

Au point de vue structural, l'attribution de calcaires dits "urgoniens" à des niveaux compris entre le Tithonique et le Valanginien amène de grandes modifications par rapport aux idées classiques : levés cartographiques et coupes tectoniques s'en trouvent profondément modifiés. Ce prétendu "Urgonien" reposait anormalement sur le Jurassique supérieur. La découverte de Tithonique-Néocomien inférieur sous un faciès calcaire ne permet plus de reconnaître certains contacts anormaux que l'on distinguait jusqu'à maintenant dans l'unité de Llentrisca-Rey.

II. Description des affleurements

La différenciation du Tithonique, du Berriasien et du Valanginien est lithologiquement impossible.

La répartition géographique des affleurements est indiquée sur la figure 24. Les calcaires et les dolomies associées s'observent parfois en série normale, le plus souvent en série renversée; ils reposent stratigraphiquement sur des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*); des marnes et des calcaires argileux du Crétacé inférieur leur font suite.

Les affleurements ont été fréquemment étudiés dans des coupes continues. Leurs assises sont puissantes de 50 à 80 m; une réduction d'épaisseur

s'observe souvent dans les flancs inverses des plis. Nous étudierons successivement ces affleurements en allant du SW au NE de l'île.

A) Région située dans la partie sud-ouest de l'île d'Ibiza.

Dans cette région, le Tithonique-Valanginien est représenté par des calcaires massifs (zoogènes, parfois associés à des dolomies de teinte claire. Ces calcaires participent à la constitution de grands synclinaux fortement couchés vers le NW, à cœur formé par des marnes créacées (Hauterivien à Cénomaniens). Ils apparaissent tantôt en série normale (Cala d'Es Cubells, Cap Negret, Ses Illetes, Puerto Roig, Punta Puerto Roig, N et E de San José), tantôt en série renversée, plongeant dans l'ensemble faiblement vers le SE, sous des calcaires kimméridgiens (*s. l.*).

1. YONDAL.

Des calcarénites à *Calpionella alpina*, *Nannoconus*, *Textulariidae*, débris d'Echinodermes et de Mollusques, Radiolaires, affleurent sur le versant W du cap, au bas de la falaise. Ces calcarénites, brun-jaunâtre, sont situées entre des calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*) couronnant la colline et des calcaires argileux et marnes (Hauterivien à Aptien) (fig. 32).

Leur épaisseur atteint une trentaine de mètres. Les bancs, épais de 20 à 30 cm, montrent un pendage de 40-60° vers l'E.

2. SERRA DE SA COVA SANTA (LLORO).

A l'extrémité NW de cette colline s'observent des calcaires massifs gris-brun à noirs (Tithonique-Valanginien), s'enfonçant sous des calcaires kimméridgiens (*s. l.*). Leur puissance est de 50 m environ.

Ce sont des calcarénites à ciment riche en quartz détritique, anguleux, à éléments roulés de calcaire cryptocristallin contenant : *Calpionella alpina* (rare), des débris d'Algues (*Clypeina jurassica*), des *Miliolidae*, des *Textulariidae* et *Trocholina cf. alpina*.

3. PUIG REDÓ.

Une belle coupe se situe entre le Puig Redó et le versant W de la Serra de Sa Cova Santa, montrant de haut en bas, morphologiquement, les termes suivants (fig. 27) :

— j8-7. Calcaires en dalles compacts, noirâtres, du Kimméridgien (*s. l.*), à *Saccocomidae* abondants.

— n2-j9. Calcarénites gris-clair à gris-brun ou brun-jaunâtre, du Ti-

thonique-Valanginien, coiffant le Puig Redó (sur 80 m d'épaisseur). Ces calcaires présentent un karst avec de l'argile rouge de décalcification.

— n4. Marnes jaune-verdâtre à Ammonites barrémiennes.

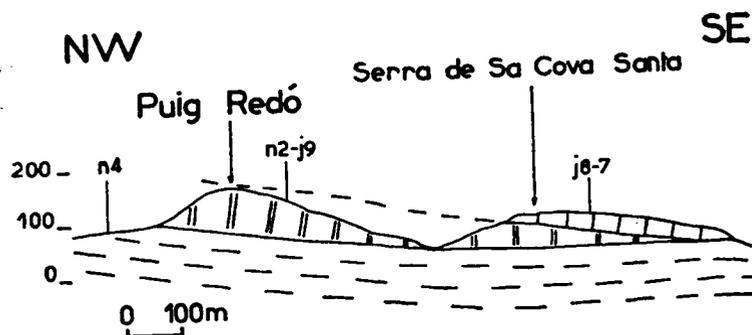


Fig. 27.—Coupe du Puig Redó et du Versant W de la Serra de Sa Cova Santa.
n4: marnes et calcaires argileux à Ammonites barrémiennes; n2-j9: calcarénites (Tithonique-Valanginien); j8-7: calcaires en dalles (Kimméridgien s.l.).

La réduction, puis la disparition du niveau de calcarénites sous les calcaires kimméridgiens de la Serra de Sa Cova Santa est due à la tectonique tangentielle.

Les calcarénites tithoniques-valanginiennes présentent dans leurs galets les formes mentionnées globalement dans la liste suivante : *Cayeuxia cf. piae*, *Calpionella alpina*, Radiolaires, *Saccocomidae*, *Nautiloculina sp.*, *Trocholina alpina*, *T. cf. alpina*, *T. elongata*, *Textulariidae*, *Miliolidae*, Polypiers, Encries, Huîtres.

4. CAP ROIG.

Ce promontoire est surtout formé de calcaires tithoniques-valanginiens gris-clair à gris-noir, formant un petit repli anticlinal couché, chevauchant vers le NW (fig. 28). Plus à l'W (Punta Puerto Roig, Puerto Roig, Ses Illetes), ces calcaires supportent, en série normale, des marnes et calcaires argileux crétacés situés au cœur d'un synclinal couché vers le NW. Les calcaires tithoniques-valanginiens ont une puissance de 50 m environ et présentent des bancs épais de 30 à 50 cm.

Il s'agit de calcarénites dont le ciment renferme des éléments roulés, les uns englobant des fragments de *Clypeina jurassica*, d'autres, *Calpionella alpina*, d'autres encore des *Miliolidae*, des débris de Lamellibranches et *Trocholina alpina*.

5. SA CAIXOTA, CAP NEGRET, EST DE CUBELLS.

Les calcarénites y affleurent sur 50 m d'épaisseur environ, en série normale (Cap Negret, E de la Cala d'Es Cubells au bas de la falaise) et en série renversée (fig. 28) : ils appartiennent au flanc normal et au flanc inverse d'un

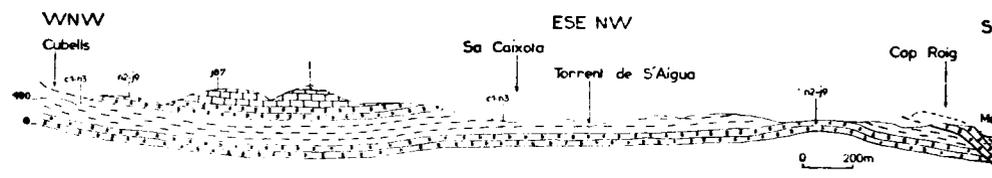


Fig. 28.—Coupe du Cap Roig, de Sa Caixota et de l'E de Cubells.

c1-n3: marnes et calcaires argileux crétacés, à Ammonites (Hauterivien à Albien); n2-j9: calcarénites tithoniques-valanginiennes; j8-7: calcaires en dalles (Kimméridgien s.l.); l: dolomies (Lias-Dogger).

synclinal crétacé, à cœur formé de marnes à Ammonites (de Hauterivien supérieur au Clansayésien à Sa Caixota, de l'Hauterivien à l'Albien à Cubells).

Ce sont des calcaires gris-foncé, gris-brun à brun-jaunâtre. Leur ciment renferme des grains de quartz détritiques, parfois authigènes, un peu de glauconie (E de Cubells), de la muscovite. On y trouve quelques oolithes calcaires, ainsi que des galets roulés de calcaire cryptocristallin contenant les microorganismes suivants énumérés globalement : *Calpionella alpina*, *C. gr. elliptica*, fragments de Dasycladacées, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Nautiloculina sp.*, *Trocholina alpina*, *T. cf. alpina*, *T. elongata*, *T. cf. friburgensis*, *Lenticulina sp.*, *Textulariidae*, *Valvulinidae*, *Miliolidae*, débris de Mollusques, débris d'Echinodermes.

6. PUIG D'EN SERRA.

Sur le versant NW de cette colline, on peut relever la superposition suivante, de bas en haut (fig. 84) :

1. Calcaires massifs (Tithonique-Valanginien), beiges à brun-clair et brun-jaunâtre, avec des dolomies associées, grises en surface, gris très clair à blanc à la cassure. Leur épaisseur est de 50 m environ.
2. Marnes et calcaires argileux, à Ammonites de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur. 120 m d'épaisseur.
3. Calcaires compacts du Crétacé supérieur (Turonien et Sénonien). 75 m d'épaisseur.

Les calcaires du niveau 1 (calcarénites) englobent dans leurs galets : *Clypeina jurassica*, *Thaumatoporella sp.*, *Cayeuxia sp.*, *Bacinella sp. ?*, *Nautilo-*

culina sp., *Trocholina alpina*, *T. elongata*, *T. cf. friburgensis*, *Miliolidae*, débris de Gastéropodes. De rares oolithes calcaires s'observent dans le ciment.

7. PUIG NEGRE ET ROCAS ALTAS.

Des affleurements plus étendus de Tithonique-Valanginien apparaissent au Puig Negre et à Rocas Altas. On y relève de bonnes coupes aux extrémités septentrionale (versant NW) et méridionale (versant SE), montrant de bas en haut la succession suivante (fig. 83) :

1. Marnes bariolées du Keuper. 50 m.
2. Dolomies grises à brun-clair (Lias-Dogger). 60 m.
3. Calcaires en dalles, noirâtres (Kimméridgien *s. l.*). 75 m.
4. Calcarénites massives du Tithonique-Valanginien, grises à beiges ou brun-jaunâtre (60 m d'épaisseur); leurs galets contiennent: *Bacinnella irregularis*, *Thaumatoporella* sp., *Nautiloculina* sp., *Trocholina cf. friburgensis*, *Ammobaculites* sp. *Miliolidae*, *Textulariidae*, Polypiers, débris d'Echinides. Ces calcarénites sont, par endroits, dolomitisées.

Des marnes et des poudingues du Miocène inférieur les surmontent en transgression.

Cet ensemble chevauche à l'W et au NW des microbrèches et marnes miocènes, faisant partie de l'unité d'Eubarca.

8. SERRA D'EN CREVERES ET COLLINES SITUÉES AU SUD-OUEST.

La Serra d'en Creveres montre à son extrémité W la même superposition qu'au Puig Redó (fig. 29). Les calcarénites ont une puissance maximale de 70 m. On y reconnaît en lames minces: *Cayeuxia* sp., *Trocholina alpina*, *T. elongata*, *Textulariidae*, *Miliolidae*, débris d'Echinides.

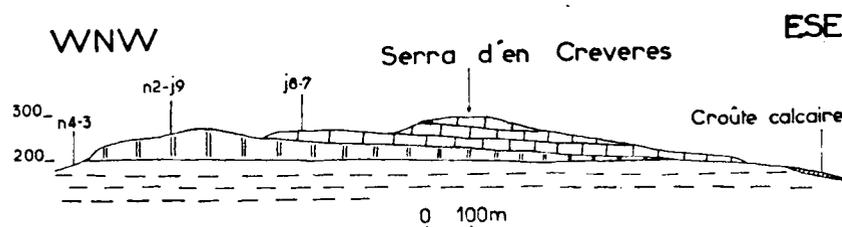


Fig. 29.—Coupe de la Serra d'en Creveres.

n4-3: calcaires argileux et marnes crétacés (Hauterivien-Barrémien); n2-9: calcarénites tithoniques-valanginiennes; j8-7: calcaires en dalles (Kimméridgien *s. l.*).

9. PIT D'EN BOCHO, PUIG D'EN POU, CA'N VERGERA.

Ces trois collines se situent au N et au NW de la Serra d'en Creveres et présentent la même superposition stratigraphique. Les calcaires tithoniques-valanginiens constituant le sommet du Pit d'en Bocho, affleurent sur le flanc E de Ca'n Vergera et à l'W du Puig d'en Pou. Ils sont massifs, épais de 40 m environ. Il s'agit toujours de calcarénites; le contenu en microorganismes des galets est à peu près le même dans les calcaires de ces collines, à savoir :

- galets à fragments de Dasycladacées (*Salpingoporella* sp. ?).
- galets à *Calpionella alpina*, *C. gr. elliptica*.
- galets à *Trocholina alpina*, *T. cf. alpina*, *T. elongata*, *Textulariidae*, *Miliolidae*, débris de Mollusques et d'Echinodermes.

10. PUIG S'AVECH.

Nous rapportons au Tithonique-Valanginien des dolomies et calcaires dolomitiques, gris-clair, beige-clair et brun-jaunâtre, finement grenus, épais de 80 m environ, faisant suite à des calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*). Des dolomies et calcaires dolomitiques semblables affleurent à l'E de la route allant de San José à San Antonio, en $x = 1030,800$; $y = 493,250$.

11. NORD DE SAN JOSÉ, OUEST ET NORD-OUEST DU PUIG RECÓ.

Le Tithonique-Valanginien est représenté par des calcarénites brun-jaunâtre à *Globochaete alpina*, *Bacinnella irregularis*, *Trocholina elongata*, *Miliolidae*... que surmontent des marnes crétacées. L'ensemble est chevauché par les terrains constituant le P. Recó.

12. PUIG RECÓ.

De petits affleurements de calcaires tithoniques-valanginiens, beige-clair, s'observent sur les versants W et S de la colline, où ils sont surmontés par une couverture de marnes, microbrèches et poudingues miocènes.

Les lames minces taillées dans les calcaires ont montré: *Bacinnella irregularis*, *Trocholina alpina*, *T. elongata*, *Miliolidae*.

13. PUIG EMPEÑO, PUIG VERT, PUIG SA PICOSA.

Ces collines situées au N du Puig Cirer et au NW du Pez présentent une superposition de petites écailles (fig. 41). Ces écailles sont essentiellement constituées de calcaires beiges, gris-clair à gris-brun, d'âge tithonique-valanginien, associés à des dolomies de teinte blanche, et supportant des

marnes, microbrèches et poudingues miocènes. La base de chacune des écailles repose sur le Miocène de l'écaille sous-jacente.

Les calcaires sont massifs, épais de 80 m environ. Ils montrent parfois des bancs de 30 cm d'épaisseur.

Les lames minces indiquent qu'il s'agit de calcarénites à éléments de calcaire cryptocristallin roulés dans un ciment de calcite cristalline. Beaucoup d'éléments renferment des organismes du Jurassique supérieur: *Cayeuxia moldavica*, *Clypeina jurassica*; notons également la présence de galets du Jurassique terminal, à *Vaginella striata* (Puig Sa Pícosa), de galets du Kimméridgien (*s. l.*) à *Saccocomidae*, *Globochaete alpina*, Radiolaires (Puig Vert). Les Trocholines semblent *in-situ*, non incluses dans des galets roulés.

Les microorganismes sont à peu près les mêmes dans les calcarénites de toutes ces écailles; nous les énumérons globalement dans la liste suivante: *Globochaete alpina*, *Cayeuxia moldavica*, *C. aff. moldavica*, *Solenopora sp.*, *Clypeina jurassica*, *C. aff. jurassica*, *C. inopinata*, *Clypeina sp.*, *Thaumatoporella sp.*, *Bacinella irregularis*, *Boueina sp. ?*, *Nautiloculina sp.*, *Trocholina alpina*, *T. cf. alpina*, *T. elongata*, *Gaudryina sp.*, *Textulariidae*, *Pseudocyclammina sp.*, *Miliolidae*, *Saccocomidae*, *Radiolaires*, *Vaginella striata*.

Un lithofaciès lacustre ou saumâtre, lagunaire, s'observe, en outre, au Puig Enpeño, au-dessous des calcarénites tithoniques-valanginiennes: il s'agit de calcaires compacts, à grain fin, gris-brun, montrant d'assez abondants restes de Charophytes (sections de tiges et d'oogones), de Gastéropodes d'eau douce, d'Ostracodes. Un seul exemplaire de Foraminifère marin (*Textularia sp.*) a été rencontré dans les lames minces. M. G. COLOM suggère l'appartenance de ce niveau au Purbeckien.

14. PEZ ET SERRA DE SA MURTA.

On y relève la coupe suivante, de haut en bas morphologiquement (fig. 57, 59):

1. Calcaires compacts, kimméridgiens (*s. l.*), à *Saccocomidae*. 150 m.
2. Calcaires gris-brun, tithoniques-valanginiens reposant à la Serra de Sa Murta (crête et extrémité NE) sur des marnes à Ammonites de l'Hauterivien supérieur, et au Pez (versants W, NW et N) sur des calcaires du Crétacé supérieur.

Les calcaires du Tithonique-Valanginien (50 m d'épaisseur) renferment, dans leurs galets, des débris de *Clypeina jurassica*, de *Cayeuxia moldavica*, des *Textulariidae*...

De telles calcarénites, à *Bacinella irregularis*, *Solenopora sp.*, *Clypeina jurassica*, *Trocholina alpina*, *Miliolidae*, affleurent au NW du Puig Cirer et à la base du versant NE du P. Suñer.

B) Nord-Ouest de l'île.

Dans cette région les calcaires kimméridgiens (*s. l.*) sont suivis, en série normale, par des calcaires tithoniques-valanginiens, ayant subi une dolomitisation secondaire dans leur presque totalité. Nous observons ces dolomies au sommet du Fornou, sur les sommets et versants SW du Puig d'en Frencoli, du Puig d'en Blay, de Rotavea, au Puig d'en Vengut, au Puig d'es Castell.

Les calcaires n'affleurent plus guère que sur le versant SW de Fornou (calcarénites à *Miliolidae*, *Nautiloculina sp.*, débris d'Echinodermes), entre le Puig d'en Rayo et Rotavea (calcarénites à *Clypeina jurassica*, *Nautiloculina sp. aff. oolithica* [Malm supérieur], *Miliolidae*), N du Puig d'en Socorrot (*Nautiloculina sp.*, *Calpionella sp.*, Annélides tubicoles), à 2 km au N de San Antonio (calcaires à *Bacinella irregularis*, *Clypeina sp. ?*, *Trocholina sp.*, *T. gr. alpina*, *Nautiloculina sp.*, Mollusques, Echinides, Polypiers).

De semblables calcaires affleurent dans de petites imbrications à l'E et au NE de San Miguel. Ils apparaissent également, mais en série renversée, sur le versant NW du Puig Alqueria (fig. 68).

* C.—Le Tithonique-Néocomien de la série d'Eubarca

I. Situation stratigraphique, faciès, historique

Dans la série d'Eubarca se rencontrent des calcaires et des dolomies semblables à ceux du Tithonique-Valanginien de la série de San José et renfermant les mêmes microorganismes. Nous n'y avons pas découvert de macrofaunes. Ils sont compris entre des calcaires en dalles du Kimméridgien (*s. l.*) et des calcaires barrémiens à *Orbitolinidae* et représentent vraisemblablement les niveaux allant du Tithonique inclus à l'Hauterivien inclus.

Les calcaires que nous attribuons au Tithonique-Néocomien sont généralement massifs, ou en bancs de 20 à 50 cm, rarement de 1 m à 1,50 m d'épaisseur; ils sont entièrement dolomités dans de nombreux affleurements. L'analyse chimique partielle de quelques échantillons de dolomies a donné:

Est de San Juan (Ech. SJu6)	30,35	CaO	22,22	MgO
Cala Charraca (Ech. Ch7)	41,30	"	8,42	"

Les auteurs antérieurs avaient rapporté les calcaires crétacés de cette série au Barrémien, à l'Aptien et à l'Albien. G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962) signalent, il est vrai, que "la côte nord est formée par une série calcaire de faciès urgonien allant du Valanginien à l'Aptien".

II. Description de quelques affleurements

La localisation géographique des affleurements est indiquée sur la figure 24. Ils apparaissent dans les flancs normaux ou inverses de plis couchés vers le NW. Leurs assises ont 150 m environ d'épaisseur maximale.

A) Sud-Ouest de l'île.

1. ILES VEDRÁ ET VEDRANELL.

Ces deux petites îles situées à l'extrémité SW d'Ibiza présentent de hautes falaises (381 m au Vedrá) de calcaires tithoniques-néocomiens, beige-clair. Sur le versant NW de chacun des îlots, ces calcaires reposent en série renversée sur des marnes miocènes (fig. 103) et forment vraisemblablement un anticlinal couché vers le NW. Leur puissance est de 150 m environ pour chacun des flancs.

Ce sont des calcarénites; le ciment montre de rares et petits quartz détritiques, des traces d'oxydes de fer. Les éléments de calcaire cryptocristallin ont montré: *Clypeina* sp., *Trocholina elongata*, *Pseudocyclammmina lituus*, *Miliolidae*, *Valvulinidae*.

2. TORRE DEL PIRATA.

Au NW de la Torre, des marnes miocènes forment le coeur d'un synclinal couché vers le NW; elles supportent des calcaires tithoniques - néocomiens prolongeant vers le NE ceux de Vedrá et Vedranell et formant vraisemblablement un anticlinal couché vers le NW (fig. 85). Leur épaisseur atteint plus de 100 m.

Ce sont des calcarénites gris-brun, dont les éléments roulés contiennent, les uns: des restes de *Clypeina* sp., les autres: *Nautiloculina* sp., *Trocholina alpina*, *T. elongata*, des Foraminifères Arénacés, des *Miliolidae*.

Ces calcaires sont surmontés à l'E par des marnes miocènes transgressives.

B) Nord-Ouest de l'île.

Des calcaires beiges, sublithographiques, identiques à ceux du Tithonique - Néocomien, associés à des dolomies de teinte claire, affleurent en bordure de la côte NW, notamment au Cruz de San Miguel (fig. 111) (calcarénites à Clypéines, *Nautiloculina* sp., *Miliolidae*, débris d'Echinodermes...).

L'existence du Tithonique - Néocomien n'est pas certaine, mais demure cependant vraisemblable. Il convient peut-être d'y rapporter, au moins partiellement, les dolomies qui apparaissent au NW du Puig d'en Juan Andreu entre des calcaires du Jurassique supérieur et des calcaires urgoniens à *Orbitolinidae*.

C) Nord de l'île.

1. PUIG D'ES CAP DE BOU, PUIG DE SA VENC, CALA DE CHARRACA.

Des affleurements discontinus et réduits de calcarénites et de dolomies (Tithonique - Néocomien) y apparaissent en série normale (fig. 96 à 99).

Les calcarénites ont montré les microorganismes suivants: *Thaumatoporella* sp., *Clypeina jurassica*, *Cayeuxia* sp., *Trocholina alpina*, *T. elongata*, *Trocholina* sp., *Nautiloculina* sp., *N. oolithica*, *Pseudocyclammmina* sp., *Ammodiscus* sp., *Lenticulina* sp., *Miliolidae*, *Valvulinidae*, *Ophthalmidiidae*, *Textulariidae*, *Lituolidae*, débris de Mollusques et d'Echinodermes.

2. ENTRE LA CALA DE CHARRACA ET LE REY.

Les calcarénites et les dolomies tithoniques - néocomiennes forment une bande s'allongeant depuis le N du Recó de Ses Sabinas jusqu'au Puig de Sa Decuberta (fig. 100) et au Puig de Sa Caperrulla (fig. 101) formant les sommets de ces deux dernières collines.

Les éléments des calcarénites ont montré: *Thaumatoporella* sp., *Clypeina jurassica* (nombreuses), *Cayeuxia* sp., *Bacinella irregularis*, *Trocholina elongata* (quelques exemplaires), *Miliolidae*, *Pseudocyclammmina* sp., débris de Mollusques (dont Gastéropodes), débris d'Echinodermes.

CHAPITRE V

LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR

Les terrains du Crétacé inférieur sont bien représentés dans l'île d'Ibiza.

Rappelons qu'à partir du Tithonique trois séries stratigraphiques s'individualisent dans l'île d'Ibiza; le Tithonique et le Crétacé inférieur y présentent des variations latérales de faciès (fig. 9) :

Dans la *série d'Ibiza*, les calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*) sont suivis par des marnes et des calcaires argileux, à Céphalopodes pyriteux, allant du *Tithonique* à l'*Albien* inclus.

Dans la *série de San José*, les calcaires organogènes à Trocholines et les dolomies associées du Tithonique-Valanginien supportent des marnes et des calcaires argileux à Céphalopodes pyriteux, allant de l'*Hauterivien* (peut-être même du Valanginien) au *Cénomannien* inclus (au moins basal).

Dans la *série d'Eubarca*, le Tithonique et le Néocomien revêtent un faciès calcaro-dolomitique identique à celui du Tithonique-Valanginien de la série de San José. Puis viennent des calcaires à *Orbitolinidae* du Barrémien et de l'Aptien, associés à des dolomies et présentant des intercalations marneuses. Ces calcaires urgoniens sont surmontés par des marnes albo-cénomanniennes.

Dans le chapitre précédent, nous avons déjà étudié le Tithonique-Berriasien de la série d'Ibiza, le Tithonique et le Crétacé inférieur, à faciès calcaire, des séries de San José (Tithonique à Valanginien) et d'Eubarca (Tithonique à Hauterivien); nous nous bornerons donc à examiner successivement :

- Le Crétacé inférieur, à faciès marneux, des séries d'Ibiza et San José.
- le Crétacé inférieur, à faciès urgonien prédominant, de la série d'Eubarca.

* A.—Le Crétacé inférieur, à faciès marneux des séries d'Ibiza et de San José

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) ont signalé les premiers l'existence de Crétacé à Ibiza, notamment celle du Néocomien à faciès marneux.

H. NOLAN (1895) découvrit tous les étages allant du Tithonique au Gault inclus dans un ensemble marneux, où s'intercalent, au Barrémien et à l'Aptien, des formations côtières et récifales. Ces dernières formations sont en fait localisées dans la série septentrionale d'Eubarca.

P. FALLOT et H. THERMIER (1921, 1923) ont cité et décrit (1923) de nombreuses espèces d'Ammonites du Crétacé inférieur; leur étude paléontologique (1923) comporte la description de nouvelles espèces. Ces auteurs ont précisé (1921) l'extension stratigraphique du complexe marneux dans quatre gisements importants (Cala del Jonch, Llibrell, Yondal, Cubells); il s'agit d'une "série crétacée marneuse, continue depuis le Tithonique jusqu'à l'Albien inclus, paraissant être liée aux plus méridionaux des éléments tectoniques dont l'empilement constitue l'île d'Ibiza". Rappelons cependant l'existence du Tithonique-Valanginien à faciès calcaire dans la série de San José.

P. FALLOT (1922) donna une description détaillée de plusieurs affleurements de ce Crétacé à faciès "bathyal". Ses travaux et ceux de NOLAN servent de base à nos connaissances sur le Crétacé d'Ibiza.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) ont observé le Crétacé à faciès marneux dans quelques affleurements; ils notent dans le SW de l'île des indices de passage du faciès marneux au faciès zoogène, notamment à l'Hauterivien.

G. COLOM (1947) décrit les microfaciès revêtus par les sédiments crétacés marneux.

II. Les faciès

Les faciès marneux du Crétacé inférieur sont semblables dans les séries d'Ibiza et de San José. Ce sont des marnes sableuses et micacées, de teinte généralement jaune-verdâtre, mais souvent aussi jaune-clair, jaune-ocre, parfois grises, gris-verdâtre, gris-bleu, gris-noir, brun-jaunâtre, brunes.

Elles alternent avec des marno-calcaires et des calcaires argileux de même teinte, en bancs épais de 20 à 50 cm, à texture souvent feuilletée, à structure fréquemment grumeleuse. Ils sont riches en petits grains de quartz et en paillettes de muscovite. On y observe aussi de rares grains de glauconie; les traces d'oxydes de fer y sont fréquentes.

Des calcaires glauconieux, d'âge albien, gris-foncé à gris-verdâtre, renferment d'abondants grains de glauconie et de nombreux quartz détritiques.

Les marnes et calcaires argileux nous ont surtout livré des Céphalopodes pyriteux, en particulier des Ammonites, ayant permis d'individualiser différents niveaux dans cet ensemble marneux assez uniforme. Les échantillons d'Ammonites que nous avons recueillis ont été aimablement déterminés par M. J. SORNAY.

Les marnes lavées ont fourni, en général, une riche microfaune, avec prédominance de Foraminifères Arénacés et de *Lagenidae*. Les attributions d'âge proposées pour les microfaunes s'appuient, le plus souvent, sur une zonation à base d'Ammonites. L'étude de microfaunes du Crétacé inférieur, provenant du SW de l'île d'Ibiza, a déjà fait l'objet d'une note (Y. RANGHEARD et G. COLOM, 1967) mentionnant en particulier la description d'un genre nouveau de Foraminifères (*Pityusina*), d'espèces et de variétés nouvelles. Une autre note (J. MAGNÉ et Y. RANGHEARD, 1969) est relative à des microfaunes de l'Aptien et de l'Albien d'Ibiza.

L'analyse des minéraux lourds de quelques échantillons de marnes a donné les résultats (en pourcentages) consignés dans le tableau 2.

Les minéraux lourds du Barrémien et de l'Albien sont comparables entre eux et rappellent ceux du Keuper et du Lias. Notons cependant l'apparition timide de staurotide dans le Barrémien, puis dans l'Albien, en particulier dans la série d'Eubarca. Le Barrémien et l'Albien de cette série comportent également quelques minéraux de chloritoïde. Le grenat est rare, mais presque toujours présent. On ne saurait exclure que ces trois derniers minéraux aient été empruntés à un socle métamorphique alors émergé au N de l'île.

III. Les affleurements

L'individualisation des niveaux n'est pas possible lithologiquement: seules les macrofaunes et les microfaunes permettent de les reconnaître. Plusieurs niveaux peuvent évidemment se superposer dans une même coupe. Nous décrirons dans chacun des affleurements qui seront examinés l'ensemble des niveaux représentés.

Les affleurements de Crétacé inférieur apparaissent en série normale ou en série renversée: ils forment le cœur de synclinaux couchés vers le NW, à flanc inverse généralement étiré et laminé.

La répartition des affleurements est indiquée sur la figure 24.

ainsi que des marnes à *Ammobaculites irregulariformis*, *Valvulina* sp., *Margulinopsis djaffaensis*, *Lenticulina* sp., *Marssonella* sp.?, *Spirillina* sp., Ostracodes, débris d'*Aptychus*.

D'autres marnes ont donné :

— (prélèvement en $x = 1034,650$; $y = 487,450$) *Tritaxia pyramidata*, *Tritaxia tricarinata*, *Lenticulina ouachensis ouachensis*, *L. guttata*, *L. münsteri*, *L. eichenbergi*, *Marssonella oxycona*, *Lenticulina tricarinella*, *Citharina* cf. *recta*, *Epistomina* gr. *caracolla*, *Spirillina* sp., *Gaudryna* sp. Age de l'association : Valanginien-Barrémien.

— (prélèvement en $x = 1035,550$; $y = 489,100$) *Spirillina* sp., *Tritaxia pyramidata*, *Lenticulina sternalis*, *L. münsteri*, *Epistomina ornata*, *E. caracolla caracolla*. Age : Hauterivien supérieur-Barrémien inférieur.

Les sédiments marneux sont visibles sur une épaisseur de 50 m environ.

4. CA'N DOMINGO CHOMEU ET CA'N BERRINOLA.

Le Berriasien a déjà été signalé à Ca'n Domingo Chomeu ; le Néocomien y est également représenté dans marnes renfermant : *Pityusina conica*, *Haplophragmium* cf. *neocomianum*, *Pseudonubeculina* cf. *lepida*, *Acruliammina neocomiensis*, *Ammobaculites* cf. *irregulariformis*, *A.* cf. *subcretaceous*, *Marssonella oxycona*, *Tritaxia pyramidata*, *T. macfadyeni*, *T. tricarinata*, *Lenticulina macrodisca*, *Epistomina* sp.

Nous avons pu reconnaître dans des marnes de Ca'n Berrinola (versant ouest de Serra de Truntoy) — outre le Tithonique — la présence de Crétacé inférieur. Des marnes nous ont en effet montré : *Dentalina* sp., *Patellina* sp., *Citharina* cf. *recta*, *Pityusina conica*, *Bulbophragmium aequale*, *Haplophragmium* cf. *neocomianum*, *Flabellamina stadthageni*, *Tritaxia pyramidata*, *T. macfadyeni*, *T. tricarinata*, *Marssonella oxycona*, *Marssonella* cf. *trochus*, *Lenticulina eichenbergi*, *L. macrodisca*, *Epistomina ornata*, *E. caracolla caracolla*, Ostracodes. Cette association indique le Néocomien.

5. PUIG D'EN CARDONA.

Nous avons déjà indiqué la présence de Crétacé dans des marnes et des calcaires argileux constituant l'essentiel de cette colline.

Une coupe effectuée depuis la base de la colline (en $x = 1035,400$; $y = 490,325$) jusqu'au sommet (fig. 30) nous a permis de recueillir les fossiles consignés dans le tableau 3 (gisements PCa, PCb, PCc, PCd, PCE, PCf).

Le gisement PCa renferme des Bélemnites d'âge néocomien ; il se situe probablement à la limite de l'Hauterivien et du Barrémien, car l'espèce *Hol-*

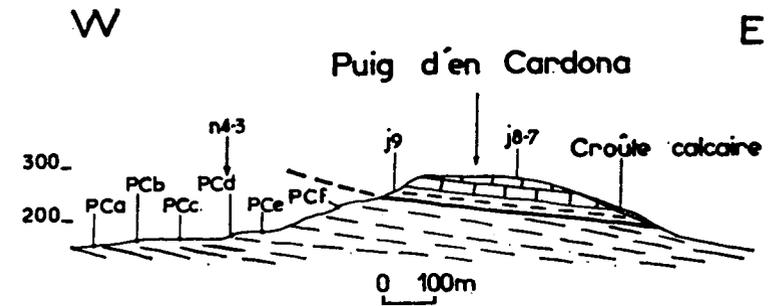


Fig. 30.—Coupe du Puig d'en Cardona.

n4-3: calcaires argileux et marnes du Crétacé inférieur (Hauterivien supérieur-Barrémien); j9: calcaires argileux et marnes tithoniques; j8-7: calcaires en dalles kimméridgiens (s. l.); PCa à PCf: gisements fossilifères.

Tableau 3.—Fossiles recueillis au Puig d'en Cardona par Y. RANGHEARD (gisements PCa à PCf) et par E. N. SPIKER.

	PCa	PCb	PCc	PCd	PCE	PCf	Coll. SPI-KBR
Brachiopodes:							
<i>Terebratula dutempleana</i>							+
" <i>Terebratula</i> " <i>pseudojurensis</i>			+				
" <i>Terebratula</i> " sp.				+			
<i>Terebratula salevensis</i>	+		+		+		
<i>Terebratula russillensis latifrons</i>			+				
<i>Terebratula moutoniana</i>							+
Lamellibranches:							
<i>Plicatula placunea</i>							+
Ammonites:							
<i>Phylloceras infundibulum</i>							+
<i>Phylloceras morelianum</i>							+
<i>Phylloceras tethys</i>							+
<i>Phylloceras</i> sp.		+	+				
<i>Phyllopachyceras eichwaldi</i>							+
<i>Phyllopachyceras rouyanum</i>							+
<i>Phyllopachyceras serum</i>							+
<i>Phyllopachyceras</i> sp. ex gr. <i>prendeli</i>			+				
<i>Phyllopachyceras</i> cf. <i>prendeli</i>		+					

	PCa	PCb	PCc	PCd	PCe	PCf	Coll. SPI- KER
Phyllopachyceras sp. ex gr. baborense		+				+	
Phyllopachyceras sp.						+	
Holcophylloceras late-umbilicatum			+				
Neolissoceras grasianum			+			+	
Protetragonites quadrosulcatus						+	+
Lytoceras sp.						+	
Salfeldiella gracile			+				
Emericiceras sp.			+	?			
Crioceratites (Emericiceras) barremense.....		+					+
Crioceratites emERICI						+	+
Toxoceras sp.		+	+			+	
Toxoceras cf. ensis			+				
Dissimilites cf. dissimilis		+					
Dissimilites sp.		+					
Heteroceras sp.			+				
Pseudothurmannia sp. ex gr. mortilleti			+			+	
Pseudothurmannia cf. mortilleti			+			+	
Pseudothurmannia catulloi			+				
Pseudothurmannia cf. catulloi			+				
Pseudothurmannia angulicostata						+	+
Pseudothurmannia sp.			+			+	
Barremites sp. ex gr. strettostoma			+			+	+
Barremites cf. strettostoma		+					+
Barremites sp. ex gr. vocontium			+				
Barremites sp. ex gr. difficile			+				
Barremites sp. ex gr. gouxi			+				
Barremites cf. seguenzae			+			+	
Barremites sp.		+	+	?	+	+	
Puzosia angladei						+	
Puzosia cf. angladei						+	
Puzosia cf. getulina		+					+
Puzosia sp.				?			+
Melchiorites cf. ouachensis			+				
Melchiorites cf. nabdalsa			+				
Spitidiscus querolensis		+	+			+	+
Spitidiscus douvillei			+			+	+
Spitidiscus alcoyensis			+				
Spitidiscus cf. alcoyensis			+				
Spitidiscus sp. ex gr. druentiacus			+				
Spitidiscus sp. ex gr. rotula			+				
Spitidiscus intermedius							+
Spitidiscus sp. ex gr. sfaensis			+				
Spitidiscus sp.	+		+				
Holcodiscus sp. ex gr. evolutus	+	+	+			+	
Holcodiscus sophonisba		+					

	PCa	PCb	PCc	PCd	PCe	PCf	Coll. SPI- KER
Pulchellia cuachensis			+				
Pulchellia sp. ex gr. hoplitiformis		+					
Pulchellia cf. hoplitiformis		+					
Pulchellia sp. ex gr. provincialis		+					
Hemihoplites sp. ex gr. astarte			+				
Hemihoplites cf. astarte		+					
Acanthoplites onoceroides							+
Hemitetragonites sp.			+				
Neocomites neocomiensis							+
Neocomites sp.							+
Hamites attenuatus							+
Hamites rotundus							?
Hamulina boutini							?
Hamulina sp.			?				
Bochianites neocomiensis							?
Silesites interpositus							+
Silesites seranosis balearensis							+
Silesites seranosis interpositus							+
Kilianella sp.							+
Pictetia astieriana							?
Toxoceras honnoratianus							+
Toxoceras annularis							?
Toxoceras duvalianus							+
Toxoceras obliquatus							+
Toxoceras sp.							+
Leptoceras sp.			+				
Kabylites superstes			+				
Kabylites sp.			?				
Bélemnites:							
Duvalia grasi							+
Duvalia (Pseudoduvalia) polygonalis	+						
Duvalia cf. dilatata	+						
Duvalia sp.	+						
Neohibolites semicanaliculatus							+
Hibolites cf. subfusiformis	+						
Hibolites cf. pistilliformis	+						
Echinodermes:							
Cidaris alpina	+						
Toxaster sp.	?						

codiscus evolutus est barrémienne. L'espèce *Terebratula salevensis* a une extension comprise entre l'Hauterivien et l'Aptien.

Les Ammonites récoltées dans les gisements PCb, PCc, PCe, PCf indiquent un âge barrémien inférieur, à l'exception des représentants du genre *Heteroceras* (gisement PCc) qui datent du Barrémien supérieur. Ce Barrémien supérieur correspondrait au cœur d'un synclinal couché vers le NW.

E. N. SPIKER rapporte au Barrémien et à l'Aptien les fossiles qu'il a recueillis au Puig d'en Cardona.

Des marnes prélevées en PCa, PCc, PCe ont donné, après lavages :

— PCa: *Tritaxia pyramidata*, *Citharina recta*, *Lenticulina nodosa*, *L. münsteri*, *Epistomina ornata*, *E. caracolla caracolla*, *Spirillina* sp., *Globigerina* cf. *infracretacea*.

— PCc: *Pityusina conica*, *Ammobaculites* cf. *irregulariformis*, *Marssonella oxycona*, *Tritaxia pyramidata*, *T. tricarinata*, *Triplasia emslandensis*, *Marginulinopsis ebusitanus*, *Citharina cristellarioides*, *Frondicularia hastata hastata*, *Lenticulina saxonica bifurcilla*, *L. ouachensis ouachensis*, *L. münsteri*, *L. eichenbergi*, *Marginulinopsis djaffaensis*, *Epistomina* sp., *Spirillina* sp., Ostracodes.

— PCe: *Lenticulina guttata*, *L. saxonica bifurcilla*, *L. ouachensis ouachensis*, *L. eichenbergi*, *Epistomina* cf. *caracolla caracolla*, *Epistomina* sp., *Citharina* cf. *recta*, *Triaxia* sp., *Spirillina* sp., Ostracodes.

Les calcaires argileux ont montré des *Nannoconus* en lames minces.

Au pied sud-est de la colline, à Ca'n Cardona (x = 1036,500; y = 489,525) des marnes nous ont livré des Lamellibranches: *Arctostreon latissimum* (Barrémien et Aptien), des Ammonites: *Olcostephanus hispanicus* (Hauterivien supérieur) et des Bélemnites: *Duvalia* cf. *graziana* (Barrémien et Aptien).

Nos récoltes ont donc permis de découvrir l'Hauterivien (dans PCa et à Ca'n Cardona), de reconnaître le Barrémien (dans les gisements PCa à PCf et à Ca'n Cardona). Les sédiments crétacés atteignent ici près de 150 m d'épaisseur.

6. PUIG D'EN PICA FERRO.

Cette petite colline, située à l'E du km 6 de la route allant d'Ibiza à Santa Eulalia, est coiffée de calcaires du Jurassique supérieur, surmontant en contact anormal, des marnes et des calcaires argileux du Crétacé inférieur.

Ces derniers nous ont livré, au NW de la colline, des Ammonites pyri-

teuses probablement de l'Hauterivien supérieur: *Subsaynella sayni*?, *Neolissoceras* sp., *Spitidiscus* sp., *Phyllopachyceras rouyanum*.

U. HAANSTRA (1935, p. 48) y a récolté des fossiles d'âge hauterivien-barrémien.

Plus au N, au NW et au NE du km 7 de la route Ibiza-Santa Eulalia, des tuileries exploitent des marnes et des marno-calcaires jaune-verdâtre, à fragments d'Ammonites indéterminables. Ces marnes ont montré: *Lenticulina macrodisca*, *L. tricarinella*, *L. crepidularis*, *Spiroplectinata annectens*, *Lenticulina tricarinella*, *Globorotalites* (*Conorotalites*) gr. *bartensteini*, *Spirillina* sp., *Gavelinella* sp., *Hedbergella* sp.?, Ostracodes, probablement de l'Aptien-Albien.

Des marnes du Crétacé inférieur prélevées au S de Montes Tancas (x = 1047,350; y = 498,300) et à Ca'n Es Puig (x = 1048,050; y = 496,425) nous ont donné :

— (Montes Tancas) *Tritaxia* sp., *Marssonella oxycona*, *M.* cf. *trochus*, *Patellina subcretacea*, *Spirillina* sp., *Citharina* cf. *recta*, Ostracodes.

— (Ca'n Es Puig) *Lenticulina tricarinella*, *Lenticulina* sp., *Marginulinopsis djaffaensis*, *Citharina* cf. *recta*, *Marginulina* sp., *Dentalina* sp., *Epistomina* gr. *caracolla*, *Spirillina* sp.

7. LLIBRELL.

Le Crétacé inférieur affleure sur plus de 150 m d'épaisseur dans des marnes et calcaires argileux (fig. 31, termes 2 à 5), supportant, en série renversée, des calcaires kimméridgiens s. l. (terme 1) plissotés dans le détail.

Nous y avons déjà mentionné la présence de Berriasien (terme 2).

Nous avons récolté les fossiles suivants :

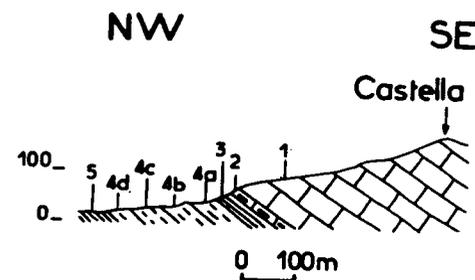


Fig. 31.—Coupe schématique de Llibrell.

1: calcaires en dalles du Kimméridgien (s. l.); 2 à 5: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur (Berriasien à Aptien), en série inverse.

— (Niveau 4a) "*Terebratula*" sp. aff. *dutempleana*, *Phylloceras* sp., *Holcodiscus* sp. ?, *Spitidiscus* sp., *S.* cf. *darderi*, *Almohadites* cf. *camelinus*. Il s'agit de Barrémien inférieur. Les marnes lavées ont donné: *Tritaxia pyramidata*, *T. tricarinata*, *Robulus* sp.

— (Niveau 4b) "*Terebratula*" cf. *depressa*, *Phyllopachyceras* sp., *Hypophylloceras* sp., *Neolissoceras grasianum*, *Protetragonites quadrisulcatum*, *Olcostephanus hispanicus*, *Crioceratites* sp. ex gr. *duvali*, *Bochianites* sp., *Simbirskites* sp., *Barremites gouxi*, *Barremites* sp., *Hibolites* cf. *pistilliformis*. Cette association date de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur.

— (Niveau 4c) "*Terebratula*" *russillensis latifrons*, "*T.*" sp. aff. *valdensis*, "*T.*" sp. aff. *capillata*, *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras* sp. ex gr. *baborensis*, *P.* aff. *eichwaldi*, *P.* cf. *prendeli*, *Almohadites camelinus*, *Holcodiscus geronimae*, *H.* sp. ex gr. *sophonisba*, *Holcodiscus* sp., *H.* sp. juv. cf. *perezi*, *Silesites ebusitanus*, *Spitidiscus* sp., *Pulchellia compressissima*, *P.* cf. *sauvageaui*, *P.* sp. ex gr. *pulchella*, *Leptoceras* cf. *assimile*, *Leptoceras* sp. in SAYN 1890, *Barremites* cf. *strettostoma*, *B.* cf. *gouxi*, *Crioceratites* (*Emericiceras*) sp., *Psilotissotia* sp. ?, *Duvalia* cf. *graziana*, *Duvalia* cf. *binervia*, *Hibolites pistilliformis*, *Curtohibolites* sp. ?, *Pseudodiadema bourgueti* (Valanginien à Barrémien). Les Ammonites et les Bélemnites indiquent un âge barrémien inférieur.

— (Niveau 4d) "*Terebratula*" sp., *Phyllopachyceras* sp., *P.* cf. *baborensis*, *Pseudothurmannia* cf. *catulloi*, *Spitidiscus* sp., *S. darderi*, *Leptoceras* sp., *Kabylites* sp. ?, *Pulchellia sauvageaui* ?, *Silesites* cf. *ebusitanus*, *Hemitetragonites* sp., *Holcodiscidae* ?, *Duvalia* cf. *graziana* (Barrémien ou Aptien). D'après les Ammonites, il s'agit de Barrémien inférieur. Les marnes renferment *Tritaxia pyramidata*, *Lenticulina* cf. *gaultina*, *Ticinella* sp.

Les eaux de ruissellement ont probablement transporté des fossiles du niveau 3 (Néocomien, d'après P. FALLOT) vers les niveaux sous-jacents, ce qui expliquerait la présence dans cet ensemble (terme 4) — où prédominent les espèces barrémiennes — d'Ammonites hauteriviennes (niveau 4b).

P. FALLOT (1922, p. 131), seul ou avec H. TERMIER (1921, 1923), mentionne une faune ayant permis de reconnaître le Valanginien (auquel est rapporté, ainsi qu'à l'Hauterivien, le terme 3 de la figure 31), l'Hauterivien, le Barrémien et l'Aptien (correspondant au niveau 5 de la figure 31).

La série marneuse est donc continue du Barrémien à l'Aptien.

De nombreux échantillons de marnes crétacées provenant de la région comprise entre Ibiza et Santa Eulalia nous ont surtout montré, après lavages :

Tritaxia pyramidata, *Bulbophragmium aequale*, *Ammobaculites* sp., *Pityu-sina comica*.

Sur le versant NW de Ribas, des marnes visibles sur 30 m d'épaisseur nous ont donné (en $x = 1050,525$; $y = 502,1$): *Barremites* sp. (Hauterivien supérieur-Barrémien), *Tritaxia* cf. *pyramidata*, *Epistomina caracolla caracolla*. Des marnes prélevées en $x = 1051,225$; $y = 501,0$ ont montré une association aptienne comprenant *Epistomina colomi*, *Margmulinopsis djaffaensis*, *Lenticulina* sp., *Dentalina* sp., *Tritaxia* sp., *Spirillina* sp., *Hedbergella* sp., Coprolithes, Ostracodes.

8. FURNÁS.

Dans les marnes qui supportent, en contact anormal, les calcaires du Jurassique supérieur de Furnás (fig. 79), et dans lesquelles nous avons déjà signalé la présence de Berriasien, nous avons découvert, en $x = 1050,050$; $y = 507,675$, une faunule d'âge barrémien, comprenant: *Phylloceras* sp., *Neolissoceras grasianum*, *Barremites* sp., *Leptoceras* sp., *Almohadites camelinus*, *Costidiscus* sp.

A l'E de Furnás (en $x = 1050,9$; $y = 507,2$) des marnes ont donné: *Lenticulina* sp., *Hedbergella trochoidea*, *Globigerinelloides* cf. *algeriana*, Ostracodes. Il s'agit probablement d'Aptien.

9. SA MOLA, PUIG DE S'AGUILA, P. D'EN BLAY.

Les calcaires du Jurassique supérieur, coiffant les sommets de ces collines surmontent, en contact anormal, des calcaires argileux et des marnes tithoniques et crétacées, plissés en un synclinal couché vers le NW (fig. 80, 81).

Au N de Sa Mola nous avons découvert un gisement fossilifère (en $x = 1051,9$; $y = 509,325$) à: *Phylloceras* sp., *Hypophylloceras* sp., *Neolissoceras grasianum*, *Olcostephanus* sp., *O. hispanicus*, *Crioceratites* (*Emericiceras*) sp., *Subsavnella sayni*, *Spitidiscus* cf. *darderi*, *S.* sp. ex gr. *incertus*, *S.* cf. *incertus*, *Hemitetragonites* sp. ?, *Duvalia* cf. *dilatata*. Il s'agit d'Hauterivien supérieur. Les calcaires argileux renferment de nombreux *Nannoconus*.

H. NOLAN a recueilli au Puig de S'Aguila les fossiles suivants, caractérisant l'Albien: *Phylloceras* sp., *Douvilleiceras mamillatum*, *Ostlingoceras puzosianum*, *Desmoceratites latidorsatum*, *Panopaea plicata*, *P. prevosti*.

Sur le versant nord du Puig d'en Blay, deux nouveaux gisements fossilifères nous ont livré :

— (en $x = 1054,525$; $y = 510,700$) *Cardiopelta oblonga*, *Disaster subelongatus*, Oursins d'âge valanginien.

— (en $x = 1054,725$; $y = 510,575$) *Musculina sanctaerucis* (Brachiopode de l'Hauterivien-Barrémien), *Phylloceras* sp., *Olcostephanus* sp., *O. hispanicus*, *O.* sp. ex gr. *sayni*, *Leopoldia* sp. ?, *Spitidiscus* sp. ex gr. *darderi*, *Cidaris* cf. *ryzacantha* (Néocomien supérieur). Les Ammonites indiquent un âge hauterivien.

10. ATALAYA DE SAN VICENTE.

Sur le versant ouest de ce relief, des marnes et des calcaires argileux crétacés et tithoniques font suite, en série renversée, aux calcaires kimméridgiens s. l. (fig. 82). Nous y avons recueilli, en $x = 1053,325$; $y = 511,750$: *Hypophylloceras* sp., *Phylloceras* sp. ex gr. *tethys*, *Partschiceras* sp., *Barremites* sp., *B.* aff. *strettostoma*, *B.* cf. *monicae*, *B.* sp. ex gr. *gouxii*, *Hemihoplites astarte*, *H.* sp. ex gr. *heberti*, *Heteroceras* sp., *Melchiorites* sp., *M.* cf. *nabdalsa*, *M.* sp. ex gr. *ouachensis*, *Hemitetragonites* sp., *Silesites* cf. *interpositus*, *Macroscaphites* cf. *striatisulcatus*. Cette association indique le Barrémien.

H. NOLAN a récolté des fossiles crétacés vers San Vicente et au flanc de l'Atalaya; P. FALLOT (1922, p. 101 et 129) les a étudiés et a reconnu des espèces se rapportant aux niveaux suivants: Valanginien moyen, Hauterivien, Barrémien et Aptien.

U. HAANSTRA cite *Phyllopachyceras rouyanum* ?, *Puzosia angladei* ?, *P. ibrahim*, *Uhligella boussaci*, *Crioceras* sp., *Neohibolites semicanaliculatus*, *Duvalia grasi*, *Terebratula russilensis* ? D'après cet auteur, l'Albien serait représenté par *Puzosia furnitana*, *Desmoceras latidorsatum*, *Scaphites hugardianus* ?

La série marneuse se montre continue depuis le Tithonique jusqu'à l'Albien; elle affleure sur plus de 100 m d'épaisseur dans le flanc inverse, probablement étiré, du synclinal couché.

11. CALA DEL JONCH.

Des marnes et des calcaires argileux crétacés se rattachant au synclinal couché de l'Atalaya de San Vicente affleurent à la Cala del Jonch, ainsi que dans les petites baies plus méridionales.

P. FALLOT (1922, p. 129) et H. TERMIER (1921, 1923) signalent des Ammonites du Néocomien, du Barrémien, de l'Aptien et de l'Albien.

U. HAANSTRA (1935, p. 36) mentionne une faune d'âge néocomien à albien.

Nous avons recueilli à la Cala del Jonch: *Terebratula moutoniana*, *Phyllopachyceras* cf. *rouyanum*, *Beudanticeras* sp. ex gr. *revoili*, *B.* sp. ex gr. *dupinianum*, *Desmoceras latidorsatum*, *Phylloceras velledae*, *Puzosia mayoriana*, *P.* cf. *kilianiformis*, *P.* cf. *ibrahim*, *Uhligella boussaci*, *U.* sp. ex gr. *re-*

bouli, *Neosilesites balearensis*, *Hamites* sp., *Ptychoceras* sp., *Hemihoplitidae*. L'association des Ammonites date de l'Aptien supérieur-Albien.

Dans une baie plus méridionale, des marnes nous ont donné (en $x = 1056,450$; $y = 511,900$) des Bélemnites du Valanginien ou de l'Hauterivien: *Duvalia dilatata*, *D.* cf. *dilatata*, *D.* cf. *lata*.

Ainsi, dans la série d'Ibiza, le complexe marneux s'étend du Berriasien à l'Albien; il atteint près de 200 m d'épaisseur.

B) Série de San José.

Les marnes et les calcaires argileux du Crétacé font immédiatement suite aux calcaires du Tithonique-Valanginien; nous retrouverons donc ces faciès marneux dans les coupes continues que nous avons déjà décrites en étudiant le Tithonique-Valanginien calcaire de cette série.

1. YONDAL.

Le versant ouest de la Punta Yondal fournit, le long du rivage, une très bonne coupe du Crétacé inférieur. Nous y avons relevé la superposition suivante, en série renversée, de bas en haut morphologiquement (fig. 32).

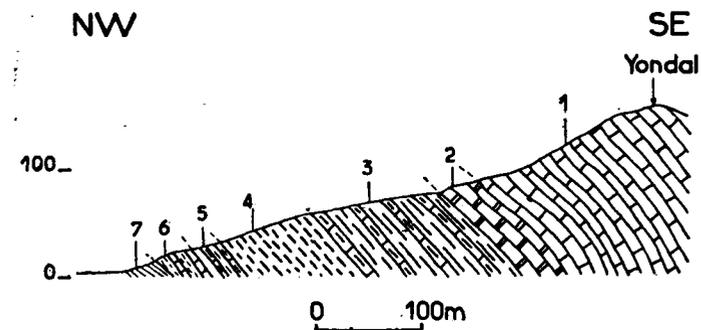


Fig. 32.—Coupe schématique de Yondal.

1: Kimméridgien (s. l.); 2: Tithonique-Valanginien; 3 à 7: Hauterivien à Albien. Les faciès correspondants sont indiqués dans le texte.

- 7. Calcaires argileux gris et jaune-verdâtre, en bancs réguliers de 20 à 50 cm d'épaisseur, avec intercalations de marnes bleues à gris-noir, visibles sur 30 m d'épaisseur. Pendage: 30° ESE.
- 6. Calcaires clairs séparés par des marnes jaunes et gris-bleu. 25 m environ. Pendage: 60°70° E.
- 5. Marno-calcaires gris et jaune-verdâtre alternant avec des calcaires argileux de même teinte. 25 m environ.

- 4. Marnes gris-noir. 80 m.
- 3. Marno-calcaires gréseux brun-jaunâtre, en bancs de 20 à 50 cm d'épaisseur, alternant avec des marnes grises. 100 m. Pendage: 50°-60° ESE. Plissotements des assises.
- 2. Calcaires brun-jaunâtre, légèrement argileux, alternant avec des marnes noires micacées. 30 m. Tithonique-Valanginien.
- 1. Calcaires compacts en dalles, noirâtres. Kimméridgien s. l.

Cette coupe confirme dans l'ensemble les observations de P. FALLOT (1922, p. 131).

Les marnes et marno-calcaires des niveaux 4 à 7 ont livré les fossiles suivants (1):

— Niveau 4. *Arctostreon latissimum* (Barrémien- Aptien), *Phyllopachyceras rouyanum* (F., R.), *P. gr. baborense* (R.), *Phylloceras infundibulum* (F.), *P. prendeli* (F.), *Holcophylloceras* (*Salfeldiella*) sp. (R.), *Barremites difficile* (F.), *B. subdifficile* (F.), *P. psilostoma* (F.), *B. cf. strettostoma* (R.), *B. cf. gouxi* (R.), *B. seguenzae* (F., R.), *Puzosia angladei* (F.), *Pseudothurmannia angulicostata* (F.), *Pseudothurmannia* sp. (R.), *Leptoceras* sp. (R.), *L. cf. assimile* (F.), *Hamulina boutini* (F.), *Pulchellia ouachensis* (F.), *P. cf. pulchella* (R.), *Psilotissotia cortazari* (F.), *Hemitetragonites* sp. (R.), *Sptidiscus douvillei* (R.), *S. querolensis* (R.), *S. darderi* (R.), *S. gr. rotula* (R.), *S. cf. alcoyensis* (R.), *Holcodiscus* sp. (R.), *Almohadites camelinus* (R.), *Duvalia grasi* (F.), *Hibolites cf. jaculum*. Cette association caractérise le Barrémien.

— Niveau 5. *Pseudothurmannia angulicostata* (F.) (abondante).

— Niveau 6 (Faune récoltée par P. FALLOT). *Phylloceras tethys*, *Lytoceras* sp., *Macroscaphites yvani striatisulcatus*, *Ptychoceras laeve*, *Hamulina* sp., *Barremites strettostoma*, *B. subdifficile*, *Uhligella monicae*, *Silesites seranonis interpositus*, *B. ebusitanus*, *Pseudothurmannia angulicostata*, *Deshayesites deshayesi*, *D. gr. weissi-consobrinus*, *Chelonicerias martini*, *Toxoce- ras* sp., *Neohibolites semisulcatus minor*, *N. aptiensis strombeckiformis*, *Mesohibolites josephinae*. P. FALLOT attribue cette faune au passage du Barrémien à l'Aptien.

— Niveau 7. *Chelonicerias* sp. (R.), *Parahoplites* sp. (R.), *Macroscaphites* sp. (R.), *Phyllopachyceras rouyanum* (F.), *P. guettardi* (F.), *Deshayesites deshayesi* (F.), *Neohibolites semicanaliculatus* (F.). Il s'agit d'Aptien.

(1) Les initiales de P. FALLOT et les nôtres indiquent l'observateur qui a trouvé les fossiles.

Le niveau 3 doit correspondre à l'Hauterivien (et peut-être au Valanginien supérieur).

D'après P. FALLOT (1922, p. 132 et 133), la collection NOLAN renferme des fossiles provenant de Yondal et se rapportant au Valanginien (?), à l'Hauterivien, au Barrémien, à l'Aptien et au "Gault". Le "Gault" serait daté par *Phylloceras velleidae*, *Hammites attenuatus*, *Beudanticeras cf. revoili*, *Latidorsella latidorsata*.

E. N. SPIKER (1935, p. 23) a recueilli à l'W de Yondal quelques fossiles du Crétacé inférieur.

Ainsi, la série marneuse serait continue depuis l'Hauterivien (peut-être aussi du Valanginien supérieur) jusqu'au "Gault". Sa puissance atteint 250 m environ.

2. SERRA DE SA GOVA SANTA.

Une coupe effectuée à l'extrémité SW de cette colline montre (fig. 33) des calcaires noirâtres kimméridgiens (j8-7) s'appuyant sur des marnes et calcaires argileux crétacés (n4-3); il s'agit de marnes jaune-verdâtre à bru-

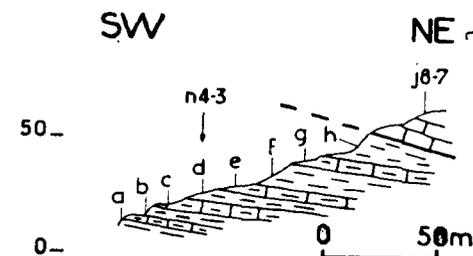


Fig. 33.—Coupe schématique de l'extrémité SW de la Serra de Sa Gova Santa.

n4-3: calcaires argileux et marnes du Crétacé inférieur à gisements fossilifères (a à h) (Hauterivien supérieur à Barrémien supérieur); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien (s. l.).

nes, alternant avec des calcaires argileux finement feuilletés, jaune-verdâtre, en bancs épais de 30 à 40 cm, affleurant sur 60 m environ d'épaisseur.

Nous y avons recueilli (gisements a à h) plus de mille fossiles pyriteux se rapportant aux espèces consignées dans le tableau 4.

Le niveau a contient des Ammonites d'âge hauterivien terminal ou barrémien basal. Les niveaux b, c, d renferment des Ammonites du Barrémien basal. D'après les associations d'Ammonites, le niveau e date de l'Hauterivien terminal ou du Barrémien basal, le niveau f du Barrémien inférieur,

Tableau 4.—Fossiles recueillis à l'extrémité SW de la Serra de Sa Cova Santa.

	a	b	c	d	e	f	g	h
Brachiopodes:								
"Terebratula" pseudojurensis	+							
"Terebratula" sp. aff. valdensis		+						
Terebratula salevensis		?						
"Terebratula" cf. depressa		+						
"Terebratula" sp.						+		
Musculina sanctaerucis			+					
Ammonites:								
Phyllopachyceras sp.							+	+
Phyllopachyceras cf. winckleri	?							
Phyllopachyceras gr. rouyanum-baborensis	+							
Phyllopachyceras ex gr. winckleri ...					+			
Phyllopachyceras rouyanum					+		+	
Phyllopachyceras cf. rouyanum				+		+	+	
Neolissoceras grasianum	+				+			
Neolissoceras cf. grasianum						+		
Holcodiscus sp. ex gr. evolutus.....	+	+	+	+				
Barremites sp. ex gr. strettostoma....		+	+	+	+	+		+
Barremites cf. strettostoma							+	
Barremites gouxi	+	+	+					?
:Barremites sp. ex gr. difficile								?
Barremites cf. seguenzae	+						+	+
Barremites sp.	+							+
Spitidiscus alcoyensis					+	+		
Spitidiscus cf. sfaensis				+	+			
Spitidiscus sp. ex gr. darderi					+			
Spitidiscus ex gr. douvillei						+		
Spitidiscus querolensis						+		
Spitidiscus cf. querolensis							+	
Spitidiscus sp.					+			
Crioceratites (Emericiceras) sp.	+	+						
Psilotissotia aff. mariolae	+							
Hemitetragonites sp.	+							
Valdedorsella sp.	+							
Pseudothurmannia sp. ex gr. edouardi.	+	+	+					
Pseudothurmannia aff. catulloi		+	+					
Pseudothurmannia aff. mortilleti			+	+				
Hamulina sp.			+		?			
Pseudothurmannia cf. mortilleti					+			
Leptoceras sp.					?		+	+
Melchiorites sp.			+		+			
Melchiorites sp. ex gr. ouachensis ...		+						
Heteroceras sp.								+

	a	b	c	d	e	f	g	h
Pulchellia sp. gr. ouachensis							+	+
Pulchellia cf. cirtae							+	
Bélemnites:								
Duvalia cf. dilatata	+							
Duvalia cf. graziana			+				+	
Hibolites cf. subfusiformis						+		
Echinodermes:								
Rachiosoma aquitanicum	+							
Cidaris alpina		+						

le niveau g du Barrémien inférieur ou moyen, le niveau h du Barrémien supérieur.

E. N. SPIKER (1935, p. 54) mentionne quelques espèces d'Ammonites et de Bélemnites.

Les macrofaunes indiquent donc que les marnes créacées sont ici en série normale. Elles appartiennent probablement au flanc normal d'un synclinal couché; le flanc inverse aurait été fortement étiré et ne serait plus représenté que par des calcaires kimméridgiens (j8-7).

Des marnes ont montré, après lavages :

— Niveau a : *Citharina cristellarioides*, *Frondicularia hastata hastata*, *Lenticulina ouachensis ouachensis*, *L. münsteri*, *L. eichenbergi*, *Epistomina ornata*, *Lenticulina tricarinnella*, *Dorothia* cf. *trochus*, débris d'*Aptichus*, Ostracodes.

— Niveau b : *Tritaxia pyramidata*, *Lenticulina münsteri*, *L. ouachensis ouachensis*, *Epistomina* aff. *colomi*, *Marginulinopsis* aff. *djaffaensis*, Ostracodes.

— Niveau d : *Pityusina conica*, *Bulbophragmium aequale*, *Ammobaculites* cf. *irregulariformis*, *Tritaxia pyramidata*, *T. tricarinnata*, *Triplasia emslandensis*, *Lenticulina heiermanni*, *L. ouachensis planularioides*, *L. ouachensis ouachensis*, *Lenticulina* cf. *kugleri*, *Lenticulina* sp., *Epistomina* sp., *Lenticulina tricarinnella*, *Marginulina* sp., *Marginulinopsis* cf. *djaffaensis*, *Vaginulina* cf. *kochii*, *Citharina recta*.

— Niveau f : *Tritaxia pyramidata*, *Triplasia emslandensis*, *Lenticulina tricarinnella*, *Frondicularia hastata hastata*, *Lenticulina crepidularis*.

— Niveau h : *Tritaxia pyramidata*, *Triplasia emslandensis*, *Epistomina ornata*, Ostracodes.

Cette microfaune indique, dans l'ensemble, un âge hauterivien-barrémien inférieur.

Le Crétacé affleure aussi dans le ravin situé à la base du versant sud-est de cette colline; il s'agit de marnes et de calcaires argileux reposant en contact anormal sur des dolomies du Lias-Dogger. Nous y avons découvert un gisement fossilifère ($x = 1034,525$; $y = 488,550$) renfermant des Ammonites pyriteuses, à savoir: *Olcostephanus* sp. (Valanginien-Hauterivien inférieur), *Hypophylloceras* sp., *Phyllopachyceras* sp. ex gr. *baborensis*, *Spitidiscus alcoyensis*, *S.* cf. *querolensis*, *Holcodiscus evolutus*, *H.* aff. *nicklesi*, *Crioceratites (Emericiceras)* sp., *Pseudothurmannia* sp. ex gr. *edouardi*, *P.* cf. *catulloi*, *Pseudothurmannia* sp., *Barremites* cf. *strettostoma*, *B.* cf. *gouxi*, *B.* cf. *vocontium*, *Leptoceras* sp. ?, *Duvalia* cf. *dilatata*, *D.* cf. *binervia*. Les Ammonites, à l'exception de la première forme citée, datent du Barrémien inférieur. Les Bélemnites indiquent un âge valanginien-hauterivien ou barrémien inférieur.

Sur le versant nord de la colline, des marnes jaunes et brunes font suite, en série renversée, à des calcaires tithoniques-valanginiens. Des marnes prélevées en $x = 1033,925$; $y = 489,925$ nous ont montré: *Lenticulina prae-gultina*, *L. münsteri*, *L. macrodisca*, association de l'Hauterivien-Barrémien.

3. PUIG REDÓ.

A la suite des affleurements de calcaires tithoniques-valanginiens constituant l'essentiel de cette colline (fig. 27) viennent, en série renversée, des marnes et des calcaires argileux jaune-verdâtre.

Un gisement fossilifère rencontré dans des marnes, en $x = 1032,750$; $y = 488,250$, nous a donné la faune barrémienne suivante: *Phylloceras* sp., *P.* sp. ex gr. *tethys*, *Partschiceras* sp. ex gr. *eichwaldi*, *Pseudothurmannia mortilleti*, *P.* cf. *angulicostata*, *Holcodiscus evolutus*, *Hemihoplites* sp. ex gr. *astarte*, *Pulchellia ouachensis*, *Spitidiscus* sp., *Leptoceras* sp., *Kabylites* sp. ?, *Hamulina* sp. ?, *Barremites* cf. *monicae*, *B.* cf. *gouxi*.

Un autre gisement découvert dans des marnes sableuses, en $x = 1032,725$; $y = 490,055$, nous a livré une faune également barrémienne: *Hyporbulites* sp., *Spitidiscus* sp., *S.* cf. *alcoyensis*, *S. douvillei*, *S. querolensis*, *S.* gr. *rotula*, *S.* sp. ex gr. *druentiacus*, *Barremites* sp., *B.* cf. *strettostoma*, *Leptoceras* sp., *Crioceratites (Emericiceras)* sp., *Hamulina* sp. ?, *Pulchellia (Nicklesia)* sp., *Olcostephanus* sp. ?, *Duvalia* cf. *graziana*.

Des marnes nous ont donné (en $x = 1032,575$; $y = 489,850$) des Bélemnites du Valanginien-Hauterivien: *Duvalia* aff. *dilatata*, *Hibolites* cf. *cristatus* var. *depressirostris*.

4. SA CAIXOTA.

Nous avons déjà signalé dans cette région (fig. 28) la disposition des couches en un synclinal couché vers le NW; le cœur en est constitué à Sa Caixota par des marnes et des calcaires argileux du Crétacé inférieur. Nous y avons recueilli des fossiles à différents niveaux (fig. 34):

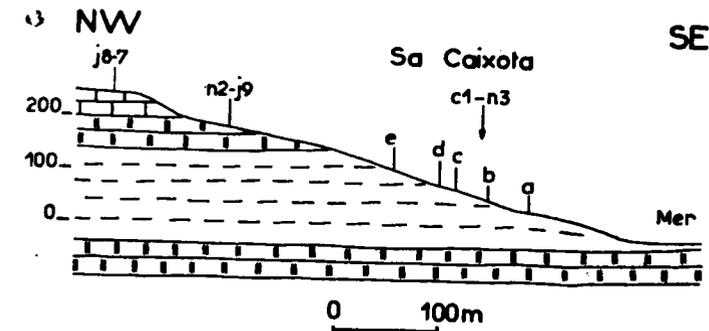


Fig. 34.—Coupe de Sa Caixota.

c1-n3: calcaires et marnes du Crétacé inférieur, à gisements fossilifères (a à e: Hauterivien ? à Clansayésien); n2-j9: calcaires tithoniques-valanginiens; j8-7: calcaires kim-méridgiens s. l.

— a. *Phylloceras* sp., *Holcodiscus* sp. gr. *evolutus*, *H.* sp. gr. *nicklesi*, *S. querolensis*, *S.* sp. ex gr. *alcoyensis*, *Hibolites* cf. *pistilliformis*. Age du niveau: Barrémien.

— b. *Uhligella* sp., *Parahoplites* sp., *Ptychoceras* sp., *Acanthoplites* sp. Age: Clansayésien probable.

— c. *Phyllopachyceras* cf. *baborensis*, *Uhligella* sp., *Puzosia* aff. *getulina*, *Acanthoplites* ex gr. *abichi*, *Mesohibolites* cf. *uhlgi*, *Neohibolites* cf. *aptiensis*, *Duvalia* sp. ? Age: Clansayésien et Aptien.

— d. *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras* sp., *Acanthoplites* sp., *A.* ex gr. *abichi*, *Parahoplites* sp. ou *Colombiceras* sp., *Beudanticeras* sp. ?, *Uhligella* sp. ?, *Cheloniceras* sp., *Ptychoceras* sp., *Dufrenoya* sp. ? ex gr. *matho*, *Mathoceras* sp. Il s'agit de Gargasien élevé et probablement de Clansayésien.

— e. *Phyllopachyceras* gr. *rouyanum-baborensis* (Hauterivien supérieur-Barrémien inférieur), *Barremites seguenzae* (Barrémien).

Des marnes prélevées dans le niveau d nous ont donné: *Tritaxia tricarinata*, *Epistomina* aff. *colomi*, *Lenticulina* sp., *Hedbergella* cf. *trochoidea*, *Biglobigerinella* cf. *sigali*, *Citharina* cf. *recta*, *Globigerinelloides algeriana*, débris d'*Aptychus*. Cette association date du Gargasien.

Les niveaux d'âge clansayésien (b à d) appartiendraient au cœur dy synclinal. L'épaisseur des couches marneuses atteint 50 m environ.

5. CUBELLS.

Des marnes et des calcaires argileux faisant partie du même synclinal affleurent dans les falaises bordant la Cala d'Es Cubells (fig. 28). Vers le bas de la falaise située au SE de Cubells, nous avons récolté des Ammonites de l'Hauterivien supérieur : *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras rouyanum*, *Neolissoceras grasianum*, *Subsaynella* sp., *S. sayni*, *Pseudothurmannia* cf. *catulloi* ?, *Acrioceras* sp. ?, *Spitidiscus* sp.

Plus haut, un autre gisement nous a livré des Ammonites du Barrémien inférieur : *Phyllopachyceras* aff. *rouyanum*, *P.* cf. *prendeli*, *Pseudothurmannia* sp. ex gr. *mortilleti*, *P.* cf. *catulloi*, *P.* sp. ex gr. *edouardi*, *Neolissoceras grasianum*, *Holcodiscus* sp. ex gr. *evolutus*, *H. evolutus*, *H.* cf. *evolutus*, *Barremites* sp. ex gr. *strettostoma*, *B.* sp. ex gr. *gouxii*, *B.* cf. *monicae*, *Lep-toceras* sp., *L. cirtae*, *Spitidiscus* sp., *S. alcoyensis*, *S.* sp. ex gr. *rotula*, *S.* aff. *rotula*, *S.* cf. *douvillei*, *S.* aff. *querolensis*, *S.* cf. *sfaensis*, *Crioceratites* (*Emericiceras*) sp., *Bochianites* sp., *Mortoniceras* sp., *Melchiorites* sp., *M.* sp. ex gr. *ouachensis*, *M.* cf. *problematicum*.

Vers le milieu de la falaise, au-dessus du niveau barrémien, nous avons recueilli des exemplaires de *Parahoplitinae* ou d'*Acanthoplitinae* ind. (Aptien supérieur probable) et de "*Terebratula*" *dutempleana* (Aptien-Albien). Des marnes prélevées un peu plus haut ont montré après lavages : *Tritaxia pyramidata*, *T. dubia*, *Lenticulina ouachensis* ?, *Citharina recta*, *Ramulina* sp., *Ammobaculites* sp. (association d'âge albien ou cénomanien); ces marnes alternent avec des calcaires glauconieux.

Ces calcaires glauconieux supportent des calcaires "ivoirins" du Crétacé supérieur dans la falaise longeant la côte entre la Cala d'Es Cubells et la Cala Llentrisca, et que parcourt un petit sentier. Les calcaires glauconieux ont une teinte gris-foncé à gris-verdâtre; ils se présentent en bancs de 10 à 20 cm d'épaisseur, alternant avec des marnes feuilletées, le plus souvent gris-bleu à noirâtres, parfois jaune-ocre à jaune-verdâtre, avec quelques bancs de calcaires argileux gris ou jaune-verdâtre.

Nous y avons trouvé ($x = 1028,890$; $y = 485,900$) des Echinodermes : *Discoidea cylindrica* (Albien supérieur-Cénomanien) et des Lamellibranches : *Artostreon latissimum*.

P. FALLOT y signale

— dans des marnes jaunes : *Spondylus spinosus*, *S. striatocostatus*, *Exogyra* cf. *couloni aquila*, *Neithea morrissi*, *Sphaera corrugata*, *Rhynchonella multiformis*;

— dans des couches glauconieuses : *Hamites saussureanus*, *Hypacanthoplites* gr. *milletianus*, *Prohystero-ceras candollianum*, *Mortoniceras inflatum*. Cette faunule est d'âge albien.

Nous avons prélevé de nombreux échantillons de marnes dans plusieurs coupes et à différents niveaux. Ils renferment sensiblement les mêmes microfaunes; c'est pourquoi nous en donnons la liste globale :

Foraminifères : *Hedbergella washitensis*, *Ticinella primula*, *T. roberti*, *T. roberti bejaouensis* (probable du fait du médiocre état de conservation), *Arenobulimina macfadyeni*, *Tritaxia pyramidata*, *Citharina* gr. *arguta*, *Glomospirella gaultina*. Cette association date de l'Albien; les deux dernières Ticinelles se rencontrent depuis la zone de Clansayes jusqu'à l'Albien inférieur.

Ostracodes : *Cytherella* sp., *Cythereis* sp. interm. *lurmannae-glabra* (Albien), *C. matronae* (Albien), *C.* ex gr. *gatyensis-larivourensensis* (Albien-Cénomanien).

Des calcaires argileux ont montré, en lames minces : *Gavelinella* sp., *Hedbergella washitensis*, *Valvulinidae*, *Textulariidae*, *Textulariella* sp., *Haplrophragmoididae*, *Globigerinidae*, *Lituolidae*.

Sur le versant SE du Cap Jueu (fig. 85) des marnes jaune-verdâtre, que surmontent des calcaires cénomaniens, nous ont donné, en $x = 1027,925$; $y = 485,925$: *Desmoceras* sp. et *Puzosia* sp. ex gr. *mayoriana* (Albien supérieur ou Cénomanien); des marnes prélevées en cet endroit ont montré *Tritaxia pyramidata*, *Arenobulimina macfadyeni*, *Hedbergella washitensis*, *Cytherella* sp. gr. "ovata", *Asciocythere* aff. *brevis* (Aptien-Albien); cette association date de l'Albien.

D'après P. FALLOT (1922, p. 133), la collection NOLAN renferme en provenance de la région de Cubells des fossiles se rapportant au Barrémien, à l'Aptien et à l'Albien (*Latidorsella latidorsata*, *Beudanticeras* cf. *dupinianum*).

La série marneuse, puissante de plus de 150 m, est continue de l'Hauterivien à l'Albien inclus.

6. PUIG D'EN SERRA.

Des marnes, marno-calcaires et calcaires argileux affleurent, au-dessous des calcaires du Crétacé supérieur couronnant la colline (fig. 84).

Nous avons récolté au sud du barranco, en $x = 1029,450$; $y = 489,275$: "*Terebratula*" sp. aff. *valdensis*, *Phylloceras* sp., *Phyllopachyceras* cf. *rouyanum*, *P.* cf. *baborense*, *Neolissoceras* sp., *N. grasianum*, *Subsaynella* cf. *sayni*, *Pseudothurmannia* sp., *P.* sp. ex gr. *catulloi*, *P.* cf. *catulloi*,

Melchiorites gr. *nabdalsa*, *Spitidiscus darderi*, *S. cf. darderi*, *Leptoceras* sp. gr. *cirtae*. Cette faunule date l'Hauterivien supérieur et le Barrémien inférieur. L'Albien a été reconnu (en $x = 1029,275$; $y = 488,700$) dans des marnes à *Hedbergella washitensis*, *Patellina subcretacea*, *Gavelinella cf. intermedia*, *Tritaxia* sp., *Arenobulimina* sp., Ostracodes. Les assises sont visibles sur 50 à 60 m d'épaisseur.

7. ATALAYA DE SAN JOSÉ.

Les calcaires du Crétacé supérieur qui forment l'essentiel de cette colline reposent, dans le versant SE. sur des marnes grumeleuses alternant avec des calcaires argileux (fig. 83). Nous avons trouvé dans ces marnes deux petits gisements fossilifères. L'un se situe à l'ensellement séparant les buttes de l'extrémité NE (en $x = 1030,725$; $y = 492,100$); il a fourni: *Polyptychites* sp. ?, *Neohoploceras* sp. ? (Valanginien supérieur ?), *Phyllopachyceras rouyanum*, *P. sp.*, *Subsaynella* sp., *S. sayni* (Hauterivien supérieur), *Barremites* sp., *B. strettostoma* (Barrémien), *Silesites imparecostatus* (Barrémien), *Spitidiscus querolensis* (Barrémien), *Duvalia cf. binervia* (Valanginien à Barrémien inférieur).

Cette faunule est d'âge hauterivien supérieur-barrémien; la présence de Valanginien supérieur reste douteuse. Des échantillons de marnes provenant de ce gisement ont montré une association de Foraminifères probablement de même âge: *Tritaxia pyramidata*, *T. tricarinata*, *Epistomina caracolla caracolla*, *E. ornata*, *Haplophragmoides* sp., *Lenticulina* sp.

Le second gisement ($x = 1030,175$; $y = 491,625$) nous a livré une faune barrémienne: *Phyllopachyceras* sp., *Pseudothurmannia* sp. ex gr. *mortilleti*, *P. sp.* ex gr. *catulloi*. Des échantillons de marnes prélevés au-dessus de ce gisement nous ont montré, après lavages: *Hedbergella washitensis*, *Hedbergella* sp., *Citharina cf. recta*, *Vaginulina cf. kochii*, *Vaginulina* sp., *Patellina subcretacea*, *Patellina cf. subcretacea*, *Tritaxia pyramidata*, *Tritaxia* sp., *Lenticulina* sp., *Marginulina* sp., *Arenobulimina* sp., *Trochammina* sp. ?, Ostracodes. Cette association indique un âge albien. Dans un niveau encore plus élevé, nous avons recueilli *Turrilites cf. costatus*, d'âge céno-manien.

Cette série marneuse, où l'Hauterivien supérieur, le Barrémien, l'Albien et le Céno-manien ont été reconnus, atteint plus de 150 m d'épaisseur.

Dans la colline située immédiatement au SE du village de San José, des marnes, visibles sur 25 m environ d'épaisseur, supportent, en série renversée, des calcaires tithoniques-valanginiens; des échantillons de marnes, prélevés en $x = 1031,925$; $y = 491,625$, ont révélé l'association suivante de Foraminifères: *Tritaxia tricarinata*, *Triplasia emslanensis*, *Marginulinopsis ebu-*

sitanus, *Ammobaculites cf. subcretaceous*, *Lenticulina* sp., *Epistomina* sp., *Trocholina* sp.

Sur le versant W du Puig d'en Recó, le Crétacé inférieur est bien représenté par des marnes gris-bleu, micacées, alternant avec des calcaires argileux ocre, rognonneux. Ces marnes et calcaires argileux nous ont donné: *Lenticulina cf. nodosa*, *Lenticulina* sp., *Tritaxia* sp., *Tritaxia* sp., *Epistomina cf. ornata*, *Epistomina* sp., *Citharina cf. recta*, *Marssonella* sp. ?, débris d'*Aptychus*, Ostracodes.

8. SERRA DE SA MURTA.

Nous y avons déjà signalé la présence de Crétacé inférieur dans des marnes que surmontent en série renversée des calcaires tithoniques-valanginiens (fig. 59); ces marnes nous ont en effet livré (en $x = 1037,925$; $y = 494,145$): *Subsaynella cf. sayni* (Hauterivien supérieur). Elles renferment en outre des Foraminifères d'âge hauterivien-barrémien: *Marginulinopsis djaffaensis*, *Citharina cf. recta*, *Lenticulina aff. ouachensis*, *Lenticulina aff. nodosa*, *Lenticulina* sp., *Epistomina gr. caracolla*, *Epistomina* sp.

Des échantillons de marnes prélevés au NW de San Rafael (en $x = 1041,775$; $y = 498,575$) nous ont donné: *Patellina subcretacea*, *Ticinella roberti*, *Hedbergella* sp., *Lenticulina* sp., *Vaginulina* sp., *Tritaxia* sp. Il s'agit probablement d'Albien.

Ainsi, dans la série de San José, la base du complexe marneux est datée de l'Hauterivien (peut-être même du Valanginien supérieur); le sommet atteint probablement le Céno-manien. L'ensemble a une épaisseur de 200 à 250 m.

* B. — Le Crétacé inférieur, à faciès urgonien prédominant, de la série d'Eubarca

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) mentionnent de "l'Urgo-Aptien" au nord, au nord-ouest et à l'ouest de l'île (Conejera, Espartó, Ca'la Charraca...).

H. NOLAN (1895) signale, au Barrémien, des formations côtières et récifales à Rudistes: *Matheronia arnaudi*; il cite des Ammonites barrémiennes: *Pulchellia sauvageai*, *Spitidiscus douvillei*, *Holcostephanus massugrae*, *Silesites vulpes*, *Barremites seguenzae*, *Macroscaphites striatisulcatus*. L'Aptien présente aussi, à sa base, des formations côtières et récifales; H. NOLAN mentionne à l'Aptien des marnes à *Desha-*

yesites deshayesi, *Puzosia matheroni*, *Chelonoceras martini*, des calcaires compacts à *Dufrenoya furcata*, des calcaires marneux à *Aconoceras nisoides*. Sur l'Aptien reposent des marnes albiennes à *Puzosia planulata*, *Tetragonites timotheanus*, *Desmoceras latidorsatum*, *Phylloceras* gr. *goreti*, *Lytoceras mahadeva*, et vraconiennes à *Schloenbachia inflata*, *Branoceras varicosum*. L'Urgonien correspond, d'après H. NOLAN, à un épisode zoogène s'intercalant dans une série marneuse.

P. FALLOT (1921, 1922) note la prépondérance du Crétacé à faciès bathyal dans le S d'Ibiza et "l'invasion progressive du faciès urgonien dans la partie NO. ... Le type zoogène... ne se montre franchement réalisé que vers l'Hauterivien supérieur et surtout au Barrémien, à l'Aptien, et probablement au Gault inférieur". D'après lui, les dépôts urgoniens font sans doute suite à des marnes valanginiennes et hauteriviennes. L'auteur note l'apparition de couches urgoniennes dans "l'écaille de Cirer-Rey" (1) (mais nous avons vu qu'il s'agit dans la série de San José de calcaires tithoniques-valanginiens), la prédominance des calcaires urgoniens et des dolomies associées dans la série d'Eubarca. Les formations urgoniennes constitueraient un équivalent latéral du Barrémo-Aptien à faciès marneux de la série d'Ibiza.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) signalent des calcaires urgoniens (d'âge allant du Barrémien jusqu'au Gault) dans les séries de "Cirer-Rey" et d'Eubarca; ils ont attribué à tort à l'Urgonien les calcaires tithoniques-valanginiens de la série de San José, ainsi que les calcaires tithoniques-néocomiens de la série d'Eubarca. Ces auteurs mentionnent, sous le nom d'Urgonien, des calcaires à Orbitolines et à Rudistes, des dolomies, des marno-calcaires et des marnes à Ammonites, des conglomérats. Tous ces faciès sont représentés par un même figuré dans leur carte géologique.

G. COLOM (1947) décrit les microfaciès de calcaires urgoniens; il signale, en collaboration avec B. ESCANDELL (1960-1962), que la côte nord d'Ibiza montre une série calcaire, à faciès urgonien (à Orbitolines, Echinides, Rudistes...), allant du Valanginien à l'Aptien.

II. Les faciès

1. LES CALCAIRES URGONIENS.

Le principal faciès est constitué par des calcaires massifs, durs, compacts, à cassure conchoïdale, zoogènes. Ils sont en général mal lités, parfois en bancs de 15 à 50 cm, rarement de 1 m ou plus d'épaisseur. Ils présentent généralement une teinte beige-clair ou grise. Ces calcaires ressemblent beaucoup à ceux du Tithonique-Néocomien. Des calcaires aptiens, à patine gris-ocre à brun-jaunâtre, se présentent en petites dalles de 10 à 30 cm d'épaisseur.

Ces calcaires sont fréquemment karstifiés; ils montrent parfois un aspect bréchoïde. Des Rudistes (notamment des *Matheronia*) s'observent à leur surface.

(1) Rappelons que "l'écaille de Cirer-Rey" des auteurs antérieurs comprend des terrains appartenant à la série de San José et à la série d'Eubarca.

Leur étude, en lames minces, révèle des calcaires cryptocristallins, à structure grumeleuse ou graveleuse; ils sont parfois microbréchiques. Il s'agit le plus souvent de calcarénites, à ciment de calcite cristalline, contenant beaucoup de petits galets de calcaire à pâte fine. Le ciment est souvent réduit. Les éléments roulés englobent des microorganismes usés et arrondis. On observe aussi des calcaires oolithiques (avec des microorganismes au centre des oolithes).

Notons la présence de grains de quartz détritique, rares et petits, de rares grains de glauconie, de traces d'oxydes de fer.

Parmi les microorganismes contenus dans ces calcaires, mentionnons des Algues, des *Textulariidae*, des *Miliolidae*, des *Orbitolinidae* (*Orbitolina*, *Orbitolinopsis*, *Paracoskinolina*, *Sabaudia*), des *Cuneolina*, des débris de Mollusques et d'Echinodermes. Les *Orbitolinidae* ont permis la distinction de niveaux, où le Barrémien et l'Aptien sont représentés.

2. LES DOLOMIES ET CALCAIRES DOLOMITIQUES.

En liaison avec les calcaires urgoniens s'observent des dolomies et calcaires dolomitiques, non stratifiés, de teinte blanche ou gris-clair, parfois sombre en surface, mais toujours claire à la cassure. Ce sont des dolomies de substitution, grenues. Leur distribution au sein des calcaires urgoniens est irrégulière. P. FALLOT a bien remarqué des épisodes dolomitiques dans les formations urgoniennes.

L'analyse chimique partielle de quelques échantillons a montré :

Echantillons en provenance de

Serra de Cala Moli (Cm2b)...	42,70	CaO	10,18	MgO
Pujol Gros (PG1) ...	32,57	"	19,30	"
Espartó (Ept5) ...	32,14	"	20,35	"
S du Rey (PSe3)...	51,98	"	2,86	"

Il s'agit de dolomies calcaireuses et de calcaires dolomitiques (PSe3).

3. LES MARNES ET CALCAIRES ARGILEUX.

Faisant suite aux calcaires urgoniens, ou s'y intercalant, apparaissent des marnes jaune-clair, jaune-ocre, jaune-verdâtre, grises, gris-bleu, brunes, alternant avec des calcaires argileux jaune-verdâtre, gris à gris-bleu ou gris-verdâtre, finement ou grossièrement feuilletés; les calcaires argileux montrent, en lames minces, des quartz très petits, de rares paillettes de muscovite, de rares grains de glauconie, des oxydes de fer. Ces couches marneuses renferment des Orbitolines de l'Aptien, formant parfois des lumachelles,

ainsi que des Brachiopodes, des Lamellibranches, des Ammonites, des Echinodermes, dont les associations ont permis de reconnaître le Barrémien, l'Aptien, l'Albien et le Cénomaniens.

III. Les affleurements

Les calcaires barrémiens ressemblent beaucoup à ceux du Tithonique-Néocomien. Les microfaunes permettent de situer la limite entre le Néocomien et le Barrémien; mais elles peuvent faire défaut. D'autre part les dolomies liées aux calcaires urgoniens peuvent facilement être confondues avec les dolomies du Tithonique-Néocomien, car elles sont identiques et les analyses chimiques n'ont pas permis de les différencier.

La puissance des dépôts est de 400 m environ. Parmi eux, notons la prédominance des calcaires à faciès urgonien, le rôle orographique important qu'ils jouent, notamment dans l'édification des falaises bordant la côte nord-ouest de l'île.

La situation géographique des affleurements du Crétacé inférieur de la série d'Eubarca est indiquée sur la figure 24.

A) Sud-Ouest de l'île.

Un ensemble de collines principalement formées de calcaires urgoniens borde la côte sur 2 à 3 km de largeur (région du Puig Pelat, de la Serra de Cala Moli), 4 à 5 km de largeur (région de la Serra de Ramón, de Pujol Gros, que prolongent l'île de Conejera et les îlots avoisinants). Cet ensemble est dominé au SE par les crêtes du Puig Negre, de Rocas Altas et du Puig de S'Avech; ces crêtes forment une écaille chevauchant des poudingues, microbrèches et marnes miocènes qui reposent en transgression sur les dépôts crétacés à faciès urgonien. Les formations crétacées pendent dans l'ensemble vers le SE; elles sont affectées d'une structure imbriquée ou en plis couchés.

I. PUIG PELAT ET COLLINES VOISINES.

Le Puig Pelat est surtout formé de calcaires beiges massifs; il s'agit de calcarénites très fines, bien calibrées, à *Orbitolinopsis elongatus* (Barrémien), *Coskinolina* sp., *Textulariidae*, nombreux *Miliolidae*, Algues rouges, Mollusques, Echinides. Ces calcaires barrémiens forment un anticlinal couché vers le NW; ils sont surmontés par des calcaires bien lités, en bancs de 10 à 50 cm d'épaisseur, à *Orbitolina* cf. *lenticularis* (Aptien probable), *Miliolidae*... Ce sont également des calcarénites; elles affleurent bien dans les falaises bordant la côte: en série normale (depuis la Cala d'Hort jusqu'à

la Cala Carbó) et en série renversée (depuis la Cala Carbó jusqu'à la Cala Moli).

A la Cala Vadella s'observe la superposition suivante, de bas en haut, en série renversée (fig. 104):

- 1 (m2-1). Marnes jaunes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen.
- 2 (c1-n6). Marnes jaune-verdâtre présentant de petites intercalations de calcaires brun-jaunâtre à *Sabaudia minuta* (Barrémien à Albien basal inclus).

Ces marnes ont donné à E. N. SPIKER (1935, p. 60), à la Cala même et au N de la Cala, des fossiles aptiens.

A la base stratigraphique de ces marnes nous avons récolté (en $x = 1025,825$; $y = 490,950$) des Brachiopodes d'âge barrémo-aptien: *Lamellaerhynchia irregularis*, L. cf. *gillieronii*, "*Terebratula*" sp. aff. *dutempleana*, "*Terebratula*" sp. aff. *depressa*. Ces marnes renferment en outre des Orbitolines: *Orbitolina* cf. *lenticularis* (Aptien).

Au-dessus (stratigraphiquement) de ce gisement, nous avons recueilli des Ammonites indiquant la base de l'Albien moyen: *Oxytropidoceras* aff. *roissyanum*, O. aff. *mirapelianum*, *Knemiceras* sp. Ces marnes nous ont donné, après lavages: *Patellina subcretacea*, *Hedbergella washitensis*, Ostracodes.

La partie supérieure des marnes nous a livré des Lamellibranches: *Neithea alpina*, *N. faucignyana*, d'âge vraconien.

L'Aptien et l'Albien sont donc représentés dans les marnes de la Cala Vadella.

- 3 (n6-5U). Calcaires en petits bancs, à *Orbitolina* (*Palorbitolina*) *lenticularis*, *Orbitolina* sp. (à embryon du groupe III de HOFKER), *Sabaudia minuta*, *Palaeodictyoconus* sp., *Pseudocyclammia* sp., *Pseudochoffatella cuvillieri*, *Miliolidae*, *Lituolidae*, Algues... Ils atteignent 50 à 60 m d'épaisseur.
- 4 (n4U). Calcaires barrémiens, bien lités, à Rudistes (*Matheronia* sp.) et à *Orbitolinopsis kiliani*, *Orbitolinopsis* sp., *Cuneolina* sp., *Nautiloculina* sp., *Paracoskinolina sunnilandensis*, P. cf. *sunnilandensis*, *P. sunnilandensis elongatissima*, *Textulariidae*, *Miliolidae*, *Dasycladacées*. Ces calcaires affleurent bien dans la paroi N de la Cala Vadella où ils sont associés à des dolomies broyées. Leur épaisseur dépasse 100 m.

E. N. SPIKER signale près de la Cala Vadella des calcaires à *Pseudotoucasia catalaunica* et à *Protetragonites verneuili*.

La même superposition s'observe plus au NW entre la Cala Vadella et Rocas Altas. Plusieurs niveaux sont représentés dans les marnes crétacées. Du fait de la tectonique tangentielle à laquelle elles sont soumises, ces marnes ont subi un étirement; ceci explique le mélange des faunes que nous avons recueillies dans plusieurs gisements:

— En $x = 1026,550$; $y = 490,670$.

Brachiopodes: *Rectithyris* sp., *Kingena* sp., *Rhynchonella bertheloti*, *Orbirhynchia* sp., *Cyclothyris* sp. Ces Brachiopodes datent de l'Albien ou du Cénomanién.

Lamellibranches: *Plicatula placunea* (Néocomien-Aptien), *Spondylus* cf. *gibbosus* (Aptien-Albien), *Arctostrea milletiana* (Aptien supérieur-Cénomanién), *Gryphaeostrea canaliculata* (Aptien supérieur-Sénonien), *Arctostreon latissimum* (Barrémien-Aptien, parfois Albien inférieur), *Protocardia* sp., *Panoepa* sp. ? Il s'agit d'Aptien-Albien. Echinodermes: *Discoidea subuculus* (Cénomanién), *Holaster latissimus* (Albien-Cénomanién), *Hemiaster minimus* (Albien), *Epiaster* cf. *dallonii* (Cénomanién), *Cidaris cenomanensis* (Cénomanién), *Orthopsis granularis* (Cénomanién).

Retenons pour ce gisement un âge allant de l'Aptien (sans doute supérieur) au Cénomanién compris.

— En $x = 1026,700$; $y = 490,700$.

Brachiopodes: *Lamellaerhynchia irregularis* (Barrémien-Aptien).

Lamellibranches: *Spondylus* sp.

Echinodermes: *Epiaster dallonii* (Cénomanién).

— En $x = 1026,500$; $y = 490,325$.

Lamellibranches: *Proveniella quadrata* (Albien-Cénomanién).

— En $x = 1026,800$; $y = 490,100$.

Lamellibranches: *Arctostreon latissimum* (Barrémien-Aptien).

— En $x = 1026,675$; $y = 490,175$.

Brachiopodes: *Orbirhynchia* sp.

Echinodermes: *Hemiaster minimus* (Albien), *Epiaster dallonii* (Cénomanién).

L'Aptien, l'Albien et le Cénomanién sont donc représentés dans cet ensemble marneux, épais de 50 m environ.

2. SERRA DE CALA MOLI, PUIG DE MAR, PUIG DE SES ROTAS.

La Serra de Cala Moli est principalement formée par des calcaires beige-clair, en bancs de 15 à 50 cm, parfois de 50 cm à 1 m d'épaisseur (fig. 105, terme 4). Leur puissance est de 100 m environ. Ils sont généralement cryptocristallins et renferment l'association suivante de microorganismes: Algues (dont Codiacées), *Nautiloculina* sp., *Cuneolina* sp., *C. hensoni*, *Coskinolina* cf. *alpillensis*, *Orbitolinopsis* sp., *O.* cf. *elongatus*, *Miliolidae* *Textulariidae*, débris de Mollusques et d'Echinodermes. Il s'agit de Barrémien. Des dolomies gris-clair et blanches apparaissent en liaison avec ces calcaires.

Ils surmontent, en série renversée, sur les versants N, NW et W, des calcaires compacts, beiges, épais de 50 m environ, en bancs de 10 à 30 cm d'épaisseur (terme 3). Ce sont des calcarénites et des calcaires oolithiques à Algues, *Miliolidae*, *Orbitolina* sp., *Nautiloculina* sp., débris de Mollusques et d'Echinodermes. Ils datent probablement de l'Aptien (inférieur ?). Des calcaires semblables, associés à des dolomies constituent le Puig de Mar.

Ces calcaires s'appuient sur des marnes à Orbitolines (terme 2) affleurant dans le ravin séparant la Serra de Cala Moli du Puig de Mar, à la Cala Moli, entre la Cala Moli et la Punta de Llosá. Leur épaisseur est de 50 m environ.

A la Cala Moli, des marnes ont donné à P. FALLOT (1922, p. 136) une faune de l'Aptien.

Nous y avons recueilli, en $x = 1026,125$; $y = 493,025$, les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Rhynchonella* cf. *wiesti* (Albien ou Cénomanién).

Lamellibranches. *Plicatula radiola*, *Arctostreon latissimum*, *Spondylus striatus* (Albien-Cénomanién), *Panoepa* (?) sp. aff. *mandibula* (Albien-Cénomanién), *Anisocardia* (?) sp.

Ammonites. *Turrilitidae* gen. ind. (Vraconien-Cénomanién).

Outre l'Aptien, l'Albien et peut-être le Cénomanién sont également représentés dans les marnes de la Cala Moli. L'espèce *Procheloniceras stobieskii* (récoltée par P. FALLOT) étant bédoulienne, les calcaires urgoniens (situés stratigraphiquement au-dessous de ces marnes (datent vraisemblablement du Barrémien et de la base de l'Aptien).

Un autre gisement fossilifère se situe dans des marnes affleurant dans une crique, entre la Cala Moli et la Punta de Llosá ($x = 1025,600$; $y = 492,425$).

P. FALLOT y signale une faune albienne comprenant: *Rhynchonella multiformis*, *Neithea morrisoni*, *Exogyra aquila*, *Plicatula placunea*, *Douvilleiceras mamillatum*.

E. N. SPIKER cite dans ce gisement une faunule de l'Aptien et de l'Albien: *Orbitolina* sp., *Terebratula* ? *acuta*, *T. sella*, *Rhynchonella multiformis*, *Gastropodus* sp.,

Protocardia sphaeroideum, *Cyprina* sp., *Panopea plicata* (Albien), *Inoceramus* sp., *Neithea morrissi*, *Parahoplites* sp., Ammonites indéterminés, Echinides. Il signale au N de cette baie, sous les marnes et au niveau de la mer, des calcaires à *Polycomites verneuili*, *Honiopleura* cf. *lamberti*, *Praeradiolites ibizanus*, d'âge aptien.

Ces marnes renferment des Orbitolines grandes et plates, formant parfois des lumachelles; il s'agit de l'espèce *Orbitolina* cf. *lenticularis* (Aptien); nous avons en outre recueilli dans ces marnes une faunule mélangée (sans doute du fait de l'étirement de ces marnes en série renversée). Il s'agit des fossiles suivants:

Brachiopodes. *Lamellaerhynchia irregularis*. *Sellithyris* cf. *essertensis*, *Terebratula* cf. *depressa*. Cette association indique le Barrémien ou l'Aptien.

Lamellibranches. *Neithea* (*Neithea*) *alpina*, *Epicypina* cf. *lineolata* (Albien-Cénomanién), *Protocardia* sp., *Panopea* aff. *mandibula* (Albien-Cénomanién).

Ammonites. *Douvilleiceras aequinodum* (Albien inférieur).

Echinodermes. *Salenia petalifera* (Cénomanién), *Hemiaster* sp.

Des échantillons de marnes ont montré: *Lenticulina* cf. *deilmanni*, *Lenticulina tricarinella* (Aptien probable).

D'autres échantillons ont donné: *Hedbergella washitensis* (Albien). *Lenticulina* sp., *Dorothia* sp., Ostracodes.

Les marnes de cette baie ont donc un âge allant de l'Aptien jusqu'au Cénomanién compris.

3. RÉGION COMPRISE ENTRE LE PUIG S'AVECH ET LA CALA ROIG.

A l'extrémité NW du Puig S'Avech, des microbrèches et marnes miocènes (fig. 106, termes 8, 9) reposent en transgression sur des marnes jaunes alternant avec des calcaires argileux gris-verdâtre, feuilletés et des calcaires gris de 50 m d'épaisseur environ (terme 6b). Un gisement fossilifère (en $x = 1029,150$; $y = 493,675$) nous a donné:

Brachiopodes. *Terebratula moutomiana*.

Ammonites. *Heteromorpha* sp., *Holcodiscus* sp.?, *Barremites* sp.?, *Pseudothurmannia* sp. ? Il s'agit probablement de Barrémien.

Des échantillons de marnes prélevées en cet endroit ont montré, après lavages: *Epistomina* cf. *charlottae*, *Epistomina* sp., *Lenticulina* cf. *kugleri*, *Lenticulina* sp., *Lenticulina tricarinella*, *Marginulinopsis* cf. *djaffaensis*, *Patellina* sp., *Spirillina* sp.

D'après P. FALLOT, la collection NOLAN renferme, en provenance du Puig de S'Avech: *Ancyloceras hoheneggeri*, *Desmoceras* sp., ou *Uhligella* sp., *Neohibolites semicanaliculatus*, *Orbitolina* sp., *Pentacrinus* sp. Les Céphalopodes se rapportent au Barrémien.

E. N. SPIKER cite des marnes à *Mesohibolites josephinae*, Echinides. Cet auteur signale avoir trouvé dans une vallée, au N du Puig S'Avech: *Ostrea* sp., *Cyprina* sp., *Trigonia archiaciana*, *Acanthoplites toberni*, *Neohibolites semicanaliculatus*, *Toxaster collegnoi*. Il s'agit de Gargasien.

C'est également dans une vallée (en $x = 1029,100$; $y = 494,150$), sans doute la même, que nous avons recueilli les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Terebratula* cf. *dutempleana* (Aptien ou Albien).

Lamellibranches. *Arctostreon latissimum* (Barrémien-Aptien), *Protocardia* (*Integricardium*) *sphaeroideum* (Néocomien-Albien).

Echinodermes. *Palhemiaster ibizaensis*, *Toxaster collegnoi*, *Macraster ibizaensis*, *Platystrophia leymeriei*; toutes ces espèces sont aptiennes.

Notre faune est d'âge aptien.

Mentionnons au pied SE du Puig Serral des marnes à *Phylloporhynchus* sp., *Desmoceratidae* indéterminés. (Barrémien probable).

Notons encore au N du Puig S'Avech des calcarénites à *Orbitolina* sp., évoquant l'Aptien.

Sur le versant SW de la Serra de Ramon et au SW de la Serra de Sindic affleurement des calcarénites semblables (terme 3), à *Orbitolina* sp., *O.* cf. *lenticularis*, *Sabaudia minuta*, *Pseudocyclammia* sp., *Miliolidae*, *Nautiloculina* sp., Algues rouges, Bryozoaires, Polypiers, débris de Mollusques et d'Echinodermes.

Ces calcarénites, associées à des dolomies, surmontent, en série renversée, des marnes et calcaires argileux, à l'W et au NW de cette région. Nous avons récolté dans les marnes de la Cala Tàrida les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Rhynchonella bertheloti* (Albien ou Cénomanién), *Orbi-rhynchia* sp.

Lamellibranches. *Plicatula radiola* (Aptien-Albien), *Plicatula placunea* (Hauterivién-Aptien), *Spondylus* cf. *gibbosus* (Aptien-Albien), *Arctostreon latissimum*. Cette faune date probablement de l'Aptien et de l'Albien.

Un autre gisement fossilifère, découvert à la Cala Codolá, nous a donné:

Brachiopodes. *Lamellaerhynchia irregularis*, "*Terebratula*" cf. *pseudoju-rensis*, *Terebratula* cf. *salevensis*, "*Terebratula*" sp. Il s'agit d'une association barrémo-aptienne.

Lamellibranches. *Neithea* (*Neithea*) *faucignyana* (Vraconien).

L'Aptien et le Vraconien sont donc représentés dans ce gisement.

4. ÎLE DE CONEJERA ET ÎLOTS VOISINS.

La presque totalité de l'île de Conejera (fig. 107) est formée de calcaires compacts, en bancs de 50 cm à 2 ou 3 m d'épaisseur. Ce sont des calcaires à Rudistes (*Requienia* sp.); L. M. VIDAL et E. MOLINA y ont trouvé Re-

quiemia lonsdalei et *Exogyra aquila*. Au microscope, ils apparaissent cryptocristallins et nous ont montré l'association suivante: *Nautiloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Paracoskinolina* gr. *sunnilandensis*, *Orbitolinopsis* sp., *O. kiliani*, *O. gr. kiliani-cuvillieri*, *Sabaudia minuta*, *Paleodictyoconus* sp. *Palorbitolina lenticularis*, *Lituolidae*, *Miliolidae*, du Barrémien supérieur et de l'Aptien inférieur. Au SW de l'île, ils présentent parfois un aspect bréchoïde.

A ces calcaires se superposent, à Olleta, des marnes gris-bleu; L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888, p. 18, 19), P. FALLOT (1922, p. 137) et E. N. SPIKER (1935, p. 61) y ont recueilli des fossiles d'âge aptien.

L'île Esparto montre la superposition suivante (fig. 35):

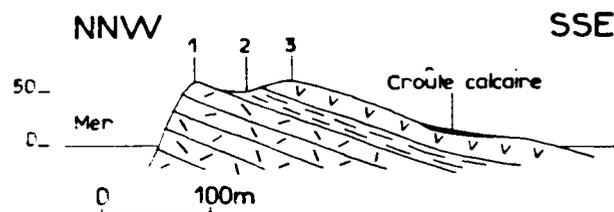


Fig. 35.—Coupe de l'île Esparto.

1: calcaires barrémo-aptiens; 2: marnes aptiennes; 3: dolomies associées à des calcaires barrémo-aptiens.

1. Calcaires brun-jaunâtre (calcarénites) à nombreuses Algues (dont des Mélobésiées), *Cuneolina* sp., *Sabaudia minuta*, fragments d'*Orbitolines* indéterminés. (Age probable: Barrémien supérieur-Aptien inférieur).
2. Marnes, dans lesquelles L. M. VIDAL et E. MOLINA signalent: *Orbitolina conoidea-discoidea*, *Neohibolites semicanaliculatus*, *Cheloniceras* aff. *martini* (Aptien supérieur), *Rhynchonella bertheloti*, *R. lata*, *Tapes parallela*, *Neithea morrissi*, *Exogyra aquila*, *Plicatula placunea*, *Holactypus macropygus*, *Epiaster polygonus*. Cette faune est aptienne.
3. Dolomies gris-beige et calcaires urgoniens, beiges, cryptocristallins, à *Cuneolina* sp., *Orbitolinopsis* sp., *Dictyoconus*, *Sabaudia minuta*; il s'agit du Barrémien supérieur-Aptien inférieur.

Le terme 2 semble correspondre au cœur d'un synclinal couché vers le NW.

Les îles Bledas sont constituées par des dolomies associées à des calcaires urgoniens.

Dans la plupart des gisements, les marnes renferment des fossiles aptiens, albiens et cénomaniens. Soulignons que le Cénomaniens n'était pas encore signalé dans ces marnes. Les marnes font suite à des calcaires urgoniens, où le Barrémien et l'Aptien (probablement la base) sont représentés.

B) Nord-Ouest de l'île.

Les formations urgoniennes forment une frange le long de la côte NW; elles constituent l'essentiel des collines et des falaises et supportent des dépôts néogènes.

1. CALA SALADA, SA FORADADA (fig. 108).

Les terrains créacés à faciès urgonien affleurent dans une demi-fenêtre.

Le Puig d'en Rayo est principalement formé de calcaires beige-clair, à Rudistes (*Matheronia* sp.) et à Polypiers (E. N. SPIKER mentionne des Coraux du genre *Stephanocoenia*); ils renferment *Coskinolina* sp., *Nautiloculina* sp., *Sabaudia minuta*, *Choffatella* sp., *Miliolidae*, association datant du Barrémien à l'Aptien inférieur. Ces calcaires sont associés à des dolomies grises (affleurant dans le vallon séparant le Puig d'en Rayo de Sa Foradada).

Des calcaires semblables s'observent au N de la Cala Salada, P. FALLOT y a observé des *Toucasia* et *Exogyra aquila*. Ce sont des calcarénites à *Miliolidae*, *Orbitolinopsis* cf. *elongatus*, *Orbitolinopsis* sp., *O. sp. aff. kiliani*, *Sabaudia minuta*, *Arenobulimina* sp., association dont l'âge va du Barrémien à l'Aptien inférieur.

Ils sont surmontés (en particulier à l'E de Sa Foradada) par des calcarénites beige-foncé et des calcaires oolithiques brun-jaunâtre, en bancs de 10 à 50 cm d'épaisseur, à *Miliolidae*, *Orbitolina* sp., *O. cf. lenticularis*, *Sabaudia minuta*, Bryozoaires. Il s'agit d'Aptien.

Au-dessus stratigraphiquement viennent des marnes et des calcaires argileux jaune-verdâtre ou gris-bleu.

Les marnes de la paroi N de la Cala Salada ont fourni des fossiles aptiens et albiens à P. FALLOT (1922, p. 138) et à E. N. SPIKER (1935, p. 43).

Nous avons recueilli les fossiles suivants, en $x = 1030,825$; $y = 502,400$:

Brachiopodes. *Rhynchonella bertheloti* (Albien ou Cénomaniens).

Lamellibranches. *Arctostreon latissimum*.

Ammonites. *Cheloniceras* sp., *Dufrenoya* cf. *dufrenoyi* (Aptien moyen ou supérieur).

Echinodermes. *Hemiaster minimus* (Albien).

Cette faune date de l'Aptien et de l'Albien. Des marnes ont montré : *Tritaxia pyramidata*, *Citharina gr. recta* (Aptien supérieur à Cénomaniens).

E. N. SPIKER a récolté dans la baie au S de Sa Foradada des fossiles de l'Aptien et de l'Albien.

Nous y avons recueilli (en $x = 1030,800$; $y = 502,600$):

Lamellibranches. *Arctostreon latissimum*.

Echinodermes. *Epiaster dallonii* (Cénomaniens).

Plus au N, à Sas Fontanellas (fig. 42) des marnes nous ont livré (en $x = 1030,850$; $y = 503,400$):

Brachiopodes. "*Terebratula*" sp. aff. *T. russillensis*, *Lamellaerhynchia irregularis*, du Barrémien ou de l'Aptien.

Lamellibranches. *Arctostreon latissimum*, *Plicatula radiola*, indiquant un niveau probablement aptien.

Les marnes crétacées se rapportent donc à l'Aptien et à l'Albien, ainsi qu'au Cénomaniens (?) (présence d'*Epiaster dallonii*).

2. CAP NEGRET, PUIG D'EN JUAN ANDREU.

Le Cap Negret (fig. 90) est formé de dolomies claires et de calcaires urgoniens bréchoïdes, surmontés par des calcaires argileux et des marnes à Orbitolines, où E. N. SPIKER a recueilli : *Orbitolina* sp., *Cyclolites* sp. ?, *Rhynchonella* sp., *R. sulcata paludensis*, *R. lata*, *Terebratula globus*, *Panopea prevosti*, *Exogyra couloni*, *Lissoceras* sp. ?, *Beudanticeras parandieri*, *Neoholites semisulcatus*, *Belemnites* sp., *Toxaster* sp. ?

A l'ENE du Cap Negret (fig. 36), au-dessous de dolomies du Lias-Dogger (l) et de marnes du Keuper (t9-6) (unité de Llentrisca-Rey) des dépôts néogènes (m1) reposent sur des calcaires beiges (n4U), en petits bancs,

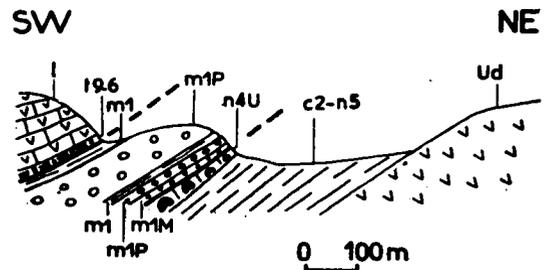


Fig. 36.—Coupe située entre le Cap Negret et le Puig d'en Juan Andreu.

m1: marnes, microbrèches (m1M) et poudingues (m1P) du Miocène inférieur; c2-n5: marnes fossilifères (Aptien à Cénomaniens); Ud: dolomies associées aux calcaires urgoniens; n4U: calcaires barrémiens; l: dolomies liasiques; t9-6: marnes du Keuper.

à sections de tiges de Charophytes et à *Miliolidae*, *Paracoskinolina sunnilandensis*, *Orbitolinopsis* sp. (Barrémien). Plus bas vient un ensemble de roches marneuses et marno-calcaires (c2-n5) à Orbitolines, ayant livré à E. N. SPIKER: *Terebratula dutempleana*, *Plicatula placunea*, *Ostrea* sp., *Exogyra couloni*, *Codiopsis lorini*, *Dufrenoya furcata*. Nous y avons récolté les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Rectithyris* sp. (Albien ou Cénomaniens).

Lamellibranches. *Arctostreon latissimum*.

Echinodermes d'âge albien: *Hemiaster minimus*, et d'âge cénomaniens: *Heteraster delgadoi*, *Catopygus columbaris*, *Peltastes acanthoides*, *Holaster latissimus*, *Epiaster dallonii*, *Hemiaster* sp.

Les récoltes de E. N. SPIKER datent l'Aptien, les nôtres l'Albien et le Cénomaniens.

Ces marnes font suite aux dolomies et aux calcaires urgoniens qui forment l'essentiel du Puig d'en Juan Andreu; il s'agit de calcarénites à débris d'Algues (dont des Dasycladacées, des Mélobésiées), *Trocholina* sp. aff. *friburgensis*, *Lenticulina* sp.

3. CAMP VEY, CALA DE EUBARCA.

L'étude stratigraphique des terrains crétacés de cette région est rendue plus difficile par les plis couchés et les imbrications qui les affectent. Ces terrains semblent se superposer dans l'ordre suivant:

1. Calcaires massifs, beige-clair (Barrémien à Aptien basal); il s'agit de calcaires cryptocristallins ou de calcarénites, contenant les microorganismes suivants, énumérés globalement: Dasycladacées (*Cylindroporella* sp.), *Miliolidae*, *Orbitolinopsis elongatus*, *Sabaudia minuta*, *Paracoskinolina sunnilandensis*, *P. cf. sunnilandensis*, *P. sunnilandensis elongatissima*, *Coskinolina* sp., *C. alpillensis*, *Cuneolina* sp., *C. gr. hensoni*, *Nautiloculina* sp., *Valvulammina* sp., *Lenticulina* sp., *Lituolidae*. Leur aspect est parfois bréchoïde; des dolomies s'y associent (*Rotabella*...).
2. Calcaires à patine gris-ocre, compacts, en petites dalles de 5 à 30 centimètres d'épaisseur (Aptien); ce sont soit des calcarénites, soit des calcaires oolithiques, à débris d'Algues, Orbitolines plates (à embryon du groupe III de HOFKER), *Orbitolina cf. lenticularis*, *Sabaudia minuta*, *Miliolidae* (*Quinqueloculina* sp., *Idalina* sp.), *Nautiloculina* sp., *Textularia* sp., *Pseudotextulariella* sp., *Valvulinidae*, Bryozoaires, Polypiers, débris de Gasteropodes et d'Echinodermes. Ils affleurent notamment au Puig d'en Recó,

au sommet du Camp Vey, à la Cala de Eubarca. Ils présentent parfois un aspect bréchoïde.

3. Marnes et calcaires argileux jaune-verdâtre et bruns. Plusieurs niveaux y sont représentés; du fait de la tectonique tangentielle, les faunes sont souvent mélangées. Dans la vallée allant de Camp Vey à la Cala de Eubarca, E. N. SPIKER (1935, p. 36) signale un gisement fossilifère, lui ayant fourni des fossiles du Barrémien, de l'Aptien et de l'Albien.

Nous avons recueilli, dans cette vallée, les fossiles suivants:

Brachiopodes. "*Terebratula*" sp. aff. *dutemplaena*.

Lamellibranches. *Plicatula radiola neocomiensis*.

Echinodermes de l'Albien: *Hemiaster minimus*, et du Cénomanién: *Echinobrissus similis*, *Pyrina crucifera*, *Holaster latissimus*, *Discoidea subuculus*.

Des marnes prélevées en $x = 1035,150$; $y = 507,700$ ont donné une association de l'Aptien supérieur comprenant: *Arenobulimina* cf. *chapmani*, *Tritaxia* cf. *pyramidata*, *Gaudryina* cf. *alexanderi*, *Lenticulina* sp., *Citharina* cf. *recta*, *Dorothia* cf. *trochus*, *Patellina subcretacea*, *Hedbergella* sp., *Globigerinelloides algeriana*, *Biglobigerinella* sp., Ostracodes, Coprolithes.

Nous avons découvert un gisement fossilifère au N du Puig d'en Recó (en $x = 1034,875$; $y = 507,080$). Il nous a livré les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Rectithyrus* sp. (Albien ou Cénomanién).

Lamellibranches. *Plicatula radiola neocomiensis*.

Ammonites. *Chelonicerus* sp. probable (Aptien).

Bélemnites. *Neohibolites* cf. *inflexus*? (Aptien-Albien).

Echinodermes. *Epiaster dallonii* (Cénomanién), *Holaster trecensis* (Cénomanién).

Un autre gisement, découvert à la Punta Torreta, nous a donné:

Brachiopodes (d'âge barrémo-aptien). *Musculina sanctaecrucis*, *Sellithyrus* sp., *Oblongarcula oblonga*, *Terebratula valdensis*.

Lamellibranches. *Neithea* (*Neithea*) *atava* (Valanginién-Aptien), *Arctostreum latissimum* (Barrémién-Aptien), *Astarte* (*Neocrassina*) sp. gr. *A. gigantea*, *Panopea gurgilis*.

Céphalopodes. *Nautilus* sp., *Heteromorpha* sp. (Barrémién-Aptien probable).

Echinodermes. *Epiaster dallonii*? (Cénomanién).

Nous rapportons ces marnes à des niveaux allant de l'Aptien (probablement supérieur) au Cénomanién compris.

4. CAP RUBIO, CRUZ DE SAN MIGUEL.

Nous avons déjà signalé à Cruz de San Miguel l'existence de calcarénites à Clypéines d'âge probablement tithonique-néocomien. Les falaises et caps abrupts qui bordent la côte entre la Cala de Eubarca et le Cala Biniarras sont essentiellement formés de calcaires urgoniens (fig. 93, 94, 110, 111); ceux-ci ont montré, en lames minces: *Dasycladacées*, *Nautiloculina* sp., *Trocholina* sp., *Cuneolina* sp., *Orbitolinopsis* sp., O. cf. *kiliiani*, *Paracoskinolina* gr. *summilandensis*, *Sabaudia minuta*, Polypiers, association dont l'âge va du Barrémién à l'Aptien inférieur.

Les calcaires urgoniens (barrémo-aptiens) qui affleurent au NW du Puig de Cires (fig. 93) sont surmontés par des marnes nous ayant montré: *Orbitolines*, *Tritaxia tricarinata*, *Tritaxia* cf. *pyramidata*, *Tritaxia* sp., *Lenticulina* sp., *Dentalina* sp., *Citharina* cf. *recta*, *Hedbergella* sp., *Hedbergella* cf. *trochoidea*, *Globigerinella* sp., *Biglobigerinella sigali*, *Globigerinelloides algeriana*, *Epistomina* sp., *Gavelinella barremiana*, *Patellina subcretacea*, *Dorothia* cf. *trochus*, Ostracodes, Coprolithes. Cette association est d'âge gargasien.

La même superposition s'observe à Portixol. Les marnes crétacées ont donné: *Orbitolines*, *Tritaxia* sp., *Spirillina* sp., *Patellina subcretacea*, *Vaginulina* cf. *kochii*, *Lenticulina* sp., *Biglobigerinella* cf. *sigali*, *Hedbergella* sp., *Marssonella* cf. *oxycona*, *Marginulina* sp., Ostracodes, Coprolithes. Il s'agit également de Gargasien.

Des marnes nous ont donné, à Cruz de San Miguel (en $x = 1041,815$; $y = 510,325$): *Toxaster retusus* (Hauterivién), *Holoeotypus* sp.

Nous avons recueilli dans le même ensemble marneux (en $x = 1042,050$; $y = 510,325$) (fig. 111): *Toxaster maurus* (Hauterivién-Barrémién).

Nous avons récolté (en $x = 1041,200$; $y = 510,375$), les fossiles suivants:

Brachiopodes. *Vectella* sp.?

Lamellibranches. *Neithea* (*Neithea*) *atava neocomiensis*, *Arctostreum latissimum* (Barrémién-Aptien).

Ammonites. *Barremites* sp., *Hamulina* sp.?, *Pulchellia* cf. *provincialis* (Barrémién inférieur).

Echinodermes, d'âge aptien. *Holaster intermedius*, *Heteraster peroni*, *Toxaster collegnoi*.

Des marnes prélevées dans cet affleurement ont montré: *Tritaxia pyramidata*, *Citharina* gr. *recta*, *Tristix* sp., *Lenticulina besairiei*, *L. tricarinnella*, *Marssonella oxycona*, Ostracodes. Cette association est barrémiénne.

D'après P. FALLOT (1922, p. 138 et 139), la collection NOLAN renferme, en provenance de la vallée de San Miguel, une association de fossiles dont l'âge est compris entre l'Hauterivien supérieur ou le Barrémien inférieur et l'Aptien supérieur ou l'Albien inférieur.

La superposition des assises crétacées semble s'établir dans l'ordre suivant :

- Calcaires massifs du Tithonique-Néocomien.
- Marnes de l'Hauterivien-Barrémien.
- Calcaires massifs, urgoniens (Barrémien).
- Marnes d'âge barrémo-aptien.

C) Nord de l'île.

Les affleurements de calcaires urgoniens y sont réduits.

1. CALA DE CHARRACA, PUIG D'ES CAP DE BOU.

La paroi W de la Cala Charraca montre les termes suivants, de bas en haut (fig. 99) :

- 19-6. Marnes gypsifères, gris-verdâtre et gris-noirâtre, avec lits de marnes bariolées (Keuper), visibles sur 25 m d'épaisseur.
- n5U. Lumachelles grises à *Orbitolina* cf. *conoidea-discoidea* et *Orbitolina* cf. *lenticularis*, en dalles de 20 à 30 cm d'épaisseur (Aptien). 10 m d'épaisseur.
- n6-5U. Calcaires gréseux, gris-noirâtre, en bancs de 30 cm d'épaisseur, 5 à 10 m d'épaisseur. Ils nous ont livré : Brachiopodes. *Cylothyrus* sp. (Aptien ou Albien).

Lamellibranches. *Neithea* (*Neithea*) *mornsi* (Aptien-Albien), *Plicatula placunea* (Hauterivien-Aptien), *Spondylus striatus* (Albien-Cénomaniens), *Arctostrea milletiana* (Aptien-Cénomaniens), *Ceratos-treon minos* (Néocomien), *Astarte* cf. *amygdala* (Aptien), *Pectinidae* indét., *Trigoniidae* indét., *Arctostreon latissimum* (Barrémien-Aptien).

Echinodermes. *Cidaris lhardyi* (Aptien), *Cidaris muricata* (Néocomien), *Isocrinus gevreyi* (Néocomien).

Nous rapportons ce niveau à l'Aptien.

- c1. Marnes sableuses, jaune-verdâtre, gris-verdâtre et noires, schisteuses, micacées et calcaires argileux ou sableux. 50 m d'épaisseur. Ils nous ont donné des Brachiopodes : *Cylothyrus* sp. (Aptien ou Albien), *Taramella* sp., "*Terebratula*" sp., des Lamellibranches : *Plicatula radiola* (Néocomien-Albien); des marnes lavées ont montré :

Lenticulina gr. *besairiei*, *Tritaxia* cf. *pyramidata*, *Globigerinelloides* sp., *Planomalina* cf. *chenioureensis*, *Tritaxia tricarinata*, *Hedbergella washitensis*. Il s'agit d'Albien. Le Cénomaniens n'a pas pu être mis en évidence; il n'est pas exclu qu'il soit représenté dans ces marnes, au-dessous des calcaires turoniens.

— c3. Calcaires turoniens.

Au Puig de Sa Venc (fig. 98), faisant suite à des calcaires tithoniques-néocomiens, viennent des calcaires urgoniens à *Miliolidae*, *Textulariidae*, *Ophthalmidiidae*, *Valvulinidae*, *Lituolidae*, *Valvulammina* sp., *Nautiloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Orbitolina kurdica*?, *Pseudocyclammina hedbergi*, *Dictyoconus reicheli*. Ces calcaires urgoniens affleurent sur 60 m d'épaisseur environ.

Au sommet du Puig d'es Cap de Bous (fig. 96) affleurent, au-dessus de calcaires tithoniques-néocomiens des calcaires urgoniens (barrémo-aptiens) à *Miliolidae* (*Sigmoilina* sp., *Quinqueloculina* sp.), *Orbitolina* aff. *bulgarica*, *Orbitolinopsis* cf. *flandrii*, *O.* cf. *cuvillieri*. Ces calcaires urgoniens, épais de 60 m environ, sont surmontés —au N de la colline— par des marnes aptiennes à *Orbitolina lenticularis*.

2. REY.

Les formations néogènes du versant NW du Rey (fig. 101) sont supportées par des calcaires urgoniens, à Algues (*Cylindroporella* sp.), *Miliolidae* (nombreux *Quinqueloculina* sp.), *Coskinolina* sp., *Orbitolinopsis flandrii*, *O.* cf. *cuvillieri*; cette association est barrémienne.

Sur les versants E et SE du Puig (fig. 101, 102), des calcaires à *Orbitolina* sp. (évoquant l'Aptien basal), *Nautiloculina* sp., Algues, associés à des dolomies, et des marnes brunes à *Orbitolina* sp., *Gaudryina* sp., *Marssonella* sp., Ostracodes (Barrémien terminal-Aptien), participent à la constitution d'une petite écaille.

CONCLUSIONS.

Les formations urgoniennes ont une extension allant du Barrémien au Cénomaniens; elles atteignent une puissance maximale de 350 à 400 m, notamment le long de la côte NW (300 à 350 m de calcaires, 80 à 100 m de marnes). Ces dépôts font suite à des calcaires tithoniques-néocomiens; mais à Cruz de San Miguel, elles reposent sur des marnes de l'Hauterivien-Barrémien.

Les calcaires zoogènes à Rudistes et à *Orbitolinidae* débutent au Barrémien et continuent à se déposer à l'Aptien.

Les marnes nous ont donné des macrofaunes de l'Aptien, de l'Albien et du Cénomaniens. Elles font suite ou s'intercalent dans les calcaires urgoniens. P. FALLOT a bien remarqué qu'elles peuvent constituer soit des niveaux constants, soit des intercalations locales dans les calcaires.

IV. Conclusions

L'étude des différentes coupes décrites dans les chapitres relatifs au Tithonique et au Crétacé inférieur, ainsi que la cartographie des terrains correspondants, nous a permis de distinguer trois séries stratigraphiques présentant des variations latérales de faciès.

Dans la série d'Ibiza, la plus orientale, la sédimentation est essentiellement marneuse et continue depuis le Tithonique jusqu'à l'Albien inclus.

Dans la série de San José, la sédimentation est calcaire au Tithonique-Valanginien, puis marneuse depuis l'Hauterivien (peut-être même du Valanginien supérieur) jusqu'au Cénomaniens inclus (au moins basal).

Dans la série d'Eubarca, la plus occidentale, la sédimentation est calcaire-dolomitique depuis le Tithonique jusqu'à l'Aptien inclus, avec des intercalations marneuses à l'Hauterivien, au Barrémien et à l'Aptien. Les calcaires barrémo-aptiens, à faciès urgonien, sont surmontés par des marnes albo-cénomaniennes.

Le Tithonique et le Crétacé inférieur montrent le passage latéral rapide, du SE vers le NW, de faciès pélagiques à des faciès néritiques.

CHAPITRE VI

LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Le Crétacé supérieur n'est connu en place, dans les Pityuses, que dans l'île d'Ibiza; ces affleurements s'observent dans les séries de San José et d'Eubarca.

Le Crétacé supérieur affleure, ainsi que nous l'avons déjà signalé, dans des marnes où nous avons découvert le Cénomaniens; mais il est principalement représenté par des calcaires massifs, compacts, à grain très fin, de teinte blanc-jaunâtre.

L'âge exact de ce complexe calcaire était ignoré avant nos recherches à Ibiza. Les macrofaunes y sont d'une extrême rareté, si bien que la datation des niveaux n'a pu se faire que par les microorganismes, dont l'étude fut principalement l'oeuvre de M. J. SIGAL: nous lui devons les listes microfauniques et leur interprétation. M. DURAND DELGA a contribué à l'examen des petites formes ("*Lagena*", "*Pithonella*..."). Les associations de microfaunes nous ont permis de découvrir l'existence de presque tous les étages du Crétacé supérieur.

Le Crétacé supérieur fait suite en concordance aux marnes et calcaires argileux de l'Albien.

I. Historique

Le Cénomaniens est connu, à Ibiza, depuis la découverte par H. NOLAN (1895) d'un Echinoderme: *Heterodiadema libycum* COTTEAU dans les calcaires de Llentrisca. P. FALLOT (1922) signale la présence de calcaires "à cassure ivoirine" au Cabo Llen-

trisca. Il admet, se référant à la découverte de H. NOLAN, que le Crétacé de l'île d'Ibiza se termine par ces couches cénomaniennes.

E. N. SPIKER (1935) et U. HAANSTRA (1935) ont trouvé dans les calcaires du Crétacé supérieur, qualifiés par eux "d'ivoirins", l'association suivante, quelque peu singulière: "*Textularia, Rotalia, Globigerina, Lagena, Nodosaria* et *Calpionella*". Ils rapportèrent ces calcaires au Cénomaniens, sans exclure toutefois leur appartenance possible en partie au Gault ou à des niveaux plus élevés.

G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962) mentionnent des calcaires à Rosalines du Cénomano-Turonien, à Majorque et à Ibiza. Mais si de tels calcaires ont bien été trouvés à Majorque: *en place*, sur le bord sud de la Sierra Norte (G. COLOM, *in litt.*) ou remaniés dans des formations du Burdigalien supérieur (J. M. OLIVEROS, B. ESCANDELL et G. COLOM, 1960), en ce qui concerne Ibiza, il s'agit d'une déduction logique qu'aucun fait précis n'appuyait jusqu'à maintenant: les observations rapportées ci-après, que nous avons pu faire à Ibiza, confirment remarquablement l'intuition de ces auteurs.

L'étude des microfaunes nous a permis, en effet, de reconnaître au sein des calcaires — outre le Cénomaniens — le Turonien et le Sénonien (Y. RANGHEARD, J. SIGAL et M. DURAND DELGA, 1962; Y. RANGHEARD et J. SIGAL, 1965).

II. Les faciès

1. LES CALCAIRES.

Ce sont des calcaires massifs, parfois en bancs de 40 cm à 1 m d'épaisseur, mais le plus souvent mal lités. Ils présentent rarement une allure noduleuse (calcaires campaniens du versant ouest de Llentrisca, en $x = 1026,375$; $y = 487,0$).

Ces calcaires forment des corniches compactes, un peu karstiques. Ils sont généralement compacts, durs, d'aspect sublithographique, à patine gris-jaunâtre et offrent à la cassure une teinte blanche à blanc-jaunâtre ressemblant à celle de l'ivoire. Les différents niveaux du Crétacé supérieur en sont principalement constitués.

Notons que le Crétacé supérieur est aussi représenté par des calcaires plus tendres, le plus souvent du Sénonien supérieur, mais dont les affleurements sont assez réduits: versants W et E de Llentrisca, Torrent de Ses Boques entre Llentrisca et le Puig d'en Serra, versant NW de l'Atalaya de San José à son extrémité méridionale.

En fait, la distinction de plusieurs niveaux de ce complexe calcaire n'est pas possible sur le terrain. Aussi les auteurs antérieurs, en l'absence presque totale de macrofaunes, et n'ayant pas fait l'étude microscopique des échan-

tillons pétrographiques, avaient rapporté au Cénomaniens la *totalité* des calcaires "ivoirins".

L'examen, en lames minces, montre qu'il s'agit de calcaires cryptocristallins, renfermant de très petits et rares grains de quartz et des paillettes de muscovite. Dans quelques échantillons apparaissent des traces d'hématite. La glauconie est rare, sauf dans les calcaires cénomaniens (versant est de Llentrisca), où elle abonde. Les calcaires tendres présentent, en outre, une structure un peu grumeleuse.

Tous ces calcaires sont riches en microorganismes, consistant d'une part en débris de macrofossiles (surtout de prismes d'Inocéramés), d'autre part en microfaune pélagique: les *Globotruncana* sont représentés par tout un cortège d'espèces, relativement peu riches en individus, dont les associations ont permis la distinction des différents niveaux. Les genres *Thalmaninella*, *Rotalipora* sont également représentés (calcaires cénomaniens de Llentrisca). Il convient de signaler la présence constante dans les échantillons calcaires de *Pithonella sphaerica*, *Pithonella ovalis*, ne montrant aucune évolution perceptible dans leur répartition, *Rugoglobigerina* sp.; les représentants du genre *Heterohelix* sont plus rares, de même que les espèces *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera conoidea* et les *Nannoconus*. Mentionnons enfin la présence d'Ostracodes, indéterminables.

2. LES MARNES ET LES MARNO-CALCAIRES.

De mince délits marneux séparent les bancs calcaires du Crétacé supérieur; des passées plus puissantes de marno-calcaires et de marnes s'intercalent, en outre, dans le complexe calcaire, le plus souvent dans les calcaires tendres, signalés ci-avant.

Leur couleur est généralement blanche ou blanc-jaunâtre, ou crème, rarement jaune-verdâtre. Les marnes sont fines, sableuses. Les marno-calcaires présentent une texture assez finement feuilletée.

Rappelons que les marnes cénomaniennes nous ont livré *Turrilites* cf. *costatus* (un seul exemplaire), ainsi que des Echinodermes.

Les marnes et les marno-calcaires intercalés dans les calcaires du Crétacé supérieur renferment principalement des *Globotruncana*.

III. Description des affleurements

Les étages du Crétacé supérieur n'ont pas toujours été caractérisés sur une même coupe. En outre, la structure de l'île consistant en plis couchés

Tableau 5.—Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur de Llentrisca.

ECHANTILLONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Pithonella sphaerica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rugoglobigerina</i> sp.	+	+	+					+	+				+	+	+	+
<i>Heterohelix</i> sp.	+		+					+	+	+		+	+			+
<i>Thalmaninella</i> sp.	+															
<i>Rotalipora</i> gr. <i>cushmani</i> ..	+	+														
<i>R.</i> gr. <i>appenninica</i>	+	+														
<i>Globotruncana</i> sp.												+		+	+	+
<i>G.</i> gr. <i>helvetica</i>			cf.			+										
<i>G.</i> gr. <i>stephani</i>				+												
<i>G.</i> gr. <i>renzi</i>					cf.											
<i>G.</i> gr. <i>turbinata</i>			+			+				cf.						+
<i>G.</i> gr. <i>coronata</i>					cf.				cf.	cf.						+
<i>G.</i> gr. <i>lapparenti</i>									+	+						+
<i>G.</i> gr. <i>linnei</i>			+	+				+	+	+	+	+		+		
<i>G.</i> cf. <i>schneegansi</i>				+				+	+	+						
<i>G.</i> <i>schneegansi</i> "prae-concavata"									+							
<i>G.</i> gr. <i>sigali</i>			+	cf.					cf.	+						
<i>G.</i> <i>angusticarinata</i>			cf.							+	+					
<i>G.</i> <i>tricarinata</i>										+						
<i>G.</i> gr. <i>arca-convexa</i>								+				+				
<i>G.</i> <i>convexa</i>									+		cf.	cf.				
<i>G.</i> <i>convexa</i>									cf.				+			
<i>G.</i> gr. <i>stuarti-stuartiformis</i> ..												?				
<i>G.</i> <i>linnei-inflata</i>														+		

ECHANTILLONS	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
<i>Pithonella sphaerica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. trejoi</i>																
<i>Rugoglobigerina</i> sp.	+								+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Heterohelix</i>									+							
<i>Globotruncana</i> sp.	+															
<i>G.</i> gr. <i>renzi</i>				+												
<i>G.</i> gr. <i>coronata</i>												cf.				cf.
<i>G.</i> gr. <i>lapparenti</i>			+								+	+				+
<i>G.</i> gr. <i>linnei</i>	+				+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G.</i> gr. <i>linnei bulloides</i>					+					+		+		+	+	+
<i>G.</i> <i>tricarinata</i>												+				
<i>G.</i> gr. <i>arca-convexa</i>	+	+			+	+				+	+					+
<i>G.</i> <i>convexa</i>	+															
<i>G.</i> <i>stuarti-stuartiformis</i>									+				+	+		
<i>G.</i> <i>globigerinoides</i>			+													
<i>G.</i> <i>linnei-inflata</i>	+															
<i>G.</i> gr. <i>arca</i>							+	cf.	cf.	+			+	cf.		
<i>G.</i> cf. <i>stuarti</i>													+			
<i>G.</i> <i>falsostuarti</i>									+							

Les microfaunes ont permis de distinguer les niveaux : Turonien-Sénonien inférieur d'une part, Sénonien supérieur d'autre part.

— Turonien-Sénonien inférieur (c5-3) : Ces calcaires, de plus de 200 m d'épaisseur, coiffent les sommets du Cap. Les associations de microfaunes indiquent des niveaux allant du Turonien supérieur au Santonien (Tableau 5. Echantillons 3 à 21). Des délités marneux prélevés au-dessus des calcaires cénomaniens ont donné, en outre, *Cythereis* ex. gr. aff. *adictyota* (Turonien à Coniacien supérieur).

Age des échantillons.

- 3, 4 : Turonien supérieur - Coniacien inférieur.
- 5 à 8 : Turonien supérieur ou Coniacien.
- 9 : Coniacien supérieur ou Santonien.
- 10 à 17 : Santonien probable.
- 18 : ?
- 19 à 21 : Sénonien.

— Sénonien supérieur (c7-6) : Les calcaires du Turonien-Sénonien inférieur sont suivis sur le versant E de Llentrisca par des calcaires semblables du Campanien (c6, Ech. 22 à 25), et forment sur le versant W le flanc inverse d'un synclinal couché vers le NW, dont le cœur est occupé par du Miocène. Sur ce versant, affleurent des calcaires campaniens, tendres, blanc-jaunâtre (Ech. 26 à 32), parfois broyés et d'allure noduleuse, ou se présentant en bancs de 1,50 à 2 m d'épaisseur.

Le tableau 5 donne des associations de microfaunes.

Ces calcaires sont épais de 75 m environ.

Age des échantillons.

- 22 à 25 : Campanien probable.
- 26 à 30 : Campanien.
- 31, 32 : Campanien probable.

Des marno-calcaires blancs et des marnes beige-clair à blanc-jaunâtre s'intercalent dans ces calcaires tendres; ils ont donné : *Globotruncana elevata*, *G. stuartiformis*, *G. arca*, *G. andori*, *G. bollii*, *G. linnei*, *G. gr. stuarti-stuartiformis*, *G. cf. stuarti* (détermination J. SIGAL), ainsi que : *Marssonella oxycona* (abondante), *Lituola grandis*, *Gaudryina cf. bronni* (rare), *Frondicularia lanceolata* (rare), *Lenticulina macrodisca* (détermination G. COLOM).

L'âge de ces marnes et marno-calcaires est campanien supérieur, sans pouvoir exclure le Maestrichtien. Nous avons bien reconnu le Maestrichtien à Llentrisca dans des marnes à *Globotruncana elevata*, *G. arca*, *G. falso-stuarti*, *Gümbelina plummerae*, *Heterostomella* sp., *Arenobulimina* sp.; mais ces marnes sont remaniées par le Miocène (m1P).

2. PUIG D'EN SERRA.

Le Puig d'en Serra (fig. 84) est formé par un groupe de collines allongées du SW au NE; les calcaires du Crétacé supérieur (c7-3) en constituent l'essentiel; ils font suite, sur le versant NW, à des marnes nous ayant livré des Ammonites pyriteuses de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur; ils affleurent sur une centaine de mètres d'épaisseur et plongent vers le SE.

Des échantillons prélevés de bas en haut du complexe calcaire (éch. xi à 12), à intervalles réguliers, ont montré en lames minces les microorganismes consignés dans le tableau 6.

Age des échantillons.

- 1, 2 : Turonien supérieur ou Coniacien.
- 3 : Coniacien - Santonien.
- 4 : Sénonien.
- 5, 6 : Sénonien probable.
- 7 : Sénonien.
- 8, 9 : Campanien probable.
- 10 : ?
- 11, 12 : Campanien élevé ou Maestrichtien.

Grâce aux associations de *Globotruncana* ont donc été reconnus dans ces calcaires des niveaux compris entre le Turonien et le Campanien.

Ces calcaires affleurent également dans quelques collines situées immédiatement au Nord du Torrent de Ses Boques (entre Llentrisca et le Puig d'en Serra), stratigraphiquement au-dessus des marnes albiennes bordant la Cala d'Es Cubells.

A 1 km au NE du sommet du Puig d'en Serra (x = 1028,575; y = 489,850), des calcaires sénoniens constituent une klippe posée sur une semelle de microbrèches et de marnes miocènes. D'autres klippes, plus petites, se situent au NE d'Es Torrent.

Le Crétacé supérieur est également représenté par des marnes et des marno-calcaires, jaune-clair à blanc-jaunâtre, intercalés dans des calcaires tendres. Leurs affleurements sont peu importants :

— Torrent de Ses Boques (x = 1028,375; y = 487,375); marno-calcaires et marnes à *Globotruncana linnei*, *G. arca*, *G. fornicata*, *G. elevata*, *G. stuartiformis*, *G. bollii*, *G. andori*, *Marssonella oxycona*, *Stensioina* sp.

— Torrent se dirigeant vers Cala d'Hort (x = 1027,0; y = 487,575); marno-calcaires et marnes à *Globotruncana elevata*, *G. "prae-contusa"*, *G. cf. arca*, *G. linnei*, *G. cf. convexa*, *G. tricarinata*, *Marssonella cf. oxycona*, *Robulus* sp., *Gaudryina* sp., *Anomalina* sp., *Frondicularia* sp., débris d'Echinides.

Tableau 6.—Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur du Puig d'en Serra.

ECHANTILLONS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Pithonella sphaerica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rugoglobigerina</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Heterohelix</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Globotruncana cf. helvetica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>G. gr. coronata</i>					cf.							
<i>G. gr. lapparenti</i>		+	+	+	+				+	+	+	+
<i>G. gr. marginata</i>		+	+	+	+				+	+	+	+
<i>G. gr. linnei</i>							+					
<i>G. globigerinoides</i>							+					
<i>G. tricarinata</i>								cf.				
<i>G. gr. arca-convexa</i>											+	
<i>G. "prae-calificiformis"</i>											+	
<i>G. calificiformis</i>											+	
<i>G. gr. arca</i>											+	
<i>G. cf. stuarti</i>												+

Ces marno-calcaires et marnes sont d'âge campanien, sans pouvoir exclure qu'ils puissent atteindre le Maestrichtien.

3. ATALAYA DE SAN JOSÉ.

Les calcaires du Crétacé supérieur couronnent l'Atalaya, ainsi que les croupes du versant SE de cette colline (fig. 85, terme c7-3). Ils sont généralement massifs, mal lités; leur épaisseur est de 150 m environ.

Au pied SE de l'Atalaya, ils surmontent, en série normale, des marnes jaune-verdâtre, à Ammonites de l'Hauterivien supérieur, du Barrémien et probablement du Cénomaniens; la datation de ce dernier niveau repose sur un seul exemplaire, assez mal conservé, mais qui évoque cependant *Turritites costatus*. Cet échantillon a été recueilli à la base des calcaires du Crétacé supérieur, en $x = 1030,175$; $y = 491,625$.

A l'inverse, sur le flanc nord-ouest de l'Atalaya, les calcaires du Crétacé supérieur chevauchent vers le NW du Miocène formé par des poudingues (m1P), des microbrèches (m1M) et des marnes (m1); le contact montre un léger pendage vers le sud-est.

Des échantillons ont été prélevés, à intervalles réguliers (éch. 1 à 54) dans une coupe effectuée depuis la base du complexe calcaire, en $x = 1029,70$; $y = 491,55$, jusqu'au sommet de la colline.

Les lames minces ont révélé, outre des *Nannoconus*, des Ostracodes et des débris d'Inocérames, les microfaunes consignées dans le tableau 7.

Age des échantillons.

- 1 : Turonien probable.
- 2 à 4 : Sénonien inférieur (Santonien).
- 5 : Limite Santonien-Campanien.
- 6 à 28 : Campanien.
- 29 à 35 : Sénonien (sans plus de précision).
- 36 à 43 : Campanien.
- 45 à 54 : Maestrichtien probable.

La présence de formes telles que *Globotruncana gr. elevata*, *G. stuartiformis*, l'abondance des "grandes" Rosalines plates, des Rosalines à loges globuleuses et de *G. convexa* plaident pour du Campanien. L'apparition de formes rapportées au "groupe arca", surtout à *G. arca* et *G. pendens*, suggère qu'on est monté de manière sensible dans le Campanien.

Le Sénonien inférieur et le Campanien ont donc été reconnus grâce aux associations de *Globotruncana*. Le Turonien et le Maestrichtien existent probablement.

Il est intéressant de signaler que le Crétacé supérieur revêt localement

Tableau 7.—Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur de l'Atalaya de San José.

ECHANTILLONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Pithonella sphaerica</i>	+	+	+	+	+	+	+			+			+			+	
<i>P. ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	gr.	+	+	+	+	+	gr.	+	+	+
<i>P. trejoi</i>					+		+			cf.					?		
<i>Rugoglobigerina</i> sp.	+	+	+	+	+				+	+			+	+		+	+
<i>Heterohelix</i> sp.	+	+	+	+	+		+						+	+	+	+	+
" <i>Rotalina</i> " <i>cayeuxi</i>							+		+	+			+		+		
<i>Globotruncana</i> gr. <i>stephani</i>	+																
<i>G. renzi</i>			+		?												
<i>G. gr. coronata</i>	cf.	+	+	+			+										
<i>G. gr. lapparenti</i>	+	+	+	+		+						+					
<i>G. gr. linnei</i>		+	+	+	+		+		+				+	+		+	
<i>G. marginata</i>					+	+											
<i>G. linnei-bulloides</i>					+												
<i>G. cf. sigali</i>																	
<i>G. gr. angusticarinata</i>			+	+													
<i>G. gr. tricarinata</i>			+		+								+				
<i>G. gr. arca-convexa</i>		+			+												
<i>G. concavata</i>					+												
<i>G. carinata</i>					+												
<i>G. gr. convexa</i>				+		+											cf.
<i>G. globigerinoides</i>						+											cf.
<i>G. fornicata</i>																	
<i>G. gr. elevata</i>						+											
<i>G. stuartiformis</i>																	
<i>G. arca</i>																	
<i>G. pendens</i>																	
<i>G. "prae-contusa"</i>																	
<i>G. cf. stuarti</i>																	
<i>G. gr. stuarti-stuartiformis</i>																	
<i>G. cf. falsostuarti</i>																	
<i>G. gr. "caliciformis"</i>																	
<i>G. "prae-caliciformis"</i>																	
<i>G. nembergeri</i>																	

ECHANTILLONS	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Pithonella sphaerica</i>												+	+
<i>P. ovalis</i>		+	+	gr.	+						+	+	+
<i>P. trejoi</i>					+								+
<i>Rugoglobigerina</i> sp.			+			+	+	+				+	+
<i>Heterohelix</i> sp.	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
" <i>Rotalina</i> " <i>cayeuxi</i>											+		
<i>Globotruncana</i> gr. <i>stephani</i>													
<i>G. renzi</i>													
<i>G. gr. coronata</i>								+					
<i>G. gr. lapparenti</i>									+	+	+	+	
<i>G. gr. linnei</i>	+							+	+	+	+	+	+
<i>G. marginata</i>													
<i>G. linnei-bulloides</i>													
<i>G. cf. sigali</i>													
<i>G. gr. angusticarinata</i>													
<i>G. gr. tricarinata</i>													
<i>G. gr. arca-convexa</i>													
<i>G. concavata</i>													
<i>G. carinata</i>													
<i>G. gr. convexa</i>													+
<i>G. globigerinoides</i>													
<i>G. fornicata</i>													
<i>G. gr. elevata</i>													
<i>G. stuartiformis</i>			+										
<i>G. arca</i>				gr.	+				+	+			
<i>G. pendens</i>								+					
<i>G. "prae-contusa"</i>													
<i>G. cf. stuarti</i>													
<i>G. gr. stuarti-stuartiformis</i>													
<i>G. cf. falsostuarti</i>													
<i>G. gr. "caliciformis"</i>													
<i>G. "prae-caliciformis"</i>													
<i>G. nembergeri</i>													
<i>Globotruncana</i> sp.	+	+				+	+	+	+		+	+	

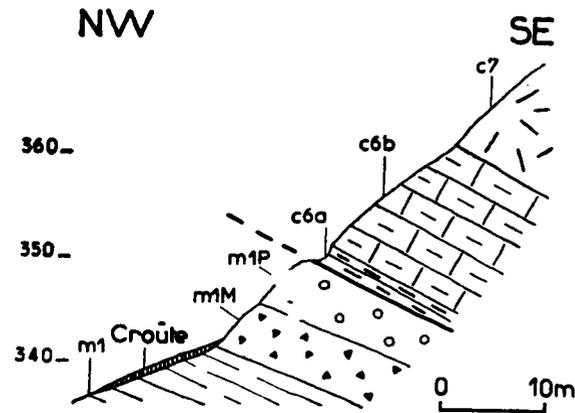


Fig. 38.—Coupe de la base du versant NW de l'Atalaya de San José à son extrémité méridionale.

m1P, m1M, m1: poudingues massifs, microbrèches brunâtres et marnes sableuses, jaunes, à passées de calcaires finement gréseux, du Miocène inférieur; c7: calcaires compacts du Maestrichtien (probable); c6b et c6a: marno-calcaires blanchâtres durs (c6b) et tendres (c6a) du Campanien.

l'aspect de marno-calcaires blanchâtres (fig. 38; termes c6 a et b), affleurant en série renversée, sous les calcaires d'âge maestrichtien probable (c7) du flanc NW de la colline, à son extrémité méridionale (en $x = 1028,935$; $y = 490,875$). Ces marno-calcaires ont donné: *Globotruncana linnei*, *G. fornicata*, *G. stuartiformis*, *G. marginata*, *G. elevata*, *G. "prae-contusa"*, association d'âge au moins campanien.

4. PUIG DE GUERXU.

Cette petite colline située au NNW du Puig Suñer est coiffée par des calcaires massifs, compacts, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur; ils surmontent, en contact anormal, des marnes du Keuper et montrent un léger pendage vers le SE (fig. 86). Les calcaires (c6-4) ont montré une association de microfaunes d'âge sénonien (sans plus de précision): *Pithonella ovalis*, *Pithonella sphaerica*, *Globotruncana linnei*, *G. gr. arca-convexa*, *G. tricarinata*, *Globotruncana sp.*

5. ES PUIG.

A 1 km au SSW du km 12 de la route allant d'Ibiza à San Antonio, cette colline montre des marnes miocènes s'enfonçant tectoniquement sous des calcaires sénoniens, affleurant sur une vingtaine de mètres d'épaisseur; ils renferment: *Globotruncana linnei*, *G. gr. arca*, *G. lapparenti*, *G. "prae-calificiformis"*, *Globotruncana sp.*, association d'âge probablement campanien.

6. LLUCH ET PUIG DE MESTRE.

Ces deux collines se situent respectivement à 500 m et à 1 km au Nord de la route Ibiza-San Antonio, entre les km 10 et 12. Il s'agit de petits affleurements de calcaires massifs, compacts, localisés au pied NE de la première colline et au pied NW de la seconde, sur lesquels viennent en transgression des marnes miocènes. Ils contiennent *Pithonella sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Globigerina sp.*, *Gavelinella cf. aumalensis*, *Globotruncana linnei*, *G. gr. stephani*, *G. cf. schneegansi*, *G. cf. tricarinata*; cette association indique le Turonien ou la base du Sénonien.

7. VERSANT NORD-OUEST DU PEZ.

Ce versant montre, en série renversée, la superposition suivante, de bas en haut morphologiquement (fig. 86):

- m1. Marnes miocènes.
- c6-4. Calcaires compacts du Sénonien. 50 à 60 m d'épaisseur.
- n2-j9. Calcaires organogènes du Tithonique-Valanginien.
- j8-7. Calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.

Les calcaires sénoniens ont montré, en lames minces: *Globotruncana gr. coronata*, *G. gr. lapparenti*, *G. gr. linnei*, *G. tricarinata*, *G. arca-convexa*, *G. gr. arca*, *G. gr. convexa*, *G. gr. contusa-calificiformis*, *G. aff. calificiformis*, *G. cf. concavata*, *Heterohelix sp.*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella sphaerica*, *Globigerina sp.*

Un petit affleurement de calcaires sénoniens à *Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*, *Globotruncana linnei*, se localise à la base du versant E du Puig Cirer (fig. 56).

B) Série d'Eubarca.

1. CALA DE CHARRACA.

Nous signalons pour la première fois la présence de Crétacé supérieur à la Cala de Charraca. Il s'agit de calcaires massifs, compacts, mal lités, affleurant sur quelques mètres d'épaisseur à l'W du sentier débouchant dans le barranco, au-dessus de marnes albo- (cénomaniennes ?) (fig. 99, terme c3).

Le Turonien (ou la base du Coniacien) est daté par l'association suivante: *Pithonella sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Globigerina sp.*, *Rugoglobigerina sp.*, *Heterohelix sp.*, *Globotruncana cf. renzi*, *G. cf. schneegansi*, *G. helvetica*, *G. turbinata*, *G. linnei*, *Hedbergella sp.*

2. SUD DU REY.

Les microfaunes autorisent à rapporter au Turono-Sénonien des calcaires massifs visibles sur 150 m d'épaisseur environ, surmontant, en contact anormal, des poudingues et des marnes miocènes (terme c5-3 des figures 100 et 101).

Quelques échantillons prélevés de bas (éch. 1) en haut (éch. 4) du complexe calcaire, ont en effet révélé l'association de microfaunes consignée dans le tableau 8.

Tableau 8.—Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur du Sud du Rey.

ECHANTILLONS	1	2	3	4
<i>Pithonella sphaerica</i>	+	+	+	+
<i>Pithonella ovalis</i>	+	+	+	+
" <i>Stomiosphaera</i> " <i>conoidea</i>		+	+	+
<i>Rugoglobigerina</i> sp.	+	+	+	+
<i>Heterohelix</i> sp.	+	+	+	+
<i>Globotruncana</i> aff. <i>stephani</i>		+		
<i>G. helvetica</i>	cf.?	+	cf.?	
<i>G. renzi</i>		+		
<i>G. turbinata</i>	aff.			
<i>G. gr. coronata</i>			+	+
<i>G. gr. marginata</i>			+	
<i>G. gr. lapparenti</i>			+	
<i>G. gr. linnei</i>			+	+
<i>G. tricarinata</i>			cf.	cf.
<i>G. sigali</i>		+		
<i>G. convexa</i>		cf.		+

Age des échantillons.

- 1 : Turonien ?
 2 : Turonien supérieur.
 3 : Turonien supérieur ou Sénonien inférieur.
 4 : Sénonien inférieur ou moyen.

3. PORT DE SES CALETAS.

Le Crétacé supérieur affleure à l'Ouest du Port de Ses Caletas (fig. 102) dans des calcaires compacts (c4-3) renfermant :

Pithonella sphaerica, *P. ovalis*, *P. trejoi*, "*Stomiosphaera conoidea*", de grosses Globigérines, *Rugoglobigerina* sp., *Heterohelix* sp., *Globotruncana* cf. *helvetica*, *G. cf. coronata*, *G. marginata*, *G. lapparenti*, *G. cf. tricarinata*, *G. schneegansi*, *Globotruncana* sp. Cette association indique la base du Sénonien inférieur, à la rigueur le Turonien supérieur.

IV Conclusions stratigraphiques

Le Crétacé supérieur se présente sous des faciès peu variés, surtout calcaires. Seules les marnes cénomaniennes nous ont livré une Ammonite et quelques Echinodermes. L'extrême rareté de la macrofaune dans les calcaires du Crétacé supérieur est compensée par une microfaune assez abondante.

La stratigraphie du Crétacé supérieur est basée sur cette microfaune, principalement sur les associations de *Globotruncana*.

Ces associations s'observent soit isolément, soit en superposition dans des profils, ce qui appuie leur valeur.

Elles ont permis, au sein du complexe calcaire, la distinction des niveaux suivants :

a) *Cénomaniens*.

Rappelons l'association cénomanienne, observée seulement à Llentrisca : *Rotalipora* gr. *cushmani*, *R. gr. appenninica*, *Thalmaninella* sp.

b) *Turonien-Sénonien inférieur* (Coniacien, Santonien).

Quatre associations peuvent schématiquement être distinguées :

— La première comporte : *Globotruncana* gr. *helvetica*, *G. gr. stephani*, *G. gr. turbinata*, *G. cf. renzi*, *G. cf. coronata*, *G. linnei*, *G. marginata*, *G. lapparenti*. Elle appartient au Turonien ou à la base du Coniacien (profils de Llentrisca, Puig d'en Serra, Atalaya de San José, Sud du Rey).

— La seconde montre : *G. gr. stephani*, *G. cf. renzi*, *G. linnei*, *G. linnei bulloides*, *G. cf. schneegansi*, *G. cf. sigali*, *G. gr. angusticarinata*, *G. lapparenti*, *G. coronata*, *G. tricarinata*, *G. gr. marginata*, *G. gr. arca-convexa*, *Cythereis* ex gr. "aff. *adictyota*". Elle indique du Sénonien inférieur (probablement Coniacien), à la rigueur le sommet du Turonien (profils de Llentrisca, Puig d'en Serra, Atalaya de San José, Port de Ses Caletas).

— Dans la troisième association on observe : *G. linnei*, *G. cf. schneegansi*, et sa var. "*prae-concavata*", *G. concavata* probable, *G. sigali*, *G. cf. angusticarinata*, *G. lapparenti*, *G. cf. coronata*, *G. gr. tricarinata*, *G. cf. convexa*. Il s'agit toujours de Sénonien inférieur, plus précisément d'un niveau plus élevé du Coniacien pouvant atteindre la limite avec le Santonien (Llentrisca).

— On note dans la quatrième association : *G. gr. linnei*, *G. linnei bulloides*, *G. concavata*, *G. concavata carinata*, *G. gr. angusticarinata*, *G. gr. coronata*, *G. gr. tricarinata*, *G. marginata*, *G. cf. convexa*, *G. gr. arca-convexa*, *G. gr. stuartiformis-stuarti*, *Sigalia deflaensis* probable. C'est toujours

du Sénonien inférieur, vraisemblablement du Santonien. Certains échantillons évoquent la limite avec le Campanien (Llentrisca, Atalaya de San José, Puig de Guerxu).

c) *Sénonien supérieur (Campanien, Maestrichtien).*

Le Sénonien supérieur est lui aussi représenté par des calcaires "ivoirins". Certains horizons sont plus tendres, parfois d'allure noduleuse : versant ouest de Llentrisca, Torrent de Ses Boques entre Llentrisca et Puig d'en Serra, versant nord-ouest de l'Atalaya de San José, à son extrémité méridionale.

Les calcaires "ivoirins" du Sénonien supérieur ont révélé, en lames minces : *G. linnei*, *G. linnei bulloides*, *G. gr. lapparenti*, *G. cf. coronata*, *G. tricarinata*, *G. pendens*, *G. marginata*, *G. convexa*, *G. gr. arca-convexa*, *G. arca*, *G. "prae-calificiformis"*, *G. calificiformis*, *G. cf. fornicata*, *G. cf. elevata*, *G. gr. stuartiformis-stuarti*, *G. stuartiformis*, *G. cf. stuarti*, *G. gr. falsostuarti*, *G. cf. pembergeri*, *G. globigerinoides*. Cette association est variable d'une lame à l'autre, mais elle indique un Sénonien supérieur peu élevé, globalement le Campanien : dans certains cas, il est probable qu'on se situe dans du Campanien élevé, sans exclure la possibilité qu'on soit déjà dans le Maestrichtien (coupes de Llentrisca, Puig d'en Serra, Atalaya de San José).

Rappelons que dans certains secteurs les calcaires "ivoirins" tendres sont surmontés par des marno-calcaires blanchâtres et des marnes sableuses, beige-clair à blanc-jaunâtre.

Ces marnes ont fourni des espèces dont la détermination est précise. En voici la liste globale : *Gl. linnei*, *G. arca*, *G. "prae-contusa"*, *G. marginata*, *G. fornicata*, *G. bollii*, *G. andori*, *G. elevata*, *G. stuartiformis*, *G. stuarti-stuartiformis*, *G. cf. stuarti*, *G. falsostuarti*, *Heterohelix plummerae*. Ces associations sont campaniennes, sans pouvoir exclure toutefois qu'elles puissent atteindre le Maestrichtien dans certains cas (Llentrisca, Torrent de Ses Boques, Atalaya de San José).

Nous n'avons pas rencontré de Crétacé supérieur dans la série d'Ibiza.

Dans la série de San José, la sédimentation marneuse du Crétacé inférieur se poursuit probablement jusqu'au Cénomaniens (au moins basal) : puis se déposent des calcaires dont l'âge est compris entre le Cénomaniens et le Maestrichtien (probable).

Dans la série d'Eubarca, les marnes albo-cénomaniennes sont surmontées par des calcaires du Crétacé supérieur (Turonien à Maestrichtien probable).

CHAPITRE VII

LE TERTIAIRE

L'Eocène et l'Oligocène sont inconnus à Ibiza et à Formentera. Le Miocène y est, par contre, largement représenté.

Il convient de distinguer : d'une part, les formations du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen, intéressées par la tectonique tangentielle, antérieures aux chevauchements, d'autre part les dépôts tortonien, post-tectoniques.

A.—Le Miocène inférieur (Burdigalien) et la base du Miocène moyen (Langhien) de l'île d'Ibiza

Le Burdigalien et le Langhien affleurent largement dans l'île d'Ibiza. Il s'agit de poudingues, de microbrèches et de marnes, nettement discordants et transgressifs sur tous les terrains secondaires et semblant ennoyer une morphologie préexistante. Les assises du Burdigalien et du Langhien jouent un rôle tectonique important : elles participent à la constitution des plis couchés vers le NW — ce qui rend plus difficile leur étude stratigraphique — ; elles délimitent souvent les imbrications et facilitent ainsi l'analyse des accidents tectoniques. Soulignons aussi leur rôle morphologique : les poudingues prennent une grande part à la constitution des collines (Atalaya de

San Lorenzo, Beniferri, Serra de Sindic...). Leur émergence a été accompagnée d'une érosion importante.

La rareté des macrofaunes nous a contraint de faire appel à la micropaléontologie.

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) envisagent de rapporter à l'Eocène, sans certitude, des conglomérats, marnes et calcaires sableux, transgressifs sur les calcaires uronieniens de l'île de Conejera. Ils ont bien remarqué la présence, au Cap Jueu, de conglomérats et de marnes miocènes.

P. FALLOT (1922) mentionne du Burdigalien formé de poudingues (dont il indique la nature et la taille des galets), de marnes, de calcaires, de grès à Amphistégines, à *Clypeaster*. Il décrit le Néogène de Portixol et cite plusieurs affleurements.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) décrivent les faciès du Miocène inférieur et en indiquent quelques affleurements.

II. Les faciès

Les dépôts miocènes impliqués dans la tectonique tangentielle se superposent généralement dans l'ordre suivant, de bas en haut stratigraphiquement.

1. POUDINGUES.

Ils sont massifs, généralement non stratifiés, parfois en bancs de 1,50 m à 2 m d'épaisseur.

Les galets sont arrondis, ovoïdes, de taille variable : entre 1 et 40 cm de diamètre, le plus souvent mal triés, parfois classés suivant la grosseur et la densité de la base au sommet de la formation (plus gros et plus nombreux à la base, diminuant de taille et en nombre vers le sommet) ; ces galets atteignent très rarement 1 m³. Ils sont empruntés à des terrains secondaires : calcaires du Muschelkalk, dolomies du Lias-Dogger, calcaires du Kimméridgien *s. l.*, du Tithonique-Néocomien, du Barrémo-Aptien, du Crétacé supérieur. Nous avons trouvé des galets d'ophite et d'andésite au Cap Negret.

On observe parfois des brèches.

Les éléments des poudingues et des brèches sont englobés dans un ciment calcaire ou grésocalcaire, généralement dur, de teinte brun-jaunâtre, jaune-verdâtre... Il s'agit d'un ciment de calcite hyaline renfermant du

quartz détritique, parfois authigène, de rares paillettes de muscovite et de rares grains de glauconie.

Le ciment contient aussi des microorganismes, en particulier des Foraminifères que nous avons pu observer soit en lames minces, soit isolés, dégagés du ciment. Citons parmi eux : *Operculina* sp., *Amphistegina* cf. *lessonii*, *Cibicides* cf. *lobatulus*, *Elphidium* sp., *Planulina* cf. *renzi*, *Gobigerina* cf. *falconensis*.

C'est par ces conglomérats que débute à Ibiza la transgression miocène.

2. MICROBRÈCHES.

Elles se présentent en bancs épais de 10 à 30 cm, plus rarement de 50 cm à 1 m.

Elles offrent une teinte brun-jaunâtre, ou gris-bleu, gris-clair, gris-noir, gris-brun, jaune-ocre.

Les éléments ont une taille allant de 1/5 mm à 1 mm ; ils sont constitués par des calcaires variés, fréquemment du Kimméridgien *s. l.* et du Crétacé supérieur.

Leur ciment de calcite cristalline montre du quartz assez abondant (proportion : 20 % en moyenne ; taille : 1/20 à 1/3 mm), le plus souvent détritique, parfois authigène, de la muscovite (rare), des plagioclases (très rares), de la glauconie (rare), des traces d'oxydes de fer.

Ce ciment révèle, en lames minces, des microfaunes, notamment : *A.* cf. *lessonii*, *Cibicides* cf. *lobatulus*, *Globigerinoides* cf. *triloba*, *Operculina* sp., *Heterostegina* sp.

De telles microbrèches se rencontrent fréquemment, en passées de 1 à 20 cm d'épaisseur, au sein des marnes miocènes.

3. MARNES, MARNO-CALCAIRES, CALCAIRES ARGILEUX.

Ils sont souvent feuilletés, tendres, et offrent une coloration jaune, jaune-ocre, jaune-verdâtre, blanche, blanc-jaunâtre, grise, gris-bleu, brun-jaunâtre.

Leur stratification est souvent soulignée par des lits de microbrèches.

Les calcaires argileux ont montré de nombreux quartz, de la muscovite, de la glauconie.

L'analyse des minéraux lourds de quelques échantillons de marnes a donné les résultats (en pourcentages), consignés dans le tableau 9.

Le Miocène inférieur montre le même stock de minéraux lourds que les formations plus anciennes ; du fait qu'il est discordant sur celles-ci, il a pu leur emprunter ces minéraux. Notons cependant la constance de la staurotide en proportion notable.

Tableau 9.—Pourcentages de minéraux lourds de marnes du Miocène inférieur.

Monazite	1	1	1	1
Topaze			+	
Epidote		1	+	
Disthène		+		
Staurotide	8	6	8	6
Anatase		+	+	1
Brookite	33	37	38	20
Rutile	12	4	6	10
Grenat	5	7	8	10
Zircon	17	11	10	12
Tourmaline	24	33	29	41
Route San Juan-San Vicente (éch. SJuc1)				
Route San-Juan-San Vicente (SJuc2)				
Rocas Altas (RAId1)				
Rocas Altas (RAId2)				

Le signe + indique des pourcentages inférieurs à 0,50.

Les marnes et marno-calcaires renferment parfois des galets, identiques à ceux qui composent les poudingues.

Les marnes sont généralement assez riches en microfaunes; leurs associations (qui seront indiquées dans la description des affleurements) ont permis de confirmer la présence de Burdigalien et de reconnaître, en outre, celle du Langhien (G. COLOM, J. MAGNÉ et Y. RANGHEARD, 1969). La partie supérieure des marnes a en effet livré quelques individus assez mal conservés de *Praeorbulina glomerata circularis*, *P. gr. glomerata* et de rares formes évoquant *Orbulina suturalis*. Les Praeorbulines et Orbulines sont inconnues dans la Burdigalien type (JENKINS, 1966). Cet étage ne présenterait même pas leurs formes ancestrales. La partie supérieure des marnes appartiendrait donc très probablement à un niveau légèrement plus récent (Langhien supérieur ?).

Les macrofaunes sont très rares dans les marnes; nous avons cependant découvert un gisement de Lamellibranches burdigaliens au pied NW de l'Atalaya de San José.

Des microbrèches et poudingues massifs, polygéniques, semblables à ceux du Miocène inférieur, mais non encore datés, s'observent parfois (Beniferri, Serra de Sindic...), au-dessus morphologiquement de marnes miocènes. Ils peuvent en constituer la suite; mais il n'est pas exclu qu'ils forment la réapparition en série inverse des microbrèches et des poudingues du Miocène inférieur.

III. Les affleurements

La répartition des affleurements est indiquée sur la figure 39.

Du fait de leur présence au coeur de synclinaux couchés, les formations du Burdigalien et du Langhien peuvent évidemment apparaître à la fois en série normale et en série inverse.

Les dépôts peuvent atteindre 300 m d'épaisseur; leur puissance originale est cependant difficile à préciser (flancs inverses des synclinaux étirés, laminés...).

A) Série d'Ibiza.

1. RÉGION COMPRISE ENTRE TALAMANCA ET SANTA EULALIA.

A Sa Talaya (fig. 64), le Burdigalien s'appuie sur des marnes du Crétacé inférieur et montre de bas en haut, morphologiquement les termes suivants :

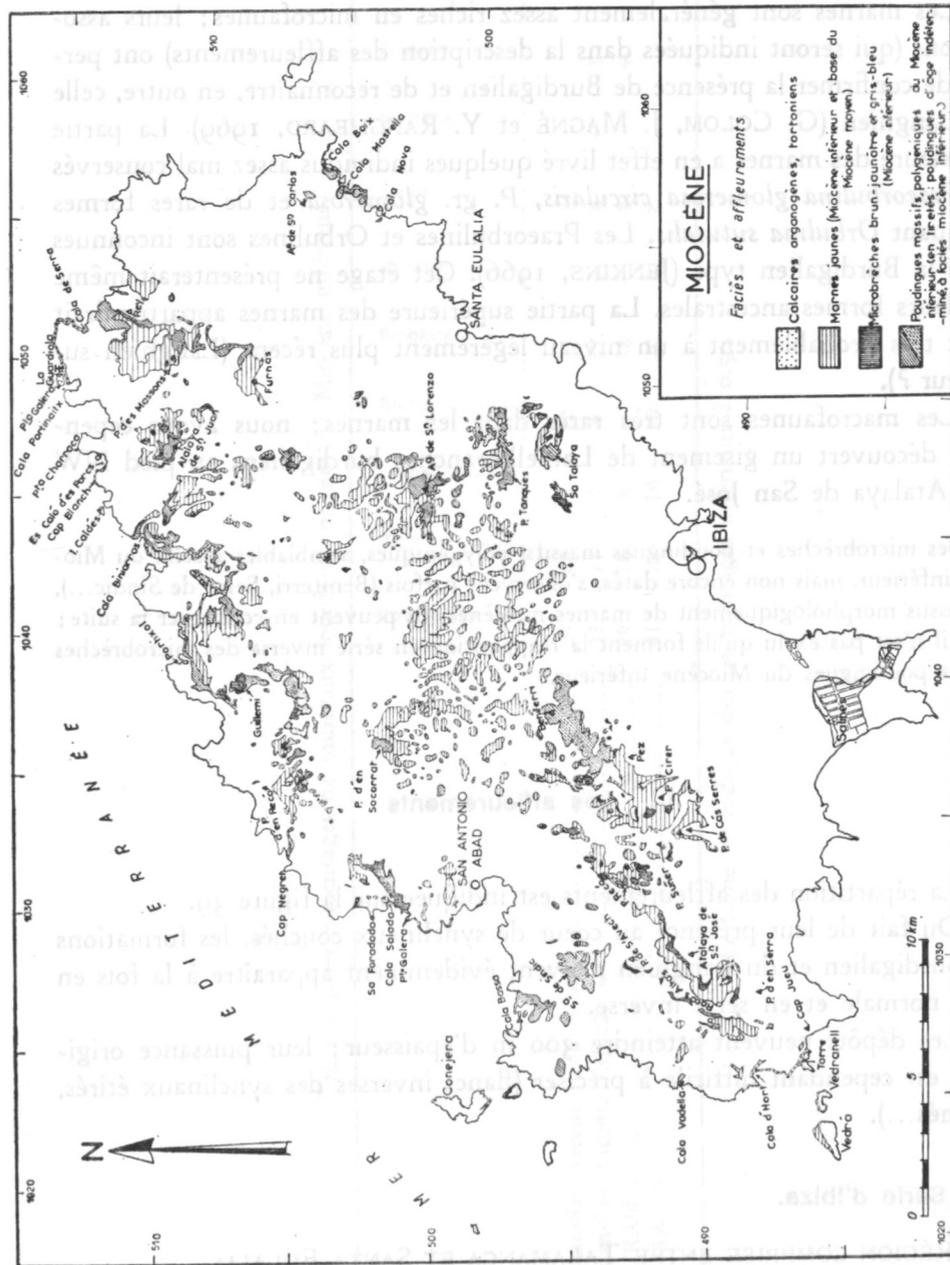


Fig. 39.—Répartition géographique des affleurements miocènes dans l'île d'Ibiza.

— marnes jaunes, visibles sur 75 m d'épaisseur, à *Recurvoides deforme* (espèce fréquente dans le Burdigalien de Majorque), *Globigerinoides triloba*, *Globigerina* aff. *bollii*, *G. cf. bulloides*, *Globigerina* sp., *Gyroïdina* sp., *Globorotalia* cf. *acrostoma*, *Globorotalia* sp. Il s'agit probablement de Burdigalien;

— microbrèches et poudingues (70 m d'épaisseur), à galets de calcaires du Muschelkalk, du Kimméridgien (*s. l.*) et du Tithonique-Valangien (éléments à *Iberina lusitanica*, Clypéines, Trocholines, Miliolles), et à galets de dolomies du Lias-Dogger.

Plus à l'E (Ca'n Casteyo, Ca'n Benet), des marnes jaune-ocre, parfois conglomératiques, renferment des microfaunes burdigaliennes: *Globigerinoides triloba*, *G. cf. bispherica*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *Globoquadrina altispira globosa*, *G. gr. scitula*, *Bolivinoopsis carinata*, *Elphidium* sp., *Bolivina* sp., *Nomion soldanii*, *Epomides* cf. *umbonatus*, *Operculina* sp., *Amphistegina* sp., spicules de Spongiaires.

Les collines situées plus au N (P. Tanques, Monte Tancas, P. d'en Recó, P. Chumeu, P. de Museñas) sont essentiellement formées de Burdigalien; il s'agit de marnes blanc-jaunâtre à *Globigerinoides* sp., *Globigerina* sp., *Globoquadrina* cf. *dehiscens*, *Nomion* sp., transgressives sur des calcaires du Muschelkalk et des marnes du Keuper, surmontées de poudingues à galets de calcaires du Muschelkalk, du Kimméridgien (*s. l.*), du Tithonique-Valangien, etc.

2. RÉGION DE L'ATALAYA DE SAN LORENZO (fig. 68, 69).

Le Miocène inférieur repose sur des calcaires du Muschelkalk et des marnes du Keuper; il comporte des marnes jaune-clair, visibles sur 100 m d'épaisseur, avec des lits de microbrèches à *Amphistegina* cf. *lessonii*; sur ces marnes reposent des poudingues massifs, polygéniques, visibles sur 50 à 75 m d'épaisseur, coiffant la plupart des collines (P. d'es Vent, P. d'en Roch, P. d'es Pjal, Atalaya de San Lorenzo, P. d'en Rafalet). Ils contiennent surtout des galets calcaires du Muschelkalk et du Kimméridgien (*s. l.*).

3. RÉGION COMPRISE ENTRE LA PUNTA ARABÍ ET LE CAP ROIG.

Le Burdigalien apparaît en bordure du rivage.

L'île Redona est formée de microbrèches à *Amphistegina* cf. *lessonii*; parmi les galets se rencontrent des calcaires du Crétacé supérieur. Dans les microbrèches s'intercalent des marnes à *Globigerinoides triloba*, *Cibicides* sp.

A la Cala Nova (fig. 73), des marnes du Keuper chevauchent des pou-

dingues à *Amphistegina* sp. (ciment), à galets de calcaires kimméridgiens, de calcaires à *Miliolidae* et à *Orbitolinidae*.

La Cala Mastella est bordée par de petites falaises constituées de microbrèches noirâtres à *Clypeaster* sp., *Amphistegina* sp., *Globigerinoides triloba* (ciment), en couches épaisses de 10 à 20 cm, séparées par de petites intercalations marneuses renfermant *Globigerinoides triloba*, *G. irregularis*, *G. bispherica*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *G. cf. bollii*, *Nonion* cf. *soldanii*, *Karreriella subcylindrica*, *Globorotalia* sp., *G. gr. scitula*, *Elphidium* sp., *Cibicides* sp., *Orbulina* cf. *suturalis* ? Il s'agit peut-être de Langhien.

Les microbrèches sont surmontées de poudingues à éléments variés.

Le versant SE de l'Atalaya de San Carlos (fig. 74) présente, en transgression sur des calcaires kimméridgiens et des dolomies du Lias-Dogger, des microbrèches et des poudingues semblables, à *Amphistegina* cf. *lessonii*.

Nous avons déjà signalé la présence de Miocène inférieur à la base du Puig d'es Cap Roig (fig. 14). Ce Miocène est formé par des marnes grises, sableuses et micacées, avec parfois des galets, des calcaires argileux, des poudingues à gros galets (de dolomies triasiques, de calcaires roulés du Kimméridgien s. l.), des grès verdâtres fins et des grès calcaireux grossiers.

4. VERSANT OUEST DE L'ATALAYA DE SAN VICENTE (fig. 82).

Le Miocène est représenté par des marnes jaune-clair formant le cœur d'un synclinal couché vers le NW. Elles présentent des intercalations de microbrèches en petites plaquettes dont le ciment a montré *Globigerinoides triloba*, *Cibicides* gr. *lobatulus*. Ces marnes renferment : *Globigerinoides triloba*, *G. irregularis*, *G. cf. irregularis*, *G. bispherica*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina* *bulloides*, *G. cf. bulloides*, *G. cf. bollii*, *Globorotalia* aff. *mayeri*, *G. gr. scitula*, *Globorotalia* sp., *Cibicides* sp., *Siphonina* sp., *Elphidium* sp., *Praeorbulina glomerata circularis*, *P. gr. glomerata*, *Orbulina* cf. *suturalis* ? Les trois dernières formes citées indiquent la présence de Langhien.

Ces marnes miocènes affleurent sur 160 m environ d'épaisseur ; comme il s'agit d'un pli couché, leur puissance est de 80 m environ.

B) Série de San José.

1. OUEST DE LLENTRISCA.

Le Burdigalien y affleure au cœur d'un synclinal couché vers le NW (fig. 85). La coupe montre de bas en haut les termes suivants :

- Calcaires et marno-calcaires blancs, pseudo-noduleux, du Campanien-(Maestrichtien ?). 75 m d'épaisseur environ.

- Poudingues puissants de 50 m environ, massifs, compacts, parfois en bancs de 1,50 à 2 m d'épaisseur, à galets calcaires, de 1 cm à 40 cm de diamètre, du Tithonique-Valanginien, de l'Aptien, du Crétacé supérieur.

Le ciment blanc-verdâtre a montré *Cibicides* gr. *lobatulus*.

- Marnes jaunes (60 m d'épaisseur environ) à microfaunes du Miocène inférieur : *Cibicides* cf. *boueanus*, *C. gr. lobatulus*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium* sp., *Globigerina falconensis*, *Nonion* cf. *boueanum*, *Globigerina praebulloides praebulloides*.

Ces marnes contiennent des galets calcaires, de 1 cm à 30 cm de diamètre : calcaires du Kimméridgien s. l., du Tithonique-Valanginien, de l'Aptien, du Crétacé supérieur. Dans ces marnes, s'intercalent de petits lits de microbrèches gris-bleu et brun-jaunâtre, dont les éléments calcaires se rapportent surtout au Jurassique supérieur et au Crétacé supérieur.

2. PUIG NEGRE, NORD-OUEST DE L'ATALAYA DE SAN JOSÉ.

Les calcaires du Crétacé supérieur couronnant l'Atalaya de San José chevauchent vers le NW des formations du Burdigalien ; ce dernier comprend trois termes se superposant dans l'ordre suivant, de bas en haut stratigraphiquement (fig. 83) :

- Poudingues massifs, affleurant sur 40 à 50 cm d'épaisseur maximum. Leur ciment de calcite hyaline a montré : *Amphistegina* sp., *Globigerina* gr. *falconensis* ; les galets, de 1 cm à 1 dm de diamètre, sont des calcaires du Kimméridgien s. l., du Tithonique-Néocomien, de l'Aptien, du Crétacé supérieur.

P. FALLOT signale avoir trouvé un morceau de granite dans les poudingues de col de San José.

Parfois s'observent des brèches ($x = 1029,875$; $y = 491,775$), à éléments de calcaires variés, indentiques à ceux des poudingues.

Des poudingues, semblables à ceux de l'Atalaya de San José, coiffent le Puig Negre.

- Microbrèches, affleurant sur 70 à 80 m d'épaisseur maximum, en bancs épais de 10 à 30 cm, de teinte brun-jaunâtre, gris-brun, gris-bleu ; leur ciment, à *Amphistegina* cf. *lessonii*, relie des éléments anguleux, dont la taille va de 1 à 3 mm, principalement de calcaires du Crétacé supérieur.
- Marnes, marno-calcaires, calcaires argileux, jaune-clair, jaune-ocre,

jaune-verdâtre, visibles sur 80 à 100 m d'épaisseur, riches en Foraminifères.

Des échantillons, prélevés sur le versant NW de la crête la plus septentrionale ($x = 1030,875$; $y = 492,450$) ont donné, après lavages: *Planulina renzi* (fréquente), *Dorothia* cf. *burdigalensis* (rare), *Nonion soldanii* (R.), *Uvigerina* sp. (très rare), *Cassidulina subglobosa* (R.), *Marginulina* sp. (T. R.), *Globigerina* sp. (T. R.), *Globigerinoides sacculifera* (R.), *G.* cf. *triloba* (T. R.), des débris d'Echinides.

Sur le versant NW de la crête plus méridionale, des marnes ont montré: *Globigerinoides triloba*, *G.* gr. *triloba*, *G. irregularis*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina* cf. *dehiscens*, *G.* gr. *altispira*, *Globorotalia* cf. *acrostoma*, *Cibicides* cf. *maioricensis*, *Cibicides* sp., *Uvigerina* sp.

Des échantillons de marnes renferment:

— en $x = 1029,900$; $y = 492,350$: *Globigerinoides triloba*, *G.* cf. *triloba*, *G. irregularis*, *G.* cf. *irregularis*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina* cf. *bulloides*, *Globoquadrina dehiscens*, *G.* cf. *dehiscens*, *G. quadraria*, *Globorotalia acrostoma*, *G.* cf. *acrostoma*, *Globorotalia* sp., *Uvigerina auberiana*, *Siphonina* sp., *Cibicides* sp., *Elphidium* sp.

— en $x = 1029,400$; $y = 491,925$: *Globigerinoides triloba*, *Globigerinita dissimilis* (très rare), *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia acrostoma*, *Gyroidina* sp., *Siphonina bradyana burdigalensis*, *Siphonina* sp., *Cibicides mexicanus miocenicus*, *C. pseudoungerianus*, *Planulina* cf. *marialana*, *Planulina* sp., *Uvigerina* cf. *auberiana*, *Bolivina* cf. *scalprata*, *Pullenia bulloides*, *Elphidium* sp., *Nonion soldanii*, *N.* cf. *boueanum*.

— en $x = 1028,250$; $y = 490,675$: *Globigerinoides triloba*, *G.* cf. *irregularis*, *Globoquadrina* cf. *dehiscens*, *Globorotalia* aff. *mayeri*, *G. acrostoma*, *Spiroplectammina carinata*, *Uvigerina* sp.

Ces associations de Foraminifères datent du Burdigalien.

Nous avons découvert dans des marnes (en $x = 1029,125$; $y = 491,425$) quelques Lamellibranches: *Thracia dollfusi* (connu dans le Burdigalien d'Aquitaine et du Portugal), *Solenocurtus miocenus* (Burdigalien-Helvétien d'Aquitaine et Burdigalien du Portugal), *Anodonta* sp. indéterminable, un Crabe indéterminable, des plantes. Ces fossiles d'âge burdigalien indiquent un milieu euryhalin ou même lacustre (*Anodonta*).

Ces marnes se continuent vers le SW, où elles reposent en trans-

gression sur les calcaires tithoniques-valanginiens de Rocas Altas, et vers le S, où elles sont chevauchées par les marnes crétacées du Puig d'en Serra.

Non loin du contact anormal, en $x = 1029,300$; $y = 489,525$, nous avons observé dans les marnes et calcaires argileux du Miocène des restes de plantes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, dont *Arca* cf. *diluvii* (Miocène); les marnes ont donné une belle association de Foraminifères burdigaliens: *Globigerinoides triloba*, *G.* gr. *triloba*, *G. irregularis*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina* aff. *quadraria*, *G. quadraria advena*, *Globoquadrina* sp., *Globorotalia* aff. *mayeri*, *G.* cf. *acrostoma*, *Nonion soldanii*, *N.* cf. *padanum*, *Bolivina* cf. *scalprata*, *Bulimina* cf. *costata*, *Ammonia beccarii*, *Cibicides* sp., *Planulina* sp., *Recurvoides* cf. *deforme*, *Cyclammmina* cf. *acutidorsata*, *Uvigerina rustica*, *Dorothia burdigalensis*, *Sigmoilina* sp.; il s'agit d'un faciès néritique, avec beaucoup d'Arénacés.

Au-dessous du même contact anormal des marnes présentent, en $x = 1029,150$; $y = 489,375$; des galets (1 dm de diamètre) de calcarénites du Tithonique-Néocomien, et renferment des Foraminifères Arénacés: *Vulvulina pennatula italica*, *Dorothia burdigalensis*.

La bande de terrains miocènes qui forme le pied NW de l'Atalaya de San José se suit au N de San José (marnes jaunes à *Globigerinoides triloba*, *Siphonodosaria* sp., *Cibicides* sp., avec lits de microbrèches); il convient probablement d'y rattacher les dépôts néogènes coiffant le Puig d'es Vedrà: microbrèches à *Amphistegina* cf. *lessonii*, *Operculina* sp., Bryozoaires, Echinides, Mollusques, surmontées de marnes à *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *G. triloba*, *G. irregularis*, *Globigerinita* sp., *Globorotalia* cf. *acrostoma*. Il s'agit de Burdigalien.

3. EST ET NORD-EST DE SAN JOSÉ.

Nous donnons (fig. 40) une coupe du versant W du Puig Recó; les assises s'y superposent dans l'ordre suivant:

- Marnes gris-bleu, micacées, et calcaires marneux ocres du Crétacé inférieur.
- Marnes rouges du Keuper (moins d'un mètre d'épaisseur).
- Dolomies grises du Lias-Dogger (2m).
- Brèches calcaires compactes, alternant avec des poudingues du Mio-

cène inférieur (m1P) mal classés (70 m d'épaisseur), à éléments de 1 à 10 cm de diamètre, surtout de calcaires kimméridgiens.

— Marnes du Miocène inférieur (m1), blanches et jaune-clair, ayant montré : *Cibicides cf. lobatulus*, *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *G. triloba*, *Robulus* sp.

Ces marnes contiennent des décharges anarchiques de galets (a), des lits de microbrèches (b) à *Amphistegina* sp., *A. cf. lessonii*, *Operculina* sp., débris de Mélobésiées et de Bryozoaires (ciment) et à éléments calcaires jurassiques et crétacés. Au sommet de la coupe, quelques galets se rencontrent dans les marnes (c).

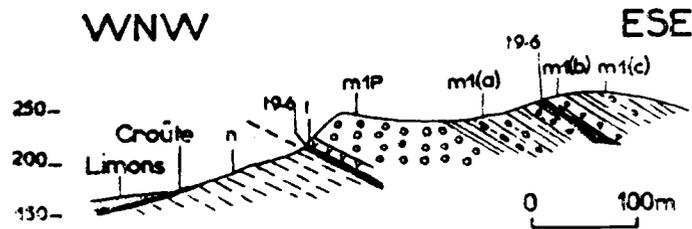


Fig. 40.—Coupe du versant ouest du Puig Recó.

m1: marnes du Miocène inférieur, à lits de galets (a), à lits de microbrèches (b), avec quelques galets (c); m1P: poudingues et brèches du Miocène inférieur; n: marnes du Crétacé inférieur; l: dolomies du Lias-Dogger; 19-6: marnes du Keuper.

Dans cette région, les formations du Miocène inférieur sont transgressives sur différents terrains du Trias, du Jurassique et du Crétacé inférieur.

Les marnes miocènes du Puig d'en Recó se continuent au Puig de Guerxu, où elles supportent, en contact anormal, des marnes du Keuper et des calcaires sénoniens (fig. 86).

Des marnes miocènes, à *Elphidium* sp., sont chevauchées par les calcaires sénoniens d'Es Puig.

Les calcaires du Muschelkalk du Puig Suñer chevauchent des marnes blanches et jaune-clair, renfermant : *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *G. irregularis*, *G. bispherica*, *Globigerina* sp., *G. cf. bulloides*, *Globoquadrina altispira globosa*, *Globorotalia cf. acrostoma*, *Cibicides cf. coryelli*, *Cibicides cf. praecinctus*, *C. mexicana*, *Cibicides* sp., *Nonion soldanii*, *N. cf. boueatum*, *Martinottiella communis*, *Bolivinopsis carinata*, *Valvulineria* sp., *Bulimina* sp., *B. cf. costata*, *Sphaeroidina bulloides*, *Pullenia bulloides*, *Robulus* sp., et des microbrèches gris-clair à *Operculina* sp., débris de Mélobésiées. Il s'agit de Burdigalien.

4. PUIG DE CA'S SERRES, PUIG CIRER (fig. 55, 56).

Ces collines sont principalement constituées de calcaires kimméridgiens (P. de Ca's Serres) et de dolomies du Lias-Dogger (P. Cirer) chevauchant vers le NW des microbrèches à *Amphistegina* sp., *Globigerina* sp., Mélobésiées, et des marnes à *Globigerinoides triloba*, *G. cf. triloba*, *Globigerinoides* sp., *Globorotalia aff. mayeri*, *G. cf. acrostoma*, *Globigerina cf. bulloides*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina* sp., *Sphaeroidina bulloides*, *Cibicides* sp., *C. cf. coryelli*, *Dentalina* sp., *Bolivina* sp., *Lenticulina* sp., *Bulimina* sp.

Ces dépôts de Miocène inférieur reposent en transgression sur les terrains secondaires formant le Puig Suñer et les collines plus septentrionales.

Plus au N (P. Empeño, P. Vert, Sa Picosa) de petites imbrications (fig. 31) montrent du Miocène inférieur transgressif sur les calcaires du Tithonique-Valanginien. Ce Miocène inférieur comporte :

- des poudingues (m1P).
- de rares microbrèches (m1M), à *Amphistegina* sp., *Cibicides* sp., à éléments de calcaires kimméridgiens (prédominants) et de Crétacé supérieur.
- des marnes et calcaires argileux (m1), jaune-clair à jaune-ocre, ou blanc-jaunâtre, feuilletés, renfermant : *Globigerinoides triloba*, *G. cf. irregularis*, *G. cf. bulloides*, *Globigerinoides* sp., *Globoquadrina dehiscentes*, *Globoquadrina* sp., *Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., *Amphistegina cf. lessonii*, *Nonion soldanii*, *N. cf. soldanii*, *Robulus vortex*, *R. aff. inornatus*, *Cibicides cf. coryelli*, *Cibicides* sp., *Elphidium* sp., *Gyroidina* sp., *Eponides* sp., *Bolivinopsis carinata*, *B. cf. carinata*; ces marnes contiennent fréquemment des galets de calcaires kimméridgiens et tithoniques-valanginiens.

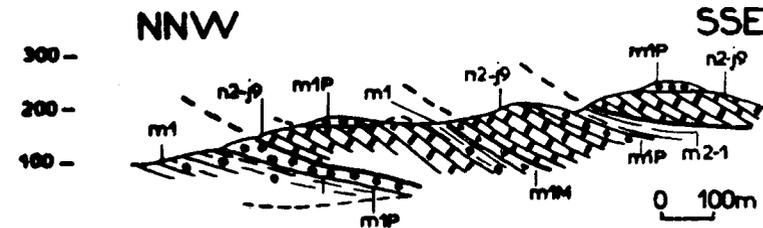


Fig. 41.—Coupe au Nord-Est du Puig Empeño.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n2-j9: calcaires et dolomies du Tithonique-Valanginien.

5. NORD ET NORD-OUEST DU PEZ, BENIFERRI.

Au Nord et au Nord-ouest du Pez (fig. 57), des marnes miocènes, blanches et jaune-clair, surmontent, en série renversée, des terrains crétacés, puis jurassiques. Ce sont des marnes à *Globigerinoides* gr. *triloba*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina* cf. *quadraria*, *Globorotalia acrostoma*, *Cibicides* sp., *Elphidium* sp.; des lits de microbrèches s'y intercalent.

A Beniferri, des marnes semblables sont surmontées de poudingues, à galets ovoïdes, de 2 à 10 cm de diamètre, de calcaires variés. Ces poudingues se présentent le plus souvent en bancs; ils sont subhorizontaux. Peut-être datent-ils d'un niveau plus élevé.

Des microbrèches affleurent très peu entre ces marnes et ces poudingues ou s'intercalent parfois dans les poudingues. Leur ciment a montré: *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., *Globigerina* sp., *Cibicides* sp., des débris de Mélobésiées.

Les formations néogènes de Beniferri reposent en transgression sur des calcaires du Muschelkalk, des marnes du Keuper, des dolomies du Lias-Dogger.

6. RÉGION COMPRISE ENTRE SAN ANTONIO, SAN RAFAEL ET SAN LORENZO.

Au N de San Antonio, le marès et la croûte calcaire masquent des dépôts miocènes: poudingues polygéniques (Cap Blanch, Cap Negret) et marnes à galets de calcaires tithoniques-valanginiens.

Au NW, N, NE de San Rafael, affleurent largement des marnes jaunes du Miocène inférieur, à lits de microbrèches à *Amphistegina* cf. *lessonii*, *Globigerinoides triloba*, *Operculina* sp., transgressives sur des calcaires du Muschelkalk, des dolomies du Lias-Dogger, des calcaires du Crétacé supérieur (Puig de Mestre).

Les poudingues du Puig d'en Socorrot sont surmontés par des marnes renfermant: *Globigerinoides triloba*, *G. bispherica*, *Globigerina bulloides*, *G. cf. bollii*, *Globoquadrina altispira globosa*, *Orbulina* cf. *suturalis*?, *Globorotalia* gr. *scitula*, *Cassidulina subglobosa*, *Siphonina* sp., *Elphidium* sp. Il s'agit de Burdigalien et peut-être de Langhien.

Au NW de Santa Gertrudis, des marnes du Miocène inférieur surmontant des poudingues polygéniques nous ont donné: *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *Globorotalia* cf. *acrostoma*, *Sigmoilina* sp., *Cibicides* cf. *corryelli*, *Siphonina* sp., *Nonion soldanii*, *Textularia* sp.

Dans la région de San Lorenzo, des marnes du Miocène inférieur repo-

sent en transgression sur des terrains triasiques et jurassiques; elles nous ont livré de rares microfaunes dont *Globigerinoides triloba*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina* cf. *bulloides*.

C) Série d'Eubarca.

1. TORRE DEL PIRATA, ÎLE VEDRÁ, ÎLE VEDRANELL.

Les calcaires tithoniques-néocomiens de la Torre del Pirata (fig. 85) sont surmontés à l'E par des marnes du Miocène inférieur, blanc-jaunâtre, fines, parfois dures, et généralement feuilletées, à galets épars, de 1 cm à 30 cm de diamètre. Ces marnes, visibles sur 150 m environ d'épaisseur, ont montré, après lavages: *Globigerinoides triloba*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia* cf. *acrostoma*, *G. aff. mayeri*, *Elphidium* cf. *crispum*, *Lenticulina* sp., *Porticulasphaera* sp.

Elles présentent parfois des niveaux de poudingues compacts, à ciment calcaro-argileux, blanc-verdâtre, et à galets (1 cm à 20 cm de diamètre) de calcaires variés.

Les calcaires tithoniques-néocomiens signalés précédemment chevauchent vers le NW —probablement en série renversée— des poudingues, des marnes et marno-calcaires du Miocène inférieur formant le coeur d'un synclinal couché. Les poudingues affleurent peu (2 m d'épaisseur); leur ciment, blanc-verdâtre, a fourni *Planulina renzi* (espèce très abondante dans les faciès littoraux du Burdigalien de Majorque); leurs éléments, de 1 cm à 20 cm de diamètre, sont des calcaires (surtout du Tithonique-Valanginien et du Crétacé supérieur).

Les marnes et marno-calcaires, visibles sur 250 m environ d'épaisseur sont durs, feuilletés, de teinte blanc-verdâtre; ils ont donné: *Globigerinoides triloba*, *Amphistegina* cf. *lessonii*, *Elphidium* sp., *Gyroidina* sp., *Cibicides mexicanus*, *Tritaxilina balearica*, des *Robulus* indéterminés, des restes d'Echinides, des dents de Poissons, quelques exemplaires de *Globotruncana* remaniés. Il s'agit probablement de Burdigalien.

Les calcaires tithoniques-néocomiens des îles Vedrá et Vedranell s'appuient sur des marnes et marno-calcaires semblables, appartenant au même flanc inverse du synclinal (fig. 103) et renfermant: *Globigerinoides triloba*, *G. irregularis*, *G. cf. bispherica*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *G. bollii*, *G. trilocularis*, *G. tripartita*, *Globorotalia acrostoma*, *G. aff. mayeri*, *G. cf. praescitula*, *Globorotaloides suteri*?, *Globoquadrina dehiscens*, *G. altispira globosa*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium* sp., *Nonion soldanii*, *Cassidulina subglobosa*, *Siphonina* sp. Il s'agit de Miocène, peut-être bas (Burdigalien).

Des marnes et marno-calcaires du Miocène inférieur affleurent le long

de la côte, depuis l'W de la Torre del Pirata jusqu'au N de la Cala d'Hort, où ils reposent, en série normale, sur des calcaires aptiens. Des échantillons de marnes prélevés à la Cala d'Hort ont montré: *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *G. irregularis*, *G. cf. bispherica*, *Globigerina cf. bulloides*, *G. aff. bollii*, *Globigerinita* sp., *Globoquadrina gr. altispira*, *G. gr. scitula*, *G. cf. dehiscens*, *Globoquadrina* sp., *Ammonia beccarii*, *Ehrenbergina* sp., *Elphidium cf. crispum*, *Nonion soldanii*, *N. pompilioides*, *Cibicides* sp.

2. OUEST DE ROCAS ALTAS, OUEST ET NORD-OUEST DU PUIG DE S'AVECH.

La figure 104 indique la position de couches du Crétacé inférieur et celles du Miocène inférieur et de la base du Miocène Moyen à l'W de Rocas Altas.

Le terme 1 de cette coupe correspond à des marnes et à des calcaires argileux, jaune-clair à jaune-verdâtre, feuilletés, à *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *G. irregularis*, *G. bispherica*, *Globigerina bulloides*, *G. cf. bulloides*, *G. cf. bollii*, *Globorotalia gr. scitula*, *G. aff. mayeri*, *Globoquadrina dehiscens*, *G. quadraria*, *G. altispira globosa*, *G. altispira altispira*, *Globoquadrina* sp., *Orbulina suturalis*?, *Gyroidina* sp., *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina rustica*, *siphonina* sp., *Pullenia bulloides*, *Nonion cf. soldanii*, *Elphidium* sp., *Cibicides gr. lobatulus*. Il s'agit peut-être de Langhien.

A ce même affleurement se rattachent probablement les marnes et mar-no-calcaires du Miocène inférieur qui, à l'E de la Cala Carbó, sont chevauchés par des calcaires aptiens; ces marnes renferment: *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *G. cf. irregularis*, *Globigerina bulloides*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia gr. scitula*, *G. acrostoma*, *Amphistegina cf. lessonii*, *Heterostegina* sp., *Operculina* sp., *Elphidium cf. complanatum*, *E. cf. macellum*, *Cibicides mexicanus miocenus*, *C. subtenuissimus*, *Notion cf. boueanum*, *N. pompilioides*, *Pullenia bulloides*, *Asterigerina planorbis*, *Siphonina* sp., *Valvulinaria* sp., *Uvigerina auberiana*, *Ehrenbergina* sp., *Stilostomella cf. verneuli*, *Siphogoudryina* sp., *Textularia* sp.

Le terme 6 de la même coupe correspond à des marnes à *Nonion pompilioides*. Nous rapportons également à ce terme les marnes qui coiffent Sa Serreta d'en Toni Pere; ces dernières nous ont donné: *Globigerinoides triloba*, *Globigerina cf. bulloides*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina cf. dehiscens*, *Globorotalia* sp. (aff. *inflata*), *Cibicides lobatulus*, *Cibicides* sp., *Elphidium crispum*, *E. cf. macellum*, *E. cf. complanatum*, *Nonion cf. soldanii*, *N. pompilioides*, *Asterigerina planorbis*, *Discorbis cf. isabelleana*, *D. globularis*, *Planorbulina* sp., *Ammonia beccarii*, *Gyroidina* sp., *Operculina* sp., *Bolivina* sp.

carinata, *Spiroloculina* sp. Dans ces marnes s'intercalent des lits de microbrèches à *Amphistegina* sp., ainsi que des bancs conglomératiques.

Le terme 8 s'applique à des marnes et calcaires argileux, à lits de microbrèches, contenant: *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *G. irregularis*, *G. cf. irregularis*, *G. aff. sacculifera*, *Globigerina cf. bulloides*, *G. aff. bollii*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina cf. quadraria*, *Globorotalia cf. acrostoma*, *G. gr. scitula*, *Globorotalia* sp., *Pullenia bulloides*, *Nonion pompilioides*, *Siphonina* sp., *Cibicides* sp., *Robulus* sp., *Bulimina* sp. Il s'agit de Burdigalien. Des marnes prélevées en $x = 1027,975$; $y = 491,675$ renferment en outre de rares formes évoquant *Orbulina suturalis*; ces marnes pourraient donc se rapporter au Langhien.

A ce terme 8 se rattachent les marnes situées au NW de Ca'n Pep d'en Curt ($x = 1027,100$; $y = 488,025$): elles ont fourni: *Ammonia beccarii*, *Dentalina* sp., *Cibicides subtenuissimus*, *C. praecinctus*, *Uvigerina rustica*, *Vulvulina cf. pennatula*, *Textularia subangulata*, *Robulus vortex*, *Recurvodes cf. deforme*.

Les calcaires urgoniens du Puig de Ses Rotas chevauchent vers le NW des marnes miocènes à *Globigerinoides triloba*, *G. gr. triloba*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina gr. altispira*, *Dentalina* sp.

Le terme 9 est fait de microbrèches dont le ciment a montré: *Amphistegina cf. lessonii*, *Operculina* sp., un fragment de *Miogyssina* sp., des débris de Mélobésiées, de Bryozoaires et d'Echinides.

Les calcaires jurassiques et les dolomies tithoniques-valanginiennes du Puig de S'Avech (fig. 106) chevauchent vers le NW des poudingues polygéniques, des microbrèches semblables à celles du terme 9, en bancs de 20 à 50 cm, et des marnes sous-jacentes, jaune-clair, à *Globigerinoides triloba*, *G. bispherica*, *G. irregularis*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina bulloides*, *G. cf. bulloides*, *G. bollii*, *Globigerina* sp., *Globoquadrina dehiscens*, *G. gr. altispira*, *G. altispira globosa*, *Globorotalia* sp., *G. gr. scitula*, *G. acrostoma*, *G. aff. mayeri*, *Nonion soldanii*, *Cibicides* sp., *C. "haidingeri"*, *Robulus* sp., *Elphidium* sp., *Bolivina* sp., *Siphonina* sp., *Amphistegina cf. lessonii*, *Operculina* sp. Cette association indique un âge burdigalien. Des marnes prélevées en $x = 1029,150$; $y = 493,800$ contiennent en outre de rares *Orbulina suturalis*? indiquant la présence probable de Langhien.

Citons d'autres affleurements de Miocène inférieur, reposant en transgression sur des formations urgoniennes, au N et au NW de San José et du Puig de S'Avech, notamment dans les endroits suivants:

— Serra de Ramon (fig. 106). Marnes à *Globigerinoides triloba*, *G. cf. irregularis*, *Globigerinoides* sp., *Globigerina* sp., *G. cf. bulloides*, *G. cf. bol-*

lii, *Globoquadrina* sp., *Globorotalia* gr. *scitula*, *Uvigerina auberiana*, *Nonion soldanii*, *Elphidium* sp., *Cibicides* sp., *Ehrenbergina* sp., *Lenticulina* sp., *Siphonina* sp., *Orbulina* cf. *suturalis*? Cette dernière forme indiquerait la présence de Langhien.

— Ile de Conejera (fig. 107). Les calcaires urgoniens sont recouverts dans la partie S de l'île par des poudingues (3 m d'épaisseur) surmontés de microbrèches et de marnes à *Globigerinoides* sp.

— Ile Bosque (fig. 107). Elle est formée de couches miocènes. A son extrémité N des marnes alternent avec des microbrèches que surmontent des marnes à galets alternant avec des poudingues à gros éléments et avec des microbrèches (à éléments de calcaires urgoniens et du Crétacé supérieur).

3. RÉGION DE SA FORADADA.

Les terrains urgoniens y sont recouverts par du Néogène. Nous donnons (fig. 42) la coupe de Sas Fontanellas (S de Nonó). On y observe de bas en haut les termes suivants :

1. Calcaires beige-foncé à *Orbitolinidae*, en bancs de 10 à 50 cm d'épaisseur (Barrémien).
2. Marnes jaunes à Orbitolines (Aptien et Albien).
3. Poudingues massifs, polygéniques, à galets ovoïdes, de 5 à 30 cm de diamètre, de calcaires du Kimméridgien s. l., du Barrémien, de l'Aptien, à ciment réduit contenant *Amphistegina* cf. *lessonii*... 50 m d'épaisseur.
4. Microbrèches brun-jaunâtre, à Globigérines. 4 à 5 m d'épaisseur.
5. Poudingues polygéniques. 2 à 3 m d'épaisseur.
6. Microbrèches en bancs de 20 à 50 cm d'épaisseur. 25 m.
7. Poudingues polygéniques. 30 m.

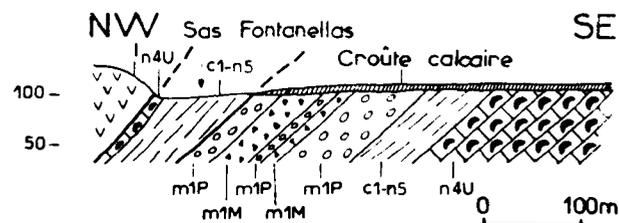


Fig. 42.—Coupe de Sas Fontanellas.

m1P, m1M: poudingues et microbrèches du Miocène inférieur; c1-n5: marnes aptiennes et albiennes; n4U: calcaires barrémiens; l: dolomies du Lias-Dogger.

8. Marnes et calcaires argileux fossilifères (Aptien et Albien).
9. Calcaires gris-clair, en grande partie recristallisés (Barrémien).
10. Dolomies du Lias-Dogger.

Les microbrèches affleurent bien dans cette région, notamment au N du Puig d'en Trias, à la Punta Galera. Leur ciment a montré des *Cibicides*, *Amphistegia*, *Globigerina*, *Operculina*, *Heterostegina*, débris de Bryozoaires, de Lamellibranches, d'Echinides. Dans leurs éléments, les calcaires à *Orbitolinidae* prédominent; ceux du Crétacé supérieur sont plus rares.

4. NORD-EST DU CAP NEGRET, RÉGION SITUÉE ENTRE SANTA INÉS ET SAN MATEO.

La figure 36 montre du Miocène inférieur chevauché par du Trias et transgressif sur du Crétacé inférieur. Ce Miocène comporte de bas en haut les termes suivants :

- Microbrèches brun-jaunâtre, à *Amphistegina* cf. *lessonii*, à éléments de calcaires du Crétacé supérieur; elles se présentent en lits de 5 à 20 cm d'épaisseur. 10 m.
 - Poudingues à galets de calcaires urgoniens. 20 m.
 - Marnes à galets de calcaires urgoniens. 15 m.
 - Poudingues massif polygéniques. 80 m. Leur ciment a montré: *Cibicides lobatulus*, A. cf. *lessonii*, des Globigérines.
- Parmi les galets se rencontrent des calcaires à *Miliolidae* et *Bacinnella irregularis* (Tithonique-Néocomien ?), des calcarénites à *Orbitolines*. Soulignons la présence dans ces poudingues de galets d'ophite et d'andésite provenant probablement du Keuper.
- Marnes à *Globigerinoides triloba*, et à lits de microbrèches. 20 m.

Des dépôts de Miocène inférieur s'appuient sur les calcaires urgoniens du Puig d'en Juan Andreu, du Puig d'en Recó, de Camp Vey, au SE de ces collines.

Une riche association de Foraminifères a été observée dans des marnes lavées, prélevées au N du Puig d'en Recó ($x = 1035,025$; $y = 507,100$): *Pleurostomella* cf. *brevis*, *Vaginulina* cf. *badenensis*, *Nodosaria* sp., *Uvigerina* sp., *U. rustica*, *Bulimina* sp., *Recurvoides* cf. *deforme*, *Textularia* sp., *T. subangulata*, *Reophax* sp., *Nonion* cf. *soldanii*, *Robulus* cf. *vortex*, *Robulus* sp., *Globoquadrina dehiscens*, Globigérines aplaties. Cette microfaune classe les marnes dans le Burdigalien.

5. RÉGION SITUÉE ENTRE SAN MATEO, SAN MIGUEL ET LA CÔTE SEPTENTRIONALE.

Le Miocène inférieur y supporte de petites klippes, à matériel triasique et jurassique, et repose sur les calcaires urgoniens qui forment les collines et l'essentiel des falaises bordant la côte. Le versant qui domine Portixol en

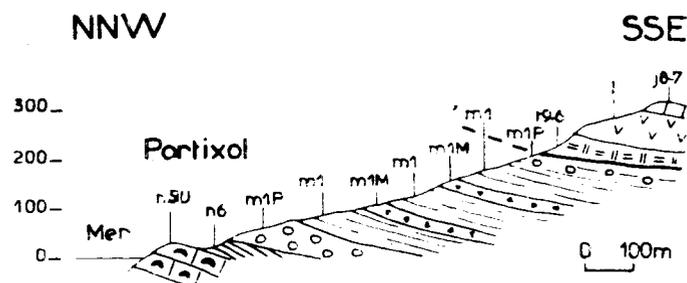


Fig. 43.—Coupe du versant dominant Portixol.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n6: marnes aptiennes; n5U: calcaires aptiens; j8-7: calcaires du Kimméridgien s.l.; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper.

fournit une bonne coupe (fig. 43), où l'on observe de bas en haut les termes suivants :

1. Calcaires urgoniens.
2. Marnes à Orbitolines.
3. Poudingues massifs, polygéniques, affleurant sur 60 m d'épaisseur, à galets de 1 cm à 20 cm de diamètre, constitués par des calcaires du Kimméridgien s.l., du Tithonique-Néocomien et surtout par des calcaires à *Orbitolinidae* (Barrémo-Aptien). Notons aussi des galets calcaires du Crétacé supérieur.
4. Marnes et marno-calcaires jaunes, formant l'essentiel du versant (200 à 250 m d'épaisseur); ces marnes renferment des galets de calcaires urgoniens et des lits de microbrèches en dalles de 2 à 20 cm d'épaisseur, avec des Globigérines, *Amphistegina* cf. *lessonii* dans leur ciment.

P. FALLOT a recueilli des *Clypeaster* dans les marnes. Ces dernières nous ont donné: *Globigerinoides triloba*, *Globigerina* sp., *Globorotalia* cf. *acrostoma*, *G. gr. scitula*, *Elphidium* sp.

Cet affleurement se continue au N du Puig Talat, où des marnes nous ont fourni: *Globigerinoides triloba*, *G. irregularis*, *G. bispherica*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *G. cf. bollii*, *Praeorbu-*

lina gr. *glomerosa*, *Orbulina* cf. *suturalis*?, *Globorotalia acrostoma*, *G. gr. scitula*, *Elphidium* sp., *Plectofrondicularia* sp., *Uvigerina auberiana*. Il s'agit de Langhien.

5. Marnes bariolées du Keuper.
6. Dolomies du Lias-Dogger.
7. Calcaires kimméridgiens.

A Guillemi s'intercalent entre des poudingues à la base et des marnes avec lits de microbrèches au sommet, des microbrèches brun-jaunâtre, dont le ciment a montré des Globigérines, *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., des Bryozoaires.

Le Miocène inférieur est bien représenté à la Cala Biniarras (fig. 96); il surmonte des calcaires urgoniens (bordure E du Port de San Miguel) et est chevauché par des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger. Il s'agit de poudingues, de microbrèches et de marnes (probablement burdigaliennes) à *Globigerinoides triloba*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *G. cf. bollii*, *Globorotalia acrostoma*, *G. gr. scitula*, *Cibicides* sp.

Le ciment des poudingues a montré de rares sections d'*Amphistegina* cf. *lessonii* et celui des microbrèches des Globigérines, *Cibicides* cf. *lobatulus*, des spicules de Spongiaires. Les galets des poudingues se rapportent au Kimméridgien s.l., à l'Urgonien, au Crétacé supérieur.

6. ATALAYA DE SAN JUAN (fig. 96).

Cette colline est surtout formée de Miocène inférieur (sommet et versants E). On y rencontre les termes suivants, de bas en haut :

1. Marnes blanc-jaunâtre, à *Globigerinoides triloba*, *G. bispherica*, *G. cf. irregularis*, *Globigerina* cf. *bulloides*, *G. cf. bollii*, *Globigerina* sp., *Orbulina* cf. *suturalis*?, *Globorotalia acrostoma*, *Uvigerina auberiana*, *Nonion* cf. *soldanii*. Il s'agit peut-être de Langhien (du fait de la présence de rares formes évoquant *O. suturalis*).

Ces marnes admettent des bancs discontinus de poudingues (20 à 50 cm d'épaisseur) et des lits de microbrèches en plaquettes de 2 à 5 cm, parfois 10 cm d'épaisseur.

2. Microbrèches brun-jaunâtre, en bancs de 5 à 30 cm d'épaisseur; leur ciment contient des Globigérines, *Operculina* sp., *Cibicides* cf. *lobatulus*.
3. Poudingues polygéniques, à *Amphistegina* cf. *lessonii*, *Operculina* sp., débris de Bryozoaires et d'Echinides (ciment). Leurs galets, de 1 à 5 cm, parfois de 10 à 20 cm de diamètre, sont des calcaires du

Kimméridgien *s. l.* (prédominants), du Tithonique-Néocomien, du Crétacé supérieur.

Ces dépôts reposent en transgression sur des marnes triasiques et des dolomies du Lias-Dogger.

7. FURNÁS ET RÉGION DE SAN JUAN.

Les terrains jurassiques et crétacés qui constituent les collines de la région de San Juan (Capita, Puig de Charraca, P. de Sa Decuberta, P. de Sa Caperrulla) supportent des dépôts de Miocène inférieur. Ces derniers forment une bande allant de Furnás (fig. 79) au Puig Gros, se continuant au P. d'es Massons jusqu'au P. de Ses Rocas (N du Rey). La route allant de San Juan à San Vicente fournit une bonne coupe et permet d'observer (en $x = 1060,500$; $y = 510,300$) le chevauchement des couches miocènes par les marnes triasiques de l'unité d'Ibiza. La succession des assises miocènes s'établit généralement ainsi :

1. Poudingues massifs; leur ciment contient : *Cibicides cf. lobatulus*, des Bryozoaires, des débris d'Echinides. Parmi les galets, nous avons reconnu des calcaires du Muschelkalk, des dolomies du Lias-Dogger, des calcaires du Kimméridgien *s. l.*, du Tithonique-Néocomien, du Crétacé supérieur.
2. Microbrèches gris-bleu ou brun-jaunâtre, en bancs de 10 à 50 cm d'épaisseur, affleurant peu. Leur ciment a montré : *Globigerinoides triloba*, *Amphistegina cf. lessonii*, *Operculina sp.*, *Cibicides sp.*, des débris de Mélobésiées, de Bryozoaires, d'Echinides, des spicules de Spongiaires. Leurs éléments sont des calcaires kimméridgiens, urgoniens et sénoniens.
3. Marnes sableuses, blanc-jaunâtre ou jaunes, affleurant largement, à lits de microbrèches de 10 à 30 cm d'épaisseur, à Globigérines, *A cf. lessonii*.

Sur ces dépôts repose, au NE du Puig d'es Massons, une klippe à matériel triasique et jurassique.

B.—Le Tortonien des îles d'Ibiza et de Formentera

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) signalent du Miocène supérieur à Ibiza, entre le Cap Jueu et le Cap Llentrisca, représenté, selon ces auteurs, par les termes suivants, superposés de bas en haut :

1. Conglomérats calcaires durs avec des intercalations de marnes sableuses dans leur partie supérieure.
2. Marnes sableuses, grises, à galets.
3. Argiles avec de minces couches de lignite, renfermant *Cerithium bidentatum* et *C. lignitarum*.
4. Calcaires durs, saboteux et marnes à *Ostrea*, *Pinna*, *Neritina* aff. *N. picta*.

Malgré de longues recherches, nous n'avons pas pu retrouver les bancs de lignite. Rappelons que nous avons reconnu le Burdigalien dans les marnes miocènes de cet affleurement.

Ces mêmes auteurs ont rapporté au Miocène supérieur des calcaires à grain fin formant la côte depuis Portinaitx jusqu'à la Punta de Serra; nous verrons plus loin qu'il s'agit de calcaires tortoniens.

P. FALLOT (1922) mentionne en bordure de la côte N d'Ibiza, entre l'Isla d'en Caldes et la Cala de Serra, des calcaires clairs, bien lités, fossilifères, d'âge tortonien. Il lui a semblé que le Tortonien reposait sur des dolomies (Lias-Dogger) dans la grotte située au S de Vellanas (Es Caló d'Es Porcs). L'auteur remarque que ces dépôts tortoniens sont subhorizontaux, au voisinage de couches plus anciennes très disloquées. Il pense que les plissements ont eu lieu avant le Tortonien à Ibiza, ainsi que dans tout l'archipel baléaire; aussi attire-t-il l'attention sur l'importance que revêt la détermination précise des fossiles contenus dans ces dépôts post-tectoniques.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) font mention de couches tortoniennes affleurant à Ibiza dans les endroits suivants :

1. Cala de Portinaitx.
2. 250 m. au N de Sa Foradada, le long de la côte. Ils ont vu ici des conglomérats (à éléments de calcaires gréseux du Miocène inférieur) subhorizontaux reposer en discordance sur des assises de l'Urgonien et du Miocène inférieur. Ces conglomérats leur ont donné des *Cerithium* rapportés avec doute à *C. lignitarum* et *C. bidentatum*. Nous n'avons pas rencontré de Tortonien en cet endroit : au-dessus des calcaires et marnes du Crétacé inférieur et des couches du Miocène inférieur s'observe une croûte calcaire blanchâtre (fig. 42) cimentant des fragments de roches sousjacentes.
3. Entre le Cap Jueu et le Cap Llentrisca (marnes à lignite).

II. Les faciès et les affleurements

A) Ile d'Ibiza.

Nous n'avons rencontré le Tortonien qu'au N de l'île (fig. 39). Il est représenté par des calcaires de teinte claire, affleurant le long de la côte depuis l'îlot de Caldes jusqu'à la Cala de Serra, souvent masqués par un revêtement de marès dunaire.

Les meilleurs affleurements se situent au NE de la Cala de Portinaitx : à la Punta Galera et à La Guardiola.

P. FALLOT en a relevé une bonne coupe à l'îlot de Portinaitx comportant les termes suivants, de bas en haut :

1. Calcaire cristallin clair. 15 m.
2. Couche à *Ostrea*. 0,50 m.
3. Calcaire à *Cerithium* (*Theridium*) *turonicum*, *C. (Th.) cf. rubiginosum*, *C. (Th.) doliolum granulosisima*, *Cerithium (Th.) europaeum*, *C. (Th.) zeuschneri*, *Pirenella bidisjuncta*, *Nassa inaequalis*, *Buccinum mutabile*, *Chlamys* sp.
Cette faune est tortonienne; cependant, l'une des formes citées : *C. doliolum granulosisima* est astienne. Y aurait-il eu une erreur de détermination ? De même, l'espèce "*Buccinum*" *mutabile* (= *Sphaeronassa mutabilis*) est connue du Pliocène jusqu'à nos jours. Le niveau a 0,50 m d'épaisseur.
4. Calcaire sans *Cerithium*, à moules de petits Gastéropodes. 1 m.
5. Calcaire à *Arca clathrata*. 0,50 m.
6. Enduit rougeâtre sans fossiles. 1,20 m.

Ces niveaux, presque horizontaux, épais de 18 à 20 m, sont riches en Polypiers.

Nous avons pu observer, en outre, au-dessous des calcaires de teinte claire du niveau 1, des calcaires gris en plaquettes, à dendrites de manganèse; ils sont microcristallins et contiennent quelques quartz détritiques.

L'examen en lames minces des calcaires blancs (niveaux 1 à 5) montre qu'il s'agit de calcarénites renfermant des *Miliolidae*, *Peneroplis* cf. *pertusus* (Miocène élevé à Quaternaire), des débris de Mélobésiées et de Mollusques.

Nous avons récolté dans ces calcaires une riche macrofaune, comportant les formes suivantes :

- Madréporaires (Détermination J. P. CHEVALIER) : *Siderastraea crenulata* (espèce typiquement tortonienne dans toute la Méditerranée), *Porites* cf. *collegniana*.
- Brachiopodes (Dét. G. LECOINTRE) : *Megathyris decollata*.
- Lamellibranches (Dét. G. LECOINTRE) : *Hinnites* sp. ou *Spondylus* sp. (fragments d'une coquille fixée), *Cardium turonicum* (moules in-

ternes), *Pecten* cf. *marvilensis* (Aquitainien à Helvétien du Portugal), *Arca polymorpha*, *A. clathrata*, *Capsa fragilis* ou *C. laminosa* (moules internes).

- Gastéropodes (Dét. P. BRÉBION et G. LECOINTRE) : *Cerithium* (*Theridium*) *dertonense* (très fréquente, espèce caractéristique du Tortonien), *Cerithium (Th.)* sp. aff. *rupestre* (cette espèce, très fréquente, représente une forme annonçant l'actuelle *C. rupestre*), *Turritella* sp., *Nassa dujardini* (Miocène).

C'est donc un âge tortonien qu'il convient de retenir pour ces calcaires. Nous les avons observés au contact de dolomies du Lias-Dogger en bordure de la route allant à Portinaitx ($x = 1049,575$; $y = 514,250$).

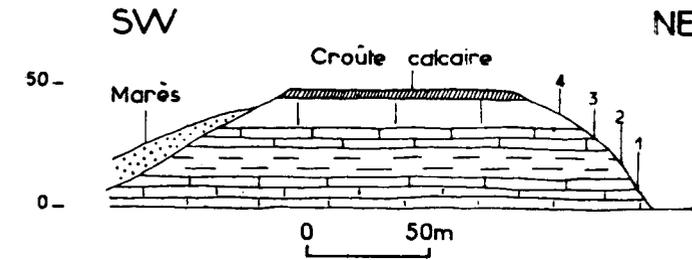


Fig. 44.—Coupe de la bordure nord de la Cala Serra
Les numéros renvoient au texte.

Une coupe relevée en bordure N de la Cala de Serra nous a montré, en position subhorizontale, les assises suivantes, de bas en haut (fig. 44) :

1. Calcaires microcristallins blancs, en plaquettes, à dendrites de manganèse, renfermant quelques quartz et des grumeaux argileux. 2,50 m à 3 m.
2. Marnes blanches. 2,50 m à 3 m.
3. Calcaires microcristallins, beiges, en plaquettes, à dendrites de manganèse, contenant des grains de quartz. 1,50 m à 2 m.
4. Calcaires cristallins, blancs, à sections de Gastéropodes. Ce sont des calcarénites à *Miliolidae*, *Peneroplis* cf. *pertusus*, débris de Mélobésiées et de Mollusques. 2 à 3 m.

Notons que ces calcaires, quoique généralement subhorizontaux, sont très légèrement plissés, notamment à la Punta Galera et entre La Guardiola et la Punta Moscarte.

On peut s'étonner que ce Tortonien marin qui se situe au pied de reliefs

importants (200 à 300 m d'altitude) à matériel jurassique et crétacé ne les remanie pas sous forme de galets ou de graviers. Il est possible que la situation actuelle du Tortonien résulte du jeu de deux fractures (l'une sensiblement WSW-ENE entre l'Illa d'en Caldes et la Cala Charraca, l'autre de direction WNW-ESE entre la Punta Galera et la Cala de Serra). De telles fractures restent hypothétiques, le Quaternaire masquant les contacts.

B) Ile de Formentera.

A Formentera se rencontrent des calcaires blancs, subhorizontaux, semblables à ceux du Tortonien du N de l'île d'Ibiza. Un important manteau de marès et de croûte calcaire recouvre la presque totalité de l'île. De ce fait, les calcaires affleurent très peu à l'intérieur des terres; par contre, toutes les falaises en sont constituées (fig. 45).

Ces calcaires n'ont pas été datés jusqu'à maintenant de façon précise. H. NOLAN (1895) assimila les calcaires de La Mola au Tertiaire du plateau majorquin, et ceux de Prima et du promontoire ouest aux couches de l'îlot voisin d'Espalmador, dans lesquelles il cite *Strombus coronatus* DEFR. (On peut s'étonner que cette forme néogène provienne des assises, entièrement quaternaires d'Espalmador; l'auteur l'a sans doute confondue avec *S. bubonius* LAM. qui n'en diffère que par la longueur relative de la spire).

La découverte de macrofaunes, rares il est vrai, et l'examen des microorganismes apportent des précisions sur l'âge des calcaires (P. BRÉBION, J. P. CHEVALIER, G. COLOM, G. LECOINTRE et Y. RANGHEARD, 1968).

1. PRIMA.

Les falaises qui bordent la côte depuis la Punta Prima jusqu'à Ses Rocas (40 m de hauteur) montrent des calcaires blancs ou jaunâtres, en bancs de 1 à 3 m d'épaisseur, souvent érodés en lapiez.

Ce sont des calcarénites à ciment de calcaire cristallin, parfois ferrugineux, renfermant de rares et très petits grains de quartz détritique, ainsi que des éléments roulés de calcaire cryptocristallin. Ces derniers englobent des Algues (*Mélobésiées*), quelques *Miliolidae*, des *Textulariidae*, *Amphistegina* sp., *Cibicides* aff. *lobatulus*, *Elphidium* aff. *crispum*, *Discorbis* sp., *Planorbulina mediterraneensis*, des restes de Lamellibranches, de Gastéropodes, des radioles d'Oursins. On observe aussi des oolithes. Ces Foraminifères, à l'exception de *E. crispum*, vivent dans des fonds sableux peu profonds, peuplés par des prairies de *Posidonia*; *E. crispum* se rencontre à de plus grandes profondeurs. L'extension stratigraphique de ces Foraminifères va du Miocène élevé jusqu'à nos jours.

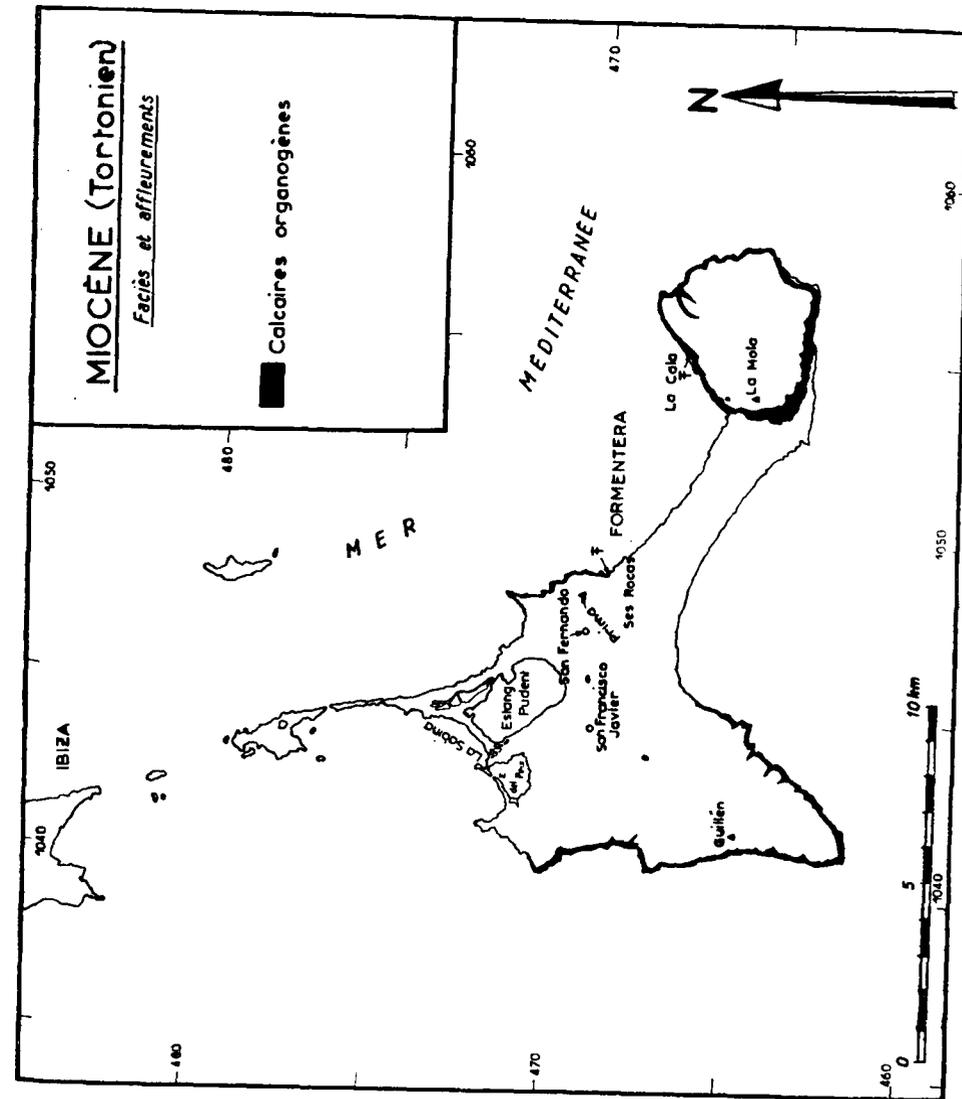


Fig. 45.—Répartition géographique des affleurements tortoniens dans l'île de Formentera.

Nous avons découvert quelques macrofossiles dans ces calcaires, au bas de la falaise de Ses Rocas ($x = 1048,560$; $y = 469,075$): *Cardium* cf. *tuberculatum*, *Astarte solidula*, *Pectunculus* sp., *Loripes dujardini*. (Détermination G. LECOINTRE).

2. FALAISES BORDANT LE PROMONTOIRE À L'OUEST DE L'ÎLE (atteignant 50 m de hauteur).

Elles sont formées de calcaires semblables à ceux de Prima. Entre la Punta Gavina et la Punta Rosa, leur teinte est rougeâtre, due à leur richesse en oxydes de fer.

3. FALAISE DE LA MOLA.

Ce promontoire, à l'E de l'île, est limité par des falaises abruptes et assez élevées (atteignant 120 m de hauteur).

Les calcaires qui les édifient sont des calcarénites de teinte blanche, beige ou crème, se présentant en bancs de 1 à 4 m d'épaisseur.

Leur examen en lames minces a révélé les microorganismes suivants: débris d'Algues (Mélobésiées), *Miliolidae* (dont *Quinqueloculina* sp.), *Amphistegina* sp., *Peneroplis pertusus*, *Cibicides lobatula*, *Elphidium* sp., *Discorbis* sp., *Planorbulina mediterraneensis*, *Borelis melo*, débris de Mollusques, radioles d'Oursins.

D'après G. COLOM (*in litt.*), l'espèce *B. melo* apparaît à Majorque dans les couches de base de la transgression vindobonienne (dans de minces lits de grès intercalés dans les conglomérats) et dans des molasses blanches vindoboniennes; L. HOTTINGER (*in litt.*) a rencontré des formes de cette espèce dans les molasses post-orogéniques du Tortonien de la région de Lorca (prov. de Murcie). Il convient de remarquer que la systématique et la répartition stratigraphique des Alvéolines du groupe de *B. melo* sont encore insuffisamment connues.

Ces calcaires sont fossilifères à La Cala; nous y avons recueilli, au bas de la falaise ($x = 1055,150$; $y = 467,425$):

- Lamellibranches (Dét. G. LECOINTRE): *Chlamys varia* (Miocène-Actuel).
- Gastéropodes (Dét. P. BRÉBION et G. LECOINTRE): *Astraea (Bolma) rugosa* (Vindobonien-Actuel), *Triphora perversa* (Vindobonien-Actuel), *Certhium (Theridium) dertonense* (caractéristique du Tortonien).
- Madréporaires (Dét. J. P. CHEVALIER): *Tarbellastraea* cf. *reussiana*,

espèce typiquement vindobonienne (Helvétien-Tortonien supérieur), très commune à cette époque en Méditerranée.

— Bryozoaires (indét.)

Ces calcaires, comme ceux du N d'Ibiza, datent du Vindobonien (*s. l.*), certainement même du Tortonien.

G. LECOINTRE nous a fait part (*in litt.*) de la ressemblance de faciès avec ceux de Fedhala (Maroc atlantique) et de Melilla (Maroc méditerranéen).

CHAPITRE VIII

LE QUATERNAIRE

Les dépôts quaternaires sont bien représentés dans les îles d'Ibiza et de Formentera.

— A Ibiza, le Quaternaire marin affleure le long de la côte dans des conglomérats étagés en plusieurs niveaux, attribués aux Tyrrhéniens I, II et III par L. SOLÉ SABARÍS. Ces niveaux sont en relation vers l'intérieur des terres avec des surfaces de colmatage de dépôts continentaux.

Des formations continentales présentent une alternance de "galets" hétérométriques et de limons jaune-rougeâtre, plus ou moins calcifiés, à cailloutis anguleux.

De vastes dépôts d'alluvions constituent des plaines légèrement inclinées vers la mer (plaine de San Jorge, de Jesús, de Santa Eulalia, de San Antonio...), des plaines intérieures (San Miguel...), des plaines fermées (Es Plá, San Mateo, Santa Inés); des cordons littoraux se sont formés.

La présence de marès mérite d'être soulignée. Il s'agit de dunes ou de plages anciennes, formées de petits grains de calcaire agglutinés ou cimentés entre eux. Ces dépôts forment des placages surtout dans les vallons, les plaines, sur les pentes des collines, à des altitudes comprises entre 0 et 200 m. J. CUERDA a observé de tels dépôts à Majorque jusqu'à 70 m d'altitude.

Une croûte calcaire superficielle s'est largement développée, surtout à la base des versants des collines.

— La presque totalité de l'île de Formentera est recouverte par des placages de marès et de croûte calcaire, masquant à l'intérieur des terres les calcaires tortoniens sous-jacents.

I. Historique

L. M. VIDAL et E. MOLINA (1888) donnent une brève étude des dépôts quaternaires et actuels des îles d'Ibiza et de Formentera. Quelques coupes sont décrites (Cala Salada, W de Tagomago, Cabo Falcó et Codolá); les auteurs mentionnent généralement la superposition suivante de bas en haut :

- Conglomérats calcaires.
- Calcaires à grain grossier (marès).
- Marnes rouges à nodules calcaires.

P. FALLOT (1922) attire l'attention sur la localisation de marès dunaire à différents niveaux compris entre 0 et 340 m d'altitude :

- Entre 320 et 340 m : vers l'église de San Vicente.
- Niveau de 220-225 m : sur les bords de la plaine de San Mateo.
- Niveau de 160-180 m : au col de San Miguel, dans le torrent de Furnás, entre la Sierra de Rafal Trobat, la Sierra de Beniferri et San Rafael, à la Cala d'Hort, au pied S de San José, au pied du Puig Nebot.
- Niveau de 120-140 m et niveaux moins élevés : à Cubells (120-140 m), à Port Roig, entre le Puig d'en Pallegu et Yondal, entre Jesús et le Cabo Martinet, dans la vallée débouchant à la Cala Llonga, depuis Portinaitx jusqu'à la Cala Charraca, dans la vallée d'en Lluqui, dans la vallée de Charraca, dans le golfe de San Antonio, entre la Cala Llentrisca et l'Ermita de Cubells.

L'auteur signale la formation d'un cordon littoral entre Ibiza et Formentera et d'un autre reliant la presqu'île de Falcón à la terre; il a reconnu des changements survenus dans la position du niveau de base dont témoignent des terrasses d'alluvions ou des fonds de plaines (bassin de réception compris entre le Pez, le Cirer, le Puig Gros et S'Coll, vallée de San Vicente "où l'église repose sur un fragment de terrasse perceptible sur 1 ou 2 km vers le bas" et dominant le fond du vallon de 30 m environ.

Il a aussi reconnu l'existence d'un certain nombre de captures rajeunissant en particulier le relief septentrional de l'île d'Ibiza.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) mentionnent la grande extension des dépôts quaternaires dans les plaines d'Ibiza. Ils citent des affleurements de marès (S de Cova Rotja, baie entre le Cabo Jueu et le Cabo Llentrisca, N du Puig de Mestre, W du phare de San Antonio, N de la Cala Grasio, Charraca) leur ayant donné, au S de Cova Rotja : des *Cristellaria*, et entre le Cabo Jueu et le Cabo Llentrisca : *Pectunculus* sp., *Cardium tuberculatum* L., *Cytherea chione* L., *Lima squamosa* L., *Pecten jacobaeus* L., *Helix* sp. Le marès constitue des dépôts côtiers ou des formations dunaires, d'âge quaternaire. Des "calcaires" tachetés de blanc, grossiers ou brèchoïdes, parfois à grain fin, de teinte brun-roux ou gris-jaunâtre renferment (d'après ces auteurs) des Algues calcaires (*Lithothamnium*), des Miliolés, *Textularia*, *Rotalia*; nous pensons qu'il s'agit en réalité d'une croûte calcaire, cimentant parfois entre eux des fragments de roches. Les auteurs ayant rencontré ces "calcaires" non loin du sommet de l'Atalaya de San José en déduisent qu' "au Quaternaire Ibiza se trouvait entièrement ou presque entièrement sous le niveau de la mer"! Ils mentionnent des conglomérats et des brèches

grossières à éléments d'origine locale, des dépôts alluviaux (déblais dans les cônes de déjection, dépôts fluviaux, dépôts côtiers).

L. SOLÉ SABARÍS a publié (1962) une étude détaillée de nombreux affleurements du Quaternaire marin côtier d'Ibiza, illustrée d'une série de douze coupes.

Il reconnaît trois niveaux marins formés de conglomérats, alternant avec des formations continentales (limons rouges suivis de dunes calcifiées et recouvertes de croûtes calcaires) :

— Niveau de 25 à 30 m, représenté par des dépôts épais, en relation avec des surfaces de colmatage de dépôts continentaux et des glaciés d'érosion (Cubells, Cala d'Hort, Es Penyal, Cala Torrent, Cala Charraca).

— Niveau de 5 à 6 m se prolongeant vers l'intérieur des terres par des terrasses fluviales et des surfaces de colmatage (Figuerà, Cala Portinaitx, Cala d'Hort).

— Niveau de 2 à 3 m (San Antonio, Cala Yondal, Cala Llonga, Niu Blau, Talamanca, I. Plana, Figuerà).

Cet auteur souligne la similitude d'altitudes et de faciès des niveaux ibiziens avec ceux, bien datés, de Majorque. D'après lui, l'altitude constante des niveaux reconnus dans les îles Baléares est conforme à la théorie glacio-eustatique; c'est pourquoi il attribue aux niveaux d'Ibiza le même âge qu'à ceux de Majorque, de même latitude : le niveau de 25 à 30 m est rapporté au Tyrrhénien I (Paléotyrrhénien), le niveau de 5 à 6 m au Tyrrhénien II (Ouljien ou Eutyrrhénien), le niveau de 2 à 3 m au Tyrrhénien III (Néotyrrhénien).

B. ESCANDELL et G. COLOM (1964) ont décrit des dépôts flandriens à San Antonio Abad, découverts lors du creusement de quelques puits. Il s'agit de sédiments argileux et marneux, présentant des intercalations de tourbe; les couches charbonneuses renferment des Ostracodes, des Characées, des Mollusques d'eau douce et terrestres (apportés par des torrents), des Mollusques marins, des Foraminifères (provenant d'une transgression marine).

G. COLOM (1964) indique la distribution des *Iberellus* (Gasteropodes terrestres) aux Baléares pendant le Pleistocène et l'époque actuelle.

II. Quelques faciès

1. LE MARÈS résulte de l'agglomération de petits grains de calcaire, sphériques ou ovoïdes, de 0,5 à 1 mm de diamètre en moyenne; le ciment de calcite qui réunit ces grains est très réduit et renferme de rares et petits quartz anguleux. On y observe parfois des oolithes. Ce sont des calcarénites plus ou moins consolidées et de ce fait assez friables. Leur teinte est blanche, blanc-jaunâtre, jaune-orange, rose, gris-clair ou brun-clair.

Le marès renferme des microorganismes. Le contenu en microorganismes des échantillons de marès que nous avons prélevés dans différentes localités et à différentes altitudes (entre 0 et 200 m) est sensiblement le même.

Les échantillons en provenance d'Ibiza ont fourni les formes suivantes :

Algues (Mélobésiées), *Elphidium crispum* (L.) (fréquente), *E. complanatum* D'ORB. (très rare), *E. cf. complanatum* D'ORB. (rare), *Elphidium* sp. (R.), *Ammonia beccarii* (L.) (R.), *Cibicides lobatulus* (WALK.-JAC.) (F.), *Discorbis* sp., *Globorotalia inflata* (D'ORB.) (T. R.), *Globigerinoides rubra* (D'ORB.) (T. R.), *Nubecularia lucifuga* DEFR. (T. R.), *Textularia* sp., *T. pseudotrochus* CUSHM. (R.), *Spirorbis* sp. (R.), *Sphaerogypsina globula* (REUSS), *Aceruiline adherens* SCHUTZE (R.), *Guttulina* sp. (T. R.), *Amphisorus hemprichii* (EHRENB.) (T. R.), *Ophthalmidium glomerosum* COLOM (R.), *Miliolidae* fréquents (*Adelosina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp. ...), débris de Bryozoaires, débris de Lamellibranches et de Gastéropodes, débris d'Echinodermes, dont des radioles d'Oursins (F.).

Les échantillons de marès prélevés à Formentera ont donné les formes suivantes : Algues (Mélobésiées), *Elphidium crispum* (L.), *E. aff. complanatum* D'ORB. (T. R.), *Ammonia beccarii* (L.) (F.), *Cibicides lobatulus* (WALK.-JAC.) (R.), *C. aff. lobatulus* WALK.-JAC.), *Discorbis* sp., *Textularia pseudotrochus* CUSHM. (R.), *Sphaerogypsina globula* (REUSS) (R.), *Miliolidae*, débris de Lamellibranches, de Gastéropodes et d'Echinodermes.

Il s'agit de *microorganismes marins*, fortement roulés dans le marès. Certains ont déjà été rencontrés dans les couches tortoniennes et vivent encore actuellement. Ces microorganismes ne permettent malheureusement pas la datation précise des dépôts de marès.

Les dépôts de marès peuvent atteindre 8 à 9 m d'épaisseur (région de San Antonio à Ibiza, W de Ses Rocas à Formentera); leur stratification est fréquemment entrecroisée. Ils constituent vraisemblablement, ainsi que P. FALLOT le pensait, les restes de plages ou de dunes ou proviennent d'un transport éolien de celles-ci; les dépôts peuvent ainsi se trouver à des altitudes différentes de celle de leur sédimentation (jusqu'à plus de 100 m d'altitude à Formentera, plus de 200 m d'altitude à Ibiza).

2. LES CONGLOMÉRATS du Quaternaire marin présentent des galets bien roulés, bien classés. Les dépôts d'origine continentale (dépôts torrentiels, pédiments...) renferment essentiellement des "galets" mal roulés, des blocs et cailloutis anguleux, d'origine locale.

Les plages actuelles sont souvent constituées par des galets de taille variable, en général bien roulés et d'origine locale. Divers auteurs y ont signalé la présence de galets de roches éruptives et métamorphiques.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA (1935) ont rencontré ces galets à Figueretas (schistes cristallins, roches basiques, gneiss), dans la baie de Santa Eulalia (gneiss), dans la baie d'Olleta à Conejera. D'après ces auteurs, ces galets — utilisés dans la construction de l'ancienne cité d'Ibiza — auraient été apportés par les Phéniciens.

Nous avons trouvé à la plage de Talamanca des galets de granite, granite à biotite, dolérite (dont ophite), tuf rhyolitique, gneiss, gneiss à biotite, chlorito-schiste, serpentine.

3. LES LIMONS sont largement étalés dans les plaines et offrent des teintes allant du rouge-foncé (*terra rossa*) au jaune-clair. D'après L. SOLÉ SABARÍS "les limons rouges représentent des sédiments d'un sol rouge tropical ou subtropical entraîné par les eaux de ruissellement". Ces limons rouges nous paraissent souvent en relation avec des roches-mère calcaires (décomposition de roches calcaires avec formation de dolines, d'avens, accumulation de complexes ferri-siliciques, migration du fer *per ascensum*).

Ces limons se sont formés sous un climat humide et chaud, à saison sèche.

La présence, au-dessus des limons rouges, de *limons loessiques*, de teinte jaune, serait favorisée par un changement du climat devenu plus froid et plus sec. C'est sous un tel climat qu'a dû s'effectuer le transport éolien du marès dunaire.

4. LA CROUTE CALCAIRE est fortement développée à Ibiza et à Formentera. Elle forme des placages, le plus souvent discontinus. Cette croûte est généralement épaisse de 10 à 30 cm, mais peut atteindre parfois plus d'un mètre d'épaisseur. Elle est plus dure en surface et présente fréquemment un aspect zoné. Sa teinte est ocre, beige, blanche... Lors de sa formation, elle a pu cimenter entre eux des fragments de roches calcaires donnant sans doute ce que E. N. SPIKER et U. HAANSTRA appellent "calcaires-mosaïques".

Cette croûte s'est formée sous un climat humide et chaud. Il est possible que — l'eau de pluie pénétrant dans le sol et provoquant la dissolution des calcaires — les solutions contenues dans le sol aient remonté en saison sèche, déposant en surface le carbonate de calcium (A. DEMOLON, 1952; P. DUCHAUFOR, 1960; H. EHRART, 1956; E. RUTTE, 1958, 1960...).

D'après L. SOLÉ SABARÍS, la croûte calcaire se développerait "aux dépens des limons loessiques, riches en fragments de Mollusques apportés par le vent et auxquels ils doivent en partie leur richesse en calcium. La mobilisation du carbonate de calcium détermine l'apparition d'abondants nodules de caliche dispersés au sein des limons loessiques et progressivement plus abondants vers le haut, où ils se cimentent en formant une masse compacte... (qui) passe (vers le haut) presque toujours à une croûte...". On assisterait alors au passage d'un climat froid et sec favorisant le dépôt de limons loessiques à un climat chaud et humide.

L'examen de nombreux échantillons de croûte calcaire en lames minces nous a seulement montré, outre leur texture zonée, la présence de rares et petits quartz détritiques.

III. Principaux affleurements

A) Ibiza.

La répartition géographique des dépôts quaternaires est indiquée sur la figure 46.

1. FORMATIONS LIÉES A LA PLAINE D'IBIZA.

— *Secteur ouest (plaine de San Jorge, ou du terrain d'aviation).*

Les collines de Falcón et de Corpinari, à l'extrémité méridionale d'Ibiza, formaient vraisemblablement des îlots au Quaternaire; un cordon littoral les rattache maintenant au reste de l'île d'Ibiza. Un autre cordon littoral reliait entre elles Ibiza et Formentera. Les Salines se situent sur des terres basses, marécageuses.

La plaine alluviale de San Jorge s'abaisse au niveau de la mer à la Playa d'en Bossa et à la Playa Codolá. Au N des Salines, elle se relève en pente très douce pour s'adosser vers l'altitude de 40 m au pied du Puig d'en Palieu, de 60 m au pied de la Sierra de Truntoy, de 70 m au pied du Puig de C'as Damian. La pente est de 1 % environ.

Les ravinements par les eaux temporaires s'encaissent de 2 à 3 m au N du terrain d'aviation, d'une dizaine de mètres vers le prolongement W de la plaine (entre le Puig d'en Palieu et le Puig Cardona).

De nombreux puits creusés dans la plaine atteignent le sous-sol constitué par des marnes crétacées. Le remblayage est formé de limons bruns et de cailloutis avec des blocs anguleux. Des terrasses fluviales —notamment celles situées dans la dépression séparant le Puig d'en Palieu du Puig Cardona— montrent une alternance de limons (50 cm à 1 m d'épaisseur) et de "galets" hétérométriques, anguleux (10 à 50 cm d'épaisseur).

Nous avons rencontré une "sablière" au pied N de Falcón ($x = 1038,750$; $y = 425,175$), montrant de bas en haut (fig. 47):

- 1. Lehm "sableux" brun-roux, encroûté. 40 cm d'épaisseur.
- 2. Lehm "sableux" non encroûté, jaune à la base, brun-roux au-dessus. 40 cm.
- 3. "Sable" gris (arénite calcaire). 70 cm.
- 4. Croûte calcaire. 2 cm.
- 5. "Sable" gris. 70 cm.
- 6. "Sable" argileux rouge. 1,50 m.
- 7. Limons. 40 cm.

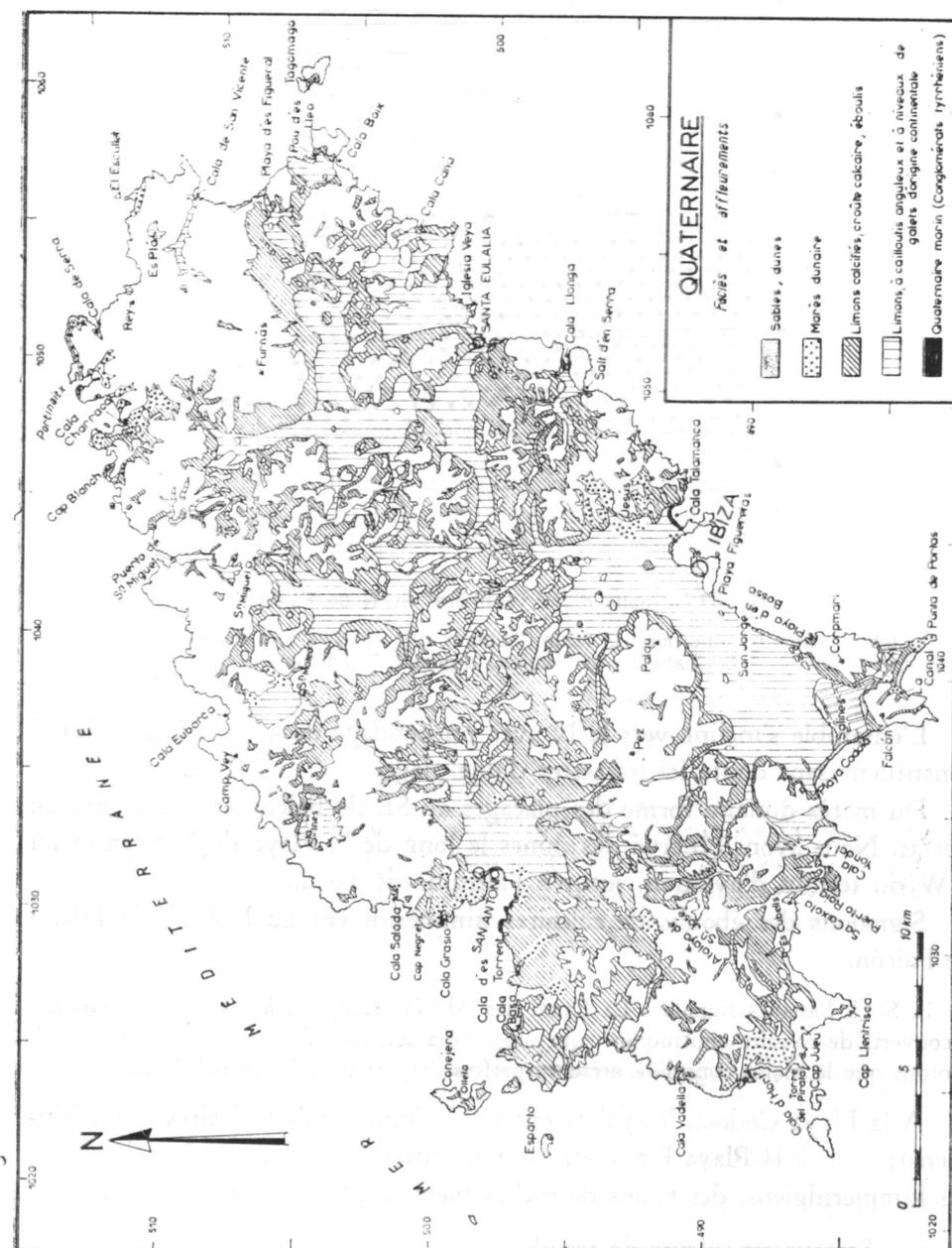


Fig. 46.—Répartition géographique des affleurements quaternaires dans l'île d'Ibiza.

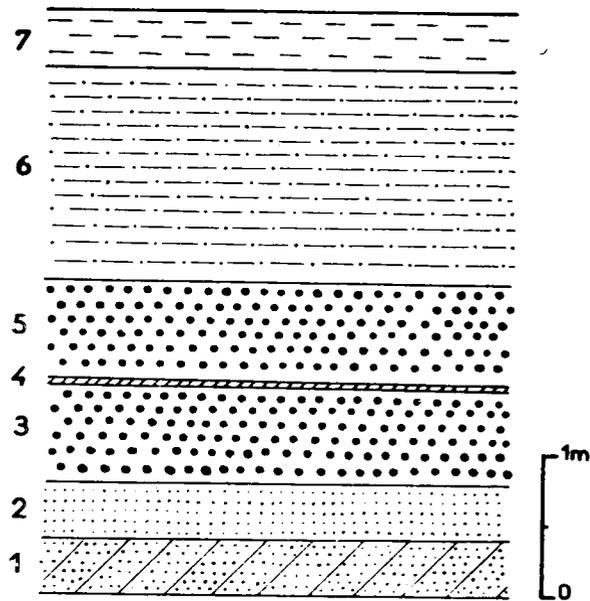


Fig. 47.—Coupe d'une "sablère" au N de Falcón.

1: lehm "sableux" encroûté; 2: lehm "sableux"; 3: "sables"; 4: croûte calcaire; 5: "sables"; 6: "sables" argileux; 7: limons.

L'ensemble s'incline vers le N avec un pendage de 5 à 6°. Les "sables" constituent sans doute ici les restes d'une plage.

Du marès dunaire forme des placages au SE de Falcón et à la Punta de Portas. Nous avons observé des dunes le long de la Playa de Mitjorn et au NW du terrain d'aviation, jusqu'à l'altitude de 10 m.

Signalons des éboulis de calcaires kimméridgiens au NW de la falaise de Falcón.

L. SOLÉ SABARÍS signale à La Canal des "dépôts rouges... à 4-5 m de hauteur... recouverts de calcaire oolithique... qui supporte à son tour des limons rosés calcifiés". Notons que le marès consolidé présente parfois l'aspect de calcaire oolithique.

A la Playa Codolá, les galets ont une origine locale (calcaires kimméridgiens); mais à la Playa Figueretas se rencontrent, outre des galets de calcaires kimméridgiens, des galets de roches métamorphiques ou éruptives.

— Secteur est (plaine de Jesús).

Cette plaine aboutit au niveau de la mer à la Cala Talamanca. La presqu'île de Talamanca (I. Plana et I. Grosa) est rattachée à la terre ferme par un cordon littoral dépassant à peine le niveau de la mer.

La plaine se relève en pente très douce vers le N, entre les routes de San Antonio (jusqu'au km 6) (alt. 80 m.) et de Santa Eulalia (C-733) (jusqu'au km 6) (alt. 30 m.); le sous-sol y forme de petits pointements (Monumento...).

Aucun cours d'eau pérenne n'existe dans cette plaine. Le Torrent Llavenera y draine ses eaux temporaires jusqu'au km 5 de la route de Santa Eulalia; de même le Torrent de Sas Planas, au NE de Jesús (creusé d'une vingtaine de mètres à l'altitude 100) abandonne ses eaux temporaires dans la plaine alluviale vers le km 2 de la route de Santa Eulalia (C-733).

Cette plaine est formée de limons rouges avec des cailloutis et des "galets" anguleux. Elle se raccorde latéralement à des pédiments; leur surface est assez fortement inclinée, surtout à la bordure E de la plaine, où les pédiments montent jusqu'à 120 m d'altitude.

Nous avons constaté la présence de marès aux endroits suivants:

- En bordure de la côte entre Bahía et Talamanca (marès limoneux de teinte rose à jaunâtre).
- Au N de Masía et du Puig Sa Talaya (jusqu'à 70 m d'altitude).
- Le long de la route de Santa Eulalia (L-546) (jusqu'à 80 m d'altitude).
- A Ca'n Roso (jusqu'à 110 m d'altitude).
- Dans le vallon du Torrent de Sas Planas (marès de teinte rose, jusqu'à 120 m d'altitude).
- En $x = 1045,0$; $y = 494,0$, où le creusement d'un puits a montré du marès au-dessous de limons avec cailloutis.

L. SOLÉ SABARÍS a bien remarqué au NE de la Cala Talamanca, "à très faible hauteur au-dessus de la mer... quelques restes de conglomérats fins, bien roulés, de type marin (Tyrrhénien III), recouverts d'une faible épaisseur de limons rouges, auxquels se superpose immédiatement une dune peu consolidée et avec une petite croûte à la partie supérieure".

2. FORMATIONS LIÉES A LA CALA LLONGA.

L. SOLÉ SABARÍS en a déjà décrit le Quaternaire côtier: des conglomérats à fragments de Mollusques marins affleurent en bordure de la mer (Tyrrhénien III); des dépôts torrentiels s'y superposent sur 3,50 m d'épaisseur: limons rouges et brèches d'origine locale, surmontés de conglomérats à éléments mieux roulés.

La plage actuelle est suivie à l'intérieur des terres par un vallon à fond plat, étendu sur 1 km en direction W, prolongé par de petits ravins.

Les eaux temporaires se perdent dans le vallon avant d'atteindre la mer. Des pédiments se rencontrent jusqu'à 100 m d'altitude.

A l'W de la Cala Llibrell (Salt d'en Serral), des limons rouges alternent

avec des cailloutis et blocs de calcaires kimméridgiens, sur une épaisseur de 20 mètres.

P. FALLOT a noté l'existence de placages de marès dépassant l'altitude de 80 m; nous en avons reconnu au Coll de Sa Plana, où il est exploité (altitude de 90 m).

3. FORMATIONS LIÉES A LA PLAINE DE SANTA EULALIA.

— Secteur se rattachant au Río de Santa Eulalia.

Le Río est bordé d'alluvions formant deux niveaux emboîtés dans sa partie inférieure, particulièrement bien visibles entre les km 4 et 5 de la route L-73-7 (en $x = 1049,7$; $y = 500,3$). Ces niveaux sont constitués de limons rouge-foncé avec des cailloutis anguleux permettant une culture intensive.

Le niveau inférieur ne remonte guère à plus de 3 km de l'embouchure du Río; le niveau supérieur le surmonte par un talus de 3 à 4 m de hauteur et se développe largement à l'intérieur des terres.

Le Río de Santa Eulalia était considéré comme étant la seule rivière pérenne des Baléares; mais l'épuisement de la nappe aquifère par un pompage excessif explique en partie l'assèchement progressif du Río, constaté au cours des dernières années. Son talweg se suit en amont jusque dans la plaine de San Miguel, à hauteur du km 9 de la route L-735, vers 155 m d'altitude; un de ses affluents atteint l'altitude de 190 m au pied du Baduro.

La plaine de San Miguel est formée de limons rouges s'étalant sur 2 à 3 km de largeur, s'élevant jusque vers l'altitude de 155 m au S de San Miguel; des pédiments marginaux s'élèvent même à plus de 200 m d'altitude.

Rappelons que P. FALLOT a déjà signalé la présence de marès au col de San Miguel.

Le Río de Santa Eulalia reçoit comme principal affluent venant du N le Torrent de Pont d'en Cuvetas qui draine une plaine s'étendant jusqu'aux abords de San Juan. Le niveau supérieur y remonte jusqu'à l'altitude de 190 m. La plaine s'étend entre le Furnás et le Puig del Exeró, où les limons sont fréquemment recouverts d'éboulis ("galets" anguleux de 5 à 40 cm de diamètre de calcaires du Muschelkalk et du Kimméridgien s. l.).

— Secteur se rattachant au Torrent Arabí.

Le Torrent Arabí est légèrement surcreusé dans la plaine alluviale qui s'étend entre Santa Eulalia et la Cala Caná; cette plaine se raccorde généralement au niveau de la mer et se relève vers le N jusqu'à l'altitude de

50 m. Iglesia Veya, rattaché maintenant à la terre ferme, formait vraisemblablement un îlot au Quaternaire.

Le Torrent Arabí communique par la cluse du Torrent de S'Argentera avec la région de Venda de Morna (dont les pédiments s'élèvent jusqu'à 100 m d'altitude) et avec celle de Venda Peralta (vallée de San Carlos). Les eaux temporaires de ces deux régions, drainées autrefois vers le Torrent de Pont d'en Cuvetas ont été captées par le Torrent S'Argentera.

4. FORMATIONS LIÉES A POU D'ES LLEÓ.

A la plage actuelle aboutissent deux vallons: l'un se dirigeant vers le SW jusqu'à 20 m d'altitude, l'autre vers l'W jusqu'à 25 m d'altitude. Les vallons sont creusés dans un niveau de remblayage continental recouvert de limons bruns; la surface de ce niveau, située entre 8 et 10 m de hauteur en bordure de la mer, se relève en direction W et SW jusque vers 40-50 m d'altitude, avec une pente assez forte (5 %). Ce niveau est recoupé au S par la falaise de la Cala Boix.

La partie centrale de l'île de Tagomago est recouverte de marès, surmonté d'une croûte calcaire superficielle.

5. FORMATIONS LIÉES A LA PLAYA D'ES FIGUERAL.

A la plage de sable aboutit une vallée qui se suit jusqu'à environ 1 km à l'intérieur des terres. Cette vallée est bordée par deux niveaux emboîtés: le niveau inférieur atteint une hauteur de 6 m; il est formé de limons brun-clair et de cailloutis anguleux et se prolonge à l'intérieur des terres au-delà du talweg.

Le niveau supérieur s'élève jusqu'à 25 m de hauteur, mais se relève fortement vers l'intérieur, où il est bien développé; il est constitué de limons rouge-foncé et de cailloux mal roulés, hétérométriques.

A environ 1 km à l'intérieur des terres, les deux niveaux se fondent progressivement l'un dans l'autre.

Au niveau de la vallée, l'érosion a entaillé le niveau supérieur en donnant une pente de 15 à 20°, et le niveau inférieur suivant une pente de 5 à 6°.

6. FORMATIONS LIÉES A LA CALA DE SAN VICENTE.

A la plage actuelle aboutit la vallée du Torrent de Sa Cala se suivant en direction W sur un peu plus de 5 km. Cette vallée s'est creusée dans des limons alternant avec des "galets" souvent très grossiers; il s'agit de dépôts torrentiels.

P. FALLOT a déjà signalé que l'église de San Vicente (à 73 m d'altitude)

se trouvait sur une terrasse dominant la vallée de 30 m de hauteur. Cet auteur a remarqué "vers le haut du bassin de réception du ruisseau une tache de grès à *Helix*" située entre 320 et 340 m d'altitude; il signale des dépôts quaternaires au Puig Raco (372 m).

Mentionnons l'existence d'une petite plaine fermée: Es Plá, à l'E de l'Atalaya de San Vicente.

Notons encore la présence de marès, entre 0 et 40 m d'altitude, en bordure de la côte NE, en face de l'îlot d'El Escullet.

7. FORMATIONS LIÉES A LA CÔTE NORD D'IBIZA.

A la plage actuelle de la Cala Charraca débouche une vallée à pente assez forte, entaillée dans un niveau qui se relève rapidement à 20-25 m d'altitude et dont le talus montre des limons rouges recouverts de marès; ce dernier forme des placages à l'intérieur des terres jusqu'à 100 m d'altitude. P. FALLOT a déjà noté que le bassin de réception de la vallée avait des pentes fortement inclinées.

L. SOLÉ SABARÍS mentionne à la Cala Charraca des bancs de conglomérats (Tyrhénien I) avec des limons rouges, suivis de marès consolidé. "Cette succession se répète deux fois dans la petite île située à la partie ouest de la Cala".

Nous avons rencontré du marès en bordure de la côte N, notamment à la Cala de Serra (fig. 44), dans les petites vallées débouchant à la Cala de Portinaitx et à la Cala Chuclá, à la Punta de Charraca, au Cap Blanch, au Caló d'es Escadells, à l'Illa d'en Caldes.

A la Cala de Serra, le marès repose sur des calcaires tortoniens, post-tectoniques.

8. FORMATIONS LIÉES A L'ARROYO D'ES PORT (N de San Miguel).

La tête de la vallée est repérable à 1 km au S de San Miguel, vers 140 m d'altitude.

Il s'agit d'un petit cours d'eau pérenne qui s'enfonce très rapidement en direction N et aboutit à la mer après un parcours d'un peu moins de 4 km. Sa pente est forte; son profil d'équilibre n'est pas atteint: il ne fait que mordre dans sa partie amont la plaine de San Miguel. Rappelons que cette dernière est drainée vers le S par le Río de Santa Eulalia.

P. FALLOT signale l'existence de marès dans le vallon de l'Arroyo vers 45 m d'altitude.

9. FORMATIONS LIÉES A LA PLAINE FERMÉE DE SAN MATEO.

Cette plaine fermée est allongée sur 2 km en direction subméridienne, et large de plus de 1 km. Elle est située vers 170 m d'altitude et montre une

très faible pente (1 à 2 % vers le S). Les limons qui la tapissent permettent des cultures de céréales. Sur ses bords, des pédiments se relèvent rapidement jusqu'à plus de 200 m d'altitude; quelques ravinements observés sur les bords E, N, NW sont dûs à des ruissellements temporaires. Les eaux doivent s'infiltrer rapidement dans la plaine, il est fort possible que le bassin se vide par circulation souterraine en direction de la Cala de Eubarca toute proche et dont il est séparé par des calcaires urgoniens particulièrement aptes à la circulation "karstique". Des puits creusés jusqu'à 36 m de profondeur n'ont pas donné d'eau.

Nous avons rencontré des placages de marès en bordure N de la plaine entre 180 et 190 m d'altitude et dans le vallon situé au S de Guillemi entre 210 et 230 m d'altitude.

La plaine est fermée à San Mateo par une "barrière" de calcaires urgoniens et de poudingues miocènes.

On peut penser, comme P. FALLOT, que la dépression située au S de San Mateo fut drainée en direction de la plaine de Jesús par le Torrent Lla-vanera et qu'ultérieurement ce déversoir a été en partie capturé par l'Arroyo de Buscatell, actuellement tributaire du bassin de San Antonio. L'Arroyo y draine la région située au NW de Rotabella.

10. FORMATIONS LIÉES A LA PLAINE FERMÉE DE SANTA INÉS.

Cette plaine fermée, constituée de limons, a la forme d'un triangle équilatéral, chacun des côtés mesurant environ 2 km; le centre se situe vers 170 m d'altitude. Des pédiments se relèvent sur les bords. A son extrémité NW, ils surplombent la falaise vers 170 m d'altitude. Quelques ravinements sont centrés vers le bassin, mais disparaissent dès qu'ils en atteignent le fond plat. L'eau disparaît rapidement en profondeur; les puits en fournissent très peu.

11. FORMATIONS LIÉES A LA CALA SALADA.

En bordure SW et NE de la baie affluent des dépôts quaternaires continentaux, essentiellement formés de niveaux de "galets" alternant avec des limons.

Sur le bord SW, les dépôts s'élèvent jusqu'à 24 m d'altitude. Des limons rouge-brique alternent avec des niveaux subhorizontaux de "galets", épais de 20 à 30 cm, parfois de 1 à 2 m. Ce sont des "galets" de calcaires urgoniens, anguleux ou peu roulés, de 20 à 60 cm dans leur plus grande dimension; leur façonnement et leur nature indiquent leur origine continentale proche. Une croûte blanchâtre se développe au sommet de ces dépôts.

Sur le bord NE de la baie, on observe : à la base 2 à 4 m de blocailles grossièrement roulées, non stratifiées, puis 2 à 3 m de limons calcifiés, des "galets" d'origine locale, des limons calcifiés, des limons meubles. Le tout est recouvert d'une croûte calcaire, à 12 m au-dessus de la mer.

Au débouché d'un ravin latéral dans le vallon qui aboutit à la mer (en $x = 1031,425$; $y = 502,3$) se localise un petit affleurement de marès du-naire, à 10-20 m d'altitude.

12. FORMATIONS LIÉES A LA CALA GRASIO.

En bordure N de la baie les dépôts s'élevant à 8 m au-dessus de la mer évoquent une "brèche de falaise". En surface apparaît une croûte calcaire. Au-dessous, des conglomérats à éléments calcaires grossiers atteignant 20 cm, sont séparés par des bancs de croûte calcaire irréguliers, inclinés vers l'W. Des limons rouges s'y intercalent.

Du marès forme des placages le long de la côte entre la Cala Grasio et le Cap Negret, ainsi que sur les versants des collines.

13. FORMATIONS LIÉES A LA BAIE DE SAN ANTONIO.

A la plage actuelle, au SE de la ville, se rattache la plaine de San Antonio qui se relève en pente douce vers l'intérieur des terres, en direction E.

La partie basse évoque une ancienne plaine sous-marine; d'après B. ESCANDELL et G. COLOM, son remblaiement, constitué par des sédiments argileux et marneux alternant avec des couches charbonneuses, est d'âge flandrien.

L. SOLÉ SABARÍS note la présence, au S de la baie, de deux formations continentales formées de limons rouges et de marès, séparées par un niveau de conglomérats de type marin situé à 2 m de hauteur (Tyrrhénien III).

Des pédiments largement étalés se relèvent jusque vers 200 m d'altitude en direction S, vers 100 m d'altitude, à l'E, vers le col de San Rafael où s'établit une communication avec la plaine de Jesús.

Le Torrent de Sa Basa monte jusqu'à 100 m d'altitude. La route de San Rafael à Santa Inés recoupe (en $x = 1035,7$; $y = 501,775$) le ravin de l'Arroyo de Buscatell, surcreusé de près de 20 m.

Du marès se développe tout autour de la baie de San Antonio, notamment aux endroits suivants :

- Aux abords N de San Antonio, sur le replat dominant la mer de 10 m.
- A l'W du km 21,4 de la route allant de San José à San Antonio.

- A la Cala d'es Torrent et dans le ravin d'Es Torrent, où se superposent deux niveaux de limons, avec des conglomérats à la base, surmontés de marès consolidé.
- Près du carrefour situé en $x = 1027,725$; $y = 495,625$, vers 45 m d'altitude. Il s'agit de marès très pur, très peu consolidé, à stratification entrecroisée; il est exploité dans plusieurs endroits sur 8 m d'épaisseur.
- Au pied N de l'Atalaya de San José, jusque vers 200 m d'altitude.

14. FORMATIONS LIÉES A LA CALA D'HORT.

L. SOLÉ SABARÍS y a déjà signalé deux niveaux. L'un, situé à 5 m d'altitude, est formé de conglomérats marins (Tyrrhénien II), surmontés d'une dune, puis d'une croûte. L'autre niveau, situé à 30 m d'altitude (Tyrrhénien I), s'élève en pente douce vers l'intérieur jusqu'à 160 m d'altitude, en se reliant latéralement à un ample glacis d'érosion. L'auteur a souligné l'existence de dépôts torrentiels puissants recouverts en surface d'une grosse couche de limons rouge vif.

P. FALLOT avait déjà noté l'existence de ce plan incliné montant jusqu'à 165-170 mètres d'altitude, recouvert de marès; il y a trouvé des *Pecten* à 90 m d'altitude.

Les travaux de réfection du chemin conduisant de Cubells à la Torre del Pirata ont permis d'observer de beaux affleurements de marès vers 175 m d'altitude.

Un bel affleurement de marès se situe au bas de la falaise, entre la Torre del Pirata et le Cap Jueu.

15. FORMATIONS LIÉES A ES CUBELLS.

Au pied des reliefs dominant la région d'Es Cubells se développent des pédiments constitués de limons avec des cailloux mal roulés, recouverts d'une croûte calcaire. Cette formation est tranchée à la Cala d'Es Cubells par une falaise de 100 m de hauteur.

16. FORMATIONS LIÉES A LA CALA DE SA CAIXOTA ET AU PUERTO ROIG.

A la Cala de Sa Caixota, des limons roses ou bruns alternant avec des "galets" mal roulés et de la blocaille d'origine locale, reposent sur des marnes et des calcaires argileux du Crétacé inférieur. La stratification irrégulière, l'hétérométrie des "galets" attestent l'origine torrentielle des dépôts. Ces derniers s'élèvent jusqu'à 45-50 m d'altitude. Leur contact avec le socle est irrégulier.

Au Puerto Roig, des dépôts semblables recouvrent des calcaires du Tithonique-Valanginien et des marnes du Crétacé inférieur. Au bord de la mer, en $x = 1032,425$; $y = 486,725$, une terrasse de 40 m d'altitude recoupée

par une falaise, présente une alternance de limons jaune-rougeâtre à cailloutis anguleux et de "galets" (4 niveaux), mal façonnés, hétérométriques (calcaires du Kimméridgien *s. l.*, du Tithonique-Valanginien, du Crétacé supérieur, microbrèches miocènes...). De tels dépôts, subhorizontaux, affleurent plus au S (Roig) et à l'E, où ils dominent la Cala Yondal.

L. SOLÉ SABARÍS a reconnu, à la Cala Yondal, un niveau à 4-5 m de hauteur formé de conglomérats d'origine continentale et de limons rouges, et un niveau à 2-3 m au-dessus du niveau de la mer montrant des conglomérats de type marin (Tyrrhénien III) avec des limons rouges. A l'E de Yondal, cet auteur a observé deux niveaux superposés, formés chacun de limons rouges et de conglomérats, suivis de limons jaunes.

Le niveau supérieur se relève vers l'intérieur jusqu'aux abords de la Cova Santa.

B) Formentera.

La répartition géographique des dépôts quaternaires est indiquée sur la figure 48.

1. LES PETITES ÎLES SITUÉES ENTRE IBIZA ET FORMENTERA sont entièrement formées de dépôts quaternaires et actuels.

Les îlots situés au S d'Ibiza (I. Caragolé, I. Barqueta, I. Negras, I. de Ahorcados) sont recouverts en totalité par du marès.

Les îles d'Espalmador et d'Espardell et les îlots avoisinants présentent un revêtement de croûte calcaire, de sable et de marès (N d'Espalmador, W d'Espardell) jusqu'à 14 m d'altitude.

Nous avons rencontré, parmi les galets de la plage actuelle de la Cala Torretas (Espalmador), des calcaires du Kimméridgien *s. l.* et du Crétacé supérieur (galets de 5 à 15 cm).

2. NORD DE FORMENTERA.

Des terres basses, avec des marais salants, occupent le N de l'île et bordent deux petits étangs (Estanq del Peix, Estanq Pudent). Ces terres sont recouvertes de sable et de marès.

Au NW de l'Estanq del Peix, le marès est surmonté de galets, dans lesquels nous avons reconnu des calcaires kimméridgiens *s. l.* et des calcaires urgoniens.

Mentionnons un bel affleurement de marès consolidé de teinte blanche à El Oasis (en $x = 1046,275$; $y = 471,175$); débité en prismes de $80 \times 40 \times 20$ cm pour la construction de maisons.

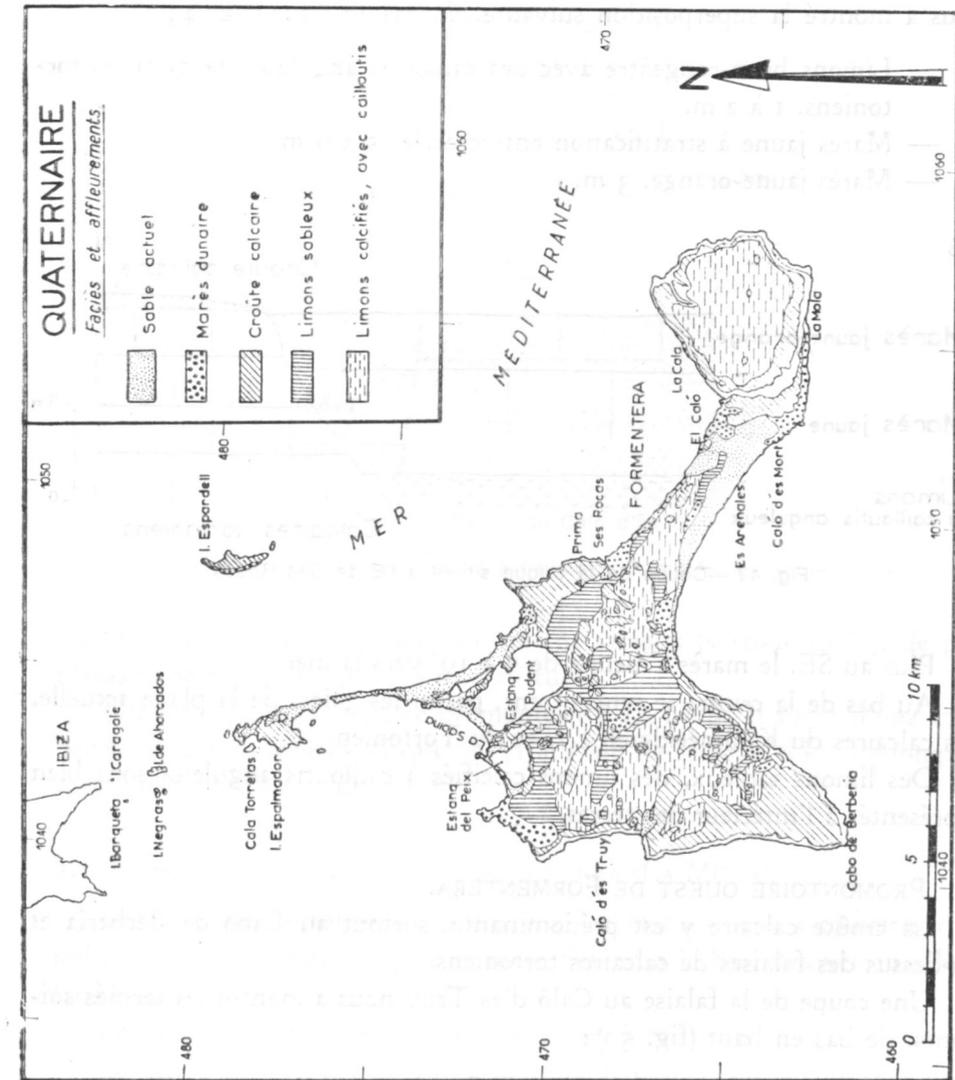


Fig. 48.—Répartition géographique des affleurements quaternaires dans l'île de Formentera.

Une épaisse croûte calcaire, de 1 m de puissance, s'étend au-dessus des falaises de calcaires tortoniens de Prima et forme des placages à l'intérieur des terres.

Au S des falaises calcaires de Prima, à l'E de Ses Rocas, une petite crique nous a montré la superposition suivante, de bas en haut (fig. 49) :

- Limons brun-rougeâtre avec des cailloutis anguleux de calcaires tortoniens. 1 à 2 m.
- Marès jaune à stratification entrecroisée. 5 à 6 m.
- Marès jaune-orange. 3 m.

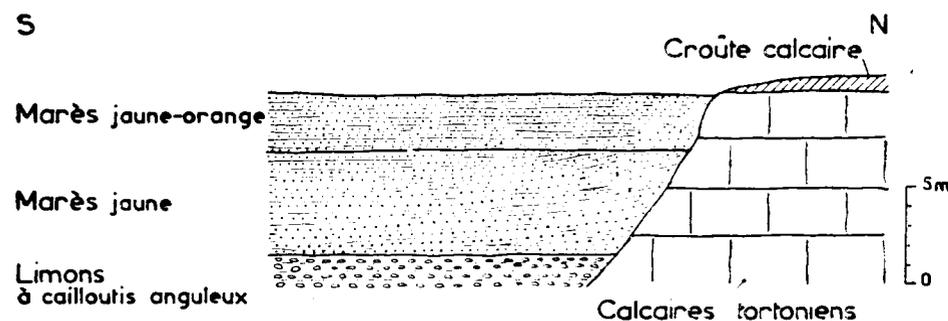


Fig. 49.—Coupe de la crique située à l'E de Ses Rocas.

Plus au SE, le marès s'incline de 5 à 10° vers la mer.

Au bas de la crique se rencontrent, parmi les galets de la plage actuelle, des calcaires du Kimméridgien *s. l.* et du Tortonien.

Des limons sableux, des limons calcifiés à cailloutis anguleux sont bien représentés à l'intérieur des terres.

3. PROMONTOIRE OUEST DE FORMENTERA.

La croûte calcaire y est prédominante, surtout au Cabo de Berbería et au-dessus des falaises de calcaires tortoniens.

Une coupe de la falaise au Caló d'es Truy nous a montré les termes suivants, de bas en haut (fig. 50) :

1. Calcaires tortoniens rougeâtres. 8 m.
2. Limons rouges calcifiés à cailloutis anguleux de calcaires tortoniens (remaniés). 30 cm.
3. Marès encroûté. 50 cm.
4. Croûte calcaire. 50 cm à 1 m.

Notons à l'intérieur des terres, la présence de limons calcifiés à cailloutis

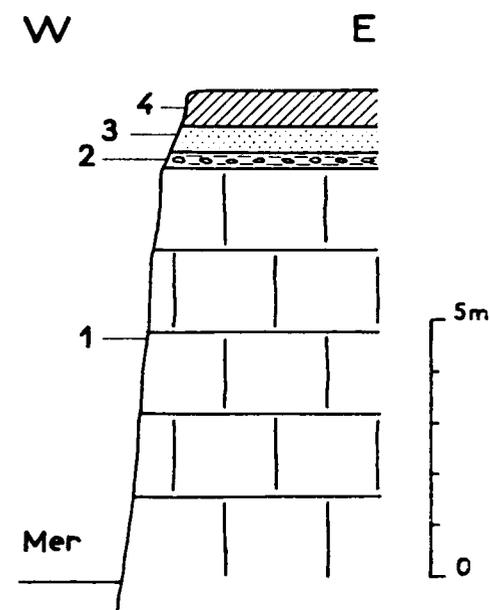


Fig. 50.—Coupe du Caló d'es Truy

1: calcaires tortoniens; 2: limons à cailloutis; 3: marès; 4: croûte calcaire.

(surtout au S du promontoire), de limons sableux (surtout au N), de petits placages de marès, jusqu'à 50 m d'altitude.

Un cordon littoral relie ce promontoire à La Mola. Il s'agit d'une étroite bande de limons sableux et calcifiés (1 à 2 km de largeur, 6 km de longueur) surmontés de sable et de marès.

4. PROMONTOIRE SUD-EST DE FORMENTERA (LA MOLA).

Les calcaires tortoniens qui édifient les falaises sont recouverts d'une puissante croûte calcaire. Cette dernière s'étend à la base des versants W de La Mola.

Le plateau est tapissé de limons calcifiés à cailloutis.

Le marès est bien développé en bordure de la mer, sur la côte N (entre El Caló et Recó del Caló, La Cala) et sur la côte S (entre le Caló d'es Mort et El Estufador), jusqu'à 100 m d'altitude.

Nous avons trouvé des galets de calcaires tortoniens au-dessus du marès de Caló d'es Mort à 3 m d'altitude.

Au pied de La Cala, des galets de plage actuelle comportent des calcaires du Kimméridgien *s. l.*, du Crétacé supérieur et du Tortonien.

IV. Conclusions

Le Quaternaire marin est bien représenté à Ibiza par ses niveaux de conglomérats situés aux altitudes de 25 à 30 m, de 5 à 6 m et de 2 à 3 m. Ces niveaux ont été respectivement attribués par L. SOLÉ SABARÍS aux Tyrrhéniens I, II, III : cet auteur a en effet constaté la similitude des dépôts avec les dépôts majorquins bien datés, de même altitude (couches à *Strombus bubonius* dans le Tyrrhénien I et II...).

Des formations continentales régressives (limons, dunes, croûte calcaire) alternent avec les dépôts marins. L. SOLÉ SABARÍS a bien observé à Ibiza la répétition de plusieurs cycles sédimentaires de limons rouges, limons loessiques, croûte calcaire en relation avec des oscillations climatiques.

En l'absence de données paléontologiques sur les différentes formations pléistocènes d'Ibiza et de Formentera, il est difficile d'en préciser l'âge. La comparaison des formations ibizoises avec celles des autres îles Baléares et des côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique a apporté par contre des renseignements intéressants.

Cette étude a été remarquablement menée à bien par le Professeur L. SOLÉ SABARÍS. Nous reproduisons, ci-dessous, le tableau de corrélations qu'il a pu établir entre les niveaux observés dans les Baléares et ceux de la côte barcelonaise.

TERRASSES FLUVIATILES DU LLOBREGAT - BESOS	TERRASSES MARINES DES BALÉARES
Terrasse de 80-90 m avec limons rouges et <i>Elephas meridionalis</i> , <i>Rhinoceros etruscus</i> , <i>Hippopotamus major</i>	Niveau marin de 25-30 m (Tyrrhénien I)
RISS Terrasse de 30-40 m avec dépôts cycliques de limons et croûtes et <i>Elephas antiquus</i>	Couverture de formations continentales cycliques
Terrasse de 10-12 m avec limons beiges et <i>Elephas primigenius</i>	Niveau marin de 6-8 m (Tyrrhénien II) Limons rouges, dunes et croûtes sur le Tyrrhénien II
WURM Terrasse de 2-3 m avec limons gris Lit actuel surélevé	Niveau marin de 2-3 m (Tyrrhénien III) Dune et dépôts anguleux gris périglaciers Formations côtières tourbeuses, etc.

Tableau 10.—Corrélations entre les niveaux quaternaires observés dans les Baléares et ceux de la côte barcelonaise (d'après L. SOLÉ SABARÍS, 1962).

L'évolution morphogénétique des îles d'Ibiza et de Formentera semble comporter les étapes suivantes :

1. Creusement des vallées par des eaux torrentielles.
2. Comblement des dépressions (limons rouges, limons loessiques, croûte calcaire, avec répétition de plusieurs cycles).
3. Enfoncement des îles. Après le Tortonien, au Pliocène et au Quaternaire ancien, les îles Baléares devaient être rattachées à la Péninsule. On connaît des restes de Vertébrés terrestres, dont *Myotragus balearicus* BATE dans le Quaternaire de Majorque et de Minorque, prouvant l'existence au Quaternaire de relations continentales. Ces Vertébrés n'ont cependant pas été découverts à Ibiza et à Formentera.

L'insularité de l'archipel a dû être acquise au Quaternaire moyen.

4. Montée récente en certains secteurs entraînant :

— l'entaille de falaise vives

— le creusement des "ruisseaux" actuels (tel le Río de Santa Eulalia).

A Ibiza, le relèvement de la côte NW a entraîné le rajeunissement du relief en bordure de la côte septentrionale. L'île était vraisemblablement plus étendue vers le NW.

A Formentera, le promontoire E (La Mola) a subi une remontée de 100 m.

Des cordons littoraux ont permis à ces îles de s'agrandir. Ainsi à Ibiza, les collines de Falcón, Corpmari, Isla Plana, Iglesia Veya (qui constituaient des îlots au Quaternaire) ont été rattachées à la terre ferme. De même à Formentera, un cordon littoral a relié entre eux les promontoires W et E.

DEUXIÈME PARTIE

Tectonique

Nous avons déjà tracé le cadre structural des îles d'Ibiza et de Formentera dans le chapitre II. Notre carte tectonique (fig. 51) et nos cartes géologiques (1) indiquent les dislocations subies par les terrains antérieurs au Tortonien.

La structure de l'île d'Ibiza consiste en la superposition de trois unités se chevauchant du SE vers le NW. Ce sont :

L'UNITE D'IBIZA,

la plus élevée structuralement, située à l'extrémité S, au SE, à l'E et au NE de l'île. A cette unité se rapportent tous les terrains de la *série stratigraphique d'Ibiza*, ainsi que des terrains de la *série de San José*.

L'UNITE DE LLENTRISCA-REY,

tectoniquement sous-jacente à la précédente, à l'W et au NW de celle-ci. Elle correspond à "*l'écaille de Cirer-Rey*" des auteurs antérieurs; nous la désignons sous un autre nom, car l'essentiel de la colline de Cirer se rattache en réalité à l'unité d'Ibiza. Les terrains y revêtent soit des faciès de la *série de San José*, soit des faciès de la *série d'Eubarca*.

L'UNITE D'EUBARCA,

la plus basse et la plus occidentale: localisée en bordure W et NW de l'île, entre le Vedrá et la Cala Biniarras; elle correspond à "*l'écaille d'Eubar-*

(1) Cartes au 1 : 50.000^e des îles d'Ibiza (n^{os} 772, 773, 798, 799) et de Formentera (n^{os} 824 et 849, 825 et 850). Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

ca" distinguée par les auteurs antérieurs. Cette unité ne comporte que des terrains de la *série stratigraphique d'Eubarca*.

Les terrains constitutifs de ces trois unités, compris entre le Muschelkalk et la base (incluse) du Miocène "moyen" sont intéressés par une *tectonique tangentielle*. Ils sont affectés par des *plis couchés vers le NW*. Les flancs inverses des plis couchés sont fréquemment étirés, parfois laminés et chevauchés par les flancs normaux qui leur font suite; de petites *imbrications* s'observent dans chacune de ces trois unités.

Les dépôts post-tectoniques sont constitués par des terrains tortoniens et pléistocènes bien représentés au NE d'Ibiza et recouvrant entièrement Formentera.

De nombreuses coupes, brièvement commentées dans le texte, donneront une image de la tectonique d'Ibiza. La description sera suivie de coupes d'ensemble de l'île d'Ibiza.

Dans les chapitres suivants nous décrirons la tectonique de chacune des trois unités ainsi que leurs rapports mutuels.

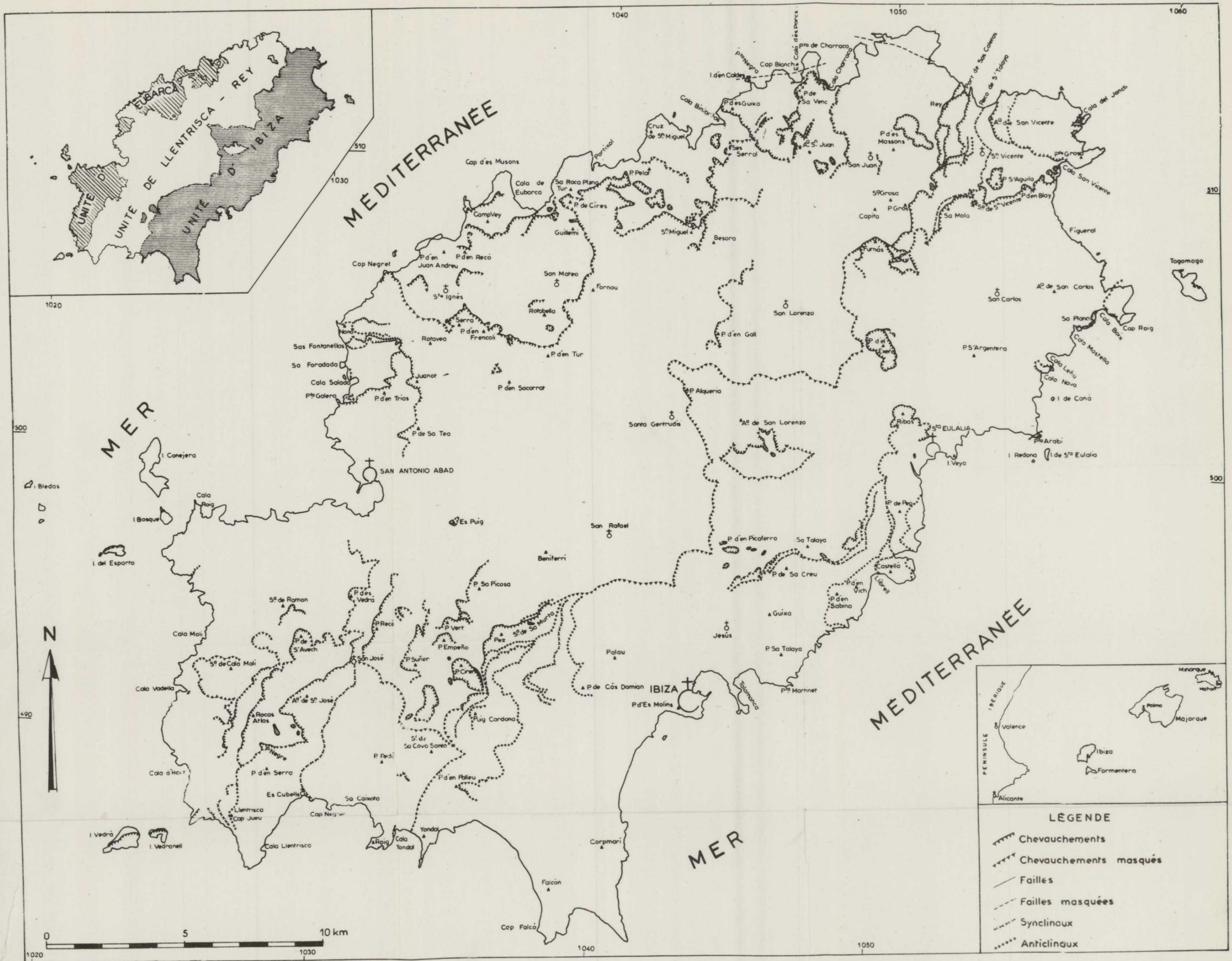


Fig. 51.—Carte tectonique de l'île d'Ibiza.

CHAPITRE IX

L'UNITÉ D'IBIZA

I. Généralités

P. FALLOT, puis E. N. SPIKER et U. HAANSTRA, ont signalé le chevauchement vers le NW de la "série" ou "écaille" d'Ibiza sur celle de "Cirer-Rey".

D'après ces auteurs, la ligne frontale du contact anormal passe au Port de Sas Caletas, au pied E du Rey, au N du Furnás, puis elle disparaît sous des alluvions; les auteurs la retrouvent à l'E de Santa Gertrudis (Puig Alqueria), puis sur les versants N et NW de la Serra de Sa Murta (ou Sierra de la Pega) et du Pez; elle contourne le Cirer et la klippe du Puig de Ca's Serres (= P. Miguel) et passe à l'W du Puig Cardona. Plus au S, la limite entre les deux "séries" demeure douteuse; d'après les auteurs hollandais, elle passerait à l'W de la Sierra de Sa Cova Santa (ou Sierra del Lloro). P. FALLOT envisage, sans avoir pu l'observer, un contact anormal passant entre Yondal et Cubells.

Ces auteurs ont remarqué dans cette "écaille" la présence de plis couchés.

Nous étudierons les éléments structuraux affectant les terrains de l'unité d'Ibiza en nous dirigeant du S vers le NE de l'île.

II. L'unité d'Ibiza au Sud de l'île

Au Sud de la dépression allant de la ville d'Ibiza à San Antonio par San Rafael se localisent des collines dont les sommets les plus hauts atteignent

ou dépassent 400 m d'altitude (Pez = 400 m, Puig Cirer ou P. Gros = 415 m). La plaine alluviale de San Jorge les sépare de la colline d'Ibiza et des collines les plus méridionales : Corpinari et Falcón.

Ces collines sont principalement constituées de dolomies du Lias-Dogger et de calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*

Corpinari et Falcón.

Les couches de ces deux collines appartiennent à une *série renversée* comportant les termes suivants (de haut en bas dans la morphologie) représentés dans la figure 52 :

- 1 (l). Dolomies du Lias-Dogger.
- 2 (j6-5). Calcaires noduleux et fausses-brèches à Ammonites de l'Oxfordien *s. l.* (Cap Falcó).
- 3 (j8-7). Calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*, formant l'essentiel de ces deux collines.
- 4 (j9). Calcaires argileux et marnes tithoniques à Ammonites pyriteuses, affleurant à la base du versant NNW de Corpinari et dans la falaise de Falcón.
- 5 (n4-1). Calcaires argileux et marnes à Ammonites pyriteuses du Crétacé inférieur (Berriasien à Barrémien), à la base de la falaise de Falcón.

Les couches ont une direction d'ensemble SW-NE (direction N 30 à 40° E) et plongent généralement vers le SE avec des pentages de 20° à 50°. Ces couches forment le *flanc inverse d'un pli fortement couché vers le NW*.

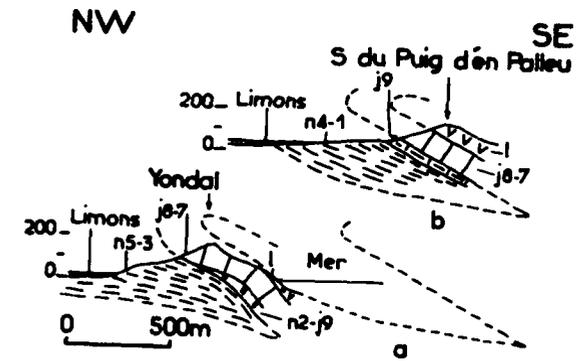
Signalons une flexure au NW de chacune des deux collines. Des complications tectoniques de détail (plissotements, petites disharmonies) s'observent en outre dans la falaise de Falcón.

De nombreux puits creusés dans la plaine de San Jorge ont montré que les alluvions recouvrent des marnes du Crétacé inférieur.

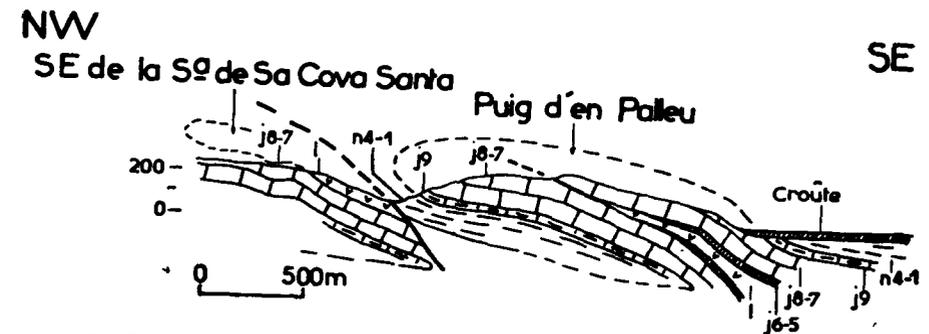
Puig d'en Palleu.

Les terrains crétacés (terme n4-1 de la figure 53) (Berriasien à Barrémien) n'affleurent que sur les versants SW et W et en bordure N et NE de la colline, où ils supportent des calcaires kimméridgiens *s. l.* (j8-7), en *série renversée*. A ces derniers se superposent des calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien *s. l.* (j6-5), puis des dolomies du Lias-Dogger (l).

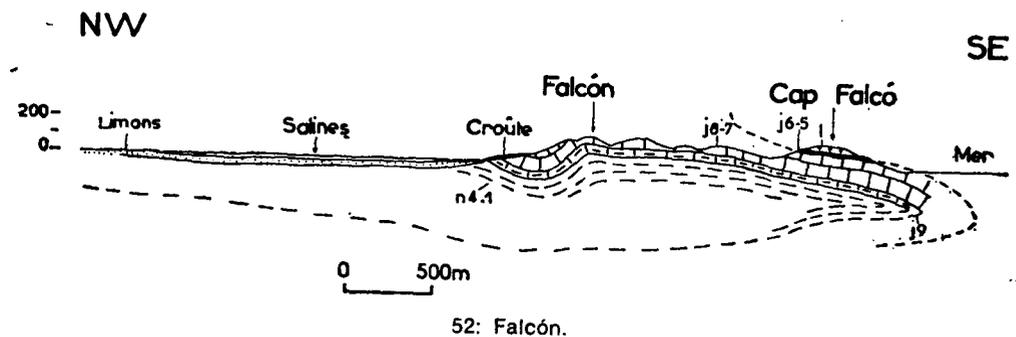
Les mêmes terrains jurassiques se présentent en *série normale* à l'E de la



54: Relations tectoniques entre Yondal (a) et le Puig d'en Palleu (b).



53: Puig d'en Palleu et versant sud-est de la Serra de Sa Cova Santa.



52: Falcón.

Fig. 52 à 54.—Coupes dans le Sud-Ouest de l'île d'Ibiza.

n5-1: marnes du Crétacé inférieur; n2-j9: calcaires du Tithonique-Valanginien (série de San José); j9: calcaires argileux et marnes du Tithonique; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien *s. l.* supérieur; l = dolomies du Lias-Dogger.

colline (Ca's Sergent): les dolomies y forment le noyau d'un *anticlinal couché vers le NW*. Il semble que le flanc normal de l'anticlinal chevauche très légèrement le flanc inverse.

L'enveloppe marneuse de Crétacé inférieur et de Tithonique (?) (terme j9, sans doute étiré dans le flanc inverse) est représentée dans le flanc normal, sous les alluvions qui séparent cette colline de celle de Falcón. Ces marnes et calcaires argileux y forment vraisemblablement le cœur d'un *synclinal couché reliant entre eux les deux anticlinaux couchés de Falcón et du Puig d'en Palieu*.

Les couches constitutives du Puig d'en Palieu plongent de 15 à 30° vers le SE.

Un accident transverse s'observe entre le Puig d'en Palieu et la Serra de Sa Cova Santa.

Il est vraisemblable que ce contact anormal se poursuive vers le SW et passe dans les marnes crétacées à l'W de Yondal; il conviendrait alors de rattacher Yondal à l'unité d'Ibiza.

La position des assises de Yondal a déjà été indiquée dans une coupe (fig. 32): des marnes à Ammonites barrémiennes et bédouliennes sont surmontées par des calcaires tithoniques-valanginiens, puis par des calcaires kimméridgiens *s. l.*; un affleurement réduit de dolomies du Lias-Dogger s'observe en outre sur le versant SE. Ces couches sont plissotées dans le détail, mais plongent dans l'ensemble vers le SE.

Les terrains forment ici le *flanc inverse d'un anticlinal couché* à noyau liasique (fig. 54a). Un *synclinal crétacé* doit relier cet anticlinal à l'*anticlinal du Puig d'en Palieu* (fig. 54b). Le flanc normal commun à ce synclinal et à l'anticlinal de Yondal est masqué par les alluvions qui sont plaquées dans la dépression séparant Yondal du Puig d'en Palieu.

Ainsi, l'unité d'Ibiza comporterait des terrains revêtant les faciès de la série de San José (présence à Yondal de calcaires tithoniques-valanginiens). Les variations latérales de faciès, au Tithonique-Valanginien, entre les séries d'Ibiza et de San José s'effectueraient entre la charnière de l'anticlinal de Yondal et la charnière du synclinal du Puig d'en Palieu.

Puig Cardona et Puig de Ca's Serres.

L'essentiel du Puig Cardona est constitué par des marnes du Crétacé inférieur (fig. 55, terme n4-1). Des calcaires argileux tithoniques (j9), puis des calcaires en dalles kimméridgiens (*s. l.*) (j8-7), les surmontent en *série renversée*. Cette série renversée représente la continuation vers le N du flanc inverse de l'anticlinal couché du Puig d'en Palieu. La tectonique tangen-

tielle explique la suppression à l'affleurement, dans le flanc inverse, des niveaux compris entre le Tithonique et l'Hauterivien.

Les marnes crétacées forment ici le cœur d'un *synclinal couché vers le NW*. Le *flanc normal* de ce synclinal s'observe sur les versants NW de cette colline, où affleurent, au-dessous du Crétacé inférieur, des calcaires kimméridgiens *s. l.* et des dolomies du Lias-Dogger formant le noyau d'un *anticlinal couché vers le NW*. C'est à cet anticlinal que se rattachent les calcaires kimméridgiens *s. l.* couronnant le Puig de Ca's Serres (fig. 55) avant que l'érosion ne les aie isolés en une klippe.

Les dolomies du Lias-Dogger et les calcaires kimméridgiens de cet anticlinal chevauchent vers le NW des microbrèches (m1M) et des marnes du Miocène inférieur (m1) se rapportant à l'unité de Llentrisca-Rey.

Les couches ont en général une direction NE-SW et plongent faiblement vers le SE. Les plis étant fortement couchés vers le NW, nous n'avons pu reconnaître dans le synclinal la trace de la charnière primitive.

Puig Cirer.

Les terrains jurassiques (dolomies du Lias-Dogger et calcaires kimméridgiens *s. l.*) y forment une *klippe*; ils appartiennent au *flanc normal de l'anticlinal couché du Puig Cardona* (fig. 56).

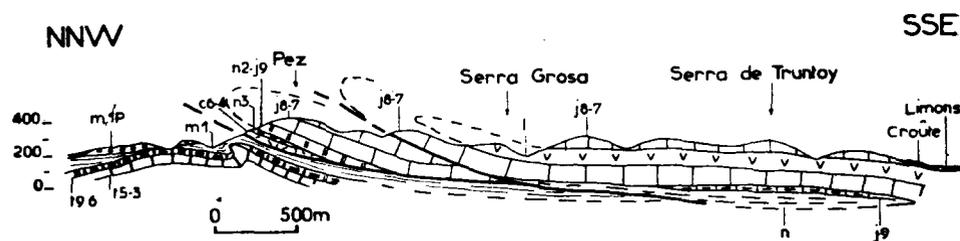
Ces terrains chevauchent des microbrèches et des marnes du Miocène inférieur.

Un petit lambeau de calcaires sénoniens, visible en bordure W, est coincé entre l'ensemble chevauchant et le Miocène marneux. Il est vraisemblable que ce Crétacé supérieur appartienne au *flanc inverse d'un synclinal couché vers le NW*, à cœur miocène. A ce même flanc inverse (commun à ce synclinal et à l'anticlinal du Puig Cardona) se rapportent les calcaires tithoniques-valanginiens qui surmontent dans une petite klippe des microbrèches miocènes, au NW de la colline.

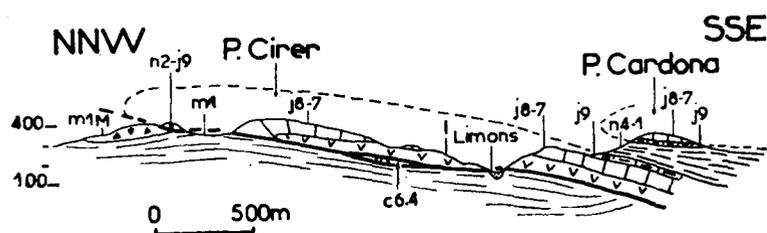
Une surface de cisaillement, inclinée à 10-20° vers le SE, sépare l'ensemble calcaire et dolomitique rigide des matériaux plastiques sous-jacents. Cette surface de cisaillement correspond ici à la surface de chevauchement de l'unité d'Ibiza sur celle de Llentrisca-Rey.

Ainsi, des terrains revêtant des faciès de la série de San José sont représentés dans l'unité d'Ibiza. Les passages latéraux de faciès du Tithonique-Valanginien devaient se situer au niveau de la charnière primitive de l'anticlinal du Puig Cardona.

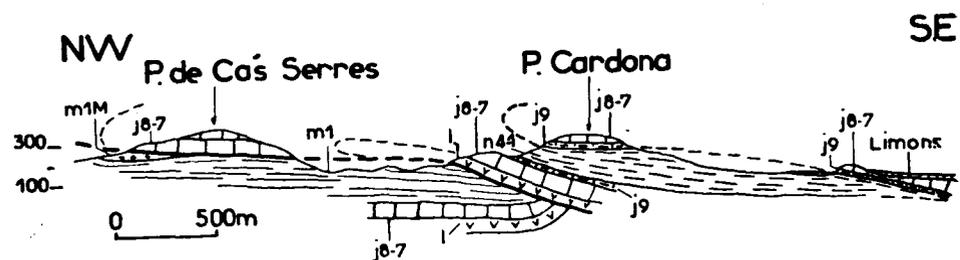
Signalons une petite klippe de calcaires kimméridgiens *s. l.* à la base du versant SW du Puig Cirer, se rapportant également à l'unité d'Ibiza.



57: Du Pez à la Serra de Truntoy.



56: Du Puig Cirer au Puig Cardona.



55: Puig de Ca's Serres et Puig Cardona.

Fig. 55 à 57.—Coupes dans le Sud-Ouest de l'île d'Ibiza.

mP: poudingues du Miocène (supérieur ?); m1M, m1: microbrèches et marnes du Miocène inférieur; c6-4: calcaires sénoniens; n4-1: marnes du Crétacé inférieur (série d'Ibiza); j9: calcaires argileux du Tithonique (série d'Ibiza); n2-j9: calcaires compacts du Tithonique-Valanginien (série de San José); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

Massif de Pez-Palau.

Il s'agit d'un ensemble de collines où les terrains jurassiques (dolomies du Lias-Dogger et calcaires kimméridgiens s. l. pour l'essentiel) affleurent largement et forment la presque totalité du relief.

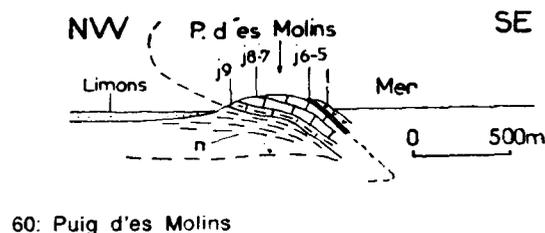
Au NE du Puig Cirer, le Pez (fig. 57) est couronné par des calcaires kimméridgiens s. l. passant vers le NW, en *série renversée*, à des calcaires tithoniques-valanginiens, à des marnes du Crétacé inférieur (à Ammonites de l'Hauterivien supérieur), puis à des calcaires sénoniens. Une surface de cisaillement (déjà signalée au Puig Cirer) sépare ces terrains du Miocène marneux qu'ils chevauchent vers le NW. Les terrains chevauchants forment le *flanc inverse du synclinal couché vers le NW* que nous avons déjà reconnu au Puig Cirer et que nous nommerons *synclinal du Pez*; ils se rapportent, comme ceux du Puig Cirer, à l'unité d'Ibiza.

Les marnes et les poudingues miocènes qui affleurent au N du Pez et à Beniferri sont transgressifs sur des calcaires noirs du Muschelkalk, des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger (en série normale). Mais à l'E du Pez: sur les versants N de la Serra de Sa Murta, le Muschelkalk et le Keuper forment un petit repli anticlinal déversé vers le NW (fig. 58, 59) et chevauché par les terrains jurassiques et crétacés constituant le flanc inverse du synclinal couché du Pez. Ce flanc inverse est logiquement commun à ce synclinal et à un anticlinal couché qui doit le surmonter, dont le flanc normal serait représenté sur les versants S du Pez par des calcaires kimméridgiens s. l. Là encore, les variations latérales de faciès devaient se situer au niveau de la charnière anticlinale primitive, dont nous n'avons pu retrouver les traces.

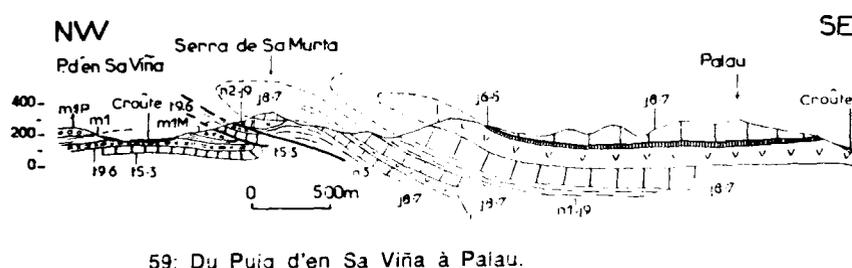
Au pied W de la Serra Grosa et de la Serra de Truntoy se localisent de petits affleurements de marnes tithoniques (Ca'n Berrinola) et crétacées; ils se rapportent au synclinal crétacé du Puig Cardona.

Citons encore plus au SE et à l'E. en se dirigeant vers le Palau:

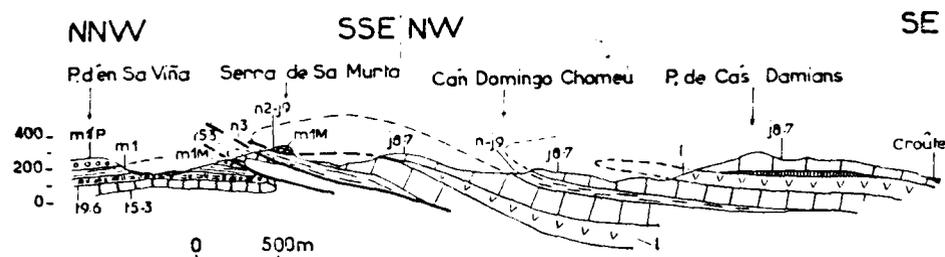
- Un anticlinal couché à dolomies du Lias-Dogger enveloppées de calcaires kimméridgiens s. l. (Serra Grosa, Serra de Truntoy); la petite klippe comportant à la Serra de Sa Murta du Muschelkalk et du Keuper pourrait se rattacher à cet anticlinal. Le flanc normal de cet anticlinal est chevauchant vers le NW.
- Un synclinal couché à cœur de marnes néocomiennes (Ca'n Domingo Chomeu).
- Un anticlinal à noyau de dolomies liasiques et dont le flanc normal comporte un petit liseré de calcaires noduleux et de fausses-brèches



60: Puig d'Es Molins



59: Du Puig d'en Sa Viña à Palau.



58: Du Puig d'en Sa Viña au Puig de Ca's Damian

Fig. 58 à 60.—Coupes dans le Sud-Ouest de l'île d'Ibiza

mP: poudingues du Miocène (supérieur ?); m1M, m1: microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n: marnes néocomiennes (n3: Hauterivien); j9: marnes tithoniques (série d'Ibiza); n2-j9: calcaires tithoniques-valanginiens (série de San José); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s. l. supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

oxfordiens s. l. entre les dolomies du Lias-Dogger et les calcaires kimméridgiens s. l. (Puig de Ca's Damian, Palau, Puig Negre...).

Dans la plaine alluviale séparant les collines de Palau de celle d'Ibiza, les alluvions surmontent des marnes tithoniques et crétacées.

Puig d'Es Molins.

La ville haute d'Ibiza est édifée sur des calcaires en dalles du Kimméridgien s. l. (direction: N 60° E; pendage: 20 à 35° SE). Dans la falaise de Sa Penya, en bordure E, ils présentent de très nombreux plissements secondaires.

A l'extrémité NW du Puig d'Es Molins (fig. 60), ces calcaires (j8-7) s'appuient sur des calcaires argileux et des marnes du Tithonique (j9) et du Crétacé inférieur (n) à Céphalopodes pyriteux (direction: N 80° E; pendage: 35° S).

Plus au S de la colline, les couches de cette série renversée accusent de plus forts pendages vers le SE. Les calcaires kimméridgiens supportent des calcaires noduleux et fausses-brèches (j6-5) à Ammonites de l'Oxfordien (s. l.) supérieur, bien visibles à Figueretas (direction: N 60° E; pendage: 35° SE). Sur ces derniers reposent des dolomies liasiques (l) (direction: N 80° E; pendage: 60° S).

On peut reconnaître dans cette série renversée le *flanc inverse d'un anticlinal couché vers le NW*, formant le prolongement NE du même flanc inverse observé à Falcón et à Corpinari.

Entre ces deux dernières collines et celle d'Ibiza se situe l'Isla Ratas où affleurent des calcaires du Kimméridgien s. l.

CONCLUSIONS.

Dans la région que nous venons d'étudier, les collines montrent une succession de *plis couchés vers le NW*. Le noyau des anticlinaux couchés est généralement constitué par des dolomies du Lias-Dogger. Le cœur des synclinaux couchés est généralement formé par des marnes tithoniques et crétacées, à Céphalopodes pyriteux (série d'Ibiza).

Les flancs inverses des synclinaux crétacés sont étirés, parfois laminés et fréquemment chevauchés par les matériaux rigides de ces mêmes flancs inverses ou des flancs marneux des anticlinaux.

Nous avons vu qu'au NW et à l'W de la région une *surface de cisaille-*

ment sépare l'ensemble calcaire et dolomitique chevauchant du complexe marneux sous-jacent.

Cette surface de contact anormal correspond à la limite entre les unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey. Elle passe au NW du Puig Cardona, supporte les klippes du Puig de Ca's Serres, du Puig Cirer et les petites klippes avoisinantes, suit les flancs W, NW et N du Pez, les versants N et NW de la Serra de Sa Murta, puis se perd sous la croûte et les alluvions au SE de Beniferri.

L'unité d'Ibiza comporte surtout dans cette région des terrains de la série d'Ibiza; mais des faciès de la série de San José y sont aussi représentés: à Yondal, au Puig Cirer, au Pez et à la Serra de Sa Murta.

L'amplitude du chevauchement de l'unité d'Ibiza sur celle de Llentrisca-Rey est relativement faible (2 à 3 km).

Les plis étant très plats, il est difficile de préciser l'emplacement des charnières anticlinales et synclinales primitives. Cette intense tectonique tangentielle entraîne par endroits la réduction de certains terrains et parfois leur suppression à l'affleurement.

La limite entre les deux unités est imprécise au S de cette région: un accident transverse s'observe à l'W du Puig d'en Palieu et doit passer à l'W de Yondal.

III. La région comprise entre Ibiza et Santa Eulalia

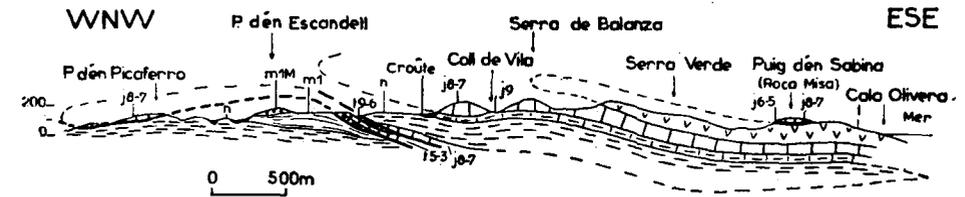
Cette région située à l'E de la plaine alluviale d'Ibiza (secteur de Jesús) et au S du Río de Santa Eulalia comporte de petites collines ne dépassant pas 250 m d'altitude. Les collines bordant le littoral montrent leur ossature de dolomies du Lias-Dogger et de calcaires lités kimméridgiens *s. l.* Au centre, au N et au NW de cette région prédominent les terrains du Crétacé inférieur et du Miocène inférieur.

Le marès forme d'importants placages au SW de cette région.

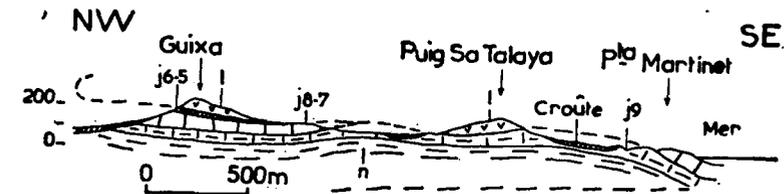
Talamanca.

La presqu'île de Talamanca présente une *série jurassique normale*, principalement formée de calcaires kimméridgiens *s. l.* Ces derniers surmontent à l'extrémité S (I. Grossa et phare de Botafoch) des calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien *s. l.* superposés à leur tour à des dolomies du Lias-Dogger (fig. 61).

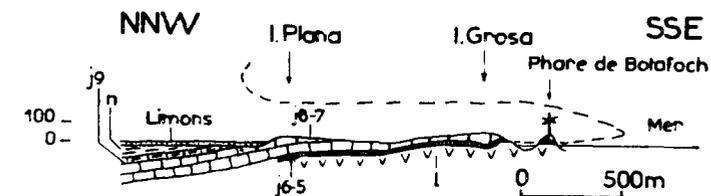
Cette série pourrait représenter :



63: Du Puig d'en Picaferro à la Cala Olivera.



62: De Guixa à la Punta Martinet.



61: Talamanca.

Fig. 61 à 63.—Coupes dans la région comprise entre Ibiza et Santa Eulalia.

m1M, m1: microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur; j9: marnes et calcaires argileux du Tithonique; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien *s. l.* supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

- soit le flanc normal, morphologiquement supérieur, d'un anticlinal couché vers le NW, à noyau de dolomies du Lias-Dogger; le flanc inverse de cet anticlinal serait constitué par la série renversée du Puig d'Es Molins.
- soit le flanc normal, morphologiquement inférieur, du synclinal couché du Puig d'Es Molins. Nous retenons cette seconde hypothèse: les terrains atteignent de faibles altitudes à Talamanca, et accusent un léger pendage (10-20°) vers le NW.

Nous avons relevé à la Punta Martinet, au Puig Sa Talaya, à Guixa, à la Serra de Balanza, à la Serra Verde, au Puig de Sa Creu la superposition suivante des couches, de bas en haut, en *série renversée* (fig. 62, 63):

- Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur.
- Marnes et calcaires argileux du Tithonique, à Calpionelles et à Ammonites pyriteuses (S du Puig Sa Talaya, falaises de la Punta Martinet et de S'Estañol, pied du Puig de Sa Creu).
- Calcaires lités du Kimméridgien *s. l.* (Punta Martinet, Puig Sa Talaya, Puig d'en Salleras, Guixa, Serra de Balanza, Serra d'es Puig, Puig de Sa Creu).
- Calcaires noduleux et fausses-brèches rouges (Oxfordien *s. l.*) formant un mince liseré au S du Puig d'en Salleras, au NE de Guixa, à la Cala Espart.
- Dolomies du Lias-Dogger couronnant le Puig Sa Talaya, le Puig d'en Salleras, Guixa, la Serra Verde.

Les couches pendent dans l'ensemble vers le SE; de légers gauchissements les affectent dans le détail.

Cette série renversée, prolongeant vers le NE celles de Falcón, de Corp-mari, du Puig d'Es Molins, appartient au même *flanc inverse d'un anticlinal couché vers le NW*.

L'éirement du flanc inverse a parfois entraîné la suppression du Kimméridgien *s. l.* et la superposition des dolomies du Lias-Dogger sur les marnes du Tithonique, notamment au Puig Sa Talaya (fig. 62).

Le noyau de cet anticlinal couché s'observe sur les versants W et SW du Puig d'en Sabina (fig. 63): les dolomies du Lias-Dogger qui, à la Cala Espart, surmontent, en série renversée, des calcaires kimméridgiens supportent à leur tour en *série normale* les calcaires kimméridgiens formant les sommets du Puig d'en Sabina et du Puig d'en Vich (fig. 64). Entre le noyau de dolomies et son enveloppe de calcaires lités s'intercalent, par endroits, des calcaires noduleux et des fausses-brèches (Oxfordien *s. l.*).

Le flanc inverse de cet anticlinal couché est, évidemment aussi, celui du *synclinal couché* lui faisant suite vers le NW. Nous verrons ultérieurement que des complications structurales ont intéressé le flanc normal de ce synclinal.

Au *flanc normal* de ce synclinal se rapportent les terrains affleurant au centre, au N et au NW de la région étudiée ici. Il s'agit des termes suivants (fig. 63 à 66):

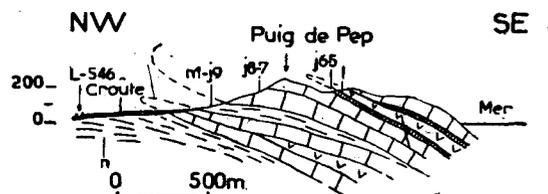
- Calcaires et calcaires dolomitiques du Muschelkalk, bien visibles au Puig Sa Torre, également représentés à la base des versants S et SW du Puig Tanques, au km 2 de la route Ibiza-Santa Eulalia (L-737), à l'E du Puig de Museñas, du Puig d'en Recó et du Puig Chumeu.
- Marnes du Keuper (P. Sa Torre, pied SW du P. Tanques, entre les km 1 et 2 de la route Ibiza-Santa Eulalia, E du P. de Museñas, pied SE du P. Chumeu).
- Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur (et du Tithonique ?).
- Marnes, poudingues, microbrèches du Miocène inférieur, affleurant au Puig d'en Escandell (fig. 63), au P. Tanques et à Sa Talaya (fig. 64), au P. d'en Recó et à Ca'n Benet (fig. 65), au P. de Museñas et au P. Chumeu (fig. 66). Ces couches miocènes sont nettement transgressives et discordantes sur les terrains secondaires; elles n'affleurent généralement qu'en série normale, mais constituent vraisemblablement le cœur d'un synclinal couché.

Au SE du Puig d'en Escandell (fig. 63), les terrains triasiques et jurassiques forment un repli *anticlinal déversé vers le NW*, découpé en une petite écaille par la tectonique tangentielle. Les terrains de cette écaille (calcaires du Muschelkalk, marnes du Keuper, calcaires kimméridgiens) chevauchent vers le NW les assises miocènes. C'est à cette écaille que devaient appartenir les calcaires kimméridgiens coiffant le Puig d'en Picaferro et dont les affleurements ont été isolés par l'érosion en de petites klippes.

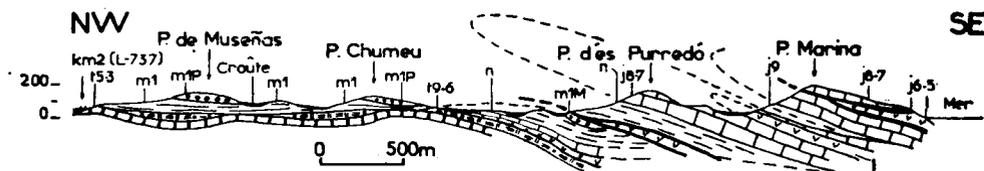
Le même dispositif se retrouve plus à l'E: à Ca'n Nicolau (fig. 64) (x = 1048.0; y = 496,775), des marnes du Keuper insérées dans des terrains miocènes représentent les vestiges du même repli anticlinal.

Plus à l'E encore: au S de Ca'n Benet (fig. 65), se repli est formé ici de dolomies du Lias-Dogger chevauchant du Miocène vers le NW.

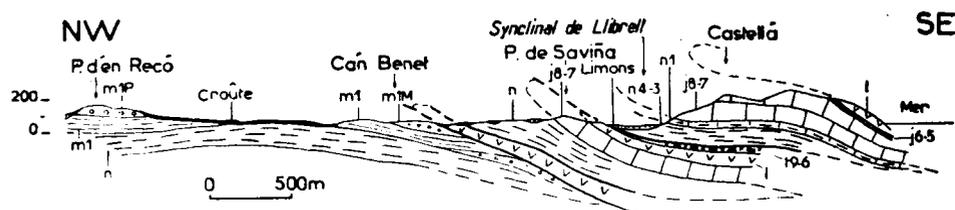
Considérons à nouveau l'*anticlinal couché du Puig d'en Sabina* (fig. 63): il se continue en direction NE: au Puig d'en Vich (fig. 64), au Puig de Sa viña (fig. 65) —où seul le flanc inverse est visible—, au Puig d'es Purredó



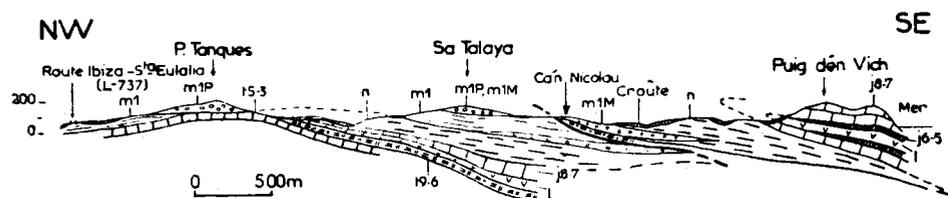
67: Puig de Pep.



66: Du Puig de Museñas au Puig Marina.



65: Du Puig d'en Recó à Castellá.



64: Du Puig Tanques au Puig d'en Vich.

Fig. 64 à 67.—Coupes dans la région comprise entre Ibiza et Santa Eulalia.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur, à Ammonites de l'Hauterivien-Barrémien (n4-3), à Calpionelles du Berriasien (n1); j9: marnes et calcaires argileux du Tithonique; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur; i: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires et calcaires dolomitiques du Muschelkalk.

(fig. 66). Son noyau est en dolomies du Lias-Dogger ou en marnes triasiques (P. de Saviña).

Sur cet anticlinal s'appuie, au SE, le *synclinal couché de Llibrell* (ou de Salt d'en Serral) (fig. 31 et 65) dans le cœur duquel sont conservés des marnes et des calcaires argileux à Ammonites hauteriviennes et barrémiennes, surmontés en série renversée par des calcaires argileux du Berriasien, puis par des calcaires kimméridgiens. Ce synclinal se suit en direction NNE : sur les versants W et NW du Puig Marina (fig. 66) et du Puig de Pep ou de Sa Fita (fig. 67).

Enfin, sur ce synclinal couché repose, à l'ESE de ces dernières collines, l'*anticlinal couché de Castellá* (fig. 65), du *Puig Marina* (fig. 66) et du *Puig de Pep* (fig. 67). Son noyau est formé de dolomies du Lias-Dogger; un liseré d'Oxfordien (s. l.) se rencontre parfois entre ces dolomies et les calcaires du Jurassique supérieur. A Castellá subsiste seulement le flanc inverse de cet anticlinal. Au Puig Marina et au Puig de Pep s'observe en outre le flanc normal; ce dernier chevauche légèrement le flanc inverse.

P. FALLOT (1922) avait bien remarqué l'existence d'un double pli couché à la Montaña Fita (= P. de Pep) et au Puig d'es Purredó, se continuant à Llibrell. Mais d'après lui, le pli le plus supérieur présente une tête anticlinale de dolomies encapuchonnée d'Oxfordien dans toutes ces collines (fig. 26 et 48). En réalité l'érosion a entaillé l'enveloppe jurassique de ces plis, permettant d'observer leur noyau dolomitique: en particulier dans l'anticlinal du Puig d'es Purredó (fig. 66). Nous ne retrouvons pas la continuation du pli couché de Castellá (ou de Llibrell) vers Ibiza; c'est donc à tort que P. FALLOT y rattachait le Cabo Martinet et les collines voisines.

Nos observations diffèrent beaucoup, sinon totalement de celles de U. HAANSTRA (1935): les terrains qui bordent la côte au S de cette région appartiennent, selon lui, à une série normale. Les divers éléments structuraux que nous avons signalés ci-avant n'avaient pas été reconnus, d'où une interprétation tectonique fort différente de celle que nous donnons.

CONCLUSIONS.

La disposition des assises dans cette région témoigne de l'existence de *plis couchés généralement vers le NW*, plus ou moins écrasés dans leurs flancs renversés.

L'*anticlinal couché* observé au S de l'île à Falcón, Corpinari, Puig d'Es Molins, trouve sa continuation au NE: à Guixa, au Puig d'en Sabina, au Puig d'en Vich, au Puig de Saviña, au Puig d'es Purredó.

Cet anticlinal est suivi vers le NW par un *synclinal couché*. Le flanc normal de ce dernier s'observe à Talamanca et au centre, au N et au NW de

la région étudiée; il est surtout constitué par des terrains crétacés et miocènes. Ce même flanc normal est accidenté par un *repli anticlinal déversé vers le NW*.

Dans le secteur E de cette région (entre Santa Eulalia et Castellá), les collines montrent deux anticlinaux couchés vers l'WNW, séparés par un synclinal couché vers l'WNW. L'anticlinal couché morphologiquement le plus inférieur est celui du Puig d'es Purredó. Le synclinal qui le surmonte sur les versants W du Puig de Pep et du Puig Marina se prolonge au SSW par le synclinal de Llibrell (= Salt d'en Serral). L'anticlinal couché morphologiquement le plus élevé se suit du Puig de Pep au Puig Marina et à Castellá.

D'une façon générale, le noyau de chacun des anticlinaux est formé de dolomies du Lias-Dogger. Les synclinaux, écrasés dans leurs flancs renversés, comportent surtout des marnes tithoniques et crétacées. Il y affleure, en outre, en série normale, des couches du Miocène inférieur impliquées dans la tectonique tangentielle.

Tous ces plis ont une direction générale SW-NE; cependant dans le secteur E de la région, les plis s'orientent en direction SSW-NNE. Les pendages, dirigés le plus souvent vers le SE (ou vers l'ESE dans le secteur E), varient généralement entre 20° et 40°.

Bien qu'il ne soit pas possible de préciser l'emplacement exact des charnières anticlinales et synclinales primitives, nous pouvons reconstituer leur alignement et apprécier la direction de la poussée tectonique qui est généralement SE-NW et parfois ESE-WNW.

L'évaluation de l'amplitude du déplacement est difficile (3 à 4 km).

IV. Le massif de l'Atalaya de San Lorenzo

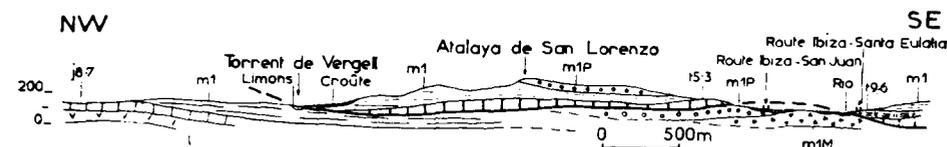
La plaine alluviale d'Ibiza (secteur de Jesús) est dominée en direction N et NW par des collines très surbaissées, à sommets peu individualisés, formées pour la plupart par des marnes et plus rarement par des poudingues miocènes. Ces dépôts sont revêtus sur de vastes surfaces par une croûte calcaire et des limons plus ou moins calcifiés.

Les nombreux affleurements de Miocène, bien qu'isolés entre eux par des dépôts quaternaires superficiels, se rattachent à ceux qui à Beniferri, au NW du Pez, au NW du Puig Cirer... reposent en transgression sur des terrains de l'unité de Llentrisca-Rey.

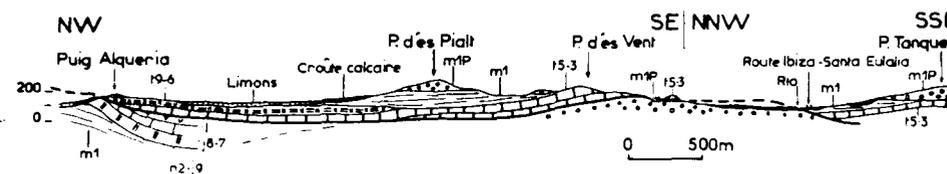
Nous avons vu que la surface de cisaillement passant au N du Pez et de

la Serra de Sa Murta se perdait dans la dépression plaquée de Quaternaire séparant les collines de Beniferri du massif de Pez-Palau. Où la retrouve-t-on? Les calcaires kimméridgiens qui affleurent à la colline de Puchet d'es Puig, au N du massif de Palau, appartiennent, comme ceux du Palau, à l'unité d'Ibiza. Il en est de même de ceux qui, à la colline du Monumento, pointent dans la plaine d'Ibiza. C'est sans doute au N de ces deux collines et au S des collines miocènes plus septentrionales que passerait, sous les alluvions, la surface de contact anormal qui limite les unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey.

Plus à l'E s'étend le flanc normal du synclinal couché de Sa Talaya. Il convient de rattacher à ce flanc des terrains affleurant au NW de la route Ibiza-Santa Eulalia (L-73 7) et montrant de bas en haut la superposition suivante (fig. 68, 69):



69: Atalaya de San Lorenzo.



68: Du Puig Alqueria au Puig Tanques.

Fig. 68 et 69.—Coupes dans le massif de l'Atalaya de San Lorenzo.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n2-j9: calcaires tithoniques-valanginiens (série de San José); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires et calcaires dolomitiques du Muschelkalk.

- Calcaires dolomitiques en plaquettes et calcaires noirs du Muschelkalk, lités ou massifs, bien représentés à la base des versants SW, S et E du massif de l'Atalaya de San Lorenzo.
- Marnes du Keuper (Puig Alqueria: à l'E du km 6 de la route Ibiza-San Miguel, P. d'en Ratalet).
- Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur, exploités dans une tuilerie à l'W du km 7 de la route Ibiza-Santa Eulalia.

— Marnes, microbrèches et poudingues polygéniques du Miocène inférieur, transgressifs sur les terrains triasiques (Puig d'en Poll, P. Cocus, P. d'es Pialt, Atalaya de San Lorenzo). Ces dépôts néogènes sont largement prédominants.

Ainsi, le flanc normal du synclinal couché de Sa Talaya se suit au NE de la route Ibiza-Santa Eulalia : au Puig d'en Poll, au Puig Cocus, dans le massif de l'Atalaya de San Lorenzo.

Dans le secteur situé au SE de Santa Gertrudis, la couverture miocène du flanc normal du synclinal de Sa Talaya (unité d'Ibiza) se confond avec le Miocène de l'unité de Llentrisca-Rey. Nous ne pouvons pas exclure la possibilité que les assises miocènes de l'unité d'Ibiza chevauchent — au SE de Santa Gertrudis — des assises néogènes semblables de l'unité de Llentrisca-Rey. Dès lors, il est très difficile, sinon impossible, de distinguer sur le terrain la surface de contact anormal les séparant.

Mais au NE de Santa Gertrudis, le Puig Alqueria (fig. 68) présente sur son versant W une *série renversée* comportant de bas en haut les termes suivants :

- Calcaires tithoniques-valanginiens.
- Calcaires kimméridgiens, bien lités (direction : N 40° E ; pendage 40° SE).
- Dolomies du Lias-Dogger.

Ces couches se rapportent à l'unité de Llentrisca-Rey. Elles sont chevauchées par des calcaires dolomitiques et des calcaires compacts du Muschelkalk, surmontés en *série normale* par des marnes du Keuper. Les terrains devaient constituer le flanc inverse et le flanc normal (chevauchant) d'un anticlinal couché vers le NW. Un petit affleurement de poudingues miocènes coiffe cette colline (il ne s'agit pas d'une fenêtre, contrairement à ce qu'indiquait U. HAANSTRA). Cette série normale appartient à la continuation vers le NW du flanc normal du synclinal de Sa Talaya. Là colline située au NW du Puig Alqueria (Ca'n Planells) montre une série normale identique à celle du Puig Alqueria, faisant aussi partie de ce flanc normal.

La surface de contact anormal passerait sur le versant W du Puig Alqueria, contournerait la colline de Planells et suivrait vraisemblablement le Torrent de Vergell au N de l'Atalaya de San Lorenzo ; nous avons en effet observé dans le prolongement E du Torrent : au Puig del Exeró, le chevauchement de marnes du Keuper (se rattachant au flanc normal du synclinal de Sa Talaya) sur des poudingues et des microbrèches miocènes. Le flanc normal du synclinal de Sa Talaya, dans lequel n'affleure plus sur les versants N de

l'Atalaya de San Lorenzo que la couverture miocène, chevaucherait au NW du Torrent de Vergell des terrains miocènes transgressifs sur une série normale à matériel triasique et jurassique.

P. FALLOT (1922) avait bien remarqué qu'au pied des contreforts de l'Atalaya de San Lorenzo situés en face du km 9 de la route Ibiza-Santa Eulalia, les calcaires du Muschelkalk chevauchent des poudingues, des microbrèches et des marnes miocènes. Ces assises miocènes se rattachent probablement à l'unité de Llentrisca-Rey et apparaissent là dans une fenêtre dont la limite méridionale suivrait le Río de Santa Eulalia sur une partie de son cours, au-dessous des alluvions.

CONCLUSIONS.

Le massif de l'Atalaya de San Lorenzo, le Puig Alqueria (exception faite des terrains superposés en série renversée sur son versant W), la colline de Planells, se rattachent au flanc normal du synclinal de Sa Talaya.

Le Puig Alqueria montre le chevauchement de ce flanc sur des terrains jurassiques et créacés de l'unité de Llentrisca-Rey. Ailleurs, la surface de chevauchement est voilée par des alluvions et de la croûte calcaire ; sans doute suit-elle la dépression du Torrent de Vergell, au N du massif de l'Atalaya de San Lorenzo.

L'érosion a entaillé les assises triasiques et miocènes au Sud de ce massif permettant l'affleurement dans une fenêtre de terrains néogènes de l'unité de Llentrisca-Rey. Ceci permet d'évaluer à 5 km l'amplitude minimale du chevauchement.

V. L'unité d'Ibiza à l'Est de l'île: entre Santa Eulalia et Figueral

Cette région est bordée à l'E par la plaine alluviale qui descend de San Juan vers Santa Eulalia ; elle est dominée au N et au NW par le groupe montagneux qui s'étend depuis le massif de Furnás jusqu'à la Cala San Vicente.

La colline de Ribas, au N de Santa Eulalia, présente une *série normale* comportant les termes suivants (fig. 70).

- Calcaires bleu-foncé à noir du Muschelkalk (au pied NW de Ribas).
- Marnes bariolées du Keuper (à la base des versants).

— Dolomies grises du Lias-Dogger, massives, parfois litées, généralement inclinées vers le SE, plissées en un petit anticlinal au NW de la colline.

Sur cette série normale reposent, en contact anormal, des terrains jurassiques et crétacés. Ces derniers se superposent en *série renversée* : sur le versant NW de Ribas, les dolomies du Lias-Dogger sont surmontées par des marnes et des calcaires argileux, jaune-verdâtre, renfermant des Ammonites pyriteuses de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien. D'autres affleurements de marnes du Crétacé inférieur se localisent au pied SW de Ribas. Sur ces marnes s'appuient des calcaires beige très clair à Calpionelles, du Tithonique. Au-dessus morphologiquement et tectoniquement viennent des calcaires beiges du Kimméridgien *s. l.* plongeant légèrement vers le SE.

Les assises du Trias et du Lias-Dogger de Ribas se rapportent au flanc normal du synclinal couché de Sa Talaya.

Les terrains du Kimméridgien *s. l.* du Tithonique et du Crétacé inférieur peuvent appartenir à la continuation septentrionale :

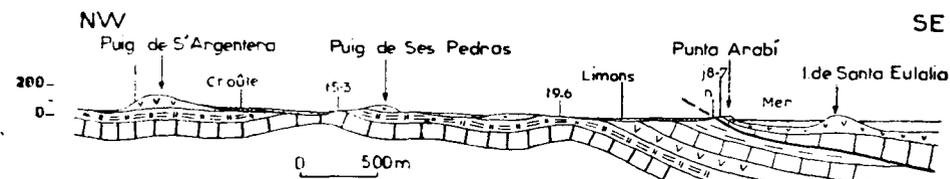
- soit du flanc inverse du synclinal couché de Sa Talaya.
- soit du flanc inverse du synclinal couché de Llibrell. Le développement de la croûte calcaire et des limons entre Ribas et les collines situées plus au S nous empêche de préciser davantage. La deuxième possibilité retient cependant notre préférence.

Ainsi, la colline de Ribas est constituée par les éléments plus ou moins écrasés d'un synclinal couché vers le NW.

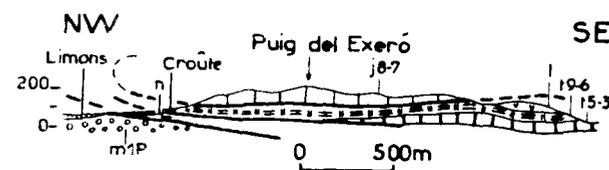
Nous retrouvons à la colline de Santa Eulalia et à Iglesia Veya les couches triasiques et du Lias-Dogger du flanc normal de Ribas.

La colline de Santa Eulalia est essentiellement formée de dolomies du Lias-Dogger, grises, massives, supportées par des marnes bariolées du Keuper, à teinte rouge prédominante, bien visibles sur le versant E. Un petit affleurement de calcaires beige-clair kimméridgiens coiffe la colline. Peut-être représentent-ils un témoin du flanc inverse de Ribas.

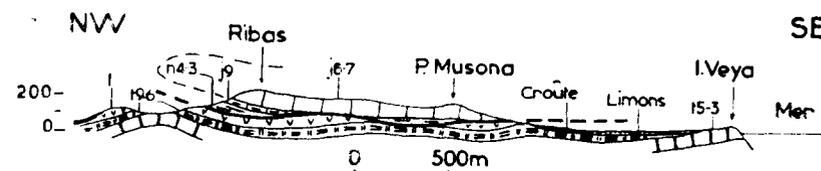
Dans le petit promontoire d'Iglesia Veya (fig. 70) affleurent des calcaires bleu-foncé à noir et des calcaires dolomitiques noirâtres du Muschelkalk ; ils se présentent en couches bien litées (direction : N 40° E ; pendage : 30° NW). Ils semblent s'enfoncer sous les marnes triasiques de Ribas, d'où notre suggestion de les rattacher au flanc normal de Ribas. Mais des alluvions ont recouvert le substratum entre Iglesia Veya et Ribas, et il est possible que les assises du Muschelkalk se redressent et se renversent au NW d'Iglesia Veya,



72. Du Puig de S'Argentera à la Punta Arabí.



71: Puig del Exeró.



70: De Ribas à Iglesia Veya.

Fig. 70 à 72.—Coupes dans la région comprise entre Santa Eulalia et Figueral.

m1P: poudingues du Miocène inférieur; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur, à Ammonites de l'Hauterivien supérieur-Barrémien (n4-3); j9: calcaires à Calpionelles du Tithonique; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*; t: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires et calcaires dolomitiques du Muschelkalk.

constituant le noyau d'un anticlinal couché prolongeant celui de Castellá et du Puig de Pep.

Au Puig del Exeró (fig. 71) s'observe la continuation vers le NW du flanc normal de Ribas et du flanc inverse qui le chevauche.

Rappelons qu'à la base du versant W de la colline, les marnes du Keuper surmontent des microbrèches gris-noir et des poudingues polygéniques du Miocène inférieur. La surface de contact anormal correspondrait, d'après nous, à la surface de chevauchement de l'unité d'Ibiza sur celle de Llen-trisca-Rey.

Au pied NE du Puig del Exeró des marnes du Crétacé inférieur s'enfoncent au-dessous des marnes du Keuper. Nous tenterons d'expliquer cette

superposition anormale dans l'étude du massif de Furnás, où ces affleurements marneux trouvent leur continuation.

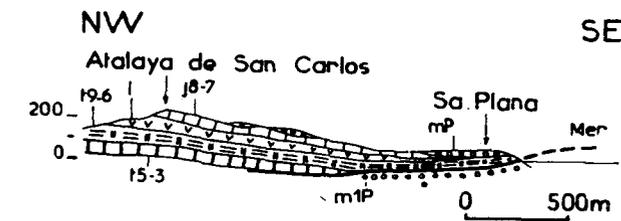
La région située à l'E de Ribas et du Puig del Exeró présente une topographie adoucie. La colline la plus haute: l'Atalaya de San Carlos, culmine à 230 m d'altitude. Les terrains triasiques et du Lias-Dogger affleurent largement dans cette région et forment la presque totalité des collines. Les assises se superposent en *série normale* dans la plupart de ces collines; l'ordre de succession des dépôts s'établit comme suit, de bas en haut (fig. 74):

- Calcaires noirs et calcaires dolomitiques gris-noir du Muschelkalk. lités, parfois en plaquettes. Leurs affleurements, dans cette série normale, se localisent surtout au N de cette région (entre le P. del Exeró et le P. d'es Gat, et au NW de la Sierra del Llamp).
- Marnes bariolées du Keuper, parfois gypsifères (Figueral). Rappelons que le Keuper de cette région est injecté de roches éruptives: ophites (Ca'n Rafal de Dalt), andésites à pyroxène (Puig S'Argentera), trachytes (Figueral), diorites (Pou d'es Lleo).
- Dolomies du Lias-Dogger grises à gris-noirâtre, généralement litées, largement prédominantes (P. de S'Argentera, P. de Toni Andreu, P. Es Cap Gros, Atalaya de San Carlos, Sierra del Llamp...).
- Calcaires en dalles beige foncé à noirâtres d'âge kimméridgien *s. l.*, représentés au sommet et sur le versant SE de l'Atalaya de San Carlos (direction: N 20° E; pendage: 20° SE) et au S de la Cala Caná.
- Calcaires argileux et marnes du Crétacé inférieur bordant la côte entre Iglesia Veya et la Punta Arabí et dans les falaises au S de la Cala Caná.

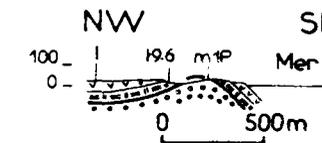
Ces couches ont généralement une direction SW-NE et présentent un pendage de 20 à 30° dirigé vers le SE; mais elles sont irrégulièrement plissées dans le détail. Notons le plissement en un dôme plat des assises dolomitiques du Puig de S'Argentera.

Sur les terrains triasiques et jurassiques du versant SE de l'Atalaya de San Carlos (fig. 74) et ceux qui bordent la côte entre la Cala Leña et la Cala Boix reposent en transgression des microbrèches gris-bleu à brun-jaunâtre, des marnes jaunes et des poudingues polygéniques du Miocène inférieur, et de la base du Miocène moyen.

Les termes de cette série appartiennent au flanc normal que nous avons déjà observé à la colline de Santa Eulalia, à Ribas et au Puig del Exeró, c'est-à-dire à la continuation vers le NE du flanc normal du synclinal couché de Sa Talaya.



74: Atalaya de San Carlos et Sa Plana.



73: Nord-Est de la Cala Nova.

Fig. 73 et 74.—Coupes dans la région comprise entre Santa Eulalia et Figueral.

mP: poudingues et microbrèches de la base du Miocène moyen (?); m1P: poudingues du Miocène inférieur; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.*; l1: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires et calcaires dolomitiques du Muschelkalk.

L'île de Caná s'y rapporte également; des dolomies du Lias-Dogger y supportent à son extrémité NE des calcaires kimméridgiens beige-foncé.

Mentionnons que *des dépôts néogènes supportent les marnes triasiques de ce flanc normal* à la Cala Nova (fig. 73) et à l'E de la Cala Mastella: au S du Cap de Sa Plana (fig. 74); il s'agit de poudingues polygéniques du Miocène inférieur pouvant appartenir, à notre avis, à l'unité de Llentrisca-Rey. Notons la présence dans ces poudingues de galets de calcaires à Orbitolines du Barrémo-Aptien (série d'Eubarca).

Nous rapportons au flanc inverse de Ribas et du Puig del Exeró les terrains qui, à la Punta Arabí, se superposent en *série renversée* (fig. 72): marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur, calcaires kimméridgiens et dolomies du Lias-Dogger.

Ainsi, *entre la Cala Caná et la Punta Arabí, s'observent le flanc normal et le flanc inverse d'un synclinal couché vers le NW, dans le coeur duquel affleurent ici des marnes et calcaires argileux crétacés.* Il nous est impossible de préciser s'il s'agit du synclinal couché de Sa Talaya ou de celui de Llibrell.

Les dolomies gris-noir du Lias-Dogger de l'île de Santa Eulalia (fig. 72) (au S de la Punta Arabí), peuvent se rapporter au flanc inverse du synclinal couché de la Punta Arabí, ou bien au flanc normal d'un anticlinal couché

faisant suite vers le SE au synclinal de la Punta Arabí et prolongeant l'anticlinal couché du Puig de Pep.

Dans l'île Redona n'affleurent que des marnes et des microbrèches à Amphistégines du Miocène inférieur (direction: N 80° E; pendage: 20° NW). Nous ne savons pas à quel élément structural se rattache cet affleurement isolé. Son appartenance au Miocène de couverture de l'unité de Llen-trisca-Rey n'est pas exclue.

C'est vraisemblablement au *flanc inverse du synclinal couché de la Punta Arabí* qu'il convient de rapporter les calcaires et les calcaires dolomitiques du Muschelkalk qui au Puig d'es Cap Roig et au Cap Roig (fig. 78) se superposent, en *série renversée*, à des marnes triasiques gypsifères et à des dolomies du Lias-Dogger. Ces terrains sont supportés par des marnes et des poudingues du Miocène inférieur, bien visibles en bordure E de la Cala Boix et au bas des falaises entre le Cap Roig et la Punta d'en Valls.

Les calcaires et les dolomies du Muschelkalk constituant l'île de Tagomago (fig. 15) font partie du même flanc inverse que les assises semblables du Puig d'es Cap Roig et du Cap Roig. A l'extrémité NW de Tagomago les couches sont plissées en un "faux-anticlinal" (série renversée).

Notons l'existence d'une faille, sensiblement verticale, de direction SW-NE, liée à l'affaissement des calcaires dolomitiques triasiques du Cap Roig. Cette faille est probablement postérieure à la tectonique tangentielle.

A l'E du Cap de Sa Plana et en bordure W de la Cala Boix, le Miocène est surmonté en contact anormal par un lambeau de terrains triasiques, jurassiques et crétacés dont la structure est fort complexe (fig. 75, 76, 77).

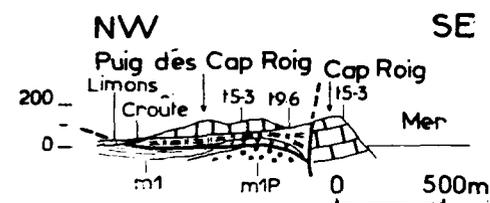
En bordure E de la Cala Mastella, le Miocène est également chevauché par des marnes du Keuper auxquelles se superposent des dolomies liasiques.

CONCLUSIONS.

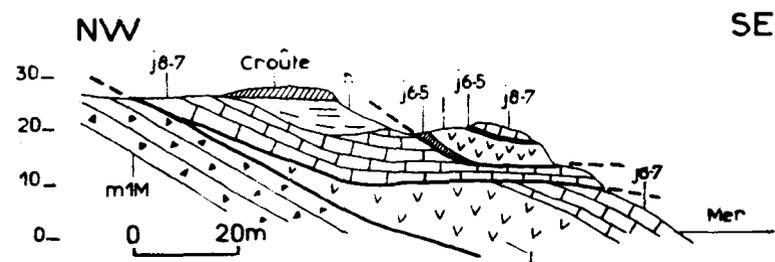
La structure de cette région consiste essentiellement en un synclinal couché vers le NW: le *synclinal de la Punta Arabí*. Ce dernier représente la continuation vers le NE du synclinal couché de Sa Talaya, ou bien de celui de Llibrell.

Dans la presque totalité des collines, les terrains, à matériel triasique et jurassique (inférieur-moyen) prédominant, constituent le flanc normal du synclinal de la Punta Arabí. Les couches présentent généralement une direction SW-NE et un pendage vers le SE. De fréquents plissements et de nombreuses fractures les intéressent dans le détail.

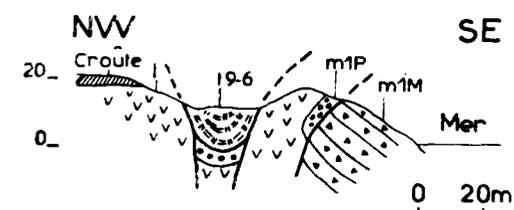
Sur le flanc normal transgressent, à l'E de cette région, des dépôts du



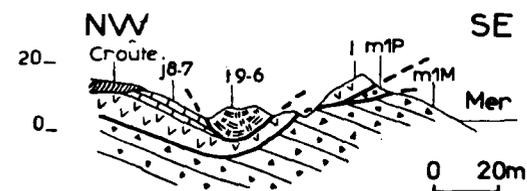
78: Puig d'es Cap Roig et Cap Roig.



77: Anse située au Sud-Ouest de la Cala Boix.



76: Cap situé à l'Est de Sa Plana (bord sud-ouest).



75: Cap situé à l'Est de Sa Plana (bord nord-est).

Fig. 75 à 78.—Coupes dans la région comprise entre Santa Eulalia et Figueral.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; 15-3: calcaires et dolomies du Muschelkalk.

Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen. A la Punta Arabí, ce sont des marnes crétacées qui affleurent au cœur du synclinal couché.

Le flanc inverse du synclinal chevauche le flanc normal; il est représenté par des assises du Trias (Tagomago) et du Lias-Dogger (P. d'es Cap Roig), du Kimméridgien (P. del Exeró) et du Crétacé (Ribas). Les affleurements de ce flanc inverse sont isolés dans des klippes à Ribas et au Puig del Exeró.

Le Miocène du flanc normal est chevauché à la Cala Mastella et à l'E du Cap de Sa Plana par de petits lambeaux de terrains secondaires.

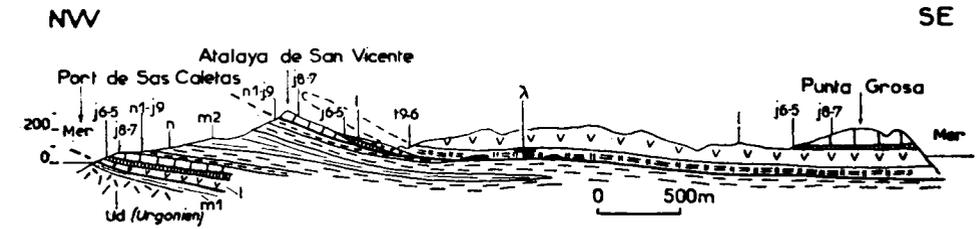
La limite entre l'unité d'Ibiza et de Llentrisca-Rey passe au pied W du Puig del Exeró, où le flanc normal du synclinal de la Punta Arabí chevauche des poudingues et des microbrèches de l'unité de Llentrisca-Rey. Ce même flanc normal chevauche également des poudingues miocènes le long de la côte: à la Cala Nova et au S du Cap de Sa Plana. De ce fait, l'amplitude du chevauchement de l'unité d'Ibiza sur l'unité sous-jacente atteindrait plus de 7 km.

VI. L'unité d'Ibiza au Nord-Est de l'île

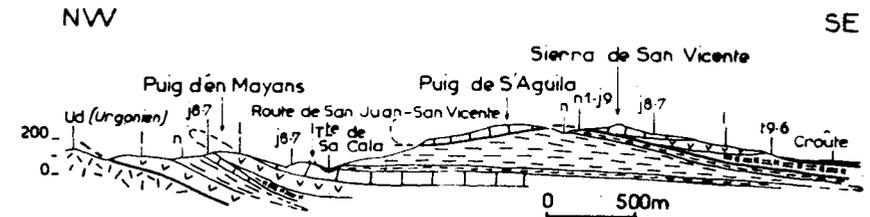
C'est au NE de l'île que se situe le groupe montagneux le plus important en surface. Citons parmi les sommets: Furnás (410 m), Capita (385 m), Sierra Grosa (392 m), Puig Gros (398 m), Sa Mola (375 m), Sierra de San Vicente (299 m), Puig d'es Massons (363 m), Rey (308 m), Atalaya de San Vicente (303 m)... Cet ensemble est bien sculpté par l'érosion, découpé par d'étroites vallées, dont celle du Torrent d'en Xumeu prolongée à l'E par le Torrente de Sa Cala. A l'W de cette région s'étend la vallée, plaquée de Quaternaire, qui va de San Juan vers Santa Eulalia et sépare le Puig del Exeró du massif de Furnás (Plá del Exeró). Une autre vallée, plus abrupte, s'incline vers le N et débouche à la Cala Çarraca.

Cette région est d'une grande complexité structurale. Les unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey y sont représentées. Nous tenterons ici de reconnaître les divers éléments tectoniques de l'unité d'Ibiza ainsi que leurs relations avec l'unité de Llentrisca-Rey.

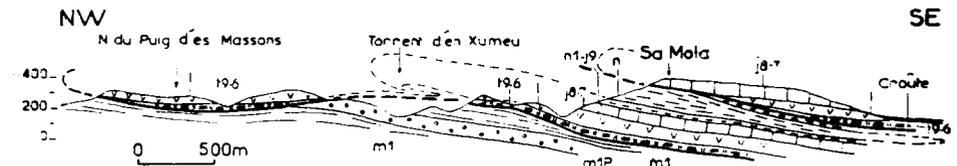
Les marnes triasiques et les dolomies du Lias-Dogger formant le sous-bassement du Puig del Exeró (fig. 71) se poursuivent dans le massif plus septentrional de Furnás (fig. 79), à la base des versants S. Des calcaires lités, beiges, kimméridgiens les dominent et coiffent le Furnás; ils présentent en général une direction N 30-40° E, avec un pendage au SE de 30 à 40°. Un mince



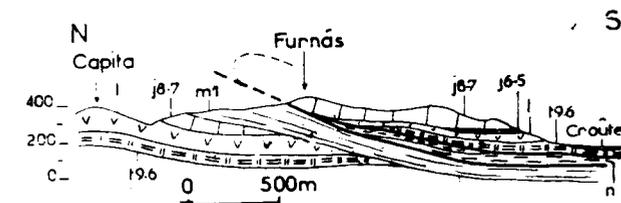
82: Du Port de Sas Caletas à la Punta Grosa.



81: Du Puig d'en Mayans à la Sierra de San Vicente.



80: Du Nord du Puig d'es Massons à Sa Mola.



79: Furnás.

Fig. 79 à 82.—Coupes dans le Nord-Est de l'île d'Ibiza.

m2: marnes et microbrèches de la base du Miocène moyen; m1: marnes, microbrèches et poudingues du Miocène inférieur; Ud: calcaires dolomitiques associés à des calcaires urgoniens (série d'Eubarca); n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur; n1-j9: marnes et calcaires argileux du Tithonique-Berriasien; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur et de la base du Kimméridgien s.l. (Punta Grosa); l: dolomies du Lias-Dogger; 19-6: marnes du Keuper, renfermant des spessartites (λ).

liseré de calcaires rouges oxfordiens apparaît sur le versant SE entre le Lias-Dogger et le Kimméridgien.

Au pied SW de Furnás nous avons observé des dolomies du Lias-Dogger au-dessous des marnes triasiques, c'est-à-dire en *série renversée*; ces marnes emballent des calcaires du Muschelkalk et forment ici le noyau d'un *anticlinal couché vers le NW*.

Cette série renversée comporte, en outre, des calcaires argileux et des marnes à Calpionelles et à Ammonites du Tithonique-Berriasien, puis des marnes nous ayant livré des Ammonites barrémiennes. Mais le flanc inverse de l'anticlinal est fortement étiré et laminé, nettement chevauché par son flanc normal: c'est ainsi que les marnes triasiques reposent en contact anormal sur les marnes crétacées du flanc inverse; nous avons d'ailleurs déjà remarqué cette superposition au pied N du Puig del Exeró (fig. 71). Une *surface de cisaillement* affecte donc le flanc inverse.

Les marnes crétacées du flanc inverse surmontent des marnes, des micro-brèches et des poudingues polygéniques du Miocène inférieur, transgressifs sur des terrains se rapportant à l'unité de Llentrisca-Rey. La réduction du flanc inverse est assez prononcée pour permettre au Kimméridgien de chevaucher le Miocène au N du sommet du Furnás. La masse chevauchante présente des gauchissements et des fractures.

La surface de contact anormal séparant le Miocène des terrains jurassiques et crétacés qu'il supporte prolonge vers le N celle qui passe au pied W du Puig del Exeró et correspond au Furnás à la limite des unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey.

Un chaînon s'étend de Furnás à la Cala San Vicente. Les sommets (Furnás, Sa Rota d'es Forn d'es Sachs, Sa Mola, Sierra de San Vicente, Puig d'en Blay, Puig de la Mar) s'y alignent suivant la direction générale des couches (SW-NE). Les versants S montrent des *terrains correspondant au flanc normal de l'anticlinal couché de Furnás* (fig. 80, 81). L'Oxfordien *s. l.* supérieur est également très réduit; les calcaires kimméridgiens coiffent les collines et pendent au SE de 30 à 40° en général, formant l'essentiel des versants méridionaux.

Sur les versants NW, ces calcaires kimméridgiens surmontent et chevauchent (?) une *série marneuse renversée* où sont représentés le Tithonique et le Crétacé inférieur (calcaires argileux à Calpionelles du Tithonique et du Berriasien, calcaires argileux et marnes à Ammonites tithoniques-berriasiennes et hauteriviennes, à Echinodermes valanginiens). Ces marnes s'étendent largement sur les pentes s'inclinant vers le Torrente de Sa Cala. *Cette série renversée correspond au flanc inverse de l'anticlinal couché de Furnás.*

Le versant N de la Sierra de San Vicente porte sur les marnes crétacées un placage de calcaires kimméridgiens couronnant le Puig de S'Aguila (fig. 81).

Sur les versants NW de la Sierra de San Vicente (fig. 81) et de Sa Mola (fig. 80) le Crétacé marque le cœur d'un *synclinal couché vers le NW* et comprimé; nous le désignerons sous le nom de *synclinal de Sa Mola*. Son flanc inverse est laminé, chevauché par le flanc normal de l'anticlinal de Furnás. Les marnes crétacées nous ont livré des Ammonites pyriteuses de l'Hauterivien supérieur. Le flanc normal du synclinal comporte au-dessous du Crétacé et du Tithonique, du Kimméridgien *s. l.* calcaire, de l'Oxfordien *s. l.* supérieur (réduit), du Lias-Dogger dolomitique et du Keuper.

Ce synclinal perd son individualité à Sa Rota d'es Forn d'es Sachs: le Crétacé n'y est plus représenté, et l'on observe le chevauchement du flanc normal de l'anticlinal de Furnás sur le flanc normal du synclinal de Sa Mola. Par contre, nous avons déjà remarqué la présence de Crétacé dans le flanc inverse de l'anticlinal de Furnás. Ce Crétacé chevauche sur le versant E de Furnás le flanc normal du synclinal de Sa Mola.

Dans le contrefort à l'E de Furnás et au Puig Gros, le Miocène de l'unité de Llentrisca-Rey supporte le flanc normal chevauchant du synclinal de Sa Mola. Le contact anormal passe par le Puig Gros et s'infléchit dans le vallon orienté N-S séparant le Puig Gros de Sa Mola. Ce vallon aboutit à un ravin qui le recoupe perpendiculairement et qui a entaillé les couches assez profondément: les marnes triasiques du flanc normal du synclinal de Sa Mola s'appliquent ici sur des calcaires et des dolomies du Tithonique-Néocomien, ainsi que sur leur couverture néogène (poudingues et marnes miocènes).

Un bel affleurement de marnes bariolées du Keuper (flanc normal du synclinal de Sa Mola) —chevauchant des marnes miocènes de l'unité de Llentrisca-Rey— est recoupé par la route San Juan-San Vicente, en $x = 1051,575$; $y = 510,325$.

A l'E du contact anormal et au niveau du premier virage que dessine la route en allant vers San Vicente, un très petit affleurement de poudingues miocènes apparaît "coincé" dans les terrains du Trias et du Lias-Dogger.

Au bas du versant parcouru par cette route, le Torrent d'en Xumeu s'est creusé une gorge étroite et profonde. En allant vers San Vicente la route traverse les assises du flanc normal du synclinal de Sa Mola. Mais si l'on quitte la route pour descendre le long du versant jusqu'au Torrent d'en Xumeu, on recoupe les mêmes terrains en *série renversée*: Le Keuper constitue ici le noyau d'un *anticlinal couché vers le NW*. Au Puig d'en Mayans (fig. 81) les dolomies de cet anticlinal sont enveloppées dans des calcaires kimméridgiens

et des marnes tithoniques (?) et crétacées. La couverture crétacée affleure seule plus au Nord.

Un petit repli synclinal crétacé fait suite à l'anticlinal du Puig d'en Mayans; son flanc normal est chevauché, au niveau du Torrent d'en Xumeu par le flanc inverse de l'anticlinal couché du Puig d'en Mayans. Ce flanc inverse chevauche également vers le NW des dolomies urgoniennes et des marnes à Orbitolines de l'unité de Llentrisca-Rey. Des témoins du flanc normal du repli synclinal recouvrent en une klippe les dépôts néogènes au N du Puig d'es Massons (fig. 80).

Contre le versant E du Rey s'appuient des terrains appartenant à l'unité de Llentrisca-Rey et constituant une écaille: dolomies et calcaires urgoniens, marnes à Orbitolines, calcaires sénoniens, sur lesquels transgressent des dépôts néogènes au Port de Sas Caletas. Cet ensemble est chevauché par le flanc normal du repli synclinal qui fait suite vers le NW à l'anticlinal du Puig d'en Mayans. Ainsi, l'unité d'Ibiza chevauche des terrains de l'unité de Llentrisca-Rey revêtant les faciès de la série d'Eubarca à la base des versants E du Rey et en bordure E du Port de Sas Caletas.

En se dirigeant du Port de Sas Caletas vers l'Atalaya de San Vicente, on relève la superposition suivante des terrains, de bas en haut (fig. 82):

- Calcaires dolomitiques urgoniens (série d'Eubarca).
- Microbrèches et marnes du Miocène inférieur, transgressives.
- Dolomies du Lias-Dogger, gris-clair (série d'Ibiza).
- Calcaires noduleux bleus et fausses-brèches rouge-brique à Ammonites de l'Oxfordien *s. l.* supérieur.
- Calcaires kimméridgiens, gris-foncé.
- Marnes jaune-verdâtre du Tithonique et du Crétacé inférieur.
- Marnes jaune-clair avec des intercalations de microbrèches du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen.

Ces marnes sont au coeur d'un synclinal couché vers le NW (synclinal du Recó de S'Talaya) correspondant au synclinal couché de Sa Mola. Son flanc normal est sans doute affecté par des replis secondaires liés à l'anticlinal du Puig d'en Mayans et au petit synclinal qui le suit au NW.

L'Atalaya de San Vicente est constituée par le flanc inverse du synclinal. Aux marnes miocènes se superposent des marnes crétacées à Ammonites du Barrémien, puis des calcaires argileux à Calpionelles et des marnes tithoniques; ils sont suivis vers le haut par des calcaires beiges, kimméridgiens, formant le sommet (direction: N 20° E; pendage: 40° SE). Le flanc inverse se continue sur le versant E de l'Atalaya de San Vicente par des fausses-

brèches oxfordiennes, puis par des dolomies du Lias-Dogger, et enfin par des marnes rouges et vertes du Keuper. Ces marnes, parfois gypsifères, sont injectées de roches éruptives (spessartites); elles marquent le noyau d'un anticlinal couché vers le NW et supportent son flanc normal. Ce dernier, surtout représenté par des dolomies du Lias-Dogger, pend au SE et se poursuit jusqu'à la Punta Grosa (fig. 82).

Nous avons déjà donné la coupe détaillée de la Punta Grosa (fig. 23) avec son Lias-Dogger dolomitique, ses niveaux fossilifères de l'Oxfordien *s. l.* supérieur et de la base du Kimméridgien *s. l.*, son Kimméridgien *s. l.* calcaire. Notons la présence de dolomies en plaquettes au pied W de la Punta Grosa, datant peut-être du Rhétien. Le Jurassique supérieur forme aussi le sommet de Clapé. Des plissements et des fractures s'observent dans les falaises bordant la côte au N de la Punta Grosa.

Le flanc normal de l'anticlinal couché de l'Atalaya de San Vicente chevauche le Tithonique et le Crétacé du flanc inverse. Ainsi, à la Cala del Jonch, le Lias-Dogger surmonte en contact anormal des marnes à Ammonites de l'Aptien supérieur et de l'Albien. Il en est de même dans les deux petites criques situées plus au S; dans la plus méridionale de celles-ci, le Kimméridgien chevauche des marnes à Ammonites du Tithonique-Berriasien. C'est à tort que les auteurs antérieurs avaient rapporté ce Crétacé au flanc normal de l'anticlinal.

En bordure N du Torrente de Sa Cala des marnes triasiques du flanc normal chevauchent des marnes crétacées du flanc inverse. L'amplitude du chevauchement vers le NW du flanc normal sur le flanc inverse atteint plus de 3 km.

Si nous tenons compte d'un tel déplacement, il est vraisemblable que le synclinal du Recó de S'Talaya corresponde au synclinal de Sa Mola et que l'anticlinal de l'Atalaya de San Vicente corresponde à l'anticlinal de Furnás. Les marnes crétacées du versant SW du Torrente de Sa Cala se relient d'ailleurs aux abords de San Vicente au flanc inverse du synclinal du Recó de S'Talaya.

Les auteurs antérieurs n'ayant pas observé la superposition anormale du Trias sur le Crétacé envisageaient une cassure sensiblement verticale suivant la vallée de San Vicente et provoquant l'abaissement du massif de l'Atalaya de San Vicente et de la Punta Grosa.

En réalité, on assiste ici —comme dans le chaînon allant de Furnás à la Cala San Vicente— à la tendance d'un anticlinal couché à passer à un pli-faille sous l'influence d'une intense poussée tangentielle.

CONCLUSIONS.

Cette région présente une succession de plis couchés vers le NW. Le noyau des anticlinaux est constitué par des marnes triasiques et le cœur des synclinaux par des marnes crétacées; mais des marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen sont représentées dans le synclinal du Recó de S'Talaya.

Le Furnás montre un anticlinal couché à flanc inverse fortement laminé, chevauchant le Miocène sous-jacent de l'unité de Llentrisca-Rey. La limite des unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey, préalablement observée au pied W du Puig del Exeró, se continue au N par ce contact anormal.

L'anticlinal de Furnás se poursuit dans le chaînon qui s'étend en direction NE jusqu'à la Cala San Vicente. Cet anticlinal domine le synclinal couché de Sa Mola, dont le flanc normal chevauche l'unité de Llentrisca-Rey à l'E de Furnás, au Puig Gros... Au synclinal de Sa Mola fait suite vers le NW l'anticlinal couché du Puig d'en Mayans, puis un petit synclinal. Le flanc normal de ce repli synclinal s'adosse au pied E du Rey contre des terrains de l'unité de Llentrisca-Rey et surmonte dans une klippe des dépôts néogènes de cette même unité au N du Puig d'es Massons.

Entre le Port de Sas Caletas et la Punta Grosa s'observent le synclinal couché du Recó de S'Talaya, qui correspond au synclinal de Sa Mola, et l'anticlinal couché de l'Atalaya de San Vicente, qui correspond à l'anticlinal de Furnás, avec un flanc inverse étiré, chevauché par le flanc normal.

VII. Conclusions

L'unité d'Ibiza présente des terrains compris entre le Muschelkalk et l'Albien inclus, surmontés en transgression par du Miocène inférieur et moyen (basal). Des lacunes se placent d'une part entre le Lias-Dogger et l'Oxfordien *s. l.* supérieur, d'autre part entre l'Albien et le Miocène inférieur. Une émergence, accompagnée d'une intense érosion, a dû se produire à la fin du Crétacé. Le Miocène inférieur et moyen (basal) forme la couverture des terrains sous-jacents, lesquels ont vraisemblablement été plissés au Paléogène. Mais les *dislocations tectoniques majeures sont postérieures au Miocène moyen basal*. Le Miocène inférieur et la base du Miocène moyen sont en effet impliqués dans une *tectonique tangentielle*.

Une poussée tangentielle dirigée du SE vers le NW a intéressé les terrains de l'unité d'Ibiza et provoqué la constitution de *plis couchés vers le NW*. La mise en place d'une telle structure a évidemment été favorisée par l'important développement des formations marneuses (marnes triasiques, tithoniques [série d'Ibiza], crétacées et miocènes).

Le Crétacé —se présentant sous son faciès marneux, à Céphalopodes pyriteux— est conservé dans le cœur des synclinaux couchés. Les terrains triasiques et du Lias-Dogger forment le noyau des anticlinaux couchés. Les matériaux constitutifs des anticlinaux sont rigides (à l'exception des marnes du Keuper) et se prêtent évidemment moins aux déformations que les matériaux plastiques du cœur des synclinaux; de ce fait, une *surface de cisaillement* sépare souvent les terrains calcaires et dolomitiques du flanc normal des anticlinaux des formations marneuses tithoniques et crétacées de leur flanc inverse (ou du flanc inverse des synclinaux qu'ils surmontent). Les flancs inverses sont fréquemment étirés, laminés, et parfois le flanc normal des anticlinaux chevauche le flanc normal des synclinaux; ainsi s'observe le *passage d'une structure isoclinale à une structure imbriquée*.

Les couches s'orientent généralement en direction SW-NE et les flancs des plis plongent le plus souvent de 20 à 30° vers le SE. Les plis étant plats, il est difficile de préciser l'emplacement des charnières anticlinales et synclinales primitives. L'allure plane des chevauchements permet d'observer —après une active érosion— la présence de klippes (Puig de Ca's Serres, Puig Cirer, Puig d'en Picaferro, Ribas, P. del Exeró, P. de S'Aguila) et de fenêtres (Cala del Jonch...).

C'est par les éléments de plis couchés que s'effectue le chevauchement des terrains de l'unité d'Ibiza sur ceux de l'unité de Llentrisca-Rey.

L'unité d'Ibiza comporte essentiellement des terrains de la série d'Ibiza; cependant des formations possédant les faciès de la série de San José s'y rapportent au S de l'île (Yondal, Puig Cirer, Pez, Serra de Sa Murta). C'est au niveau des charnières de plis couchés que devaient se situer les variations latérales de faciès entre les séries d'Ibiza et de San José.

La limite entre les unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey passe par la Cala Yondal, par le versant W de la Sierra de Sa Cova Santa, l'W et le NW du Puig Cardona; elle contourne les klippes du Puig de Ca's Serres et du Puig Cirer, se poursuit sur les *versant NW et N du Pez et de la Serra de Sa Murta*, puis se perd dans les alluvions de la vallée située au S de Beniferri. Elle doit passer au N du Monumento. On la retrouve au Puig Alqueria; de là, elle doit contourner la colline de Planells et suivre le Torrent de Vergell (au N du massif de l'Atalaya de San Lorenzo). Elle réapparaît au pied W du Puig del

Exeró, au N de Furnás, au Puig Gros; elle se suit sur les versants E du Rey et en bordure E du Port de Sas Caletas. Une klippe reposant sur des dépôts miocènes au N du Puig d'es Massons se rapporte à l'unité d'Ibiza.

En général, ce sont des terrains triasiques et jurassiques de l'unité d'Ibiza qui chevauchent des assises miocènes de l'unité de Llentrisca-Rey.

Des dépôts miocènes apparaissent en fenêtre au pied des contreforts S de l'Atalaya de San Lorenzo et en bordure de la côte E (Cala Nova, S de Sa Plana); leur appartenance à l'unité de Llentrisca-Rey est vraisemblable. Dans ce cas, l'amplitude du chevauchement de l'unité de Llentrisca-Rey par celle d'Ibiza dépasserait 7 km. Mais il est difficile d'évaluer avec certitude l'ampleur du déplacement. Nos coupes montrent que les éléments chevauchants des plis couchés ont pu se déplacer de 2 à 4 km.

CHAPITRE X

L'UNITÉ DE LLENTRISCA-REY

I. Généralités

Les auteurs antérieurs ont signalé le chevauchement vers le NW de la "série" ou "écaïlle de Cirer-Rey" (que nous désignons sous le nom d'unité de Llentrisca-Rey) sur celle d'Eubarca.

P. FALLOT a bien remarqué la superposition des deux unités au N de l'île, vers la Cala Biniarras. Mais d'après E. N. SPIKER et U. HAANSTRA, une écaïlle secondaire intermédiaire entre la "série de Cirer-Rey" et la "série d'Eubarca" se localiserait entre la Cala Biniarras, la Cala Charraca et les versants N et W de l'Atalaya de San Juan; le Miocène de l'Atalaya de San Juan apparaîtrait "en fenêtre" et se rattacherait à cette écaïlle secondaire.

Pour tous les auteurs antérieurs, la limite entre les deux unités se suit au S de San Miguel, à l'E du Guillemi, au N et à l'W du Fornou, au S de Rotabella, à Serra, au Cap Negret. Puis la limite réapparaît au S du Nonó, se suit à l'W de Rotavea et se dirige vers San Antonio. D'après ces auteurs, la limite passe à l'W du Puig de Lluch (= Peretoni), se poursuit au Puig Recó, au N de San José, au Puig de S'Avech, au N et à l'W de Rocas Altas, à l'W de la Sierra Mayol.

E. N. SPIKER et U. HAANSTRA signalent sur le versant E du Rey de petites écaïlles intercalées entre la "série d'Ibiza" et celle de "Cirer-Rey". De même, les calcaires "ivoirins" du Crétacé supérieur sont considérés par eux comme appartenant à une écaïlle intermédiaire entre la "série d'Ibiza" et celle de "Cirer-Rey". Ces auteurs ont reconnu quelques imbrications dans l'unité de Llentrisca-Rey, notamment au Suñer et au N du Puig Cirer.

P. FALLOT n'a pas pu préciser si les dépôts crétacés de la région d'Es Cubells et de Llentrisca se rattachaient à l'unité d'Ibiza ou si une ligne de contact anormal les en séparait.

Les auteurs antérieurs avaient attribué à tort un âge barrémo-aptien aux calcaires tithoniques-valanginiens du SW de l'île, d'où une interprétation structurale différente de celle que nous donnerons plus loin : c'est ainsi que les auteurs hollandais admettent un contact anormal entre les calcaires kimméridgiens de la Serra de Sa Cova Santa et les calcaires sous-jacents, prétendus urgoniens, du Puig Redó ; ce contact représentait en cet endroit la limite entre les unités d'Ibiza et de Cirer-Rey. Nous verrons qu'en réalité les terrains appartiennent à une même série renversée. Selon les auteurs, les terrains de la région sud-ouest de l'île se superposeraient tous en série normale : ainsi, les marnes crétacées des versants SE de l'Atalaya de San José s'enfonceraient sous le Miocène des versants NW de cette même colline.

Nous étudierons la structure de l'unité de Llentrisca-Rey et ses rapports avec celle d'Eubarca, en allant du SW vers le NE de l'île.

II. L'unité de Llentrisca-Rey au Sud-Ouest de l'île

Nous avons déjà précisé la limite entre les unités d'Ibiza et de Llentrisca-Rey. L'unité de Llentrisca-Rey comporte au SW de l'île un ensemble de collines fortement découpées par l'érosion. C'est dans cette région que se localisent l'Atalaya de San José (425 m, point culminant de l'île) et le Cap Jueu (413 m).

Des terrains compris entre le Muschelkalk et le Crétacé supérieur inclus y affleurent, ainsi que des dépôts transgressifs du Miocène inférieur.

Des alluvions et de la croûte calcaire couvrent d'importantes surfaces dans les dépressions séparant les collines ; du marès dunaire se plaque contre les versants au N de l'Atalaya de San José.

Nous examinerons tout d'abord la structure de la région située au S de la vallée descendant de San José et que suit la route d'Ibiza.

La Serra de Sa Cova Santa et le Puig Redó.

La coupe de ces collines s'établit comme suit, de haut en bas, en série renversée (fig. 83) :

— Dolomies et calcaires dolomitiques gris du Lias-Dogger.

- Calcaires en dalles, gris-bleu à noirâtres, du Kimméridgien s. l., irrégulièrement plissés dans le détail.
- Calcaires zoogènes, massifs, gris-brun à brun-jaunâtre, d'âge tithonique-valanginien, coiffant le Puig Redó.

Au-dessous des calcaires affleurent des marnes sableuses, micacées et des calcaires argileux, feuilletés, jaune-verdâtre, du Crétacé inférieur. Au N et au S du Puig Redó, nous y avons recueilli des Ammonites barrémiennes et au pied E de la colline des Ammonites bédouliennes.

Nous avons donné une coupe de l'extrémité SW de la Serra de Sa Cova Santa (fig. 33), où le Kimméridgien repose directement sur des marnes nous ayant livré des Ammonites de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien.

Il semble qu'une surface de cisaillement sépare le matériel rigide calcaire du flanc inverse, de l'ensemble marneux plastique sous-jacent. Nous verrons plus loin que ces marnes sont plissées dans un synclinal couché vers le NW.

Au pied SW de la Serra de Sa Cova Santa, nos récoltes d'Ammonites —prélevées dans de nombreux niveaux superposés— montrent que le Crétacé apparaît ici en série normale. Le flanc inverse du synclinal représenté ici par des calcaires kimméridgiens, chevauche en cet endroit son flanc normal.

Les collines situées entre le Puig Redó et San José (Pit d'en Bocho, colline de Ca'n Vergera, Puig d'en Pou, Serra d'en Creveres (fig. 83) présentent les mêmes termes stratigraphiques en série renversée ; les dolomies du Lias-Dogger ayant été érodées, ce sont des calcaires kimméridgiens, plissés dans le détail, qui couronnent les collines.

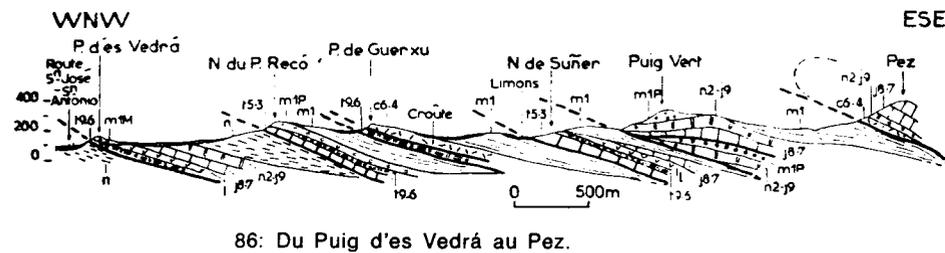
Ainsi, des terrains appartenant à la même série renversée s'étendent depuis la Serra de Sa Cova Santa jusqu'au S de San José.

Cette série renversée se poursuit plus au S en bordure de la côte entre Yondal et Es Cubells.

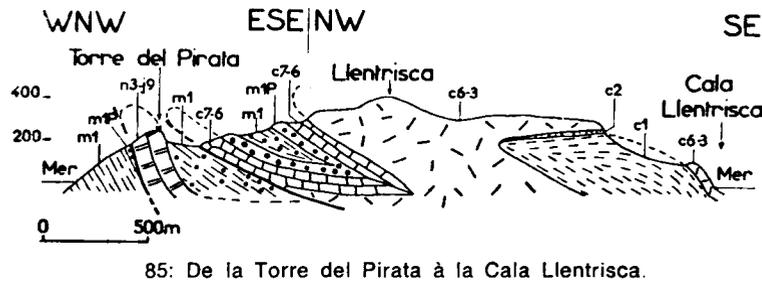
La colline située à l'E d'Es Cubells montre une superposition de terrains jurassiques et crétacés en série renversée (fig. 84) :

Les marnes et calcaires argileux crétacés nous ont donné à Sa Caixota (fig. 84) des Ammonites de l'Hauterivien supérieur, du Barrémien, de l'Aptien et du Clansayésien. Nos récoltes d'Ammonites indiquent que les marnes sont en série renversée, sauf à la base des versants, où elles apparaissent en série normale.

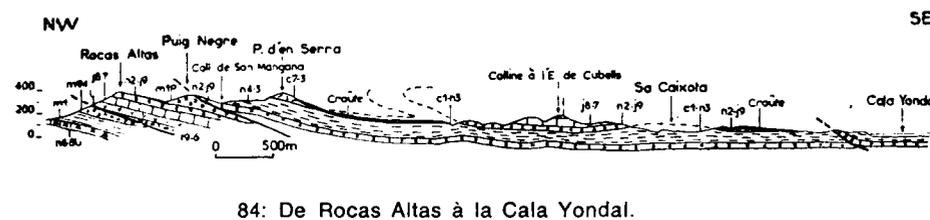
Il en est de même en bordure E de la Cala d'Es Cubells (fig. 28), où les marnes nous ont livré des Ammonites de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur, ainsi que de l'Aptien supérieur (probable).



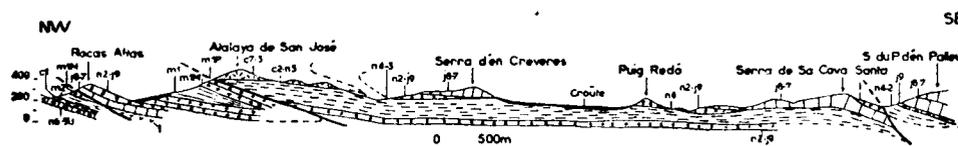
86: Du Puig d'es Vedrà au Pez.



85: De la Torre del Pirata à la Cala Llentrisca.



84: De Rocas Altas à la Cala Yondal.



83: De Rocas Altas au Sud du Puig d'en Palleu.

Fig. 83 à 86.—Coupes dans le Sud-Ouest de l'île d'Ibiza.

m2: marnes de la base du Miocène moyen (probable); m1, m1M, m1P: marnes, microbrèches et poudingues du Miocène inférieur; c7-2: calcaires compacts du Crétacé supérieur (c7: Maestrichtien; c6: Campanien; c5: Santonien; c4: Coniacien; c3: Turonien; c2: Cénomaniens); c2: marnes de la base du Cénomaniens (versant SE de l'Atalaya de San José); c1: marnes albiennes; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur; n6-5U: calcaires barrémo-aptiens, à faciès urgonien (série d'Eubarca); n3-j9: calcaires tithoniques-néocomiens (série d'Eubarca); n2-j9: calcaires et dolomies du Tithonique-Valanginien (série de San José); j9: marnes et calcaires argileux du Tithonique (série d'Ibiza); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

Au-dessous de ces marnes, nous retrouvons en *série normale* les mêmes calcaires tithoniques-valanginiens que ceux du flanc inverse (fig. 84); ils affleurent en bordure E de la Cala d'Es Cubells, au Cap Negret, dans les petits îlots de Ses Illetes, au Puerto Roig et à la Punta Puerto Roig. Notons un petit repli anticlinal déversé vers le NW intéressant les calcaires tithoniques-valanginiens et les marnes crétacées en bordure E du Cap Roig (fig. 84).

Ainsi, dans la région que nous venons d'étudier, les marnes crétacées font partie d'un synclinal fortement couché vers le NW, dont le flanc inverse constitue l'essentiel. Il est vraisemblable que dans bien des cas une surface de cisaillement sépare l'ensemble calcaire du flanc inverse, des matériaux plastiques sous-jacents. De ce fait, il est difficile de préciser au sein des marnes crétacées la trace de la charnière primitive.

Au NW de cette région, se présentent de grandes masses de calcaires compacts, blanc-jaunâtre, du Crétacé supérieur. Sur les versants SE de l'Atalaya de San José (fig. 83), ces calcaires (Turonien à Sénonien supérieur) s'appuient, en *série normale*, sur des marnes et des calcaires argileux jaune-verdâtre à Ammonites de l'Hauterivien supérieur, du Barrémien et du Cénomaniens (probable). L'Albien a pu être reconnu grâce à des microfaunes.

Les calcaires du Crétacé supérieur correspondent ici au terme le plus récent du synclinal ci-avant mentionné et que nous appellerons *synclinal de San José-Cubells*.

Les calcaires du Crétacé supérieur chevauchent sur les versants NW et à l'extrémité méridionale de l'Atalaya de San José des poudingues, brèches, microbrèches et des marnes du Miocène inférieur. A la base du versant S de l'Atalaya de San José, ce sont des marnes crétacées qui surmontent des assises miocènes. Puis le contact anormal s'infléchit dans l'étroite vallée qui contourne le pied N du Puig d'en Serra.

Le Miocène chevauché supporte de petites klippes constituées par des calcaires sénoniens. L'amplitude du chevauchement dépasse 1 km.

Le flanc normal du synclinal de San José-Cubells est également représenté au Puig d'en Serra (fig. 84). Les calcaires du Crétacé supérieur (Turonien à Sénonien supérieur) qui coiffent cette colline font suite à des marnes jaune-verdâtre nous ayant livré des Ammonites de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur. Ces marnes chevauchent au pied N de la colline du Miocène inférieur (marnes à galets de calcaires tithoniques-valanginiens).

Au Coll de Son Mangana, le flanc normal comporte, au-dessous des marnes crétacées, des calcaires beiges massifs et des dolomies grises du Tithonique-Valanginien. Ces derniers chevauchent au Puig Negre des poudingues et des microbrèches miocènes, ainsi que des calcaires kimméridgiens.

Le contact anormal passe par le versant W du Puig Negre, puis se dirige vers le SW.

Vers Ca'n Pep d'en Curt s'observe la superposition anormale de calcaires compacts et de calcaires argileux sénoniens de teinte claire sur des calcaires noirâtres kimméridgiens.

Les collines de Llentrisca (fig. 85) sont essentiellement formées de calcaires compacts et de marno-calcaires (Turonien à Sénonien supérieur); ces derniers reposent sur le versant SE du Cap Jueu sur des calcaires en dalles glauconieux cénomaniens. Sur ce même versant les calcaires du Crétacé supérieur se superposent, en *série normale*, à des marnes feuilletées, gris-bleu à noirâtres, d'âge aptien et albien. Ces terrains font suite aux calcaires tithoniques-valanginiens et aux marnes hauteriviennes et barrémiennes de la Cala d'Es Cubells et font partie du flanc normal du synclinal couché de San José-Cubells.

Sur le versant W du Cap Jueu, les calcaires et marno-calcaires sénoniens sont plissés en un *synclinal couché vers le NW (synclinal du Cap Jueu)* dans la constitution duquel participent des poudingues et des marnes à bancs conglomératiques et à lits de microbrèches du Miocène inférieur.

Le flanc normal du synclinal du Cap Jueu chevauche des marnes à galets et des poudingues miocènes, transgressifs sur les calcaires tithoniques-néocœniens de la Torre del Pirata (série d'Eubarca, unité d'Eubarca).

Nous avons vu que le flanc normal du synclinal de San José-Cubells chevauche vers le NW des dépôts miocènes. Des marnes bariolées et des marnes noires gypsifères pointent dans les marnes miocènes à l'extrémité septentrionale et au pied NW de l'Atalaya de San José.

Le Miocène chevauché repose en transgression au Puig Negre et à Rocas Altas sur une *série normale* comprenant les assises suivantes, de bas en haut (fig. 84, 85):

- Marnes bariolées du Keuper.
- Dolomies grises du Lias-Dogger.
- Calcaires en dalles, noirâtres, kimméridgiens.
- Calcaires beiges, massifs, et dolomies blanches ou gris-clair du Tithonique-Valanginien.

Plus au N, le Puig de S'Avech présente la même superposition; les calcaires tithoniques-valanginiens couronnant la colline sont ici dolomités dans leur presque totalité.

Le Puig Negre, Rocas Altas, le Puig de S'Avech appartiennent à une même imbrication. Cette dernière chevauche nettement sur les versant W et

NW de ces collines des terrains miocènes, transgressifs sur des formations crétacées à faciès urgonien (série d'Eubarca, unité d'Eubarca).

A l'imbrication de Rocas Altas, se rattache aussi la colline de Ca'n Mariano d'en Recó (à l'W du km 16,5 de la route San José-San Antonio), dont les dolomies tithoniques-valanginiennes chevauchent des marnes crétacées de l'unité d'Eubarca.

Le Miocène de l'imbrication de Rocas Altas est chevauché par une imbrication s'étendant au N et au NE de San José: *l'imbrication de San José*, comprenant du Muschelkalk, du Keuper, du Lias-Dogger, du Kimméridgien, du Tithonique-Valanginien calcaire et du Crétacé inférieur marneux constituant le pied W du Puig Recó. A cette imbrication se rapporte le Puig d'Es Vedrà (fig. 86) au N de San Agustín, dont les poudingues et les microbrèches du Miocène inférieur surmontent en transgression des marnes du Keuper, elles-mêmes superposées tectoniquement à des marnes crétacées de l'unité d'Eubarca (fig. 86).

Sans doute, convient-il de rattacher à l'imbrication de San José les terrains triasiques et jurassiques qui, au N du Puig Serral, reposent en contact anormal sur des assises miocènes et crétacées de l'unité d'Eubarca.

Au dispositif imbriqué de San José se superpose, à l'E, *l'imbrication du Puig Recó* (fig. 86). Le Muschelkalk, le Keuper, le Lias-Dogger, le Kimméridgien et le Tithonique-Valanginien y sont représentés sous une couverture discordante de marnes, microbrèches et poudingues miocènes. Vers le sommet du Puig Recó, le Miocène est traversé par du Keuper.

C'est par des assises triasiques que cet ensemble chevauche les marnes crétacées de l'imbrication de San José.

Les dépôts néogènes de l'imbrication du Puig Recó s'étendent vers le NE: à Peretoni et à Es Puig.

Le Puig de Guerxu (fig. 86) montre une petite lame de Keuper supportant des calcaires sénoniens, poussée sur le Miocène de l'imbrication du Puig Recó.

A Es Puig, des calcaires sénoniens se superposent tectoniquement à des marnes miocènes.

Ces éléments chevauchants doivent constituer une petite écaille. Les calcaires du Crétacé supérieur de Puntet et de Lluch (au N des km 11 et 12 de la route Ibiza-San Antonio) pourraient bien se rattacher à cette écaille; l'important développement de la croûte calcaire dans cette région nous empêche de l'affirmer.

Vers le km 12 de la route Ibiza-San José, des poudingues miocènes de

l'imbrication du Puig Recó plongent vers le SE; au-dessous du flanc inverse du synclinal couché de San José-Cubells.

Le Miocène de l'imbrication du Puig Recó est chevauché par les calcaires du Muschelkalk du Puig Suñer et des collines plus septentrionales (fig. 86).

On y observe une *série normale* comportant la succession suivante des assises, de bas en haut :

- Calcaires du Muschelkalk.
- Marnes du Keuper (réduites).
- Dolomies du Lias-Dogger.
- Calcaires kimméridgiens.
- Calcaires tithoniques-valanginiens (Puig Serra).
- Marnes, microbrèches, poudingues miocènes, discordants.

Le tout est poussé du SE au NW et pend de 30 à 40° vers le SE. Le Miocène participe, ainsi que nous l'avons déjà vu, à l'architecture de la base du Puig de Ca's Serres, du Puig Cirer et du Pez. Ce Miocène marque le cœur d'un synclinal couché vers le NW et supporte le flanc inverse au-dessus d'une surface de cisaillement (base du Puig Cirer et du Pez).

Rappelons la présence au N de la Serra de Sa Murta d'un petit repli anticlinal triasique, déversé vers le NW.

L'affleurement de Miocène mentionné ci-avant est interrompu au Puig Empeño et au Puig Vert (fig. 86) par de petites imbrications superposées; chacune d'elles est constituée par des calcaires et des dolomies du Tithonique-Valanginien, surmontés par du Miocène inférieur. La plus basse de ces échelles doit se prolonger au Puig Sa Pico, où le Lias et le Kimméridgien sont en outre représentés; elle doit se continuer au Puig d'en Llorens et à Ca'n Es Puig, où n'affleurent plus que des calcaires noirs du Muschelkalk et des marnes rouges du Keuper, sous un revêtement miocène.

Au N du Pez et à l'E de cette petite imbrication, les dépôts miocènes s'étalent largement. Des poudingues massifs, polygéniques (Miocène supérieur?) forment l'essentiel des collines de Beniferri. Ces terrains miocènes reposent en transgression —au pied SE et à l'E de Beniferri (Es Puig de Sa Serra)— sur des calcaires du Muschelkalk, des marnes du Keuper parfois injectées d'ophites, des dolomies du Lias-Dogger. Ils sont vraisemblablement post-tectoniques.

CONCLUSIONS.

Dans la partie S et SW de cette région s'observe un grand synclinal fortement couché vers le NW: le synclinal de San José-Cubells. Les marnes crétacées de son flanc inverse sont étirées, parfois laminées, de telle sorte que le flanc inverse chevauche le flanc normal. Le flanc normal surmonte l'imbrication de Rocas Altas.

Dans la partie N et NE de la région, se rencontrent de nombreuses imbrications superposées et poussées du SE vers le NW. Le Trias de chacune d'elles chevauche généralement le Miocène de l'imbrication sous-jacente. Entre le Suñer et le Pez, le Miocène occupe le cœur d'un synclinal couché. Mais une surface de cisaillement sépare le Miocène des calcaires crétacés du flanc inverse, lesquels se rattachent à l'unité d'Ibiza (base du Puig Cirer et du Pez).

Les imbrications observées dans la partie N et NE de cette région ne se raccordent pas directement au synclinal de San José-Cubells. Nous pensons qu'un accident transverse passe au niveau de la dépression suivie par la route Ibiza-San José, entre San José et l'extrémité N de la Serra de Sa Cova Santa.

Les plis présentent une direction générale SW-NE et plongent faiblement vers le SE. Ce pendage d'ensemble est troublé par des gauchissements de détail.

L'unité de Llentrisca-Rey chevauche l'unité d'Eubarca suivant une ligne qui passe à l'E de la Torre del Pirata, suit les versants W et NW de Rocas Altas et du Puig de S'Avech, contourne la colline de Ca'n Mariano d'en Recó et le Puig d'es Vedrà; la limite entre les deux unités se continue au N du Puig Serra, puis disparaît sous les dépôts superficiels qui ceinturent la baie de San Antonio.

Les terrains de l'unité de Llentrisca-Rey revêtent au SW de l'île les faciès de la série stratigraphique de San José.

III. L'unité de Llentrisca-Rey au Nord-Ouest de l'île: entre San Antonio et San Lorenzo

Cette région est séparée de celle que nous venons d'étudier par la large dépression qui entoure la baie de San Antonio et s'étend à l'E vers San Rafael. Cette dépression est recouverte de limons, de marès et de croûte calcaire.

À l'E du km 12 de la route Ibiza-San Antonio, des collines à sommets peu individualisés présentent des affleurements de marnes miocènes isolés les uns des autres par des dépôts superficiels.

Les dépôts quaternaires empêchent de suivre vers le N les différentes imbrications que nous avons observées entre le Puig d'es Vedrà et le Pez. Les calcaires du Crétacé supérieur de Puntet et de Lluch se rapportent peut-être à la petite écaïlle du Puig de Guerxu.

Au N de cette dépression médiane, l'altitude croît progressivement jusqu'aux sommets de Juanot (275 m), de Rotavea (288 m) et de Fornou (347 m) qui dominent les plaines fermées plus septentrionales de Santa Inés et de San Mateo.

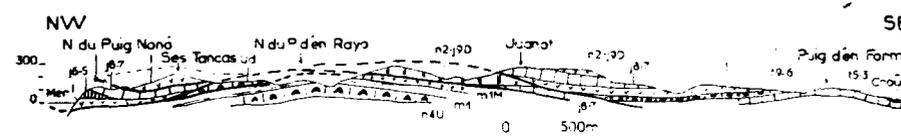
Les collines sont constituées par du Trias, du Jurassique et du Crétacé inférieur (à faciès calcaire zoogène de la série de San José). Des dépôts miocènes s'adosent aux versant S de ces collines.

Des affleurements de marnes et de poudingues du Miocène inférieur s'observent au N de San Antonio (Cap Blanch, S'Atalaya, Ca'n Besora de Sa Capella, Cap Negret...) sous un revêtement de marès et de croûte calcaire. Le Miocène est transgressif sur des terrains triasiques, liasiques, kimméridgiens, tithoniques-valanginiens (calcaires zoogènes à Trocholines et dolomies associées), superposés en *série normale*.

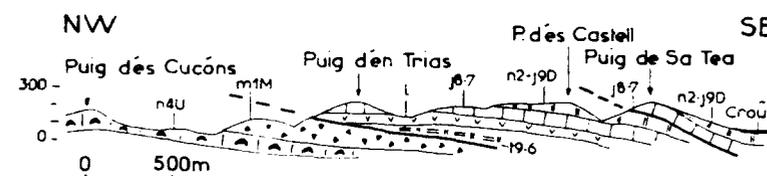
Cet ensemble forme une petite imbrication : *l'imbrication de San Antonio*. Cette dernière est poussée vers le NW sur des microbrèches du Miocène inférieur de l'unité d'Eubarca. Ce Miocène est en effet chevauché par des marnes du Keuper à la Punta Galera (fig. 87), par des dolomies du Lias-Dogger au N du Puig d'en Trias (fig. 88), et par des dolomies tithoniques-valanginiennes à l'W du Juanot (fig. 89). Notons la présence d'une petite klippe de Lias-Dogger à l'E de Recó de Sa Galera.

L'imbrication de San Antonio est surmontée à son tour par la masse chevauchante que forment les collines de Juanot et de Rotavea, dont les assises sont semblables à celles de l'imbrication de San Antonio et se succèdent également en *série normale*. Ces terrains font partie d'une imbrication : *l'imbrication de Rotavea-Fornou*. La surface de chevauchement passe à l'W du Puig de Sa Tea (fig. 88) et du Juanot (fig. 89), où des calcaires kimméridgiens chevauchent des dolomies tithoniques-valanginiennes de l'imbrication de San Antonio. Le contact anormal se voit à l'W du Rotavea : là, le Keuper et le Jurassique de l'imbrication de Rotavea-Fornou chevauchent l'imbrication de San Antonio, puis des terrains de l'unité d'Eubarca. Le contact anormal se poursuit en direction W jusqu'à Sas Fontanellas, au pied S du Nonó.

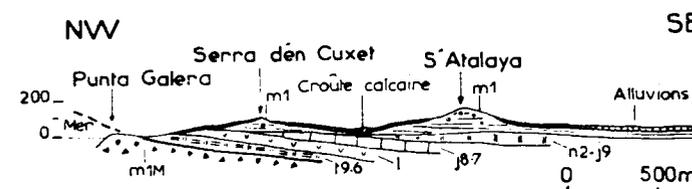
Les formations urgoniennes et miocènes de l'unité d'Eubarca (fig. 89) sont



89: Du Nord du Puig Nonó au Puig d'en Form.



88: Du Puig d'es Cucóns au Puig de Sa Tea.



87: De la Punta Galera à S'Atalaya.

Fig. 87 à 89.—Coupes dans le Nord-Ouest de l'île d'Ibiza.

m1, m1M: marnes et microbrèches du Miocène inférieur; n4U, Ud: calcaires barrémiens, à faciès urgonien, et dolomies associées (Ud); n2-j9: calcaires et dolomies (D) du Tithonique-Valanginien; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s. l. supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

dominées au SE par l'imbrication de San Antonio, à l'E et au N par celle de Rotavea-Fornou.

Cette dernière imbrication se poursuit vers le NW jusqu'au Nonó et à Sa Peña Esberrada : en bordure W de la plaine fermée de Santa Inés.

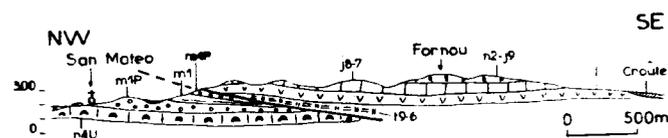
A Ca'n Nicolau, une petite faille met en contact du Keuper et du Kimméridgien (s. l.). Au Nonó (fig. 89), des dolomies du Lias-Dogger chevauchent vers le NW des calcaires kimméridgiens et des calcaires noduleux de de l'Oxfordien (s. l.) supérieur.

Au Cap Negret (fig. 90), les dolomies du Lias-Dogger de l'imbrication de Rotavea-Fornou chevauchent des marnes à Orbitolines et des dolomies urgoniennes de l'unité d'Eubarca. A l'E du Cap Negret, des marnes du

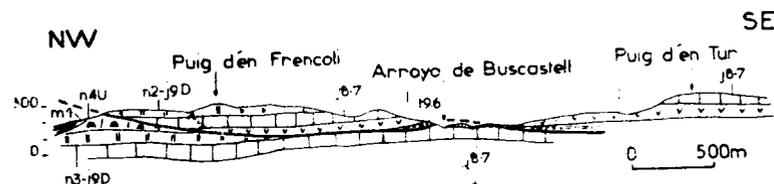
Keuper se superposent en contact anormal à du Miocène de l'unité d'Eubarca (fig. 36).

La limite entre les unités de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea-Fornou) et d'Eubarca est voilée plus à l'E par les alluvions tapissant la plaine de Santa Inés. On la retrouve à l'W et au N de Serra : les calcaires urgoniens et le Miocène transgressif y sont chevauchés par des calcaires kimméridgiens et par des dolomies et calcaires tithoniques-valanginiens.

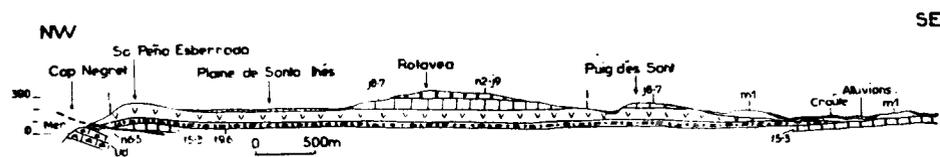
Puis la limite passe sur les versants N et NW du Puig d'en Frencolí (fig. 91), traverse le ravin de l'Arroyo de Buscastell et se suit au pied N du Puig d'en Tur. A l'E du Puig d'en Frencolí, ce sont des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger de l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication



92: De San Mateo à Fornou.



91: Du Puig d'en Frencolí au Puig d'en Tur.



90: Du Cap Negret au Sud du Puig d'es Sant.

Fig. 90 à 92.—Coupes dans le Nord-Ouest de l'île d'Ibiza.

m1, m1P: marnes et poudingues du Miocène inférieur; n6-5: marnes aptiennes; n4U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien; Ud: dolomies associées à des calcaires urgoniens; n3-j9D: dolomies associées à des calcaires tithoniques-néocomiens (série d'Eubarca); n2-j9: calcaires et dolomies tithoniques-valanginiens (série de San José); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires du Muschelkalk.

de Rotavea-Fornou) qui chevauchent des calcaires kimméridgiens et des dolomies urgoniennes de l'unité d'Eubarca.

Des affleurements réduits de Kimméridgien se rapportant à l'unité d'Eubarca apparaissent en fenêtre dans la vallée de l'Arroyo de Buscastell (fig. 91).

L'amplitude minimale du chevauchement de l'unité de Llentrisca-Rey sur celle d'Eubarca atteint plus de 5 km (distance comprise entre les petites fenêtres et le Cap Negret). A la base des versant S de ces collines et au-dessous des marnes du Keuper, affleurent des calcaires noirs du Muschelkalk (Puig d'en Form [fig. 89], S et SE du P, d'en Socorrat, NE de Basarrocha). Au NE de Basarrocha les terrains triasiques et du Lias-Dogger montrent un léger bombement anticlinal.

Des dépôts transgressifs de Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen sont bien représentés au pied SW de toutes ces collines.

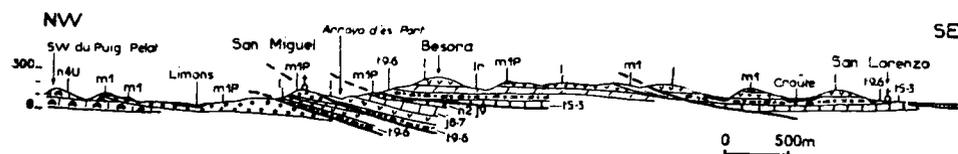
Le Fornou montre une série normale comprenant du Keuper, du Lias-Dogger, du Kimméridgien (s. l.) et du Tithonique-Valanginien. Le Keuper et le Lias-Dogger chevauchent au pied W et sur les versants NW du Fornou des calcaires urgoniens (pied W), ainsi que des marnes et poudingues du Miocène inférieur (versants NW, fig. 92) appartenant à l'unité d'Eubarca.

A l'E du Fornou s'étend la plaine alluviale de San Miguel.

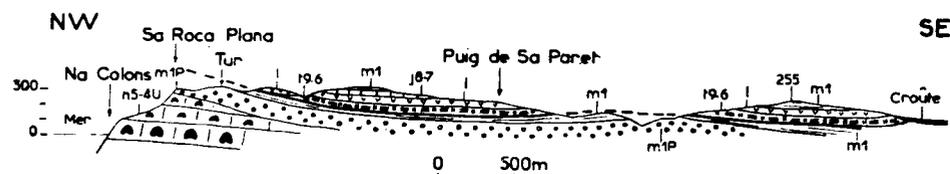
L'imbrication de Rotavea-Fornou est représentée au N du Fornou par des terrains où prédominent des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger. Ces terrains chevauchent le Miocène de l'unité d'Eubarca. La ligne de contact anormal se suit au pied N du Fornou, à l'E et au N de Guillemi. De petites klippes de Trias et de Lias-Dogger se rencontrent au-dessus de la falaise qui surplombe la Cala d'Eubarca en bordure E. Puis la limite passe sur le versant NW du Puig de Cires (fig. 93) et au S de Sa Roca plana (fig. 94). Les terrains chevauchants dominent les falaises urgoniennes et miocènes de Portixol et de Na Xamena et forment de petites klippes au S du Torrent d'en Yai.

Le ravin qui sépare le Puig de Sa Paret (fig. 94) du sommet coté 255, au SE de San Miguel, et qui descend parallèlement à la côte vers l'Arroyo d'es Port, a creusé sa gorge à travers les terrains du Trias et du Lias-Dogger de l'unité de Llentrisca-Rey jusque dans le Néogène de l'unité d'Eubarca.

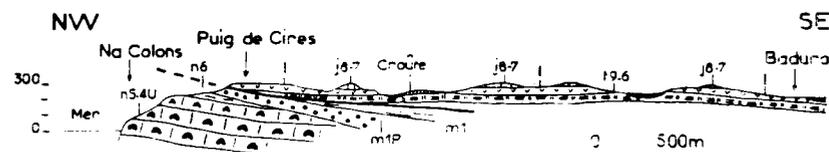
La ligne de contact anormal dessine des sinuosités dans tous les ravins qui aboutissent au Port de San Miguel; elle se continue au pied N de la colline de San Miguel (fig. 95), s'avance sur l'éperon qui sépare le bassin de San Miguel de celui de Biniarras, présente des rentrants vers le haut des vallons qui aboutissent à la Cala Biniarras. Là encore, le Miocène de l'unité d'Eubarca est chevauché par le Trias marneux et le Lias-Dogger dolomitique-



95: Du Sud-Ouest du Puig Palat à San Lorenzo.



94: De Na Colons à la colline cotée 255, à l'Ouest de San Miguel.



93: De Na Colons à Baduro

Fig. 93 à 95.—Coupes dans le Nord-Ouest de l'île d'Ibiza

m1, m1P: marnes et poudingues du Miocène inférieur; n6: marnes aptiennes; n5-4U: calcaires barrémiens (n4U) et aptiens, à faciès urgonien; n2-j9: calcaires tithoniques-valanginiens; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; l: dolomies du Lias-Dogger; Ir: dolomies en plaquettes (Rhétien probable); 1: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper.

de l'unité de Llentrisca-Rey. Une petite klippe constituée par du Trias et du Lias-Dogger de l'imbrication de Rotavea-Fornou, repose sur le Miocène de l'unité d'Eubarca au sommet coté 198 qui domine à l'E le Port de San Miguel.

Entre San Miguel et San Lorenzo, affleurent des terrains compris entre le Muschelkalk et le Tithonique-Valanginien, sur lesquels repose du Miocène transgressif. De petites imbrications s'y superposent; ce sont, de la plus basse à la plus élevée tectoniquement (fig. 95):

- *L'imbrication de San Miguel.* La colline de San Miguel est formée par du Trias, du Jurassique, puis par des poudingues et microbrèches miocènes transgressifs, se rapportant à l'imbrication de Rotavea-Fornou. Mais sur le versant E et vers le haut du ravin de l'Arroyo

d'es Port, ces dépôts miocènes sont chevauchés par une imbrication supplémentaire comprenant du Muschelkalk, du Keuper, du Lias-Dogger, du Kimméridgien s. l., du Tithonique-Valanginien, puis des poudingues miocènes.

- *L'imbrication de Besora* comporte des marnes du Keuper chevauchant vers le NW l'imbrication de San Miguel, des dolomies en plaquettes (Rhétien probable), des dolomies massives (Lias-Dogger), des calcaires kimméridgiens, du Miocène transgressif. La surface de chevauchement passe au pied W du Besora et sur les versants W et N de la colline plus septentrionale.
- *L'imbrication de San Lorenzo.* Des terrains du Lias-Dogger et du Kimméridgien chevauchent le Miocène de l'imbrication sous-jacente: au Puig d'en Gallet entre Besora et San Lorenzo. A cette imbrication pourraient se rapporter les terrains jurassiques et crétaqués qui forment une série renversée sur le versant W du Puig Alqueria. L'imbrication de San Lorenzo est chevauchée par l'unité d'Ibiza au Puig Alqueria, au S du Torrent de Vergell et au pied W du Puig del Exeró.

CONCLUSIONS.

Dans la région étudiée, l'unité de Llentrisca-Rey présente des terrains compris entre le Muschelkalk et le Tithonique-Valanginien inclus, sur lesquels repose du Miocène inférieur et moyen (basal) transgressif. Le Tithonique-Valanginien y revêt les faciès de calcaires massifs zoogènes et de dolomies associées de la série de San José.

Le Miocène est largement représenté dans le secteur compris entre San Antonio, San Rafael et Santa Gertrudis. L'important revêtement de dépôts superficiels ne nous permet pas de suivre vers le N les limites des différentes imbrications observées au SW de l'île.

L'unité de Llentrisca-Rey comporte au NW de l'île plusieurs imbrications se chevauchant du SE vers le NW. Nous avons reconnu (de la plus basse à la plus élevée):

- l'imbrication de San Antonio,
- l'imbrication de Rotavea-Fornou,
- l'imbrication de San Miguel,
- l'imbrication de Besora,
- l'imbrication de San Lorenzo.

Les deux premières imbrications surmontent, en contact anormal, l'Urgonien et le Miocène de l'unité d'Eubarca qui apparaît à la Cala Salada. L'imbrication de Rotavea-Fornou chevauche l'unité d'Eubarca à l'W du Rotavea, au S du Nonó, au Cap Negret, à Serra, au S de Rotabella, à l'W et au N du Fornou, à l'E et au N du Guillemi, au N de San Miguel, au S de la Cala Biniarras. Au N de cette région, le Miocène de l'unité d'Eubarca supporte des klippes constituées par du Trias et du Lias-Dogger de l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea-Fornou).

A l'W de cette région, l'unité d'Eubarca est chevauchée par celle de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea-Fornou) sur plus de 5 km.

IV. L'unité de Llentrisca-Rey au Nord de l'île

L'unité de Llentrisca-Rey occupe la surface nord de l'île jusqu'à la côte : entre la Cala Biniarras et le Port de Sas Caletas.

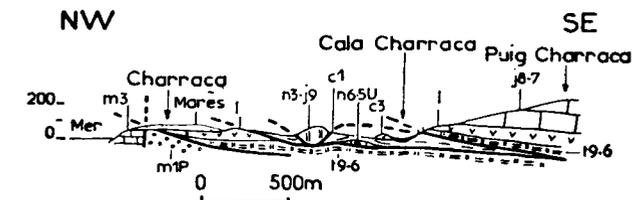
Cette région comporte des collines dépassant souvent 300 m d'altitude (Rey : 308 m ; Atalaya de San Juan : 360 m ; Puig d'es Massons : 363 m ; Capita : 385 m ; Puig Cros : 398 m...).

Dans ce secteur, les terrains se rapportent à la *série stratigraphique d'Eubarca* : le Crétacé inférieur comprend, en effet, des formations urgoniens à *Orbitolinidae* (calcaires barrémo-aptiens, marnes aptiennes et albiennes).

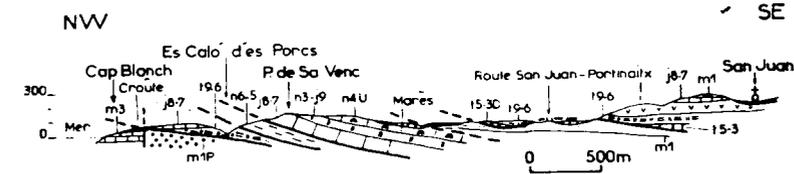
Nous étudierons la structure de cette région en allant du NW vers le SE.

La Cala Biniarras est bordée par des dépôts du Miocène inférieur appartenant à l'unité d'Eubarca. Ces derniers sont chevauchés à l'E de la Cala par des marnes du Keuper et par des dolomies du Lias-Dogger appartenant à l'unité de Llentrisca-Rey et à l'imbrication d'*Es Puxulots* (fig. 96). Le Keuper et le Lias-Dogger de cette imbrication chevauchent également, à l'E de Ses Serral, le Miocène de couverture de l'imbrication de Rotavea-Fornou (unité de Llentrisca-Rey).

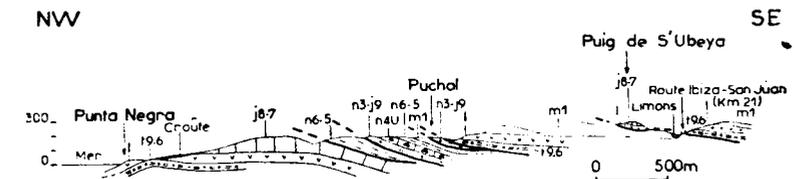
A l'imbrication d'*Es Puxulots* se rapportent les marnes triasiques qui bordent Es Caló d'es Porcs ; ces dernières reposent également en contact anormal sur des poudingues du Miocène inférieur affleurant dans le versant W de la Punta de Charraca et dans le versant E du Cap Blanch (fig. 98, 99). Il est probable que ce Miocène corresponde à une réapparition locale de l'unité d'Eubarca ; mais l'appartenance de ce Miocène à l'imbrication de Rotavea-Fornou (imbrication inférieure de l'unité de Llentrisca-Rey) n'est pas exclue. Notons qu'à l'W de la Punta Charraca (Ses Vellanas), les poudingues mio-



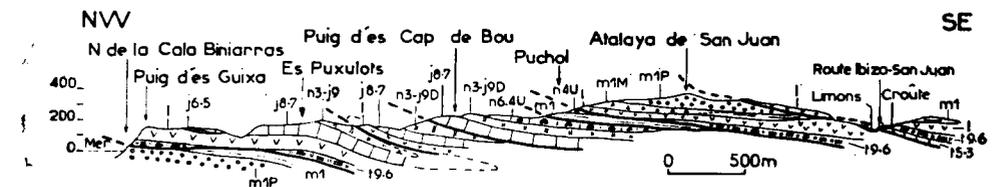
99: De Charraca au Puig de Charraca.



98: Du Cap Blanch à San Juan.



97: De la Punta Negra au Puig de S'Ubeya.



96: Du Nord de la Cala Biniarras à l'Atalaya de San Juan.

Fig. 96 à 99.—Coupes dans le Nord de l'île d'Ibiza.

m3: calcaires tortoniens; m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; c3: calcaires turoniens; c1: marnes albiennes; n6-5: marnes aptiennes; n6-5U: lumachelles et calcaires aptiens, à faciès urgonien; n4U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien; n3-j9: calcaires tithoniques-néocomiens et dolomies associées (n3-j9D); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; 19-6: marnes du Keuper; t5-3: calcaires et calcaires dolomitiques (t5-3D) du Muschelkalk.

cènes signalés ci-dessus sont transgressifs sur des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger.

Les marnes triasiques et les dolomies du Lias-Dogger de l'imbrication d'Es Puxulots forment l'essentiel de la côte entre la Cala Biniarras et la Punta de Charraca. Sur celles-ci reposent des fausses-brèches oxfordiennes (Puig d'es Guixa), puis des calcaires en dalles kimméridgiens se continuant dans les contreforts de Puchol et au-dessus du Cap Blanch. Le Kimméridgien (*s. l.*) est surmonté à Es Puxulots par des calcaires et des dolomies associées, du Tithonique-Néocomien, apparaissant au coeur d'un petit *synclinal couché vers le NW* (fig. 96). Ce synclinal, dont le flanc inverse est presque complètement étiré, est surmonté par un *anticlinal couché vers le NW*, à noyau de Lias-Dogger, légèrement chevauchant; son flanc normal comporte en outre du Kimméridgien (*s. l.*) et du Tithonique-Néocomien.

Ce flanc normal est surmonté par une petite imbrication: *l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou* (fig. 97) dans laquelle se superposent de bas en haut: des marnes du Keuper, des dolomies du Lias-Dogger, des calcaires kimméridgiens, des calcaires et dolomies d'âge tithonique-néocomien, des calcaires barrémo-aptiens à *Orbitolinidae*, puis des marnes aptiennes à *Orbitolines*. Des marnes semblables, se rapportant vraisemblablement à la même imbrication, chevauchent au NW du Puig de Sa Venc les marnes bariolées triasiques qui bordent Es Caló d'es Porcs (fig. 98) (imbrications d'es Puxulots).

A la Cala Charraca (fig. 99) des marnes gypsifères du Keuper, noires et parfois bariolées, sont surmontées, en contact anormal, par des calcaires à *Orbitolines* de l'Aptien et par des marnes sableuses à *Brachiopodes* et à *Lamellibranches* de l'Albien, suivies de calcaires turoniens. Nous rapportons ces terrains crétacés à l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou.

A l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou se superpose *l'imbrication du Puig de Sa Venc* (fig. 97, 98) formée de Kimméridgien (*s. l.*), de Tithonique-Néocomien, de Barrémien, d'Aptien et de Miocène inférieur. Des calcaires et des dolomies tithoniques-néocomiens de cette imbrication affleurent en bordure W de la Cala Charraca, au-dessus de marnes albiennes de l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou. Notre coupe (fig. 99) rend compte de la complexité structurale de ce secteur, où les couches sont fortement écrasées et où des accidents de détail témoignent de fortes dislocations.

Au SE de Puchol des calcaires tithoniques-néocomiens et barrémiens reposent sur le Miocène marneux de l'imbrication du Puig de Sa Venc (fig. 96, 97); ces calcaires appartiennent peut-être au flanc inverse d'un synclinal couché dont les marnes miocènes constitueraient le coeur.

Les terrains de la région comprise entre la Cala Biniarras, l'Atalaya de San Juan et la Cala Charraca étaient considérés par U. HAANSTRA comme faisant partie d'une "écaïlle secondaire" intercalée "entre les séries de Cirer-Rey et d'Eubarca". Mais nous avons constaté (p. 384) leur superposition au Miocène de l'imbrication de Rotavea-Fornou, indiquant leur appartenance à l'unité de Llentrisca-Rey.

L'imbrication du Puig de Sa Venc est surmontée par *l'imbrication de l'Atalaya de San Juan* (fig. 96, 97). Cette dernière comprend du Keuper et du Lias-Dogger sur lesquels viennent en transgression des marnes, micro-brèches et poudingues du Miocène inférieur couronnant l'Atalaya et forment l'essentiel des versants E.

U. HAANSTRA considérait à tort ce Miocène comme étant en "fenêtre", au-dessous du Lias-Dogger et du Trias, en liaison avec le Miocène de "l'écaïlle secondaire".

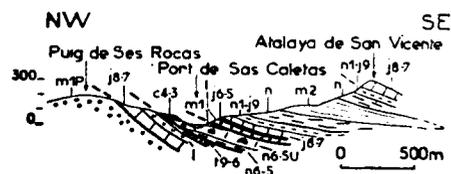
Le Trias et le Lias-Dogger de la colline de Ca'n Pep d'Es Forn, au S de l'Atalaya, se rattachent à la même imbrication.

L'imbrication de l'Atalaya de San Juan supporte vers son sommet et sur ses contreforts SE de petites *écaïlles* constituées de dolomies du Lias-Dogger et de calcaires kimméridgiens. P. FALLOT les rattachait à titre de témoin éloigné à l'unité d'Ibiza. Nous les rapportons à une imbrication plus élevée tectoniquement que celle de l'Atalaya de San Juan et qui s'étend plus à l'E entre le Furnás, la Cala Charraca et le Rey: *l'imbrication de San Juan Bautista*.

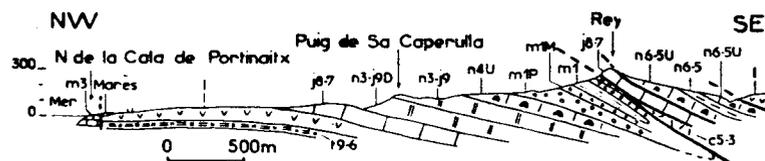
Celle-ci chevauche le Miocène de l'imbrication sous-jacente à l'W du Puig de S'Uyastre (fig. 96 à 98) et le Crétacé de l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou à la Cala Charraca (fig. 99). Elle comporte les termes suivants: calcaires du Muschelkalk, marnes du Keuper, dolomies du Lias-Dogger, calcaires noduleux et fausses-brèches oxfordiens *s. l.* (Cala de Serra), calcaires kimméridgien *s. l.*, calcaires et dolomies tithoniques-néocomiens, calcaires barrémiens à *Orbitolinidae*. Ces terrains présentent en général un pendage de 30 à 40° SE. Ils supportent des masses importantes de poudingues, microbrèches et marnes miocènes.

A l'E de San Juan, des calcaires kimméridgiens chevauchent de petits affleurements de Miocène. Nous avons déjà indiqué que le Miocène du Furnás et du Puig Gros supportait des terrains chevauchant de l'unité d'Ibiza et qu'une klippe rapportable à cette même unité reposait sur le Miocène du Puig d'es Massons (fig. 100).

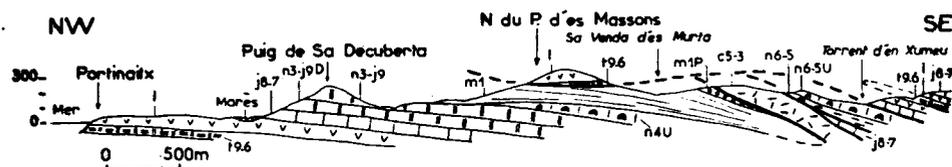
A l'E du Puig d'es Massons et au S du Rey, ce Miocène est chevauché par des calcaires du Turonien et du Sénonien inférieur (fig. 100, 101). Peut-



102: Du Puig de Ses Rocas à l'Atalaya de San Vicente.



101: Du Nord de la Cala de Portinaitx au Sud-Est du Rey.



100: De Portinaitx au Torrent d'en Xumeu.

Fig. 100 à 102.—Coupes dans le Nord de l'île d'Ibiza.

m3: calcaires tortoniens; m2: marnes de la base du Miocène moyen; m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; c5-3: calcaires du Crétacé supérieur (Turonien et Sénonien); n6-5: marnes aptiennes; n6-5U: calcaires aptiens, à faciès urgonien; n4U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien; n3-j9: calcaires et dolomies (n3-j9D) du Tithonique-Néocomien; n: marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur (série d'Ibiza); n1-j9: marnes et calcaires argileux du Tithonique-Berriasien (série d'Ibiza); j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; j6-5: calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s. l. supérieur; l: dolomies du Lias-Dogger; t9-6: marnes du Keuper.

être appartiennent-ils au flanc inverse d'un synclinal couché vers le NW dont le cœur serait marqué par le Miocène de l'imbrication de San Juan Bautista. Au même flanc inverse pourraient se rattacher les terrains jurassiques et triasiques qui, au Rey et en bordure W du Port de Sas Caletas, reposent en série renversée sur des poudingues miocènes de l'imbrication de San Juan Bautista (fig. 101, 102).

Ce flanc inverse est chevauché sur les versants du Rey et au Port de Sas Caletas (fig. 100 à 102) par des calcaires à Orbitolines de l'Aptien et des

dolomies associées, présentant des intercalations de marnes à Orbitolines et surmontés de calcaires d'âge turonien supérieur-sénonien inférieur (fig. 102). Sur ces terrains repose en transgression du Miocène inférieur. Nous rapportons ces terrains au flanc normal d'un anticlinal faisant suite au synclinal à cœur miocène dont nous avons parlé ci-avant; ce flanc normal chevaucherait le flanc inverse commun à l'anticlinal et au synclinal couchés. Il n'est pas exclu que la klippe triasique et jurassique du N du Puig d'es Massons se rapporte au flanc normal de l'anticlinal. Les assises crétacées de ce flanc normal forment maintenant une écaille s'étendant depuis le Port de Sas Caletas au N jusqu'au Torrent d'en Xumeu au S, sur laquelle chevauchent des terrains de l'unité d'Ibiza.

Le long de la côte N de l'île, entre l'Illa d'en Caldes et la Cala de Serra, affleurent sous un revêtement de marès des calcaires tortoniens, subhorizontaux, dont le dépôt est postérieur à la tectonique tangentielle.

CONCLUSIONS.

L'unité de Llentrisca-Rey comporte au N de l'île des terrains compris entre le Muschelkalk et le Sénonien inclus, sur lesquels repose en transgression des terrains du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen. Des calcaires tortoniens postérieurs à la tectonique tangentielle apparaissent le long de la côte.

Le Crétacé inférieur revêt dans cette région les faciès urgoniens de la série d'Eubarca. Les variations latérales de faciès entre cette série et celle de San José ont dû s'effectuer immédiatement au SSW de cette région: entre San Miguel et le Puig d'es Cap de Bou.

L'unité de Llentrisca-Rey présente au N de l'île de nombreuses imbrications se chevauchant du SE vers le NW. Nous avons reconnu (de la plus basse au NW à la plus élevée au SE):

- l'imbrication d'Es Puxulots, affectée par un repli synclinal, suivi d'un repli anticlinal,
- l'imbrication du Puig d'es Cap de Bou,
- l'imbrication du Puig de Sa Venc,
- l'imbrication de l'Atalaya de San Juan,
- l'imbrication de San Juan Bautista, surmontée par des écailles représentant vraisemblablement les vestiges d'un pli couché vers le NW.

Ces diverses imbrications présentent une direction générale SW-NE et

plongent de 20 à 40° vers le SE. De légers gauchissements et des accidents de détail s'y observent cependant.

L'unité de Llentrisca-Rey chevauche le Miocène de l'unité d'Eubarca à l'E de la Cala Biniarras.

V. Conclusions

L'unité de Llentrisca-Rey présente des terrains compris entre le Muschelkalk et le Sénonien inclus, sur lesquels repose en transgression du Miocène inférieur et moyen (basal). De même que dans l'unité d'Ibiza, des lacunes se situent entre le Lias-Dogger et l'Oxfordien *s. l.* supérieur et entre le Sénonien et le Miocène inférieur.

Les terrains représentés dans cette unité sont impliqués dans une *tectonique tangentielle*. La mise en place d'une telle structure est postérieure à la base du Miocène moyen, et antérieure au Tortonien subhorizontal qui s'est déposé sur cette unité, au N de l'île.

Alors qu'au SW et au NW de l'île, le Crétacé inférieur revêt les faciès de la *série stratigraphique de San José*, apparaissent au N de l'île, dans la même unité, des formations urgoniennes caractérisant la *série stratigraphique d'Eubarca*. Les passages latéraux de faciès se sont effectués entre la région de San Miguel (faciès de la série de San José) et le Puig d'Es Cap de Bou (faciès de la série d'Eubarca).

L'existence de formations zoogènes au Tithonique et au Crétacé (Tithonique-Valanginien de la série de San José, Tithonique-Néocomien et Urgonien de la série d'Eubarca) explique sans doute la rareté des plis couchés et la *fréquence des imbrications* dans l'unité de Llentrisca-Rey. Le style tectonique est moins souple dans cette unité que dans celle d'Ibiza, où la structure consiste essentiellement en une succession de plis couchés vers le NW.

De même que dans l'unité d'Ibiza, les couchés s'orientent en direction SW-NE et plongent de 20 à 40° vers le SE. Là encore, la *poussée tangentielle relative s'est exercée en allant du SE vers le NW*.

Quelques plis couchés s'observent au SW de l'île (synclinal à cœur crétacé de San José-Cubells, synclinal à cœur miocène du Cap Jueu, du NW du Pez...), plus rarement au N de l'île. Les flancs inverses des synclinaux chevauchent généralement les flancs normaux; l'amplitude du déplacement des éléments chevauchants atteint parfois 3 à 4 km.

De nombreuses imbrications se chevauchent du SE vers le NW; le Miocène de chacune d'elles est généralement surmonté par le Trias de l'imbrication

immédiatement supérieure. Le déplacement atteint de 1 à 2 km. Les dépôts superficiels nous empêchent parfois de suivre les limites des imbrications. Notons l'existence probable d'accidents transverses.

La limite entre les unités de Llentrisca-Rey et d'Eubarca passe à l'E de la Torre del Pirata, suit les versants W et NW de Rocas Altas et du Puig de S'Avech, se poursuit sur les versants W du Puig Recó et du Puig d'es Vedrà; elle se continue au N du Puig Serral, puis se perd sous les formations superficielles qui bordent la baie de San Antonio.

Nous la retrouvons à la Punta Galera, et de là nous pouvons la suivre jusqu'à l'W de Rotavea et au S du Nonó. Plus au N, elle s'observe au Cap Negret; nous l'observons à nouveau à Serra, d'où elle se continue au S de Rotabella, à l'W et au N du Fornou, à l'E et au N du Guillemi, au N de San Miguel et à l'E de la Cala Biniarras. Elle réapparaît plus au N sur les bords E du Cap Blanch et W de la Punta de Charraca.

Ce sont généralement des terrains triasiques et jurassiques de l'unité de Llentrisca-Rey qui chevauchent le Miocène ou les formations urgoniennes de l'unité d'Eubarca.

L'amplitude du chevauchement de l'unité de Llentrisca-Rey sur celle d'Eubarca atteint plus de 5 km, en particulier au NW de l'île, entre le Cap Negret et le N du Puig d'en Socorrat, où s'observent en fenêtre de petits affleurements de l'unité d'Eubarca.

Le contact anormal entre ces deux unités est plat; de ce fait, l'érosion ayant entamé fortement les couches, a entraîné la formation de klppes, notamment entre le Guillemi et la Cala Biniarras.

CHAPITRE XI

L'UNITÉ D'EUBARCA

I. Généralités

P. FALLOT, puis E. N. SPIKER et U. HAANSTRA ont reconnu, au-dessous de l'unité de Llentrisca-Rey, la "série" ou "écaïlle d'Eubarca".

Les terrains de cette unité sont principalement constitués par des formations urgoniennes, surmontées en transgression par du Miocène. Ils bordent le rivage au SW et au NW de l'île. Dans le secteur SW ils sont dominés par la masse chevauchante que forment les crêtes de Rocas Altas et du Puig de S'Avech. Ces mêmes terrains forment la plupart des falaises abruptes de la côte NW.

L'île de Conejera et les îlots voisins constituent une prolongation de cette unité. Il en est de même pour les îles Vedrá et Vedranell.

Nous étudierons la structure de l'unité d'Eubarca en allant du SW au NE de l'île.

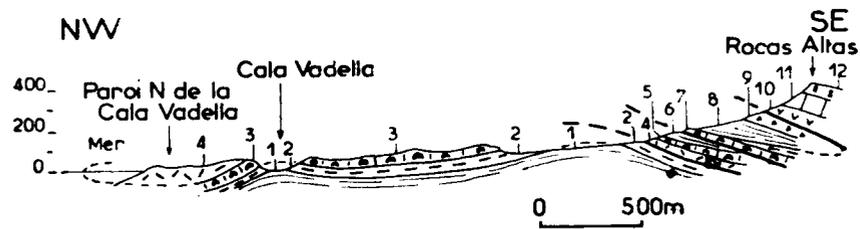
II. L'unité d'Eubarca au Sud-Ouest de l'île

Cette unité comporte un ensemble de collines dont l'altitude est généralement inférieure à 250 m ; le plus haut sommet atteint 381 m (île Vedrá).

Les collines sont principalement constituées par des calcaires urgoniens surmontés en transgression par des terrains du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen (1).

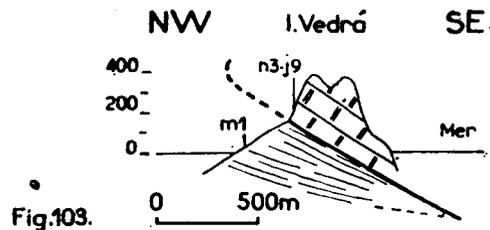
(1) La croûte calcaire forme un important revêtement à la base des versants. Les marès est bien représenté.

Nous avons déjà mentionné dans le chapitre précédent le chevauchement des calcaires sénoniens du synclinal du Cap Jueu (unité de Llentrisca-Rey) sur des marnes et des poudingues miocènes (fig. 85). Les dépôts miocènes s'appuient sur les calcaires tithoniques-néocomiens de la Torre del Pirata. Ces calcaires forment vraisemblablement un *anticlinal couché vers le NW*; ils s'appuient sur des poudingues miocènes, puis sur des marnes et marno-



104: De la paroi nord de la Cala Vadella à Rocas Altas.

1: marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen; 2: marnes et calcaires argileux (Aptien à Cénomaniens inclus); 3: calcaires aptiens et dolomies associées; 4: calcaires barrémiens et dolomies associées; 5: calcaires aptiens; 6: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; 7: calcaires aptiens; 8: marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen; 9: microbrèches du Miocène inférieur; 10: dolomies du Lias-Dogger; 11: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; 12: calcaires tithoniques-valanginiens et dolomies associées.



103: Ile Vedrá.

m1: marnes du Miocène inférieur; n3-j9: calcaires du Tithonique-Néocomien.

Fig. 103 et 104.—Coupes dans le Sud-Ouest de l'île d'Ibiza.

calcaires, dont les microfaunes indiquent du Miocène inférieur, constituant probablement le cœur d'un *synclinal couché vers le NW*: le *synclinal du Cap Blanch*. Une surface de cisaillement sépare dans le flanc inverse les calcaires tithoniques-néocomiens des marnes miocènes sous-jacentes (tectoniquement).

La même structure se rencontre dans les îles Vedrá (fig. 103) et Vedra-

nell, où des calcaires tithoniques-néocomiens chevauchent des marnes miocènes.

Les marnes miocènes du synclinal du Cap Blanch reposent en transgression au N de la Cala d'Hort sur des calcaires aptiens, à Orbitolines.

Plus au N, les collines présentent des formations urgoniennes et miocènes chevauchées par les terrains de l'imbrication de Rocas Altas (unité de Llentrisca-Rey).

Une coupe effectuée depuis la paroi N de la Cala Vadella jusqu'à Rocas Altas montre la superposition suivante, de bas en haut (fig. 104):

1. Marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen. Cet affleurement doit se continuer dans les marnes miocènes qui se localisent à l'E de la Cala Carbó et le long de la côte entre Es Caló de Suratje et la Cala Vadella, puis entre la Punta de Llosá et la Cala Moli.
2. Marnes et calcaires argileux renfermant plusieurs niveaux fossilifères compris entre l'Aptien (supérieur?) et le Cénomaniens inclus.
3. Calcaires aptiens à Orbitolines, en petits bancs, et dolomies associées. Ces calcaires forment la base du Puig Pelat et des collines voisines, ainsi que les falaises situées entre la Cala Vadella et la Cala Carbó.
4. Calcaires à *Orbitolinidae* et à Rudistes, d'âge barrémiens, et dolomies associées. Les calcaires présentent dans la paroi N de la Cala Vadella une direction N 10-20° E et un pendage de 50 à 60° vers l'WNW; ces mêmes calcaires couronnent le Puig Pelat et les collines voisines. Ils marquent le *noyau d'un anticlinal couché vers le NW*: l'*anticlinal de la Serra de Cala Moli*.
Les marnes crétacées du flanc inverse (terme 2) sont chevauchées au niveau de la coupe par des calcaires barrémiens du flanc (normal terme 4). Au flanc normal de l'anticlinal se rapportent, en outre, les termes 5 et 6 de notre énumération.
5. Calcaires aptiens, semblables à ceux du terme 3.
6. Poudingues, microbrèches et marnes miocènes, transgressifs. Ces dépôts marquent plus au N le cœur du *synclinal couché de la Cala Moli*.
A Sa Serreta d'en Toni Pere, des marnes à galets et des microbrèches miocènes (terme 6) chevauchent des marnes crétacées du flanc inverse de l'anticlinal de la Serra de Cala Moli (terme 2).
7. Calcaires aptiens à Orbitolines.

8. Marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen.

9. Microbrèches du Miocène inférieur.

Les termes 7, 8, 9 se rapportent au synclinal du Cap Blanch.

10. Dolomies du Lias-Dogger.

11. Calcaires en dalles kimméridgiens.

12. Calcaires tithoniques-valanginiens et dolomies associées.

Les termes 10, 11, 12 font partie de l'imbrication de Rocas Altas (unité de Llentrisca-Rey).

Plus au N, la Serra de Cala Moli présente des calcaires barrémiens et des dolomies associées (fig. 105, terme 4) marquant le noyau de l'anticlinal de la Serra de Cala Moli. Ils surmontent, *en série renversée*, sur les versants N, NW, W, des calcaires aptiens à Orbitolines (terme 3). Ces derniers, associés à des dolomies, constituent le Puig de Mar. Ils reposent sur des marnes (terme 2) où l'Aptien (supérieur?), l'Albien et le Cénomaniens ont été reconnus, notamment à la Cala Moli et dans une crique située à mi-chemin entre la Cala Moli et la Punta de Llosá. Dans cette crique les marnes crétacées se superposent tectoniquement à des marnes miocènes (terme 1).

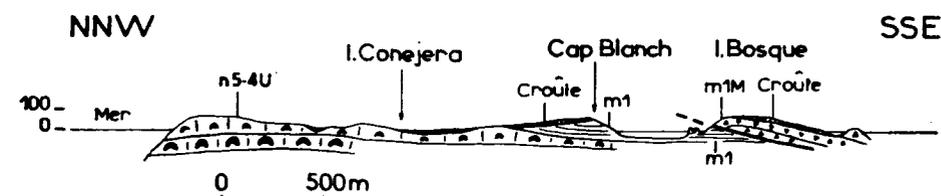
Au S et à l'E de la Serra, les calcaires barrémiens sont suivis en *série normale* par des calcaires aptiens (terme 5), des marnes albiennes (terme 5a), puis des marnes de la base du Miocène moyen (terme 6), correspondant au coeur du synclinal de la Serra de Cala Moli.

Le Miocène est surmonté en *série renversée* par des marnes albiennes (terme 6a). A ces dernières se superposent, en contact anormal, des calcaires barrémiens et aptiens (terme 7) plissés en un anticlinal couché vers le NW : l'anticlinal du Coll de Sa Creu, et chevauchant les marnes albiennes et miocènes du flanc inverse. Des calcaires barrémiens se rapportant à cet anticlinal chevauchent des marnes miocènes à l'W du Puig de Ses Rotas.

Au Coll de Sa Creu, les calcaires aptiens (7) sont surmontés en *série normale* par des marnes albiennes (7a), suivies par des marnes (8) et des microbrèches (9) miocènes que chevauchent des assises jurassiques (11) et crétacées (12) de l'imbrication de Rocas Altas.

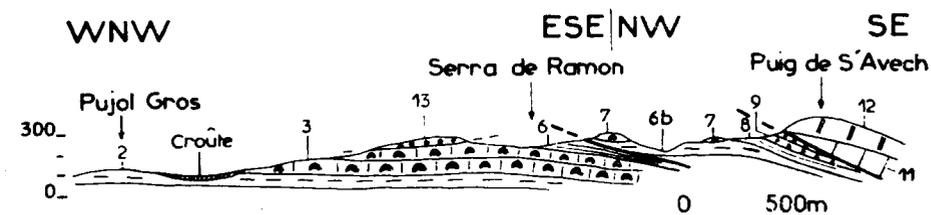
Nous retrouvons les mêmes éléments structuraux dans la région située au N de celle-ci.

Au N de la Cala Moli affleurent des marnes nous ayant livré à la Cala Tàrida et à la Cala Codolá des fossiles de l'Aptien et de l'Albien. Ces marnes se rattachent —comme celles de la Cala Moli— au flanc inverse de l'anticlinal de la Serra de Cala Moli.

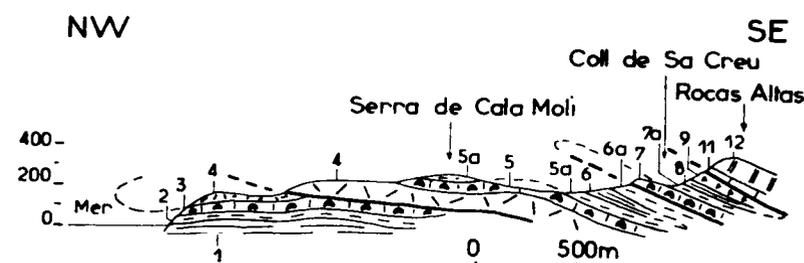


107: Ile Conejera et île Bosque.

m1: marnes du Miocène inférieur; m1M: microbrèches et poudingues du Miocène inférieur; n5-4U: calcaires barrémo-aptiens.



106: De Pujol Gros au Puig de S'Avech.



105: De la Serra de Cala Moli à Rocas Altas.

1: marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen; 2: marnes et calcaires argileux (Aptien à Cénomaniens inclus); 3: calcaires aptiens et dolomies associées; 4: calcaires barrémiens et dolomies associées; 5: calcaires aptiens; 5a: marnes albiennes; 6: marnes de la base du Miocène moyen; 6a: marnes albiennes; 6b: marnes et calcaires argileux barrémiens; 7: calcaires barrémo-aptiens; 7a: marnes albiennes; 8: marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen; 9: microbrèches et poudingues du Miocène inférieur; 11: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; 12: calcaires et dolomies du Tithonique-Néocomien; 13: poudingues (Miocène supérieur probable). Le terme 10 de la figure 104 n'affleure pas dans ces coupes.

Sur celles-ci reposent, *en série renversée*, des calcaires aptiens à Orbitolines et des dolomies associées.

A la Serra de Ramon (au NW du Puig de S'Avech), ces calcaires aptiens forment le noyau de l'anticlinal couché de la Serra de Cala Moli; ils sont surmontés par des marnes transgressives du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen correspondant au synclinal couché de la Serra de Cala Moli (fig. 106).

A ce Miocène se superposent, en contact anormal, des marnes fossilifères du Barrémien et de l'Aptien (Serra de Ramón, P. de S'Avech, P. Serral), puis des calcaires aptiens à Orbitolines, associés à des dolomies.

En transgression sur ces formations urgoniennes reposent des marnes (datées de la base du Miocène moyen), puis des microbrèches et des poudingues (Miocène inférieur probable).

Ces formations urgoniennes, ainsi que leur couverture de Miocène inférieur et moyen (basal), sont surmontées par des poudingues qui datent peut-être du Miocène supérieur (Serra de Sindr. c. Cala Bassa...).

En bordure de la côte entre la Cala Codolá et la Cala Figuera Borda, de même qu'à la Cala Roig, des dolomies du Lias-Dogger et des calcaires en dalles kimméridgiens reposent sur les formations urgoniennes. Nous ignorons à quel élément structural se rattachent ces affleurements de Jurassique.

L'unité d'Eubarca se prolonge au N par l'île de Conejera et les petites îles voisines.

L'île Bosque (fig. 107) est formée de Miocène. Un contact anormal y sépare deux ensembles :

- l'un inférieur, à l'extrémité NW de l'île, subhorizontal, constitué par des marnes avec des intercalations de microbrèches du Miocène inférieur,
- l'autre supérieur, renfermant des microbrèches et des poudingues du Miocène inférieur, dont les assises plongent généralement à 30° vers le SE, mais sont affectées par un petit repli anticlinal à l'extrémité NW de l'île.

Il n'est pas exclu que ces couches néogènes représentent la continuation septentrionale des affleurements miocènes que nous avons rencontrés à la Cala Vadella et entre la Punta de Llosá et la Cala Moli (fig. 104 et 105, terme 1).

L'île de Conejera (fig. 107) est constituée par des calcaires barrémo-aptiens à Orbitolines et à Rudistes et par des marnes aptiennes affleurant

dans la petite baie d'Olleta. Ces terrains sont surmontés au SE de l'île par des marnes miocènes transgressives, semblables à celles de l'extrémité NW de l'île Bosque, auxquelles elles se raccordent certainement.

Les affleurements miocènes de la Cala Vadella, du S de la Cala Moli, de l'île Bosque et de l'île Conejera appartiennent probablement à un synclinal couché vers le NW que nous désignerons sous le nom de *synclinal de Bosque*. Les deux ensembles miocènes observés dans l'île Bosque pourraient se rapporter au flanc normal (ensemble inférieur) et au flanc renversé (ensemble supérieur) d'un tel synclinal.

L'île d'Esparto (fig. 35) présente des calcaires barrémo-aptiens à Orbitolines, associés à des dolomies, et des marnes aptiennes constituant le cœur d'un synclinal couché vers le NW; ce synclinal correspond au synclinal de Bosque.

Dans les îles Bledas n'affleurent que des calcaires urgoniens et des dolomies associées, appartenant — ainsi que les formations urgoniennes de l'île de Conejera — au flanc normal du synclinal de Bosque.

CONCLUSIONS.

L'unité d'Eubarca comporte au SW de l'île des terrains compris entre le Lias-Dogger et le Cénomaniens inclus, sur lesquels repose en transgression du Miocène inférieur et moyen (basal).

Le Crétacé revêt les faciès urgoniens de la série d'Eubarca.

Les couches présentent dans l'ensemble une direction SW-NE et un pendage de 20 à 40° vers le SE, troublé dans le détail par de nombreux gauchissements. Tous ces terrains participent à la constitution de plis couchés vers le NW. Nous avons reconnu du SE au NW : l'anticlinal de la Torre del Pirata, le synclinal du Cap Blanch, l'anticlinal du Coll de Sa Creu, le synclinal de la Serra de Cala Moli, l'anticlinal de la Serra de Cala Moli, le synclinal de Bosque. Une surface de cisaillement s'observe souvent entre les calcaires et les marnes dans le flanc inverse des plis.

Des poudingues massifs, polygéniques, semblent postérieurs à la tectonique tangentielle et pourraient dater du Miocène supérieur.

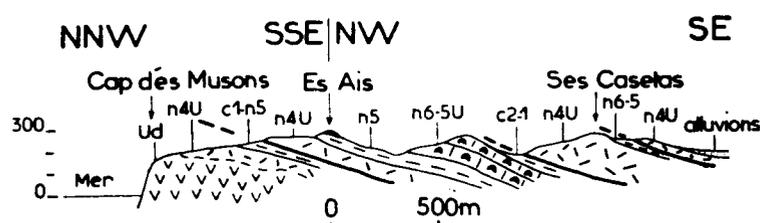
III. L'unité d'Eubarca au Nord-Ouest de l'île

La côte NW de l'île est bordée par des terrains se rapportant essentiellement à l'unité d'Eubarca.

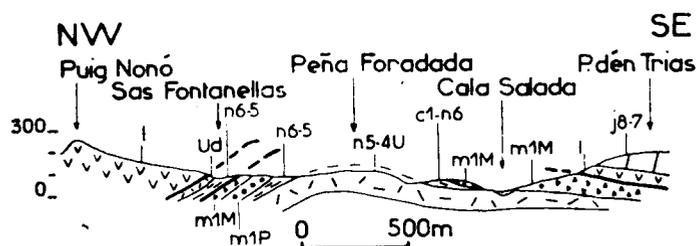
Les formations urgoniennes prennent une part importante à l'édification des falaises et des collines de cette unité et supportent du Miocène transgressif.

Mentionnons parmi les collines les plus élevées : Tur (317 m), le Puig d'en Juan Andreu (375 m) et le Camp Vey (398 m).

Nous avons déjà signalé la présence de terrains appartenant à l'unité d'Eubarca dans la région de la Cala Salada, au-dessous des imbrications de San Antonio et de Rotavea-Fornou (unité de Llentrisca-Rey, fig. 88, 89). La Peña Foradada, le Puig d'es Cucóns et le Puig d'en Rayo sont édifiés en calcaires à *Orbitolinidae* et à Rudistes du Barrémien et de l'Aptien, associés à des dolomies, et surmontés par des marnes fossilifères de l'Aptien et de l'Albien (fig. 108). Au-dessus viennent en transgression des terrains du Miocène inférieur (marnes, microbrèches et poudingues).



109: Du Cap d'es Musons à Ses Casetas.



108: Du Puig Nonó au Puig d'en Trias.

Fig. 108 et 109.—Coupes dans le Nord-Ouest de l'île d'Ibiza.

m1, m1M: poudingues et microbrèches du Miocène inférieur; c2-1: marnes albo-cénomaniennes; c1-n5: marnes albiennes (c1) et aptiennes (n6-5); n6-5U: calcaires aptiens, à faciès urgonien; n4U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien; Ud: dolomies associées à des calcaires urgoniens; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.; l: dolomies du Lias-Dogger.

Une faille de direction NNW-SSE sensiblement verticale, est liée à l'affaissement des calcaires aptiens qui constituent le petit cap de Sa Foradada. Entre ce cap et la Cala Salada, des calcaires urgoniens semblent chevaucher au bas de la falaise des marnes aptiennes et albiennes, qui se superposent en contact anormal à des calcaires barrémiens.

Au N de cette région, les dépôts miocènes sont chevauchés par des marnes aptiennes et par des dolomies et des calcaires urgoniens, en *série renversée*. Les couches présentent ici un pendage vers le NW.

L'unité d'Eubarca réapparaît plus au N, au Cap Negret, où elle est représentée par des marnes à Orbitolines et des dolomies et calcaires urgoniens que chevauchent des dolomies du Lias-Dogger et des marnes triasiques de l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotaeva-Fornou, fig. 90).

A l'ENE du Cap Negret, ces mêmes terrains du Trias et du Lias-Dogger chevauchent des dépôts miocènes qui surmontent en contact anormal des calcaires barrémiens et des marnes fossilifères de l'Aptien, de l'Albien et du Cénomaniens (fig. 36). Ces marnes s'appuient sur des dolomies et des calcaires urgoniens formant le Puig d'en Juan Andreu. Ces formations urgoniennes font suite à des dolomies probablement tithoniques-néocomiennes, elles-mêmes situées sur des calcaires en dalles kimméridgiens (Ses Balandras, Cala d'en Sardina).

Une faille sépare ces calcaires des dolomies (tithoniques-néocomiennes ou urgoniennes?) qui constituent les falaises d'Es Castellá et de la Peña Vermeya.

Plus à l'E, le Puig d'en Recó montre la superposition suivante, de bas en haut :

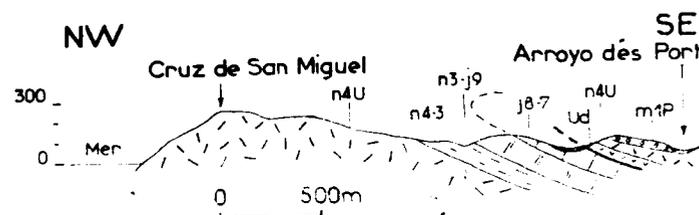
- Calcaires barrémiens et dolomies associées.
- Marnes aptiennes.
- Calcaires aptiens coiffant la colline.
- Poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur, transgressifs. Ce Miocène se raccorde avec celui qui affleure à l'E du Cap Negret et à San Mateo. Il est chevauché au SE par une petite imbrication : l'imbrication de Rotabella comportant des calcaires urgoniens et des dolomies associées, sur lesquels reposent en transgression des terrains miocènes. Cette imbrication comporte en outre, au S de Rotabella, des dolomies tithoniques-néocomiennes (?) et des calcaires kimméridgiens qui sont chevauchés par l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea Fornou, fig. 91). Cette même unité chevauche vers le NW les marnes et les poudingues miocènes de San Mateo (fig. 92).

Dans la région du Camp Vey se superposent de petites imbrications comportant des calcaires barrémiens et aptiens, puis des marnes fossilifères datant l'Aptien, l'Albien et le Cénomaniens (fig. 109).

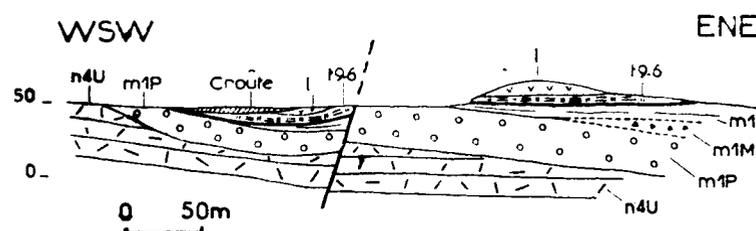
Le Guillemi est couronné par du Miocène inférieur (marnes, microbrèches, poudingues) se raccordant à celui de San Mateo et reposant en transgression sur une *série normale* comprenant des dolomies du Lias-Dogger, des dolomies (Tithonique-Néocomien?), des calcaires barrémiens.

Les falaises de la Cala de Eubarca et de Sa Roca Plana sont constituées par des formations urgoniennes supportant des terrains miocènes, sur lesquels chevauchent, en direction du NW, des marnes du Keuper et des dolomies du Lias-Dogger de l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea-Fornou, fig. 93 et 94). Une petite faille affecte ces terrains entre le Guillemi et la Cala de Eubarca (fig. 110).

A l'E de Sa Roca Plana, le Miocène inférieur et moyen (basal) supporte des terrains triasiques et jurassiques de l'unité de Llentrisca-Rey (fig. 94). Au N de San Miguel, ce même Miocène surmonte des calcaires barrémiens avec des dolomies associées (fig. 95). Ces formations urgoniennes font suite à des dolomies et calcaires tithoniques-néocomiens et à des calcaires kim-



111: De Cruz de San Miguel à l'Arroyo d'es Port.



110: Haut de la falaise bordant à l'Est la Cala de Eubarca.

Fig. 110 et 111.—Coupes dans le Nord-Ouest de l'île d'Ibiza.

m1P, m1M, m1: poudingues, microbrèches et marnes du Miocène inférieur; n4U: calcaires barrémiens, à faciès urgonien, et dolomies associées (Ud); n4-3: marnes de l'Hauterivien-Barrémien; n3-j9: calcaires du Tithonique-Néocomien; j8-7: calcaires en dalles du Kimméridgien s. l.; t9-6: marnes du Keuper.

méridgiens constituant le noyau d'un *anticlinal couché vers le NW*. Le flanc normal de cet anticlinal semble légèrement chevaucher son flanc inverse; ce dernier comporte, outre des calcaires kimméridgiens et tithoniques-néocomiens, des marnes fossilifères de l'Hauterivien et du Barrémien, puis des calcaires barrémiens constituant la colline et les falaises de Cruz de San Miguel (fig. 111).

A l'E du Port de San Miguel, les calcaires barrémiens du flanc normal de l'anticlinal sont surmontés par des dépôts miocènes que chevauchent le Trias et le Lias-Dogger de l'unité de Llentrisca-Rey (imbrication de Rotavea-Fornou, fig. 96).

CONCLUSIONS.

La côte NW de l'île est bordée en presque totalité par des terrains se rapportant à l'unité d'Eubarca. Il s'agit de terrains compris entre le Kimméridgien s. l. et le Cénomaniens, sous une couverture transgressive de Miocène inférieur et moyen (basal). Le Crétacé présente des formations urgoniennes caractérisant la série stratigraphique d'Eubarca.

Les couches ont une direction générale SW-NE et plongent dans l'ensemble vers le SE.

Cette unité présente plusieurs imbrications se chevauchant du SE vers le NW.

Des terrains triasiques et jurassiques de l'unité de Llentrisca-Rey chevauchent généralement des assises miocènes de l'unité d'Eubarca.

IV. Conclusions

L'unité d'Eubarca présente des terrains compris entre le Lias-Dogger et le Cénomaniens inclus, recouverts en transgression par du Miocène inférieur et moyen (basal). On ne connaît pas de termes stratigraphiques entre le Lias-Dogger et le Kimméridgien s. l. et entre le Cénomaniens et le Miocène inférieur.

Les terrains crétacés revêtent uniquement dans cette unité les faciès dits d'Eubarca.

Tous ces terrains participent à la constitution de *plis couchés vers le NW* ou *d'imbrications se chevauchant du SE vers le NW*. Cette tectonique tangentielle est donc postérieure à la base du Miocène moyen.

Le noyau des anticlinaux est constitué par des calcaires kimméridgiens, tithoniques-néocomiens ou urgoniens; le cœur des synclinaux est occupé par des marnes miocènes ou albo-cénomaniennes.

Les flancs inverses des anticlinaux sont souvent étirés et chevauchés par les flancs normaux.

Les couches montrent une direction générale SW-NE et un pendage incliné dans l'ensemble de 20 à 40° vers le SE.

L'amplitude du chevauchement des imbrications ou des flancs normaux des anticlinaux sur les flancs inverses semble de l'ordre de 1 à 2 km.

Dans le SW de l'île des poudingues massifs, polygéniques apparaissent comme étant post-tectoniques; peut-être pourraient-ils se rapporter au Miocène supérieur.

L'unité d'Eubarca constitue l'autochtone relatif de l'île d'Ibiza. Sa structure est beaucoup plus complexe que ne le pensaient les auteurs antérieurs; ces derniers n'avaient en effet pas reconnu les nombreux plis couchés et imbrications qui l'affectent.

TROISIÈME PARTIE

Conclusions générales

CHAPITRE XII

ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE ET STRUCTURALE

Avant de replacer Ibiza et Formentera dans le cadre plus général des Baléares et des Cordillères bétiques, il est utile de rappeler les principaux résultats apportés au cours des chapitres précédents.

I. Données relatives aux îles d'Ibiza et de Formentera

A) Données de la stratigraphie.

On ne sait rien de l'histoire anté-triasique d'Ibiza, car le Primaire en place y est inconnu.

Seule de l'archipel baléare, Minorque montre du Paléozoïque à l'affleurement.

Ce dernier comporte un complexe schisto-gréseux, où le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère marins ont été reconnus.

Des grauwackes ont été rencontrées dans le SE de Majorque (Maria de la Salud, Sineu) sous forme de galets dans des conglomérats burdigaliens.

Le TRIAS d'Ibiza est représenté par deux ensembles :

- Un ensemble carbonaté, comprenant des calcaires dolomitiques, gris-noir, et des calcaires compacts comportant de rares macrofaunes (Lamellibranches, Gastéropodes, Cératites) du Muschelkalk.
- Un complexe marno-gypsifère, rattaché au Keuper. C'est probablement à cette époque que se sont mises en place des venues éruptives (C. CARQUILLE-BEAUSEIGNEUR et Y. RANGHEARD, 1967 et 1968).

Après le régime lagunaire du Trias supérieur, le retour de la mer se fait au LIAS inférieur. A cette époque se déposent à Ibiza des calcaires dolomitiques en plaquettes (Rhétien probable), auxquels font suite des dolomies et des calcaires dolomitiques gris, en bancs ou massifs, que nous rapportons essentiellement au Lias (il est possible que le Dogger soit compris aussi dans cette série).

La sédimentation du Jurassique supérieur débute à Ibiza par des fausses-brèches rouges et des calcaires noduleux bleus de l'OXFORDIEN *s. l.* supérieur (zones à *G. transversarium*, à *E. bimammatum* et à *I. planula*) et du KIMMÉRIDIEN *s. l.* (zones à *S. platynota* et à *A. suberinum*). Il est possible que l'Oxfordien *s. l.* inférieur et moyen, ainsi que le Callovien, soient représentés par le sommet des dolomies sous-jacentes, ou soient absents par lacune.

Dans les fausses-brèches et les calcaires noduleux du Jurassique supérieur prédominent des organismes pélagiques : Chlorophycées (*Globochaete*), Fibrosphères (*Stomiosphaera*), Radiolaires, Protoglobigérines. Les Ammonites qui se rencontrent en grand nombre dans ces dépôts indiquent une mer largement ouverte. Les sédiments renferment cependant des organismes benthoniques (*Lagenidae*, *Miliolidae*), —ce qui implique une mer peu profonde— et des organismes de type côtier (coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes, débris d'Echinodermes). Il s'agirait donc de sédiments littoraux soumis à des influences pélagiques.

Les fausses-brèches et calcaires noduleux se seraient formés à la suite du remaniement sur place, par des courants sous-marins du sédiment non consolidé.

Sur ces fausses-brèches et calcaires noduleux reposent des calcaires compacts, en dalles, à grain fin, gris-bleu à noirâtre, du Kimméridgien *s. l.* Ils renferment surtout des organismes pélagiques : *Globochaete*, Fibrosphères, *Saccocomidae*.

AU TITHONIQUE commencent à s'individualiser trois domaines de sédimentation contigus, avec passages de faciès de l'un à l'autre. Du NW au SE, ce sont : les séries d'Eubarca, de San José et d'Ibiza.

Dans les séries plus septentrionales d'Eubarca et de San José, la sédimentation calcaire se poursuit. Les calcaires en dalles du Kimméridgien *s. l.* sont suivis par des calcarénites d'âge tithonique-valanginien dans la série de San José, tithonique-néocomien dans la série d'Eubarca. Ceci implique un milieu agité, peu profond. Rappelons aussi la présence dans les calcarénites de Foraminifères néritiques (*Textulariidae*, *Valvulinidae*, *Miliolidae*, Trocholines...). Les organismes pélagiques y sont rares.

Au Puig Empeño (série de San José) s'observe, en outre, un type de sédi-

mentation lacustre ou lagunaire, avec apparition de Charophytes, Ostracodes, Gastéropodes d'eau douce.

Dans la série d'Ibiza, le Tithonique et le Berriasien revêtent un faciès marneux et sont datés par des Ammonites pyriteuses et par des associations de Calpionelles. Parmi les Ammonites ont été recueillis les représentants de certains genres pélagiques de la Téthys (*Lytoceras*, *Phylloceras*...). La présence de Calpionelles n'implique pas toujours un régime sédimentaire profond (G. COLOM, 1965). Ainsi, à Ibiza, des influences terrigènes s'observent dans les calcaires argileux, à ciment de calcite plus ou moins riche en quartz et en muscovite détritique et en oxydes de fer.

Le plancton de cette mer comprenait aussi de rares Radiolaires, de rares Crinoïdes pélagiques (*Saccocomidae*), des *Globochaete*. A partir du Berriasien, des *Nannoconus* y apparaissent. Cette association indique une mer largement ouverte.

Au Jurassique terminal et au début du Crétacé la sédimentation est donc néritique dans les séries de San José et d'Eubarca, alors que dans la série d'Ibiza le régime sédimentaire est pélagique, "plus profond".

La différenciation des trois séries qui s'était amorcée au Tithonique se poursuit durant le CRÉTACÉ INFÉRIEUR.

Dans la série d'Eubarca prédominent des calcaires massifs, zoogènes, associés à des dolomies. Au-dessus des calcarénites tithoniques-néocomiennes se déposent des calcaires urgoniens (Barrémien-Aptien), à *Orbitolinidae*, Rudistes. Ils sont surmontés par des marnes et des calcaires argileux de l'Albien et du Cénomaniens, à Orbitolines, Brachiopodes, Lamellibranches, Ammonites, Echinodermes.

La sédimentation est cependant essentiellement calcaire. Il s'agit principalement de calcarénites et de calcaires oolithiques, parfois bréchoïdes, impliquant un milieu peu profond, agité ; ce fait est confirmé par la présence de Dasycladacées qui se développaient dans des eaux peu profondes, et celle d'organismes littoraux (*Miliolidae*, *Textulariidae*...). Les *Orbitolinidae*, les Rudistes indiquent une mer chaude, peu profonde. Des récurrences à Charophytes s'observent, très rarement et localement il est vrai, dans ces calcaires urgoniens. Les faciès marneux renferment des organismes de type côtier (Lamellibranches...). La sédimentation dans cette série est donc néritique à littorale.

Dans la série de San José les calcarénites à Calpionelles et à Trocholines du Tithonique-Valanginien (rapportées à tort à l'Urgonien par les auteurs antérieurs) sont surmontées par des marnes sableuses, micacées, et des calcaires argileux, à Céphalopodes pyriteux. Les faciès marneux n'apparaissent

dans cette série qu'à l'Hauterivien (peut-être au Valanginien supérieur) et se continuent au moins jusqu'au Cénomaniens basal.

Dans la série d'Ibiza, la sédimentation est essentiellement marneuse, continue depuis le Tithonique jusqu'à l'Albien compris. Il s'agit de marnes et de calcaires argileux semblables à ceux de la série de San José.

Rappelons l'abondance dans les marnes de ces deux séries d'Ammonites pyriteuses, indiquant une mer ouverte. Soulignons la présence de Lamellibranches, surtout à l'Albien (plus fréquents dans la série de San José, notamment à Cubells), de Brachiopodes et d'Echinodermes, traduisant une sédimentation en eau relativement peu profonde. Notons l'absence de calcaires à faciès urgonien dans ces deux séries, où la sédimentation est essentiellement terrigène (calcaires argileux à quartz et muscovite détritiques...).

On observe donc à Ibiza trois séries avec passages latéraux de faciès néritiques à pélagiques du NW vers le SE. Les passages latéraux se font plus rapidement que ne le supposait P. FALLOT : on peut, en effet, suivre l'évolution des faciès dans les unités tectoniques. Les forces tectoniques qui ont agi sur ces séries ont provoqué non des charriages importants, mais des plis couchés ou des imbrications dont l'amplitude de déplacement est faible. Ces plis couchés conduisent à multiplier sensiblement par deux la largeur actuelle des affleurements et à admettre une distance initiale de 50 km environ entre l'extrémité NW de la série d'Eubarca, essentiellement néritique, et l'extrémité SE de la série d'Ibiza, pélagique.

Au CRÉTACÉ SUPÉRIEUR se déposent dans les séries d'Eubarca et de San José des calcaires compacts, à grain fin, et des marno-calcaires, à microfaunes pélagiques (*Pithonella*, *Heterohelix*, *Rugoglobigerina*, *Globotruncana*...). Les associations de *Globotruncana* ont permis d'identifier dans ces calcaires et marno-calcaires des niveaux compris entre le Turonien et le Sénonien dans la série d'Eubarca, et entre le Cénomaniens et le Maestrichtien dans la série de San José.

Le Crétacé supérieur n'est pas connu dans la série d'Ibiza.

Les calcaires cryptocristallins du Crétacé supérieur ont dû se déposer dans des eaux calmes, peu profondes. Les microfaunes planctoniques indiquent une mer largement ouverte. Mais les sédiments renferment aussi des débris de Mollusques (Inocérames) et d'Echinodermes indiquant une influence néritique.

Après le Maestrichtien, la mer se retire et toute l'île est alors émergée. La mer ne revient qu'au BURDIGALIEN et l'on note des dépôts de poudingues, de microbrèches, de marnes et calcaires argileux.

Les poudingues renferment des galets calcaires et parfois des galets d'ophite et d'andésite (E du Cap Negret).

Les microbrèches contiennent des éléments calcaires empruntés au voisinage immédiat.

Les marnes sont assez riches en Foraminifères planctoniques (*Globigerinoides*, *Globigerina*, *Globoquadrina*, *Globorotalia*...); des espèces benthoniques sont aussi représentées. Les espèces *Ammonia beccarii* et *Nonion boueanum* indiquent des dépôts littoraux ou saumâtres. Les faciès pétrographiques (marnes avec bancs de microbrèches, marnes avec galets) et les fossiles (Mélobésiées, Lamellibranches, Echinodermes) impliquent des conditions littorales.

A Ibiza, les dépôts burdigaliens, bien que pélagiques, sont peu profonds. La découverte de Lamellibranches, tels que *Anodonta* (à l'W de l'Atalaya de San José) indique même un milieu lacustre, sans doute dû à un retrait de la mer.

La sédimentation se poursuit au MIOCÈNE MOYEN par des marnes et des calcaires argileux.

Des calcaires du TORTONIEN se sont déposés après la mise en place des structures tangentielles. Ces calcaires ont dû s'étendre largement sur Ibiza; ils recouvrent entièrement l'île de Formentera, empêchant de voir son substratum.

Le QUATERNAIRE marin est représenté à Ibiza par des niveaux de conglomérats situés aux altitudes de 25-30 m (Tyrrhénien I), 5-6 m (Tyrrhénien II), 2-3 m (Tyrrhénien III).

Les dépôts marins alternent ou sont en relation vers l'intérieur des terres avec des formations continentales (limons rouges plus ou moins calcifiés, dunes, croûte calcaire).

B) Données de la tectonique.

Les formations ibizoises du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen sont nettement transgressives et discordantes sur les terrains antérieurs. Une phase tectonique postérieure au Maestrichtien et antérieure au Miocène inférieur est responsable des plis à grand rayon de courbure qui se sont alors dessinés. Peut-être s'agit-il là de contrecoups de la phase qui se situe, dans l'E des Cordillères bétiques, entre le Bartonien et l'Aquitaniens.

Le Miocène inférieur et la base du Miocène moyen sont aussi impliqués dans la tectonique tangentielle qui a donné naissance à des plis couchés vers le NW et à des écaillés et qui montre un empilement de trois unités tecto-

niques, à savoir du NW vers le SE et allant de l'unité la plus basse à l'unité la plus élevée :

- L'unité d'Eubarca, ne comportant que des terrains de la série d'Eubarca.
- L'unité de Llentrisca-Rey, dont les terrains constitutifs se rapportent à la série d'Eubarca et à la série de San José.

Dans ces deux unités, les formations carbonatées sont prédominantes et l'on observe surtout des imbrications à base triasique et à sommet miocène (Miocène inférieur et base du Miocène moyen).

- L'unité d'Ibiza, comportant surtout des terrains de la série d'Ibiza, mais aussi de la série de San José. Le matériel stratigraphique plus souple a évolué en plis couchés vers le NW.

Cette tectonique se traduit par des *plis de couverture* qui ont pu se former grâce au niveau plastique du Trias. L'amplitude des chevauchements est faible (3 à 7 km). Les ruptures séparant les trois unités se sont produites sensiblement aux zones de passages latéraux de faciès des séries stratigraphiques.

Quant à l'âge de cette importante *phase tectonique*, il se situe après la base du Miocène moyen et avant le Tortonien. Il s'agirait vraisemblablement de la phase d'âge miocène supérieur, bien connue dans l'ensemble des Cordillères bétiques.

Nous utiliserons maintenant les données de l'étude stratigraphique et structurale pour essayer d'établir des rapports entre les îles d'Ibiza et Formentera d'une part et les autres îles de l'archipel baléaire d'autre part, et pour tenter de définir quelle est la place d'Ibiza et Formentera dans l'édifice structural des Cordillères bétiques.

II. Problèmes paléogéographiques et structuraux, place d'Ibiza et Formentera dans les Cordillères bétiques

A) Rapports entre les îles d'Ibiza et Formentera et le reste de l'archipel baléaire.

Le Trias de Majorque et de Minorque est, comme celui d'Ibiza, de type germanique. Le Trias inférieur — inconnu à Ibiza — est représenté à Majorque et à Minorque par des sédiments détritiques.

P. FALLOT (1922) avait déjà noté la ressemblance de faciès entre les terrains du Trias moyen et supérieur d'Ibiza et ceux de la Sierra Nord de Majorque. De même qu'à Ibiza, les marnes du Keuper de la Sierra Nord de Majorque sont accompagnées de roches éruptives (microgabbros, diabases, basaltes, andésites) (P. FALLOT, 1922) (1).

Le Trias moyen et supérieur d'Ibiza rappelle aussi celui de Minorque, où se sont déposés au Muschelkalk des calcaires vermiculés à *Daonella* et Céphalopodes, et au Keuper des marnes gypsifères.

Au Lias inférieur, la sédimentation à Majorque et à Minorque est néritique (dépôts de dolomies et calcaires dolomitiques et de calcaires). Au Lias moyen et supérieur s'observent, à Minorque, des dépôts de calcaires et de calcaires dolomitiques présentant des intercalations de marnes à Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes et rares Ammonites.

Dans la Sierra Nord de Majorque ("séries" II et III), le Lias supérieur revêt des faciès pélagiques (marno-calcaires à Céphalopodes).

Dans la partie méridionale de Majorque se déposent des marnes à Ammonites (du Toarcien et de l'Aalénien). De même, les dépôts du Lias moyen et supérieur de l'île de Cabrera (située au S de Majorque) renferment des Ammonites (dont des *Rhacophyllites*, *Tropidoceras*, *Aegoceras*...) indiquant une mer plus profonde.

Au Dogger, s'observe à Majorque une sédimentation pélagique, uniforme : calcaires argileux, à "filaments", Halobies, Radiolaires, Protoglobigérines, Ostracodes, Posidonomyes, Ammonites...

En ce qui concerne Minorque, R. BOURROUILH et M. MOULLADE (1963) rapportent au Dogger des dolomies à vestiges d'une structure oolithique et des calcaires oolithiques à *Coskinolina* (*Meyendorffina*).

La sédimentation du Malm de Majorque est essentiellement marno-calcaire, pélagique. La Sierra Nord de Majorque ("séries" II et III) présente, en outre, des niveaux de fausses-brèches, semblables à celles de l'Oxfordien d'Ibiza.

Le *Tithonique* et le *Crétacé inférieur* de la série d'Ibiza présentent des ressemblances avec les niveaux correspondants de la Sierra Nord de Majorque ("séries" II et III), représentés par des marnes et calcaires argileux à Radiolaires, Fibrosphères, Calpionelles, *Nannoconus* (au Crétacé), Ammonites...

D'après G. COLOM (1947), G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962),

(1) La Sierra Nord de Majorque est formée par la superposition de trois unités se chevauchant du SE vers le NW. Ce sont les "séries" I, II et III (de la plus basse à la plus élevée) de P. FALLOT (1922). Le Trias inférieur n'est connu que dans la "série" I. Le Trias moyen et supérieur présente les mêmes sédiments dans les trois "séries".

une zone de sédimentation profonde ou géosynclinale, de direction NNE, passerait entre Ibiza et Minorque, à partir du Jurassique supérieur et durant le Crétacé inférieur. La partie N d'Ibiza et Minorque en constitueraient les bords littoraux. L'aire ibizoise dépendrait d'une plate-forme se prolongeant au large de l'actuelle province d'Alicante; l'aire minorquine serait rattachée à une zone de terres émergées ou envahies par des eaux littorales, à l'E de Minorque. Il y aurait à l'Albien une émergence du Massif catalan s'unissant à l'aire émergée de Minorque et recul du géosynclinal vers le S, ce qui expliquerait la présence de faunes albiennes néritiques-littorales dans la série d'Eubarca et dans la Sierra Nord de Majorque.

Le Crétacé supérieur a été signalé à Majorque, à l'état remanié, dans le Burdigalien supérieur (J. M. OLIVEROS, B. ESCANDELL et G. COLOM, 1960), et en place également sur le bord sud de la Sierra Nord (G. COLOM, *in litt.*).

La découverte du Turonien et du Sénonien en place à Ibiza modifie la paléogéographie admise dans ces régions. On peut en conclure qu'au Sénonien supérieur au moins une partie notable du domaine baléaire était recouverte par la mer.

D'après G. COLOM (1947, 1962), G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962) il y eut une émergence totale des Baléares à l'Eocène inférieur, rattachement des Baléares au Massif catalan-corso-sarde. Puis, des transgressions pénétrèrent à l'intérieur des terres basses de Majorque, de plus en plus loin en direction N (transgressions yprésienne, lutétienne, bartonienne, latorfienne). Ces transgressions furent suivies de régressions et de l'établissement de bassins lacustres et de zones marécageuses donnant des dépôts de lignite.

Au Burdigalien, la mer revient à Majorque et recouvre Ibiza. Le Miocène inférieur d'Ibiza est tout à fait semblable à celui de la Sierra Nord de Majorque ("séries" I, II et III), où se sont déposés —outre des conglomérats de base— des microbrèches à *Scutella* et *Clypeaster* et des marnes à Foraminifères pélagiques et benthoniques, à *Lamellibranches*...

G. COLOM et B. ESCANDELL (1960-1962) signalent au Burdigalien des Baléares trois zones de sédimentation :

- Une zone détritique, littorale, située à l'E de Majorque, influencée par la région minorquine émergée.
- Une zone glauconieuse dans la région centrale de Majorque, correspondant au pied du talus continental.
- Une zone pélagique, en grande partie marneuse, à l'W de Majorque et à Ibiza.

A Majorque, la mer burdigalienne effectue un mouvement de retrait, suivi d'une émergence et de la formation d'une zone centrale laguno-saumâtre durant le Burdigalien supérieur (avec gypse, lignite, Charophytes, Ostracodes, Hydrobies...).

A l'Helvétien, la mer pénètre dans les régions basses du centre de Majorque et dépose des molasses blanches, post-orogéniques.

A Minorque, le Vindobonien est représenté par des calcarénites claires, à Foraminifères, post-tectoniques (R. BOURROUILH et G. COLOM, 1968), semblables aux calcaires tortoniens d'Ibiza; ces calcarénites forment un plateau occupant la partie S de l'île.

Au Miocène supérieur (?), au Pliocène (?) et au Quaternaire ancien, les îles Baléares devaient être rattachées à la Péninsule Ibérique, ainsi que l'atteste la découverte de *Myotragus balearicus* BATE dans le Quaternaire de Majorque et de Minorque.

Les dépôts quaternaires de Majorque et de Minorque sont identiques à ceux d'Ibiza. Des niveaux de Quaternaire marin ont été reconnus par L. SOLÉ SABARÍS (1962) à Majorque (Tyrrhénien I à 25 m, Tyrrh. II à 7-8 m, Tyrrh. III à 2 m) et à Minorque (Tyrrh. II à 4-6 m, Tyrrh. III à 2 m). Les Tyrrhéniens I et II de Majorque présentent des couches à *Strombus bubonius*.

Majorque présente —comme Ibiza— des plis de couverture.

Rappelons que la Sierra Nord de Majorque montre des plis couchés vers le NW et des écaillés appartenant à trois unités (P. FALLOT, 1922) se chevauchant du SE vers le NW :

- La "série I", la plus basse, bordant le littoral septentrional.
- La "série II", médiane, chevauchant la précédente sur 12 km.
- La "série III", la plus élevée, formant les contreforts méridionaux de la Sierra N, recouvrant l'unité sous-jacente de plus de 10 km.

La Sierra de Levante est également affectée par des plis couchés vers le NW et par des écaillés. Six unités tectoniques, se chevauchant du SE vers le NW ont été distinguées par B. DARDER (1925).

D'après B. ESCANDELL et G. COLOM (1960), il y aurait eu à Majorque trois phases tectoniques (post-latorfienne, burdigalienne, post-burdigalienne).

A Majorque, la phase de contractions paroxysmales est postérieure au Miocène inférieur (impliqué dans la tectonique). Les forces tangentielles se sont exercées, comme à Ibiza, du SE vers le NW.

Ainsi que le pensait P. FALLOT (1922): "... l'île de Majorque peut être considérée comme continuant vers le NE, sinon les éléments tectoniques mêmes que l'on observe à Ibiza, du moins l'ensemble orogénique dont fait partie cette île".

R. BOURROUILH (1962, 1966) signale à Minorque :

- Une tectonique anté-triasique (avec sans doute plusieurs phases hercyniennes), responsable de plis nombreux, fortement déversés ou couchés, sans directions structurales particulières.
- Une tectonique alpine, responsable de failles et de nombreux décollements et provoquant de nouvelles déformations (décollements et chevauchements) dans le Paléozoïque. Les forces tectoniques se sont exercées antérieurement au Vindobonien et sont sans doute synchrones de celles qui ont plissé Majorque et Ibiza lors du paroxysme orogénique.

Lors de la surrection des Baléares, un large promontoire a dû s'allonger depuis le Cabo de la Nao (province d'Alicante) jusqu'à Minorque. Ce promontoire aurait subi un fractionnement au cours du Pliocène et du Quaternaire, à la suite d'importants mouvements verticaux. De tels mouvements auraient en particulier provoqué l'affaissement du Massif catalan, au N des Baléares.

D'après J. BOUCART (1960), "des failles NNE-SSW ou S-N semblent découper le promontoire en plateaux. Les premières ont donné lieu au passage qui sépare du précontinent espagnol l'ensemble Ibiza-Formentera; un autre passage sépare le premier ensemble insulaire de celui de Majorque-Minorque".

R. BOURROUILH et J. MAGNÉ (1963) signalent à Minorque des mouvements de bascule vers le S dès le début du Néogène, puis des mouvements vers le N où se déposent des calcaires attribués au Pliocène supérieur-Quaternaire.

De tels mouvements se seraient produits à Majorque (O. MENGEL, 1934). Des remontées récentes s'observent :

- A Minorque (relèvement de l'île d'environ 80 m; actuellement l'île basculerait vers le S).
- A Ibiza (relèvement de la côte NW).
- A Formentera (remontée du promontoire E de 100 m).

Il convient de rappeler à ce sujet les travaux océanographiques de L. GLANGEAUD (1951, 1959, 1961, 1962, 1966, 1967) tendant à relier les grands ensembles structuraux continentaux aux zones immergées de la Méditerranée. Les grandes structures décrites à Ibiza correspondent bien aux séries chevauchantes de la marge continentale européenne (zone E de L. GLANGEAUD, 1966), séries dans lesquelles le Trias gypsifère joue un grand rôle et qui ont subi des vicissitudes variées avant d'être découpées en mosaïques par les grandes failles plio-quaternaires.

Ibiza présente bien des similitudes de faciès avec Majorque et Minorque.

Le dispositif structural de la Sierra Nord de Majorque continue vraisemblablement, sinon par les mêmes éléments tectoniques, du moins par un style identique, les dislocations de l'île d'Ibiza.

B) Place des îles d'Ibiza et de Formentera dans les Cordillères Bétiques.

Depuis les travaux de M. BLUMENTHAL (1927) et de P. FALLOT (1945, 1948), on distingue dans les zones externes des Cordillères bétiques deux grands ensembles tectoniques et paléogéographiques. Ce sont du N au S (fig. 8) :

- Le PRÉBÉTIQUE, couverture méridionale du bâti autochtone de la Meseta ibérique, comportant des terrains mésozoïques généralement épais, à faciès *néritiques* ou *continentaux*. Cette couverture est plissée, parfois décollée et écaillée, injectée de Trias marno-gypsifère.
- Le SUBBÉTIQUE, fortement disloqué, décollé au-dessus du Trias marno-gypsifère, et charrié du S vers le N sur le Prébétique. Il revêt des faciès *essentiellement pélagiques*. Le Jurassique y est calcaire, le Crétacé marneux, avec continuité de sédimentation du Sénonien à l'Eocène et à l'Oligocène sous des faciès marneux.

Des séries *intermédiaires* présentant au Crétacé des faciès de transition entre ceux du Prébétique et ceux du Subbétique ont été découvertes dans les provinces de Jaén et de Grenade (R. BUSNARDO, 1960-1962; A. FOUCAULT, 1960, 1960-1962, 1962, 1964), dans les provinces de Murcie (J. AZÉMA, 1965; J. PAQUET, 1963) et d'Alicante (J. AZÉMA, 1965; B. GARCÍA RODRIGO, 1968).

P. FALLOT (1945) rapportait au Prébétique la "série d'Eubarca", au Subbétique les "séries de Cirer-Rey et d'Ibiza" (1) et la Sierra Nord de Majorque.

Pour G. COLOM (1947), les relations entre les Baléares et les grandes unités des Cordillères bétiques s'établissent ainsi :

"Prébétique. Représenté à Ibiza par la série tectonique la plus septentrionale d'Eubarca, avec ses sédiments urgoniens, et à Majorque par la série tectonique inférieure de la Sierra Norte, dépourvue de dépôts supérieurs au Lias moyen et supérieur.

Subbétique. A Ibiza participent à cette zone les séries tectoniques de Cirer-Rey et

(1) Les trois unités reconnues par P. FALLOT (1917, 1922) sont, d'après lui, à la fois tectoniques et stratigraphiques. Rappelons que la "série de Cirer-Rey" correspond à notre unité tectonique de Llentrisca-Rey, comportant des terrains de la série d'Eubarca et de la série de San José.

d'Ibiza..., cette dernière d'origine plus méridionale... La première contient des sédiments de transition entre celle d'Eubarca et celle d'Ibiza, et cette dernière présente les caractères d'une zone profonde. A Majorque le Subbétique serait représenté par la Sierra Nord et le reste plus méridional de l'île. Ces deux séries tectoniques de la Sierra Nord sont celles qui contiennent les dépôts les plus complets de la sédimentation profonde, depuis le Toarcien jusqu'au Cénomano-Turonien.

Bétique. Ne serait pas représenté dans les Baléares".

Les différents faciès du Trias et du Jurassique d'Ibiza présentent bien des analogies avec ceux de diverses régions du Prébétique et du Subbétique de la Péninsule Ibérique. Mais c'est surtout au Crétacé que la comparaison des séries ibizoises avec celles des zones externes des Cordillères bétiques présente le plus d'intérêt.

Les passages latéraux de faciès néritiques à des faciès pélagiques que nous avons observés dans le Tithonique et le Crétacé inférieur d'Ibiza rappellent ceux qui ont été signalés dans le Prébétique de l'E des Cordillères bétiques.

Une telle évolution du Tithonique et du Crétacé inférieur vers des faciès de plus en plus marneux en allant du Prébétique s. s. au Subbétique apparaît nettement dans les coupes de La Querola et de la Sierra de Foncalent, données par R. BUSNARDO et M. DURAND DELGA (1960).

La série stratigraphique de La Querola ou de la Sierra Mariola, au N d'Alcoy, précisée et complétée par R. BUSNARDO, Y. CHAMPETIER, E. FOURCADE et M. MOULLADE (1968), montre les termes suivants :

- Calcaires, avec dolomies à la base du Malm supérieur.
- Calcaires, marnes, grès, calcaires oolithiques... à faune néritique, du Portlandien au Valanginien inférieur.
- Marnes à Ammonites pyriteuses, du Valanginien supérieur au Barémien inférieur.
- Calcaires, dolomies et marnes, à *Orbitolinidae* et à Rudistes, du Barémien supérieur à l'Albien.

Cette série, rapportée au Prébétique, semble intermédiaire entre la série d'Eubarca et la série de San José.

Dans la Sierra de Foncalent, à la sortie W d'Alicante, se superposent des calcaires à grain fin à *Globochaete* et à *Saccocomidae* du Malm, des calcaires semblables à Calpionelles et *Berriasella* du Malm-Berriasien, suivis de marnes crétacées à Ammonites.

Cette série, également prébétique, mais appartenant à un domaine paléogéographiquement intermédiaire entre le Prébétique s. s. et le Subbétique, évoque la série d'Ibiza.

La série d'Eubarca présente bien des affinités avec le Jurassique et le

Crétacé de la Sierra de Fontanells (province de Valence) (Y. CHAMPETIER, 1967).

Les calcaires sublithographiques campaniens de la Sierra de Mediodía (province d'Alicante) (Y. CHAMPETIER, 1967) renferment les mêmes associations planctoniques que les calcaires "ivoirins" ibizoises de même âge.

Notons aussi les ressemblances du Crétacé inférieur de la série d'Eubarca avec celui de la région d'Elche de la Sierra (province d'Albacète).

Aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie, J. AZÉMA (1965, 1966) a observé le passage progressif du NW au SE de formations à caractères néritiques à des séries de plus en plus pélagiques dont les affinités avec celles du Subbétique sont franchement marquées. C'est ainsi que l'auteur distingue :

- Les formations du Carce et de Salinas, néritiques ou épicontinentales (avec notamment des calcaires du Jurassique supérieur à Trocholines et Clypéines, des calcaires urgoniens à Orbitolines, des calcaires et des dolomies du Crétacé supérieur). Ces formations sont rapportées au Prébétique s. s.
- Les formations de la Garrapacha et celles de Corque et de Lugar, constituant des séries à "faciès intermédiaires".

Les formations crétacées de la Garrapacha renferment des marnes gréseuses et des calcaires aptiens, à Orbitolines, des marnes sableuses et micacées de l'Albien, des calcaires marneux à Ammonites et Echinodermes du Cénomano-Turonien, des calcaires marneux à *Globotruncana* du Sénonien.

Les formations crétacées du Corque et de Lugar sont essentiellement marneuses et marno-calcaires.

La série ibizoise d'Eubarca présente des ressemblances de faciès avec les formations du Carce et de Salinas, et également avec celles de la Garrapacha.

La série d'Ibiza montre des affinités avec les formations du Corque et de Lugar.

Il est difficile d'établir des correspondances exactes entre les séries d'Ibiza et d'autres séries des Cordillères bétiques. La comparaison de faciès montre que les séries d'Ibiza présentent des parentés incontestables avec les séries du Prébétique central (Sierra Mariola) et méridional (Sierra de Foncalent) de l'E des Cordillères bétiques, dont on sait que les faciès commencent à annoncer le sillon subbétique.

Les faciès crétacés de la série d'Eubarca sont essentiellement néritiques, ceux de la série de San José, d'abord néritiques, deviennent pélagiques. La série d'Ibiza présente des faciès essentiellement pélagiques; mais ce caractère pélagique ne préjuge pas de la profondeur des dépôts: les sédiments crétacés

de la série d'Ibiza restent détritiques et ne revêtent pas les caractères "profonds" des dépôts subbétiques.

Les sédiments des séries d'Eubarca et de San José se sont déposés sur une plate-forme continentale et ceux de la série d'Ibiza à proximité du talus continental. La série d'Ibiza appartient, selon nous, à un domaine assez méridional du Prébétique.

A Ibiza, le passage latéral des faciès néritiques au NW à des faciès pélagiques au SE de l'île se fait rapidement. Le rapprochement des séries ibizoises s'effectue par une tectonique tangentielle consistant en des plis couchés vers le NW, des imbrications, des chevauchements de faible amplitude.

Le Prébétique interne de la province d'Alicante (B. GARCÍA RODRIGO, 1960-1962, 1965, 1968) présente —comme à Ibiza— des plis de couverture : les terrains mésozoïques et burdigaliens ont subi un décollement d'ensemble et se sont déplacés vers le NNW.

D'après nous, les séries ibizoises sont paléogéographiquement intermédiaires entre le Prébétique s. s. et le Subbétique s. s. L'île d'Ibiza représente le prolongement vers le NE du Prébétique interne de la Péninsule ibérique.

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS

Bol. Inst. Geol. y Min. España	Boletín del Instituto Geológico y Minero de España.
Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.	Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid.
Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. Baleares	Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural de Baleares. Palma de Mallorca.
Bull. Serv. Carte géol. Algérie	Bulletin du Service de la Carte géologique d'Algérie. Alger.
Bull. Serv. Inf. Géol. B. R. G. M.	Bulletin du Service d'information géologique du Bureau de Recherches géologiques et minières. Paris.
B. S. G. F.	Bulletin de la Société géologique de France. Paris.
C. R. Ac. Sc.	Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris.
C. R. somm. S. G. F.	Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France. Paris.
Ecl. geol. Helv.	Eclogae geologicae Helvetiae. Basel.
Est. geol.	Estudios geológicos. Madrid.
Geol. Jb.	Geologisches Jahrbuch. Hannover.
Geol. Mijn.	Geologie en Mijnbouw. Amsterdam.
Geol. Rundsch.	Geologische Rundschau. Stuttgart.
Mem. Real Acad. Cien. y Art. Barcelona	Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

- N. Jb. Geol. Pal. Mh. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Monatshefte. Stuttgart.
- Not. Com. Inst. Geol. y Min. España ... Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Rend. Acc. Lincei Rendiconti della Accademia nazionale dei Lincei. Roma.
- Rev. Géogr. phys. Géol. dyn. Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique. Paris.
- Rev. Micropal Revue de Micropaléontologie. Paris.
- Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- ALASTRUÉ (E.), 1949.—Las unidades estructurales de las Cordilleras Béticas según los estudios del Dr. Blumenthal. *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, LXII, p. 205-271, 7 fig.
- 1956.—Las Cordilleras Béticas. El Cretáceo en España. *Mem. Inst. Geol. y Min. España*, LXVII, p. 301-322.
- ARGAND (E.), 1932.—Observations sur la géologie de Majorque. *Géol. Méditer. Occid.*, vol. II, 5^{ème} p., n° 36, Barcelona.
- ARKELL (W. J.), 1956.—Jurassic Geology of the World. *Oliver & Boyd*, London, 806 p., 102 fig., 46 pl.
- ASHAUER (H.) et HOLLISTER (J. S.), 1934.—Ostpyrenäen und Balearen. *Abh. Ges. Wiss. Göttingen*, Kl. 3, p. 3.
- AUBOUIN (J.), 1961 a.—Propos sur les géosynclinaux. *B. S. G. F.*, (7), III, p. 629-702.
- 1961 b.—Propos sur l'orogénèse. *Bull. Serv. Inf. Géol. B. R. G. M.*, n° 52 et 53, 56 p., 27 fig.
- 1961 c.—Réflexion sur le problème du raccourcissement en tectonique. *Bull. Serv. Inf. Géol. B. R. G. M.*, n° 68, 19 p.
- AZÉMA (J.), 1965.—Sur l'existence d'une zone intermédiaire entre Prébétique et Subbétique dans les provinces de Murcie et d'Alicante (Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, p. 4020-4023.
- 1966 a.—Géologie des confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne). *B. S. G. F.*, (7), VIII, p. 80-86.
- 1966 b.—Observations sur la microfaune du Crétacé supérieur de la région de Fortuna, Prébétique méridional (province de Murcie, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 262, p. 838-840.
- BAUZÁ (J.), 1944.—Notas sobre la paleontología de las Baleares. *Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, LXII, p. 627-630.
- 1945.—Nota sobre el Mioceno de Mallorca. *Miscelánea Almera. Inst. Geol.*, Diput. Prov. Barcelona, I, p. 133-135.

- BAUZÁ (J.), 1946.—Nuevo yacimiento fosilífero en el Trías de la Sierra Norte de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, LXIV, p. 335-338.
- 1961.—Nuevas contribuciones al conocimiento de la Paleontología de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, LIX, n° 1, p. 89-96.
- BATALLER (R.), PALMER (E.), COLOM (G.), 1958.—Nota sobre el hallazgo de depósitos albienses en el extremo NE de la Sierra Norte de Mallorca (región de Pollensa). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, LV, n° 5, p. 117-130.
- BATE (D.), 1914.—The pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geol. Magazine N. S.*, VI, vol. I, p. 337-345, London.
- BEAUSEIGNEUR (C.) et RANGHEARD (Y.), 1967.—Contribution à l'étude des roches éruptives de l'île d'Ibiza (Baléares). *B. S. G. F.*, (7), IX, n. 2, p. 221-224, 2 fig., 3 tabl.
- BEAUSEIGNEUR-CARQUILLE (C.) et RANGHEARD (Y.), 1968.—Nouvelles observations sur les roches éruptives de l'île d'Ibiza (Baléares). *Ann. Scient. Univers. Besançon*, 3^{ème} sér., Géol., fasc. 5, p. 9-12.
- BLUMENTHAL (M.), 1927.—Versuch einer tektonischen Gliederung der Betischen Cordilleren von Central und Süd-West Andalusien. *Ecl. geol. Helv.*, XX, p. 487-532.
- BOURCART (J.), 1953.—L'histoire quaternaire de la Méditerranée à la suite des nouvelles recherches. *Scientia*, 6, vol. 88, n. 499, p. 11-19, Bo'onia.
- 1959.—Le plateau continental de la Méditerranée occidentale. *C. R. Ac. Sc.*, t. 249, p. 1380-1382.
- 1963.—Morphologie de la Méditerranée Occidentale. *Geol. Rundsch.*, LIII, Heft 1, p. 1-8.
- BOURROUILH (R.), 1962.—Note préliminaire sur la tectonique de l'île de Minorque (Baléares, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 10, p. 325-326.
- 1963.—Découverte de Silurien à Graptolites à Minorque (Baléares, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 10, p. 344-345.
- 1964.—Données nouvelles sur l'évolution morphologique de l'île de Minorque depuis le Pliocène supérieur. *C. R. Ac. Sc.*, t. 258, p. 980-983.
- 1966.—Remarques sur la tectonique antétriasique à Minorque (Baléares, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 10, p. 391-393.
- BOURROUILH (R.) et COLOM (G.), 1968.—Sur l'âge du Miocène au Sud de Minorque. *C. R. somm. S. G. F.*, 5, p. 150-152.
- BOURROUILH (R.) et GEYSSANT (J.), 1968.—Présence de *Simosphinctes* (*Ceratosphinctes*) *rachistrophus* (GEMM.) (*Perisphinctidae*, *Idoceratinae*) dans le Jurassique supérieur de l'Est de Majorque (Baléares). *C. R. somm. S. G. F.*, 3, p. 77-79.
- BOURROUILH (R.) et MAGNÉ (J.), 1963.—A propos de dépôts du Pliocène supérieur du Quaternaire sur la côte nord de l'île de Minorque. *B. S. G. F.*, (7), V, p. 298-302.
- BOURROUILH (R.) et MOULLADE (M.), 1963.—Étude stratigraphique et micropaléonto-

- logie d'une série jurassique de l'île de Minorque, Baléares (Espagne). *B. S. G. F.*, (7), V, p. 375-382.
- BRÉBION (P.), CHEVALIER (J. P.), COLOM (G.), LECOINTRE (G.) et RANGHEARD (Y.), 1968.—Sur le Tortonien de Formentera et d'Ibiza (Baléares, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 5, p. 152-153.
- BRINKMANN (R.), 1931.—Betikum und Keltiberikum in Südostspanien. *Beitr. Geol. Westl. Medit. Gebiete*, n. 6, p. 749-855, 7 tabl., 32 fig.
- 1960-1962.—Aperçu sur les chaînes ibériques du Nord de l'Espagne. Livre Mém. Prof. P. Fallot, *Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 291-299.
- BROUWER (H. A.), 1926.—Zur Tektonik der betischen Kordilleren. *Geol. Rundsch.*, XVII, p. 331-336, 1 pl., 1 fig.
- BUSNARDO (R.), 1958.—Le chevauchement du Subbétique au Sud de Jaén (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 247, p. 1366-1368.
- 1960.—Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaén (Andalousie, Espagne). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 324-329, 2 fig.
- 1960-1962.—Regards sur la géologie de la région de Jaén (Andalousie). Livr. Mém. Prof. P. Fallot, *Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 189-198.
- 1964.—Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la transversale Jaén-Grenade (Andalousie). *Geol. Mijñ.*, 43, p. 264-267.
- BUSNARDO (R.), CHAMPETIER (Y.), FOURCADE (E.) et MOULLADE (M.), 1968.—Etude stratigraphique des Faciès à Orbitolinidés et à Rudistes de la Sierra Mariola (Province d'Alicante, Espagne). *Geobios, Fac. Sciences Lyon*, n. 1, p. 165-185, 2 fig., 3 tabl.
- BUSNARDO (R.) et DURAND DELGA (M.), 1960.—Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères Bétiques (Régions d'Alcoy et d'Alicante). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 278 à 287.
- BUSNARDO (R.), DURAND DELGA (M.) et FALLOT (P.), 1958.—Le contact frontal du Subbétique entre le massif de Revolcadores et la Sierra Sagra (provinces de Grenade et de Murcie, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 246, p. 2320-2325.
- BUTZER (K. W.), et CUERDA (J.), 1960.—Nota preliminar sobre la estratigrafía y paleontología del Cuaternario marino del Sur y SE. de la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6, p. 9-29.
- 1962 a.—Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. *Journ. of Geology*, vol. 70, n. 4, p. 398-416.
- 1962 b.—Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 67, p. 25-70.
- CAIRE (A.) et GRAVELLE (M.), 1956.—Etude de quelques roches ophitiques de la région des Biban. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, n. 13, p. 125-138.
- CARANDEL (J.), 1927.—Movimientos lentos en el litoral E de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXVII, p. 648.

- CASTANY (G.) et OTTMANN (F.), 1957.—Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale. *Rev. Géogr. phys et Géol. dyn.*, 2^{ème} sér., vol. I, fasc. 2, p. 46-55.
- CHAMPETIER (Y.), 1965.—Coupe du Jurassique supérieur de l'anticlinal d'Oliva (Province de Valence, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 261, p. 1354-1357.
- 1966.—Sur un type particulier d'extrusion: le relief dolomitique du Montnegre (province d'Alicante, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 2, p. 52-53.
- 1967 a.—Estudio del Jurásico y del Cretácico de la Sierra de Fontanells (Provincia de Valencia). *Not. Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 99-100, p. 135-176.
- 1967 b.—Le Crétacé terminal et le Tertiaire de la Sierra del Mediodia (province d'Alicante, Espagne); présence de Paléocène à faciès lagunaire. *C. R. Ac. Sc.*, t. 264, p. 1683-1685.
- 1967 c.—Le Crétacé supérieur du Massif de Corbera (province de Valence, Espagne); présence de faciès saumâtres et d'accumulations détritiques. *C. R. Ac. Sc.*, t. 265, p. 396-399.
- CHAMPETIER (Y.) et FOURCADE (E.), 1966.—A propos de *Cladocoropsis mirabilis* Felix dans le Jurassique supérieur du Sud-Est de l'Espagne. *Est. geol.*, XXII, p. 101-111.
- CHAMPETIER (Y.) et MOULLADE (M.), 1968.—Sur la présence de Barrémien et l'Aptien à *Orbitolinidae* dans la partie septentrionale de la feuille d'Alcira (prov. de Valence, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 1, p. 12-14.
- CHAUVE (P.), 1967.—Etude géologique du Nord de la Province de Cadix (Espagne méridionale). *Thèse*, Paris, 406 p.
- CHAUVE (P.), DIDON (J.), MAGNÉ (J.) et PEYRE (Y.), 1964.—Mise au point sur l'âge des phénomènes tectoniques dans les Cordillères Bétiques. *Geol. Mijñ.*, 43, p. 273-276.
- CHOUBERT (G.), 1948.—Au sujet des croûtes calcaires quaternaires. *C. R. Ac. Sc.*, t. 226, p. 1630.
- CIRY (R.), 1951.—L'évolution paléogéographique de l'Espagne septentrionale au Crétacé inférieur. *Libr. Jub., Inst. Geol. y Min. España*, 36 p.
- COLOM (G.), 1926.—Nota sobre las Amphisteginas, Miogypsinas y Lepidocyclinas del Burdigaliense de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXVI, p. 287-291.
- 1928.—Las calizas con "embriones de Lagenas" del Cretáceo inferior de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXVIII, p. 393-404.
- 1931.—Estudios litológicos sobre el Cretáceo inferior de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXXI, p. 529-545.
- 1934 a.—Contribución al conocimiento de las facies lito-paleontológicas del Cretácico de las Baleares y de SE de España. *Assoc. Géol. Médit. Occid.*, Barcelona, vol. 3, pt. V, n.º 2.
- 1934 b.—Estudios sobre las Calpionelas. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXXIV, p. 379-388.
- 1935.—Estudios litológicos sobre el Jurásico de Mallorca. *Assoc. Géol. Médit. Occid.*, Barcelona, vol. 2, n.º 4.

- COLOM (G.), 1942.—Sobre nuevos hallazgos de yacimientos fosilíferos del Lías medio y superior en la Sierra Norte de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, LX, p. 221-262, 3 pl.
- 1944.—Un nuevo yacimiento fosilífero del Lías medio en la Sierra Norte de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. LXI, p. 421-424.
- 1945 a.—Los sedimentos cretáceos de las Baleares. *Rev. de Menorca*, Mahón, p. 193-212.
- 1945 b.—Los foraminíferos de concha arenácea de las margas burdigalienses de Mallorca. *Est. geol.*, II, p. 3-33.
- 1946 a.—Los sedimentos burdigalienses de las Baleares (Ibiza-Mallorca). *Est. geol.*, III, p. 21-112.
- 1946 b.—Los foraminíferos de las margas vindobonienses de Mallorca. *Est. geol.*, III, p. 113-180.
- 1946 c.—La geología del Cabo Pinar, Alcudia (Mallorca). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. extr., p. 361-389.
- 1947 a.—Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense. *Inst. "Lucas Mallada", C.S.I.C.*, 147 p., 28 pl.
- 1947 b.—Los foraminíferos fósiles de las facies pelágicas del Mioceno de España. *Est. geol.*, V, p. 131-170.
- 1951.—Notas estratigráficas y tectónicas sobre la Sierra Norte de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XLIX, p. 45-71.
- 1952 a.—Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, XLIV, p. 258-344, 14 pl., 3 fig.
- 1952 b.—On the distribution and lithological importance of *Nannoconus*-limestones in the bathyal facies of the Lower Cretaceous of the Western Mediterranean. *Intern. Geol. Congr.*, Rep. 18 Sess. Great Britain, 1948, Pt. X, p. 83-91, London.
- 1952 c.—Aquitania-Burdigalian diatom deposits of the North Betic strait. *Journal of Paleont. Ithaca*, U. S. A., vol. 26, n.º 6, p. 867-885.
- 1954 a.—La sedimentación pelágica de la isla de Maio (Arch. del Cabo Verde) y sus equivalentes mediterráneos (Malm-Neocomiense). *Bol. Real Sociedad Esp. Hist. Nat.*, Tomo Extr. Homenaje E. Hernández Pacheco, p. 179-192.
- 1954 b.—Estudio de las biozonas con Foraminíferos del Terciario de Alicante. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, LXVI, 279 p.
- 1955.—Jurassic-Cretaceous sediments of the Western Mediterranean zone and the Atlantic area. *Micropaleontology*, vol. 1, n. 2, p. 109-123, New-York.
- 1956 a.—Sobre el origen de las areniscas cuarzosas del Lías medio de Mallorca. *Est. Geol.*, XXXI-XXXII, p. 273-286.

- COLOM (G.), 1956 b.—Los foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca. *Mem. Real Acad. Cien y Art. Barcelona*, XXIII, n.º 5, p. 1-140.
- 1957 a.—Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y de su fauna. *Est. Gen. Luciano Mallorca*, Ser. Cient., n.º 1, Palma de Mallorca, 568 p., 119 fig.
- 1957 b.—El medio y la vida en las Baleares. *Publ. Inst. Biol. Aplicada*, Barcelona, vol. 27, p. 115-128.
- 1957 c.—Sur les caractères de la sédimentation des géosynclinaux mésozoïques. *B. S. G. F.*, (6), VII, p. 1167-1188.
- 1958.—The age of beds with *Miogypsina mediterranea* BRONN., on the island of Majorca. *Micropaleont.*, New-York, vol. 4, p. 347-362.
- 1959.—Sobre una nueva concepción de la sedimentación geosinclinal. *Las Ciencias*, Madrid, XXIV, n.º 1, p. 85-91.
- 1961.—La paléocologie des lacs du Ludien-Stampien inférieur de l'île de Majorque. *Rev. de Micropal.*, IV, n.º 1, p. 17-29.
- 1962.—Sur l'appauvrissement de la faune baléare. Le cas de *Rossmäsleria* de l'île de Formentera. *Soc. Biogéographie*, p. 49-52.
- 1964 a.—El Medio y la Vida en las Baleares. 292 p., 121 fig., Palma de Mallorca.
- 1964 b.—La connaissance du Pléistocène baléare et l'origine de certains endémismes insulaires. *C. R. Soc. Biogéogr.*, p. 62-67.
- 1964 c.—Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca). *Mem. Real Acad. Cienc. y Art. Barcelona*, XXXIV, n.º 15, p. 495-550, 24 fig., 1 pl.
- 1965.—Essai sur la biologie, la distribution géographique et stratigraphique des Tintinnoidiens fossiles. *Ecl. geol. Helv.*, vol. 58, n.º 1, p. 319-334.
- 1967 a.—Los depósitos lacustres del Burdigalense superior de Mallorca. *Mem. Real Acad. Cienc. y Art. Barcelona*, XXXVIII, n.º 5, p. 327.
- 1967 b.—Les lacs du Burdigalien supérieur de l'île de Majorque (Baléares) et le rôle des Mélosires (Diatomées) dans la formation de leurs varves. *B. S. G. F.*, (7), IX, p. 835-843.
- COLOM (G.) et ESCANDELL (B.), 1960-1962.—L'évolution du géosynclinal balear. Livre Mém. Prof. P. Fallot, *Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 125-136, 15 fig.
- COLOM (G.) et GAMUNDÍ (J.), 1951.—Sobre la extensión e importancia de las "Moronitas" a lo largo de las formaciones aquitano-burdigalienses del estrecho nortibético. *Est. geol.*, VII, n.º 14, p. 331-386.
- COLOM (G.), MAGNÉ (J.) et RANGHEARD (Y.), 1969.—Age des formations miocènes d'Ibiza (Baéares) impliquées dans la tectonique tangentielle. *C. R. Ac. Sc.*, en cours d'impression.
- COLOM (G.) et RANGHEARD (Y.), 1966 a.—Les couches à Protoglobigérines de l'Oxfordien supérieur de l'île d'Ibiza et leurs équivalents à Majorque et dans le domaine subbétique. *Rev. Micropal.*, IX, n.º 1, p. 29-36.

- COLOM (G.) et RANCHEARD (Y.), 1966 b.—Microfaunes des calcaires du Muschelkalk d'Ibiza (Baléares).—*Ann. Scient. Univ. Besançon*, 3^{ème} sér., Géol., fasc. 2, p. 33-35.
- CUERDA (J.), 1955.—Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, t. 1-4, p. 59-70.
- 1957.—Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, t. 3, p. 376, 5 tab.
- CUERDA (J.) et MUNTANER (A.), 1952.—Nota sobre las playas cuaternarias con *Strombus* del Levante de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, t. 2, p. 1-8.
- 1953.—Contribución al estudio de las terrazas marinas cuaternarias de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, t. 1, p. 13-15.
- DARDER (B.), 1913.—Los fenómenos de corrimiento en Felanitx (Mallorca). *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, n.º 6, p. 3-9, 3 fig.
- 1914.—El Triásico de Mallorca. *Trab. Mus. Nac. de Cienc. Naturales*, n.º 7, 88 p.
- 1915.—Estratigrafía de la Sierra de Levante de Mallorca (región de Felanitx). *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, n.º 10.
- 1918.—Nota sobre la formación de Cordilleras por corrimientos. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XVIII, p. 341-347.
- 1924.—Sur l'âge des phénomènes de charriage de l'île de Majorque. *C. R. Ac. Sc.*, t. 178, p. 503.
- 1925 a.—La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *B. S. G. F.*, 25, p. 245-278.
- 1925 b.—Estudio geológico de Sineu y Puig de Sant Onofre (región central de Mallorca). *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, n.º 34.
- 1926.—Nota preliminar sobre la tectónica de la región de Artá (Mallorca). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXI, p. 204-223.
- 1929.—Le relief et la tectonique de l'île de Majorque. *Géol. Méd. Occ.*, vol. I, Part II, n.º 2, p. 79-100, pl. X-XXIII, 24 fig., 2 cartes.
- 1945.—Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, LVII, p. 63-775, 221 fig., 101 ph., 11 pl.
- DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.), 1964.—La structure tectonique et l'évolution paléogéographique de la chaîne alpine d'après les travaux récents. *Information Scientifique*, n.º 1, Paris, 33 p., 10 fig.
- DENIZOT (G.), 1930.—Sur un rivage quaternaire de l'île de Majorque et sur les derniers changements de la Méditerranée occidentale. *Assoc. Franc. Avanc. Sciences*, Alger, p. 177-180.
- 1935.—Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée Occidentale et sur la signification du terme Monastirien. *B. S. G. F.*, t. 35, p. 559-571.

- DEPERET (C.) et FALLOT (P.), 1921.—Sur l'âge des formations à lignite de l'île de Majorque. *C. R. Ac. Sc.*, t. 172, p. 790.
- DREYFUSS (M.), 1953 a.—La profondeur de formation des sédiments marins: son intérêt. Utilisation de données mécaniques en vue de sa détermination. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, Paris, p. 70-74.
- 1953 b.—Quelques témoignages de la sédimentation en faveur de discontinuités dans les déformations. *C. R. Ac. Sc.*, t. 236, p. 1910-1912.
- DURAND (J. H.), 1953.—Du nouveau au sujet de la formation des croûtes calcaires s. l. ? *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, p. 196-203.
- DURAND DELGA (M.), 1955.—Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 2^{ème} sér., n.º 24, 533 p.
- 1960.—Introduction à la séance sur les Cordillères bétiques. *B. S. G. F.*, (7), II, p. 263-266.
- 1961.—Paul Fallot (1889-1960), sa vie, son oeuvre. *B. S. G. F.*, (7), III, p. 216-243.
- 1964.—Essai sur la structure des domaines émergés autour de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rundsch.*, LIII, p. 534-535.
- 1956.—Titres et travaux scientifiques. Paris, Impr. Priester, 43 p., 6 fig.
- DURAND DELGA (M.) et BUSNARDO (R.), 1960.—Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (Région d'Alcoy et Alicante). *B. S. G. F.* (7), XI, p. 278-287.
- DURAND DELGA (M.) et MAGNÉ (J.), 1958.—Données stratigraphiques et micropaléontologiques sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne). *Rev. Micropal.*, I, p. 155-175.
- 1960.—Une coupe du Tertiaire prébétique de Benitachell (province d'Alicante, Espagne). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 302-307.
- EGELER (C. G.), 1963.—On the tectonics of the eastern Betic Cordilleras (SE Spain). *Geol. Rundsch.*, LIII, Heft 1, p. 260-269.
- ESCANDELL (B.) et COLOM (G.), 1960 a.—Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baléares). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 267-272.
- 1960 b.—Sobre la existencia de una fase de contracciones tangenciales en Mallorca durante el Burdigaliense. *Temas geológicos de Mallorca. Mem. Inst. Geol. y Min. España*, LXI, p. 395.
- 1964.—Notas estratigráficas y paleontológicas sobre los depósitos flandrienses del Puerto de San Antonio Abad (Ibiza). *Notas y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 75, p. 95-118.
- FALLOT (P.), 1910.—Sur quelques fossiles pyriteux du Gault des Baléares. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. IX, fasc. 2, p. 62-90, 8 fig., 3 pl.
- 1914.—Sur la stratigraphie de la Sierra de Majorque (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 143, p. 817-819.
- 1916 a.—Sur la présence de l'Aptien dans la Sierra de Majorque. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, t. XI, p. 1-11.

- FALLOT (P.), 1916 b. — Sur la présence de l'Albien dans la Sierra de Majorque. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 157, p. 838.
- 1917 a. — Sur la Géologie de l'île d'Ibiza (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 164, p. 103-104.
- 1917 b. — Sur la tectonique d'Ibiza (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 164, p. 186-187.
- 1918. — Au sujet de l'âge des phénomènes de charriage de la chaîne bétique. *C. R. somm. S. G. F.*, 16, p. 168.
- 1920 a. — Observations sur les phénomènes de charriage du centre de la Sierra de Majorque (Iles Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 170, p. 739.
- 1920 b. — Sur l'extension des phénomènes de charriage dans la Sierra de Majorque. *C. R. Ac. Sc.*, t. 170, p. 848.
- 1920 c. — Observations nouvelles sur la tectonique de la Sierra de Majorque. *Trav. Lab. Géol. Univ. de Grenoble*, t. XXXII, n. 2, p. 389-396.
- 1920 d. — La faune des marnes aptiennes et albiennes de la région d'Andraitx. *Trab. Mus. Nacion. Cienc. Nat.*, Ser. Géol., n.° 26, 68 p., 25 fig., 3 pl.
- 1922 a. — Étude géologique de la Sierra de Majorque. *Thèse*, Paris et Liège, 481 p., 214 fig., 18 pl.
- 1922 b. — Carte géologique de la Sierra de Majorque au 1 : 50.000, 3 feuilles. *Soc. Franc. de Stéréotopogr.*, Paris.
- 1923 a. — Le problème de Minorque. *B. S. G. F.*, (4), XXIII, p. 3-44, 4 pl.
- 1923 b. — Esquisse morphologique des îles Baléares. *Revue de Géographie alpine*, XI, fasc. 2, p. 421-488, 4 fig., 4 pl., Grenoble.
- 1925. — Au sujet de la tectonique des Baléares. *C. R. Somm. S. G. F.*, p. 78-80.
- 1926 a. — Au sujet de la tectonique des Baléares et de la chaîne Ibérique. *C. R. somm. S. G. F.*, 10, p. 105-107.
- 1926 b. — Remarques au sujet des récents travaux de M. Darder sur la géologie de Majorque. *Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXVI, n.° 2, p. 115-132.
- 1928. — Sur l'âge des p'issements dans la partie est de la chaîne bétique. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 163-164.
- 1931-1934. — Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. Le Trias, le Lias, le Dogger, le Jurassique supérieur. *Geol. Ch. bét. et subbét., Géol. Médit. Occid.*, vol. IV, Part. II, n.° 1, 1931 p. 1-31; Part. II, n.° 2, 1932, 1 carte, 1 tabl., 2 fig., Part. II, n.° 1, p. 31-62, 1 pl., 1 schéma, 1933; Part. II, n.° 1, p. 67-72, 1933; Part. II, n.° 1, p. 75-115, 1 pl., 1 tabl., 12 fig., 1934.
- 1932 a. — Le problème de l'île de Minorque. *B. S. G. F.*, (4), XXIII, p. 3-44, pl. 1-4.
- 1932 b. — Essai de définition des traits permanents de la paléogéographie

- secondaire dans la Méditerranée occidentale. *B. S. G. F.*, (5), II, p. 535-552, 7 fig.
- 1932 c. — La question de Minorque. Rapports stratigraphiques entre les îles Baléares et la zone subbétique. *Etud. Géol. Médit. Occid.*, vol. II, Barcelona.
- FALLOT (P.), 1934. — Sur les connexions de la chaîne ibérique. *Bull. Inst. Catal. Hist. Nat.*, vol. 33, n.° 8-9.
- 1943. — El sistema cretácico en las cordilleras béticas. *Mem. Inst. Lucas Mallada, C. S. I. C.*, 110 p., 24 fig., 2 tabl.
- 1944 a. — Les phases orogéniques dans l'ensemble des Cordillères bétiques. *C. R. Ac. Sc.*, t. 219, p. 337-338.
- 1944 b. — Tectonique hercynienne et tectonique alpine. *B. S. G. F.*, (5), XIV, p. 99-102.
- 1945. — Le problème de Minorque. *C. R. Ac. Sc.*, t. 220, p. 563-565.
- 1948. — Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, Madrid et Barcelona, p. 83-172, 12 fig., 4 pl.
- FALLOT (P.) et DARDER (B.), 1925. — Observaciones geológicas en la región central de la isla de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXV, p. 488-489.
- FALLOT (P.) et TERMIER (H.), 1921. — Sur l'extension verticale du faciès marneux à Céphalopodes pyriteux dans l'île d'Ibiza. *C. R. Ac. Sc.*, t. 173, p. 91-94.
- 1923. — Ammonites nouvelles des îles Baléares. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, n.° 32, 85 p., 32 fig., 6 pl.
- FAVRE (C. A.), 1960. — Observations géologiques sur la région centrale de Majorque. *Archives des Sciences*, Genève, vol. 13, fasc. 4, p. 571-573.
- FERNEX (F.), LUCAS (J.) et SÈZE (R. DE), 1963. — Sur les minéraux argileux de quelques échantillons du Trias de l'Est des Cordillères bétiques (Espagne méridionale). *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, t. 16, fasc. 4, p. 204-211.
- FERNEX (F.), MAGNÉ (J.), MONGIN (D.), 1967. — The palaeogeography of the eastern betic ranges of southern Spain during the Caenozoic. *Systematics Association Publication*, n.° 7, Aspects of Tethyan Biogeography, p. 239-246.
- FERRER (J.), 1907. — Notas geológicas: relación entre las islas Baleares y las tierras que las rodean. *Rev. de Menorca*, p. 193, Mahón.
- FOUCAULT (A.), 1960 a. — Découverte d'une nouvelle unité tectonique sous le massif subbétique de la Sierra Sagra (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2038.
- 1960 b. — Sur le Tithonique et le Crétacé inférieur dans la région de Huescar (prov. de Grenade, Espagne). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 227-230.
- 1960-62. — Problèmes paléogéographiques et tectoniques dans le Prébétique sur la transversale de la Sierra Sagra (prov. de Grenade, Espagne). Livre Mém. Prof. Paul Fallot, *Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 175-182.
- 1962. — L'unité du Río Guardal (Prov. de Grenade, Espagne) et les liaisons entre Prébétique et Subbétique. *B. S. G. F.* (7), IV, p. 446-452.
- 1964. — Sur les rapports entre les zones prébéétiques et subbéétiques entre

- Cazorla (prov. de Jaén) et Huescar (prov. de Grenade, Espagne). *Geol. Mijn.*, 43, p. 268-272.
- FOUCAULT (A.), 1965.—Les rapports entre le Subbétique et le Prébétique dans la partie centrale de la province de Jaén (Espagne méridionale). *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, p. 4354-4357.
- FOURCADE (E.), 1965.—Observations sur le Crétacé du Nord de Jumilla (province de Murcie, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 6, p. 208-209.
- 1966.—Sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de l'anticlinal de las Puntillas (province de Murcie, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 2, p. 61-63.
- 1967.—Données nouvelles sur le Crétacé inférieur du Nord-Est de la Cordillère bétique (Espagne). *Rend. Acc. Lincei*, sér. VIII, vol. XLII, n.º 6, p. 842-851, 3 fig.
- 1968.—Nouvelles données sur le Jurassique et le Crétacé du Caroch (Province de Valence, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 266, sér. D, p. 857-860.
- GARCÍA-DUEÑAS (V.), 1967.—Unidades paleogeográficas en el sector central de la zona subbética. *Not. Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 101-102, p. 73-100.
- GARCÍA-RODRIGO (B.), 1959.—Sur la tectonique de la chaîne prébétique au S d'Alcoy (Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 63-64.
- 1960.—Sur la structure du Nord de la province d'Alicante (Espagne). *B. S. G. F.* (7), II, p. 273-277.
- 1961.—Sur la structure du Prébétique au Nord d'Alicante (Espagne). Livre Mémoire Prof. Paul Fallot, *Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 137-141.
- 1968.—Estudio geológico de la zona prebética al Norte de Alicante. *Thèse*, Madrid, 456 p.
- GAUCHER (G.), 1948.—Sur certains caractères des croûtes calcaires en rapport avec leur origine. *C. R. Ac. Sc.*, t. 227, p. 154.
- GIGNOUX (M.), 1926.—Les rivages et les faunes des mers pliocènes et quaternaires dans la Méditerranée occidentale. *XIII Congr. Géol. Intern. Belgique*, 1922, Liège.
- 1954.—Pliocène et Quaternaire marins de la Méditerranée occidentale. *C. R. XIX congr. Géol. Intern.*, 1952, Alger, fasc. XV, p. 249-258.
- GLANGEAUD (L.), 1951.—Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographiques de la Méditerranée occidentale. *B. S. G. F.*, (6), I, p. 735-759.
- 1956.—Corrélation chronologique des phénomènes géodynamiques dans les Alpes, l'Apennin et l'Atlas nord-africain. *B. S. G. F.* (6), VI, p. 867-891.
- 1957-1959.—Essai de classification géodynamique des chaînes et des phénomènes orogéniques. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam.*, 2^{ème} série, vol. I, p. 200-220; vol. II, p. 197-204.
- 1959.—Caractères tectono-physiques de la Méditerranée occidentale. *In*

- La topographie et la géologie des profondeurs océaniques. *Colloque du C. N. R. S.*, Villefranche-sur-Mer, p. 209-211.
- GLANGEAUD (L.), 1961.—Paléogéographie dynamique de la Méditerranée et de ses bordures. Le rôle des phases ponto-plio-quaternaires. *In* *Océanographie géologique et géophysique de la Méditerranée occidentale. Colloque du C. N. R. S.*, Villefranche-sur-mer, p. 125-165.
- 1962.—Les transferts d'échelle en géologie et en géophysique. Application à la Méditerranée occidentale et aux chaînes péripacifiques. *B. S. G. F.*, (7), IV, p. 912-961.
- 1966.—Les grands ensembles structuraux de la Méditerranée occidentale d'après les données de Géomède I. *C. R. Ac. Sc.*, t. 262, série D, p. 2405-2408.
- GLANGEAUD (L.), ALINAT (J.), AGARATE (C.), LEENHARDT (O.), PAUTOT (G.), 1967.—Les phénomènes ponto-plio-quaternaires dans la Méditerranée occidentale d'après les données de Géomède I. *C. R. Ac. Sc.*, t. 264, p. 208-211.
- GLASSON (P.), 1964.—Étude géologique de la région d'Elche de la Sierra (Province d'Albacete, Espagne). *D. E. S. Université Besançon*, 68 p.
- GÓMEZ LLUECA (F.), 1920.—Sur la Géologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines. *C. R. Ac. Sc.*, t. 171, p. 1158.
- 1929.—Contribución al conocimiento de la geología de las islas de Cabrera, Conejera y otras próximas. *Mem. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, t. homenaje a I. Bolívar, fasc. I, p. 85-103.
- HAANSTRA (U.), 1935.—Geologie von Ost-Ibiza (Balearen). *Thèse*, Utrecht, p. 1-62.
- HEINZ (R.), 1936.—Les Inocerámidos de Alicante, Valencia y Baleares. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXXVI, p. 91.
- HERMITE (H.), 1878.—Observations géologiques sur les îles Majorque et Minorque. *C. R. Ac. Sc.*, t. 88, p. 1097.
- 1879.—Études géologiques sur les îles Baléares (Majorque et Minorque). *Thèse*, Paris, 662 p., 60 fig., 4 pl.
- HOLLISTER (J. S.), 1934.—Die Stellung der Balearen im variscischen und alpinen Orogen. *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. III*, Heft 10, p. 117-154, 17 fig., 2 pl.
- JACQUIN (J. P.), 1965.—Présence et situation de microfaune dans le Trias alpujarride de la Sierra de Gádor (province d'Almería, Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, 8, p. 265-266.
- JEANNET (A.), 1934.—Sur quelques Echinides crétacés d'Ibiza (Baléares). *Ecl. geol. Helv.*, XXVII, 2, p. 387-388.
- 1935.—Sur deux Echinides irréguliers du Crétacé inférieur d'Ibiza (Baléares). *Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, XXXVIII, n.º 2, p. 180-185.
- JOHNSTON (N. J.), 1927.—Geological notes on Spain and Majorque. *Proceed. Liverpool Geol. Soc.*, vol. 14, p. 340-342.

- KNETSCH (G.), 1937.—Beiträge zur Kenntnis von Krustenbildungen. *Z. deutsch. geol. Ges.*, LXXXIX, p. 177-192.
- LLOPIS LLADÓ (N.), 1954.—Types de chaînes alpidiques du littoral méditerranéen franco-espagnol et leurs rapports avec les Alpes françaises. *C. R. XIX^{ème} Congr. géol. intern.*, Alger 1953, fasc. 14, p. 261-279.
- LUCAS (J.) et DE SÈZE (R.), 1963.—Sur les minéraux argileux de quelques échantillons du Trias de l'Est des Cordillères Bétiques. *Bull. Serv. géol. Als.-Lorr.*, 16, (4), p. 204-211.
- MAGNÉ (J.) et RANGHEARD (Y.), 1969.—Sur des microfaunes de l'Aptien et de l'Albien de l'île d'Ibiza (Baéares). *Ann. Scient. Univ. Besançon*, fasc. 6, en cours d'impression.
- MARCET RIBA (J.), 1945.—La evolución paleogeográfica del nord-este de España y de las Baleares. *Mem. Real Acad. Cienc y Art. de Barcelona*, XXVII, n.º 9, p. 227-345.
- MAUFFRET (A.), 1968.—Etude des profils sismiques obtenus au cours de la campagne Géomède I au large des Baléares et en Mer Ligure. *Thèse 3^{ème} Cycle. Géologie sous-marine* p. 1-92.
- MENGEL (O.), 1934.—Mouvements quaternaires dans l'île de Majorque. *C. R. somm. S. G. F.*, 5^{ème} sér., t. 4, p. 84-86.
- MERCADAL (B.), 1959.—Noticia sobre la existencia de restos de terrazas del Tirreniense en la costa sur de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 5, p. 39-44.
- 1960.—El Tirreniense en la costa norte de Menorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6, p. 73-74.
- MUNIER-CHALMAS, 1879.—Fossiles recueillis aux Baléares par Hermite. *B. S. G. F.*, (7), III, p. 497.
- MUNTANER (A.), 1955.—Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Isla de Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, fasc. 1-4, p. 49-58.
- 1957.—Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 3, p. 77-118.
- 1959.—Nota preliminar sobre las formaciones tirrenienses de la isla de Menorca (Baleares). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 5, p. 34-36.
- NAVARRO (A.), TRIGUEROS (E.), VILLALÓN (C.) et RÍOS (J. M.), 1960.—Derniers progrès dans la connaissance de l'extrémité nord-est des chaînes subbétiques (régions d'Altea-Benisa, province d'Alicante, Espagne). *Livre Mémoire Prof. Paul Fallot. Mém. h. sér., S. G. F.*, I, p. 143-153.
- NOLAN (H.), 1887.—Note sur le Trias de Minorque et Majorque. *B. S. G. F.* (3), XV, p. 592-599.
- 1893.—Sur les terrains triasiques et jurassiques des îles Baléares. *C. R. Ac. Sc.*, t. 117.
- 1895 a.—Sur le Jurassique et le Crétacé des îles Baléares. *C. R. Ac. Sc.*, t. 117, p. 821-823.

- NOLAN (H.), 1895 b.—Structure géologique d'ensemble de l'archipel Baéare. *B. S. G. F.* (3), XXIII, p. 76-91.
- 1897.—Note préliminaire sur l'île de Cabrera. *B. S. G. F.* (3), XXV, p. 303-305.
- OLIVEROS (J. M.) et ESCANDELL (B.) (avec la collaboration de G. COLOM), 1960 a.—Estudio sobre la formación de los depósitos lacustres con lignitos del Ludiense-Estampiense inferior de Mallorca. *Temas geológicos de Mallorca. Mem. Inst. Geol. y Min. de España*, LXI, p. 9-152.
- (avec la collaboration de G. COLOM), 1960 b.—Sobre la existencia de un Oligoceno superior (Aquitaniense continental lacustre) en Mallorca. *Temas geológicos de Mallorca. Mem. Inst. Geol. y Min. España*, LXI, p. 153-264.
- (avec la collaboration de G. COLOM), 1960 c.—El Burdigaliense superior salubre-lacustre en Mallorca. *Temas geológicos de Mallorca. Mem. Inst. Geol. y Min. España*, LXI, p. 265-348.
- (avec la collaboration de G. COLOM), 1960 d.—Estudio de los terrenos postburdigalienses en el llano central de la isla de Mallorca. *Temas geológicos de Mallorca. Mem. Inst. Geol. y Min. España*, LXI, p. 349-394.
- OLIVEROS (J. M.), ESCANDELL (B.) et COLOM (G.), 1959.—Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense superior en Mallorca. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 55, p. 33-58.
- PAQUET (J.), 1962.—Note préliminaire sur le Prébétique et le Subbétique au N de la Sierra Espuña (prov. de Murcie, Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 82, p. 235-240.
- 1963 a.—Observations sur le Subbétique au S de Calasparra (prov. de Murcie, Espagne). *B. S. G. F.* (7), V, p. 1035-1040.
- 1963 b.—Subdivisions principales du Prébétique et du Subbétique au Sud-Est de Caravaca (prov. de Murcie, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 256, p. 458-460.
- 1967.—Etude géologique de l'Ouest de la province de Murcie (Espagne). *Thèse, Lille*, 593 p.
- POLVECHE (J.), 1962.—Les extrusions de la région de Busot et le problème de la limite entre prébétique et subbétique dans la région d'Alicante (Espagne). *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.* (2), vol. V, fasc. 3, p. 203-210.
- 1964.—Tectonique et Trias dans la région d'Alicante. *Annales Soc. Géol. Nord*, p. 155-160.
- PORTA (J. DE), 1956.—Bibliografía sobre el Cuaternario marino de las costas mediterráneas de España. *Est. geol.*, XXXI, p. 301-325.
- PRAESENT (H.), 1910.—Die Balearischen Inseln. Beobachtungen auf einer Studienreise. *Mitt. Verh. Erdk. Leipzig*, p. 27.
- 1911.—Bau und Boden der Balearischen Inseln. *Jahresber. Geogr. Gesell. Greifswald*, XIII, p. 19-106, 7 pl., 1 carte.
- RANGHEARD (Y.), 1962.—Sur des gisements fossifères de l'Oxfordien supérieur du Sud de l'île d'Ibiza (Baléares). *C. R. somm. S. G. F.*, 2, p. 43.

- RANGHEARD (Y.), 1962.—Los yacimientos fosilíferos del Oxfordiense superior del sur de la isla de Ibiza (Balears). *Not. Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 68, p. 217-220.
- 1964.—Sur le Jurassique supérieur de l'extrémité sud d'Ibiza (Baléares). *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 2^{ème} sér., Géol., fasc. 19, p. 45-51.
- 1965.—Données nouvelles sur la stratigraphie du Crétacé inférieur dans la moitié sud de l'île d'Ibiza (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, p. 4005-4007.
- 1969.—Étude géologique des îles d'Ibiza et de Formentera (Baléares). *Thèse*, Besançon, 2 tomes, 478 p., 111 fig., 10 tabl., 15 pl.
- RANGHEARD (Y.) et COLOM (G.), 1965.—Sobre la edad de las calizas "urgonianas" de Ibiza (Balears), comprendidas entre el Titónico y el Valanginiense. *Notas y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 77, p. 165-174.
- 1967 a.—Microfaunas de las calizas del Muschelkał de Ibiza (Balears). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 94, p. 7-24, 5 fig., 5 pl.
- 1967 b.—Microfaunas del Cretácico de Ibiza (Balears). *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, LXXVI, p. 279-306, pl. I-VI.
- RANGHEARD (Y.) et SIGAL (J.), 1965.—Données nouvelles sur la stratigraphie du Crétacé supérieur d'Ibiza (Baléares, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, p. 6154-6157.
- RANGHEARD (Y.), SIGAL (J.) et DURAND DELGA (M.), 1962.—Existence du Sénonien dans l'île d'Ibiza (Baléares). *C. R. Ac. Sc.*, t. 255, p. 2137-2139.
- RAT (P.), 1959.—Milieux urgoniens celtibériques. *B. S. G. F.* (7), I, p. 373-384.
- 1963.—Problèmes du Crétacé inférieur dans les Pyrénées et le Nord de l'Espagne. *Geol. Rundsch.*, LIII, Hft 1, p. 205-220.
- ROUBAULT (M.), 1933.—Étude des roches éruptives accompagnant le Trias aux environs de Souk et Tenine (Kabylie des Babors) et d'Aumale. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Trav. Coll., fasc. 2, p. 19-24, pl. II-III.
- RUTTE (E.), 1958.—Kalkkrusten in Spanien. *N. Jb. Geol. Pal.*, 106, p. 52-138, 2 pl., 34 fig.
- 1960.—Kalkkrusten im östlichen Mittelmeergebiet. *Zeitsch. deutsch. geol. Gesell.*, Bd 112, I, p. 81-90.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (M.), 1924.—Algunas rocas nuevas para España. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, XXIV, n.º 2, p. 65-75, 3 pl. h.-t.
- 1936.—Estudios de las rocas eruptivas de España. *Mem. Real Acad. Cienc. Ex., Fis. y Nat. Madrid*, Ser. Cienc. Nat., VI, 660 p., 100 pl., 34 fig.
- SCHMIDT (M.), 1928.—Die Lebewelt unserer Trias. *Hoherlohe'sche Buchhandlung*, Ohringen, 461 p.
- 1929.—Neue Funde in der Iberischen-Balearischen Trias. *Sitz. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl.*, XXV, Berlin.
- 1930-1931.—Weitere Studien in den iberisch-balearischen Trias. *Sitz. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl.*, XIV, Berlin.
- 1936.—Fossilien der spanischen Trias (mit einem Beitrage von Julius von Pia). *Abh. Heidelberg. Akad. Wiss. Math.-natur. Kl.*, XXII, 140 p., 6 pl., 66 fig., Berlin.
- SEIDLITZ (W.), 1927.—Der Geologische Bau und die tektonische Bedeutung der Balearischen Inseln. *Geol. Rundsch.*, XVIII, n.º 4, p. 308-320.
- 1933.—Beitrag sur Geologie des Westlichen Mittelmeergebietes. *Géol. Méd. Occ.*, vol. II, n.º 45-47 b, part. V, p. 1-16.
- SOLÉ SABARÍS (L.), 1955.—Sobre el Cuaternario marino de Ibiza. *Asoc. Española Estudios Cuaternarios*, dic. 1955 (1961).
- 1959.—Succession des faunes marines du Pliocène au Quaternaire sur les côtes méditerranéennes d'Espagne et aux Baléares. *LXXXIII^{ème} Colloq. International Centre Nat. Recherches Scient. Paris*, p. 283-293, 1 fig.
- 1960.—Oscilaciones del Mediterráneo español durante el Cuaternario. *C. S. I. C.*, Madrid, 58 p.
- 1962.—Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique. *Quaternaria*, n.º 6, p. 309-342.
- SPIKER (E. N.), 1935.—Geologie von West-Ibiza (Balearen). *Thèse*, Utrecht, p. 1-66, 5 fig., 2 pl.
- STAUB (R.), 1926.—Gedanken zur Tektonik Spaniens. *Vierteljahreschr. Natur. Gesellsch. Zurich*, LXXI, p. 196-261, 2 pl.
- 1928.—Gedanken zum Strukturbild Spaniens. *C. R. Cong. Géol. Int. Madrid*, fasc. 3, p. 948-996.
- 1934.—Der Deckenbau Südspaniens in den Betischen Cordilleren. *Vierteljahr. Naturf. Gesellsch. Zurich*, LXXIX, p. 471-474, 1 pl.
- SORNAY (J.), 1968.—Sur des Ammonites du Barrémien et de l'Aptien d'Ibiza (Baléares). *Ann. Scient. Univ. Besançon*, 3^{ème} sér., Géol., fasc. 5, p. 3-8 (Introduction stratigraphique par Y. RANGHEARD).
- STILLE (H.), 1934.—Bemerkungen zur perimesetischen Fałtung in ihrem Sudpyrenäisch-balearischen Anteile. *Abh. Gesellsch. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl.*, 3, 10, p. 193-208, 1 pl.
- 1937.—Geologische Untersuchungen im Westlichen Mediterranen Gebiet. *Geol. Rundsch.*, XXVIII, Heft 1-2, p. 101-105.
- 1942 a.—Nota sobre los plegamientos perimeséticos y su parte surpirenaica y baleárica. (*Publ. alemanas sobre Geología de España*), C. S. I. C., Madrid, p. 15-24.
- 1942 b.—Sobre los enlaces de las cadenas de montañas del Mediterráneo occidental. 1927. (*Publ. alemanas sobre Geología de España*), C. S. I. C., Madrid, p. 25-70.
- TERMIER (H. et G.), 1952.—La Biosphère. Paris, Masson.
- 1956.—L'évolution de la Lithosphère. I. Pétrogénèse. II. Orogenèse. III. Glyptogénèse. Paris, Masson.
- 1960.—Erosion et sédimentation. Paris, Masson.
- THÉOBALD (N.), 1952.—Stratigraphie du Trias moyen dans le Sud-Ouest de l'Allemagne et le Nord-Est de la France. *Publication de l'Université de la Sarre*, n.º 28, 64 p., 14 fig., II pl.

- THIÉBAUT (J.), 1955.—Le gisement ophitique de Lordat-Vernaux en Haute-Ariège. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 90, p. 115-118.
- THOMAS (J. M.) et MONTORIOL (J.), 1953.—Resultados de una campaña geoespeleológica en la isla de Ibiza (Balears). *Speleon*, Oviedo, IV, n.º 3-4, p. 219-256, 9 fig.
- THOS Y CODINA, 1876.—Notas acerca de la constitución geológica de las islas de Ibiza y Formentera. *Bol. Com. Mapa geol. España*, Madrid, III, p. 363-367.
- TORNQUIST (A.), 1909.—Ueber die ausseralpine Trias auf den Balearen und in Catalonien. *Sitz. Preuss. Akad. Wiss.*, Berlin, XXXVI, p. 902-918.
- VIDAL (L. M.) et MOLINA (E.), 1888.—Reseña física y geológica de las islas de Ibiza y Formentera. *Bol. Com. Mapa geol. España*, Madrid, t. VII, 9 fig., p. 67-113.
- VIDAL (L. M.), 1905.—Note sur l'Oligocène de Majorque. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 651-654.
- VILÁ VALENTÍ (J.), 1960.—Los llanos de San Mateo y Santa Inés. Ibiza. *Speleon*, Oviedo, p. 1-12, 1 fig.
- 1961.—El "po'je" de Santa Inés o Corona (Ibiza). *Speleon*, Oviedo, XII, n.º 1-2, p. 55 à 66.
- VIRGILI (C.), 1952.—Hallazgo de nuevos Ceratites en el Triásico mallorquín. *Mem. Com. Inst. Geol. Prov.*, IX, p. 19-39, Barcelona.
- 1954.—Algunas consideraciones sobre el trazado de las costas españolas durante el Triásico. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. homenaje Prof. E. Hernández Pacheco, p. 697-716.
- 1958.—El Triásico de los Catalánides. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, t. LXIX, 856 p., 94 fig., 17 pl.
- 1960-1962.—Le Trias du nord-est de l'Espagne. *Livre Mém. Prof. Paul Fallot, Mém. h. sér. S. G. F.*, I, p. 301-312.
- WIEDMAN (J.), 1962.—Unterkreide-Ammoniten von Mallorca. *Lytoceratina, Aptychi. Abhandl. Math.-Natur. Kl. n.º 1*, Wiesbaden, 148 p., 36 fig., 1 tableau, 10 pl.
- WINKLER (A.), 1926.—Morphologisch-geologische Beobachtungen auf Mallorca. *Zeitschur. Geomorphologie*, II, p. 171-183, 1 fig.
- WURM (A.), 1913.—Beiträge zur Kenntnis des Iberisch Balearischen Trias provinzen. *Verh. Nat. Med. Ver., Heidelberg*, XII, n.º 4.

INDEX ET TABLES

INDEX GÉOGRAPHIQUE

Chaque nom de lieu est suivi du nom de la carte au 1 : 50.000^{ème} sur laquelle il se trouve et de ses points de coordonnées.

- Arabí, SANTA EULALIA DEL RIO, x = 1055,610; y = 501,366.
Argentera, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1053,215; y = 504,090.
Atalaya de San Carlos, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1055,985; y = 506,392.
Atalaya de San José (Atalayasa), IBIZA, x = 1029,614; y = 491,087.
Atalaya de San Juan, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1046,943; y = 501,824.
Atalaya de San Lorenzo, IBIZA, x = 1045,881; y = 501,539.
Atalaya de San Vicente, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1053,446; y = 512,263.
- Basarrocha, IBIZA, x = 1037,613; y = 499,650.
Beniferri, IBIZA., x = 1038,109; y = 496,531.
Besora, SAN MIGUEL, x = 1043,773; y = 507,544.
Bosque, IBIZA, x = 1024,326; y = 497,241.
- Camp Vey, SAN MIGUEL, x = 1035,629; y = 507,947.
Capita, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1049,558; y = 509,012.
Castellá, SANTA EULALIA DEL RIO, x = 1050,515; y = 496,367.
Charraca, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1046,881; y = 514,013.
Clapé, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1055,411; y = 512,444.
Conejera, IBIZA, x = 1024,037; y = 499,650.
CorpMari, IBIZA, x = 1040,510; y = 486,179.
Cova Santa, IBIZA, x = 1034,498; y = 487,946.
Cruz de San Miguel, SAN MIGUEL, x = 1041,361; y = 511,248.
- Españador, SAN FRANCISCO JAVIER Y CABO DE BERBERIA, x = 1042,832;
y = 477,852.
Espardell, SAN FRANCISCO JAVIER Y CABO DE BERBERIA, x = 1048,056;
y = 479,444.
Esparto, IBIZA, x = 1022,396; y = 496,017.

Falcón, IBIZA, x = 1038,654; y = 484,597.
 Figueral, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1056,643; y = 508,180.
 Fornou, SAN MIGUEL, x = 1039,585; y = 503,883.
 Furnás, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1049,587; y = 507,876.
 Galera, IBIZA, x = 1030,192; y = 500,970.
 Guillemi, SAN MIGUEL, x = 1038,649; y = 507,756.
 Guillén, SAN FRANCISCO JAVIER Y CABO DE BERBERIA, x = 1041,500;
 y = 464,971.
 Ibiza, IBIZA, x = 1043,675; y = 491,364.
 Jesús, IBIZA, x = 1044,680; y = 494,171.
 Juanot, SAN MIGUEL, x = 1033,284; y = 502,293.
 Llentrisca, IBIZA, x = 1027,017; y = 486,798.
 Mola, NUESTRA SRA. DEL PILAR Y FARO DE FORMENTERA, x = 1053,847;
 y = 465,223.
 Moli, IBIZA, x = 1025,781; y = 492,961.
 Monumento, IBIZA, x = 1042,261; y = 495,171.
 Nonó, SAN MIGUEL, x = 1030,566; y = 504,088.
 Palau, IBIZA, x = 1040,715; y = 492,929.
 Peretoni, IBIZA, x = 1033,970; y = 495,571.
 Pez, IBIZA, x = 1036,649; y = 493,603.
 Portinaitx, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1048,597; y = 514,491.
 Prima, SAN FRANCISCO JAVIER Y CABO DE BERBERIA, x = 1047,981;
 y = 469,755.
 Puchol (Ca'n), SAN JUAN BAUTISTA, x = 1046,384; y = 511,647.
 Punta Grosa, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1056,744; y = 511,133.
 Puntet, IBIZA, x = 1036,596; y = 498,821.
 Rafal, IBIZA, x = 1045,126; y = 500,425.
 Rifalet, IBIZA, x = 1042,860; y = 497,793.
 Recó, IBIZA, x = 1032,051; y = 493,611.
 Rey, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1051,816; y = 512,620.
 Ribas, SANTA EULALIA DEL RIO, x = 1050,761; y = 501,979.
 Roig, IBIZA, x = 1032,190; y = 486,103.
 Rotabella, SAN MIGUEL, 1037,785; y = 504,800.
 Rotavea (Ca'n), SAN MIGUEL, x = 1033,242; y = 503,811.
 San Agustín, IBIZA, x = 1031,165; y = 494,498.
 San Antonio, IBIZA, x = 1031,809; y = 498,992.
 San Carlos, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1053,997; y = 506,186.
 San Francisco Javier, SAN FRANCISCO JAVIER Y CABO DE BERBERIA,
 x = 1044,280; y = 469,089.

San José, IBIZA, x = 1031,205; y = 492,404.
 San Juan Bautista, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1049,301; y = 510,733.
 San Lorenzo, SAN MIGUEL, x = 1046,414; y = 505,435.
 San Mateo, SAN MIGUEL, x = 1038,252; y = 505,817.
 San Miguel, SAN MIGUEL, x = 1042,898; y = 508,087.
 San Rafael, IBIZA, x = 1040,356; y = 497,192.
 San Vicente, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1053,242; y = 511,106.
 Santa Eulalia del Río, SANTA EULALIA DEL RIO, x = 1051,221; y = 500,425.
 Santa Gertrudis, IBIZA, x = 1042,446; y = 501,478.
 Santa Inés, SAN MIGUEL, x = 1034,215; y = 505,487.
 Serra, SAN MIGUEL, x = 1034,742; y = 504,340.
 Serral, IBIZA, x = 1030,776; y = 495,845.
 Tagomago, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1060,977; y = 506,465.
 Torre, SAN JUAN BAUTISTA, x = 1058,647; y = 506,495.
 Tur, SAN MIGUEL, x = 1038,561; y = 509,150.
 Veya, SANTA EULALIA DEL RIO, x = 1052,689; y = 500,531.
 Vedrá, IBIZA, x = 1023,533; y = 485,921.
 Yondal, IBIZA, x = 1034,085; y = 486,282.

LISTE DES FIGURES

	PAGES
1. Situation géographique des îles d'Ibiza et de Formentera... ..	18
2. Carte orographique des îles d'Ibiza et de Formentera... ..	20
3. Caractéristiques principales du climat	23
4. Tableau d'assemblage des cartes au 1:50.000° des îles d'Ibiza et de Formentera... ..	25
5. Schéma structural des îles d'Ibiza et de Formentera, d'après H. NO- LAN (1895)... ..	27
6. Esquisse d'ensemble de l'archipel baléare, d'après P. FALLOT (1922)... ..	29
7. Carte tectonique schématique d'Ibiza, d'après E. N. SPIKER et U. HAANSTRA	30
8. Position des Baléares par rapport aux grandes unités structurales des Cordillères bétiques, d'après P. FALLOT (1948)	31
9. Variations de faciès du Tithonique et du Crétacé d'Ibiza	34
10. Schéma structural de l'île d'Ibiza	35
11. Coupe transversale du SW de l'île d'Ibiza... ..	37
12. Répartition géographique des affleurements triasiques dans l'île d'Ibiza	41

	PAGES
13. Coupe du Trias d'Iglesia Veya	46
14. Coupe du Trias du Puig d'es Cap Roig et du Cap Roig, surmontant en contact anormal du Miocène inférieur	47
15. Coupe de l'île de Tagomago	48
16. Coupe du Puig de S'Argentera... ..	50
17. Coupe du versant SE de Beniferri... ..	53
18. Répartition géographique des affleurements jurassiques dans l'île d'Ibiza	56
19. Coupe de la "mine de San Car'os", d'après un rapport de M. J. J. HAL- LEMANS (1959)... ..	61
20. Coupe du versant SE du Puig d'es Molins... ..	65
21. Coupe du bord NE de la Cala de Jach	66
22. Coupe du Cabo Falcó	67
23. Série stratigraphique du Jurassique de la Punta Grosa	71
24. Répartition géographique des affleurements du Tithonique et du Cré- tacé inférieur de l'île d'Ibiza... ..	80
25. Coupe de l'extrémité septentrionale de Falcón... ..	84
26. Coupe de l'extrémité NW du Puig d'Es Molins	87
27. Coupe du Puig Redó et du versant W de la Serra de Sa Cova Santa	98
28. Coupe du Cap Roig, de Sa Caixota et de l'E de Cubells	99
29. Coupe de la Serra d'en Creveres	100
30. Coupe du Puig d'en Cardona	113
31. Coupe schématique de Llibrell	117
32. Coupe schématique de Yondal... ..	121
33. Coupe schématique de l'extrémité SW de la Serra de Sa Cova Santa	123
34. Coupe de Sa Caixota... ..	127
35. Coupe de l'île Esparto	140
36. Coupe située entre le Cap Negret et le Puig d'en Juan Andreu... ..	142
37. Répartition géographique des affleurements du Crétacé supérieur dans l'île d'Ibiza... ..	152
38. Coupe de la base du versant NW de l'Atalaya de San José, à son ex- trémité méridionale	164
39. Répartition géographique des affleurements miocènes dans l'île d'Ibiza	174
40. Coupe du versant ouest du Puig Recó... ..	180
41. Coupe passant au Nord-Est du Puig Empeño... ..	181
42. Coupe de Sas Fontanellas	186
43. Coupe du versant dominant Portixol... ..	188
44. Coupe de la bordure nord de la Cala de Serra	193
45. Répartition géographique des affleurements tortoniens dans l'île de Formentera... ..	195
46. Répartition géographique des affleurements quaternaires dans l'île d'Ibiza	205

	PAGES
47. Coupe d'une "sablière" au Nord de Falcón	206
48. Répartition géographique des affleurements quaternaires dans l'île de Formentera	215
49. Coupe de la crique située à l'Est de Ses Rocas	216
50. Coupe du Caló d'Es Truy	217
51. Carte tectonique de l'île d'Ibiza... ..	223
52. Coupe de Falcón... ..	227
53. Coupe du Puig d'en Palleu et du versant sud-est de la Serra de Sa Cova Santa... ..	227
54. Relations tectoniques entre Yondal et le Puig d'en Palleu	227
55. Coupe du Puig de Ca's Serres et du Puig Cardona	230
56. Coupe du Puig Cirer au Puig Cardona... ..	230
57. Coupe du Pez à la Serra de Truntoy	230
58. Coupe du Puig d'en Sa Viña au Puig de Ca's Damian... ..	232
59. Coupe du Puig d'en Sa Viña à Palau... ..	232
60. Coupe du Puig d'Es Molins... ..	232
61. Coupe de Talamanca... ..	235
62. Coupe de Guixa à la Punta Martinet	235
63. Coupe de Puig d'en Picaferro a la Cala Oliivera... ..	235
64. Coupe du Puig Tanques au Puig d'en Vich	238
65. Coupe du Puig d'en Recó à Castellá	238
66. Coupe du Puig de Museñas au Puig Marina... ..	238
67. Coupe du Puig de Pep	238
68. Coupe du Puig A'queria au Puig Tanques... ..	241
69. Coupe de l'Atalaya de San Lorenzo	241
70. Coupe de Ribas à Iglesia Veya... ..	245
71. Coupe du Puig del Exeró... ..	245
72. Coupe du Puig de S'Armentera à la Punta Arabí	245
73. Coupe passant au Nord-Est de la Cala Nova... ..	247
74. Coupe de l'Atalaya de San Carlos et de Sa Plana	247
75. Coupe du cap situé à l'Est de Sa Plana (bord nord-est)... ..	249
76. Coupe du cap situé à l'Est de Sa Plana (bord sud-ouest)... ..	249
77. Coupe de l'anse située au Sud-Ouest de la Cala Boix... ..	249
78. Coupe du Puig d'es Cap Roig et du Cap Roig	249
79. Coupe du Furnás	251
80. Coupe du Nord du Puig d'es Massons à Sa Mola	251
81. Coupe du Puig d'en Mayans à la Sierra de San Vicente... ..	251
82. Coupe du Port de Sas Caletas à la Punta Grosa... ..	251
83. Coupe de Rocas Altas au Sud du Puig d'en Palleu	262
84. Coupe de Rocas Altas à la Cala Yondal	262
85. Coupe de la Torre del Pirata à la Cala Llentrisca... ..	262

	PAGES
86. Coupe du Puig d'es Vedrá au Pez... ..	262
87. Coupe de la Punta Galera à S'Atalaya... ..	269
88. Coupe du Puig d'es Sucóns au Puig de Sa Tea... ..	269
89. Coupe du Nord du Puig Nonó au Puig d'en Form	269
90. Coupe du Cap Negret au Sud du Puig d'es Sant... ..	270
91. Coupe du Puig d'en Frencoli au Puig d'en Tur	270
92. Coupe de San Mateo à Fornou... ..	270
93. Coupe de Na Colons à Baduro... ..	272
94. Coupe de Na Co'ons à la colline cotée 255, à l'Ouest de San Miguel	272
95. Coupe du Sud-Ouest du Puig Pelat à San Lorenzo	272
96. Coupe du Nord de la Cala Biniarras à l'Atalaya de San Juan	275
97. Coupe de la Punta Negra au Puig de S'Ubeya	275
98. Coupe du Cap Blanch à San Juan	275
99. Coupe de Charraca au Puig de Charraca	275
100. Coupe de Portinaitx au Torrent d'en Xumeu... ..	278
101. Coupe du Nord de la Cala de Portinaitx au Sud-Est du Rey	278
102. Coupe du Puig de Ses Rocas à l'Atalaya de San Vicente	278
103. Coupe de l'île Vedrá... ..	284
104. Coupe de le paroi nord de la Cala Vadella à Rocas Altas	284
105. Coupe de la Serra de Cala Moli à Rocas Altas	287
106. Coupe de Pujol Gros au Puig de S'Avech... ..	287
107. Coupe de l'île Conejera et de l'île Bosque... ..	287
108. Coupe du Puig Nonó au Puig d'en Trias... ..	290
109. Coupe du Cap d'es Musons à Ses Casetas	290
110. Coupe du haut de la falaise bordant à l'Est la Cala de Eubarca ...	292
111. Coupe de Cruz de San Miguel à l'Arroyo d'es Port... ..	292

LISTE DES TABLEAUX

1. Pourcentages des minéraux lourds de marnes du Keuper... ..	44
2. Pourcentages des minéraux lourds de marnes du Crétacé inférieur ...	110
3. Fossiles recueillis au Puig d'en Cardona par Y. RANGHEARD (gisements PCa à PCf) et par E. N. SPIKER... ..	113
4. Fossiles recueillis à l'extrémité SW de la Serra de Sa Cova Santa ...	124
5. Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur de Llentrisca... ..	154
6. Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur du Puig d'en Serra ...	158
7. Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur de l'Atalaya de San José	160
8. Microfaunes des calcaires du Crétacé supérieur au Sud du Rey	166
9. Pourcentages des minéraux lourds de marnes du Miocène inférieur... ..	172
10. Corréations entre les niveaux quaternaires observés dans les Baléares et ceux de la côte barcelonnaise (d'après L. SOLÉ SABARÍS, 1962)... ..	218

TABLE DES MATIERES

	PAGES
Avant-propos	9
PREMIÈRE PARTIE	
GENERALITÉS, STRATIGRAPHIE	15
<i>Chapitre I.—Généralités</i>	17
I. Introduction géographique... ..	17
A. Caractères généraux	17
B. Esquisse morphologique	19
C. Hydrographie	21
D. Climat	22
E. Végétation... ..	22
F. Cartes utilisées... ..	24
II. Historique général... ..	26
A. Les premières études... ..	26
B. Les premières monographies et synthèses	26
C. Les travaux récents	31
III. Introduction stratigraphique et structurale	32
A. Eléments stratigraphiques.. ..	32
B. Disposition tectonique des assises	33
<i>Chapitre II.—Le Trias</i>	39
I. Historique	40
II. Les faciès	40
A. Les sédiments triasiques... ..	40
B. Les roches éruptives... ..	43
III. Répartition géographique, description de quelques affleurements ...	45
IV. Conclusions stratigraphiques	54
<i>Chapitre III.—Le Jurassique (Tithonique exclu)</i>	55
* A. Le problème des dolomies et des calcaires dolomitiques... ..	57
I. Historique	57
II. Les faciès	57
III. Les affleurements	58
IV. Position stratigraphique.. ..	60
V. Les minerais... ..	61

	PAGES
* B. La Jurassique supérieur (Tithonique exclu)...	62
I. Historique ...	62
II. Les faciès ...	63
III. Description de quelques affleurements..	64
IV. Conclusions stratigraphiques ...	76
<i>Chapitre IV.—Le Tithonique et le passage du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur...</i>	79
* A. Le Tithonique-Berriasien de la série d'Ibiza ...	82
I. Historique ...	82
II. Les faciès ...	82
III. Description des affleurements...	82
* B. Le Tithonique-Néocomien inférieur de la série de San José...	94
I. Situation stratigraphique, faciès, historique ...	94
II. Description des affleurements...	96
A. Région située dans la partie sud-ouest de l'île d'Ibiza...	97
B. Nord-Ouest de l'île ...	103
* C. Le Tithonique-Néocomien de la série d'Eubarca ...	103
I. Situation stratigraphique, faciès, historique ...	103
II. Description de quelques affleurements ...	104
A. Sud-Ouest de l'île...	104
B. Nord-Ouest de l'île ...	105
C. Nord de l'île ...	105
<i>Chapitre V.—Le Crétacé inférieur...</i>	107
* A. Le Crétacé inférieur, à faciès marneux, des séries d'Ibiza et de San José ...	108
I. Historique ...	108
II. Les faciès...	108
III. Les affleurements ...	109
A. Série d'Ibiza ...	111
B. Série de San José...	121
* B. Le Crétacé inférieur, à faciès urgonien prédominant, de la série d'Eubarca ...	131
I. Historique...	131
II. Les faciès...	132
III. Les affleurements ...	134
A. Sud-Ouest de l'île ...	134

	PAGES
B. Nord-Ouest de l'île...	141
C. Nord de l'île...	146
IV. Conclusions...	148
<i>Chapitre VI.—Le Crétacé supérieur...</i>	149
I. Historique ...	149
II. Les faciès...	150
III. Description des affleurements...	151
A. Série de San José ...	153
B. Série d'Eubarca...	165
IV. Conclusions stratigraphiques ...	167
<i>Chapitre VII.—Le Tertiaire...</i>	169
* A. Le Miocène inférieur (Burdigalien) et la base du Miocène moyen (Langhien) de l'île d'Ibiza ...	169
I. Historique ...	170
II. Les faciès ...	170
III. Les affleurements ...	173
A. Série d'Ibiza...	173
B. Série de San José ...	176
C. Série d'Eubarca...	183
* B. Le Tortonien des îles d'Ibiza et de Formentera...	191
I. Historique ...	191
II. Les faciès et les affleurements...	192
A. Ile d'Ibiza ...	192
B. Ile de Formentera ...	194
<i>Chapitre VIII.—Le Quaternaire...</i>	199
I. Historique ...	200
II. Quelques faciès...	201
III. Principaux affleurements ...	204
A. Ibiza...	204
B. Formentera...	214
IV. Conclusions...	218
DEUXIÈME PARTIE	
TECTONIQUE ...	221
<i>Chapitre IX.—L'unité d'Ibiza...</i>	225
I. Généralités...	225
II. L'unité d'Ibiza au Sud de l'île ...	225

	<u>PAGES</u>
III. La région comprise entre Ibiza et Santa Eulalia	234
IV. Le massif de l'Atalaya de San Lorenzo... ..	240
V. L'unité d'Ibiza à l'Est de l'île: entre Santa Eulalia et Figueral ...	243
VI. L'unité d'Ibiza au Nord-Est de l'île... ..	250
VII. Conclusions	256
<i>Chapitre X.—L'unité de Llentrisca-Rey... ..</i>	<i>259</i>
I. Généralités	259
II. L'unité de Llentrisca-Rey au Sud-Ouest de l'île... ..	260
III. L'unité de L'entrisca-Rey au Nord-Ouest de l'île: entre San Antonio et San Lorenzo	267
IV. L'unité de Llentrisca-Rey au Nord de l'île... ..	274
V. Conclusions... ..	280
<i>Chapitre XI.—L'unité d'Eubarca</i>	<i>283</i>
I. Généralités	283
II. L'unité d'Eubarca au Sud-Ouest de l'île... ..	283
III. L'unité d'Eubarca au Nord-Ouest de l'île	290
IV. Conclusions... ..	293

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES... ..	295
<i>Chapitre XII.—Évolution paléogéographique et structurale... ..</i>	<i>297</i>
I. Données relatives aux îles d'Ibiza et de Formentera	297
A. Données de la stratigraphie... ..	297
B. Données de la tectonique... ..	301
II. Problèmes paléogéographiques et structuraux, place d'Ibiza et Formentera dans les Cordillères bétiques... ..	302
A. Rapports entre les îles d'Ibiza et Formentera et le reste de l'archipel baléare... ..	302
B. Place des îles d'Ibiza et de Formentera dans les Cordillères bétiques	307
<i>Bibliographie</i>	<i>311</i>

PLANCHES HORS-TEXTE

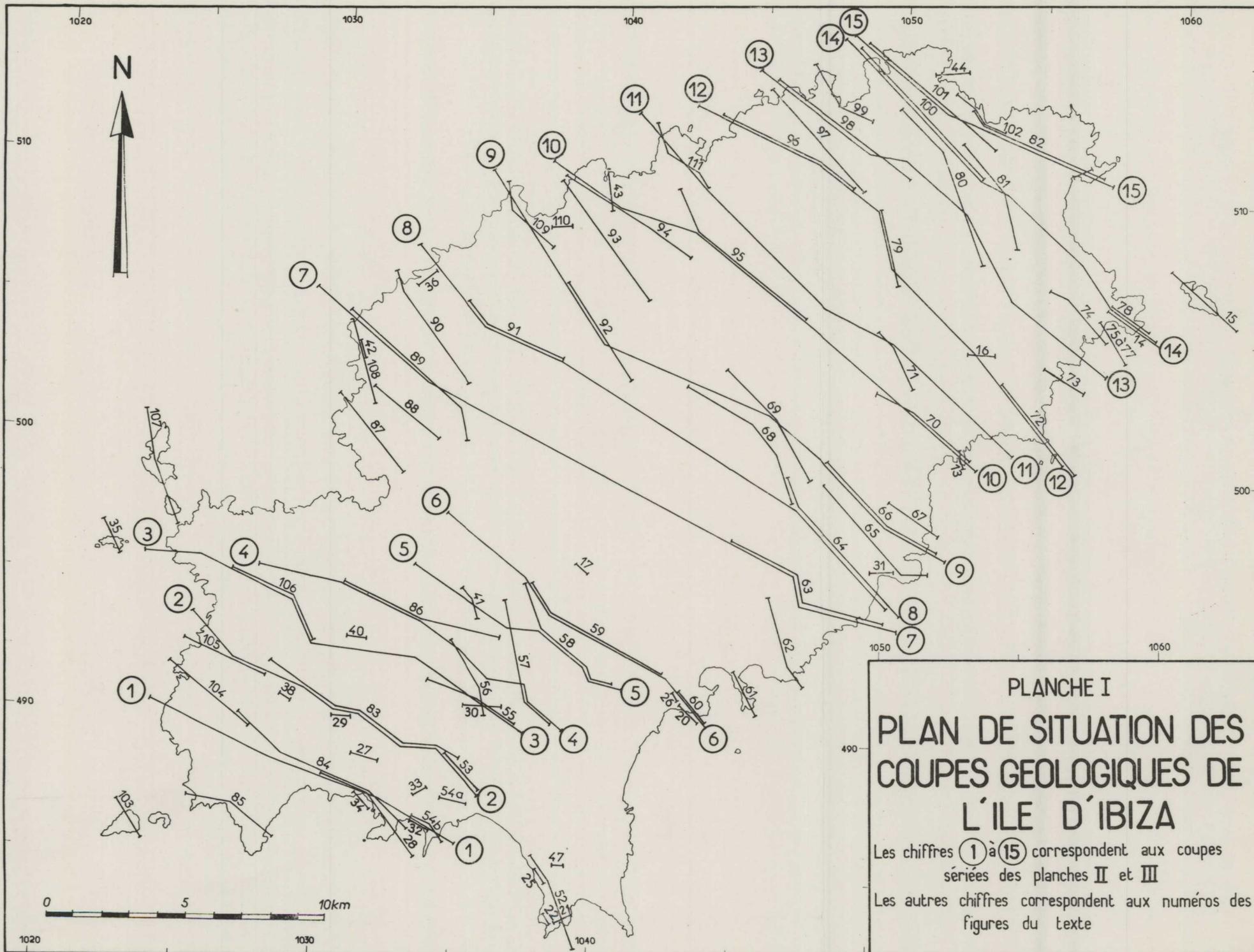


PLANCHE I
PLAN DE SITUATION DES
COUPES GEOLOGIQUES DE
L'ILE D'IBIZA
 Les chiffres ① à ⑮ correspondent aux coupes
 séries des planches II et III
 Les autres chiffres correspondent aux numéros des
 figures du texte

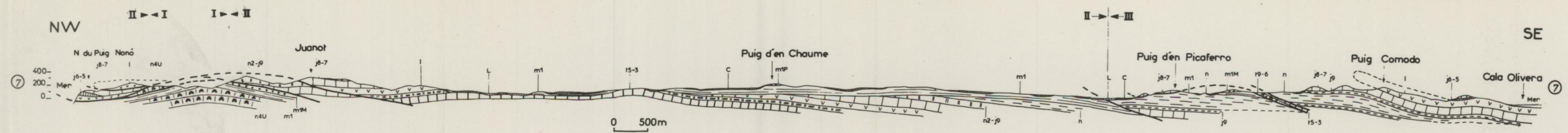


PLANCHE II
COUPES SÉRIÉES DE L'ILE
D'IBIZA (moitié sud-ouest)

- Légende**
- M Mares dunaires
 - L Limons
 - C Craûte calcaire
 - mP Poudingues du Miocène supérieur (probable)
 - m2 Marnes et calcaires argileux du Miocène inférieur (m1) et de la base du Miocène moyen (m2)
 - m1M Microbrèches du Miocène inférieur
 - m1P Poudingues du Miocène inférieur
 - c7-3 Calcaires compacts du Crétacé supérieur
 - c2-n1 Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur et de la base du Cénomane
 - n6-4U Calcaires barrémo-aptiens, à faciès urgonien, et dolomies associées (série d'Eubarca)
 - n3-j9 Calcaires lithoniques-valanginiens (n2-j9) (série de San José) ou lithoniques-neocomiens (n3-j9) (série d'Eubarca) et dolomies associées
 - m1-j9 Marnes et calcaires argileux du Tithonique-Berriasien (série d'Ibiza)
 - j8-7 Calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.
 - j6-5 Calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur
 - j6-5 Dolomies du Lias-Dogger
 - j9-6 Marnes du Keuper
 - j5-2 Calcaires et dolomies du Muschelkalk
- I : Unité d'Eubarca
II : Unité de Llentrisca-Rey
III : Unité d'Ibiza

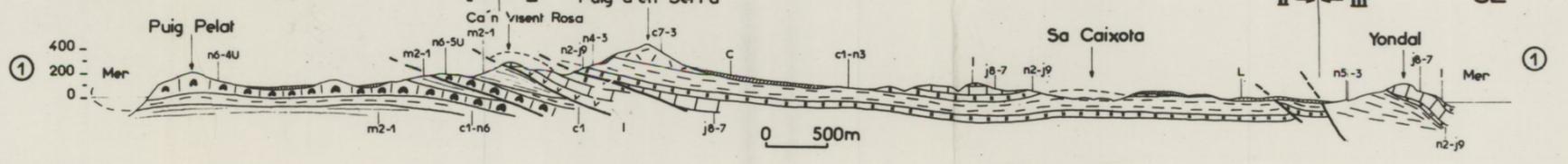
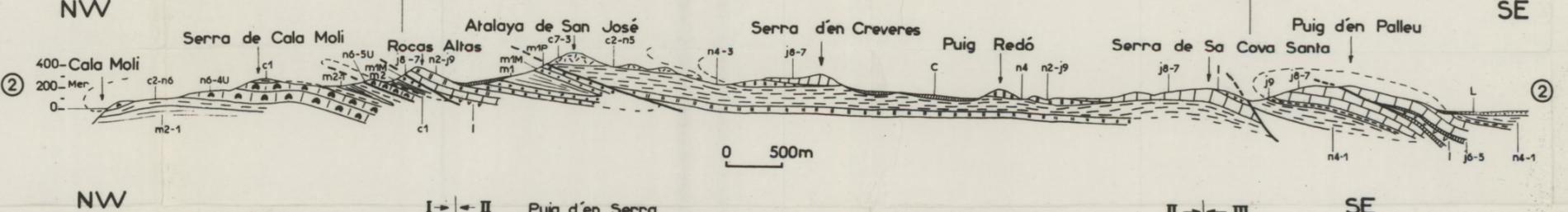
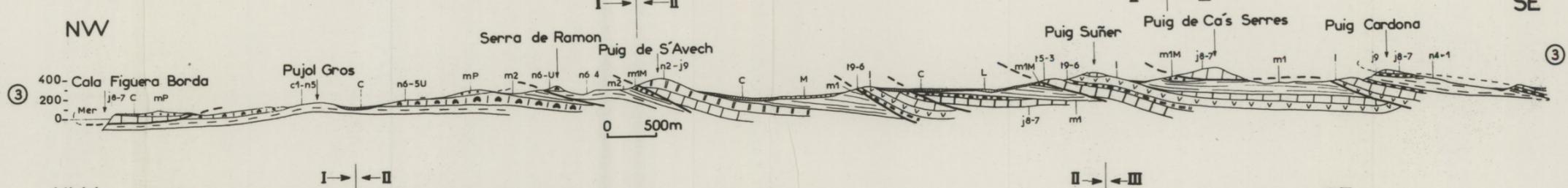
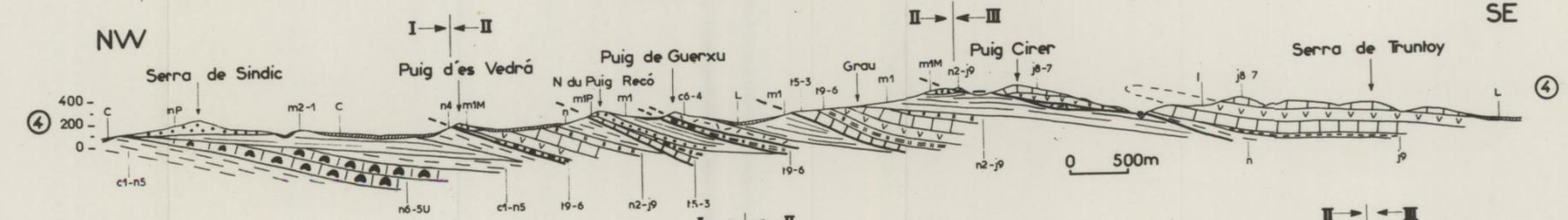
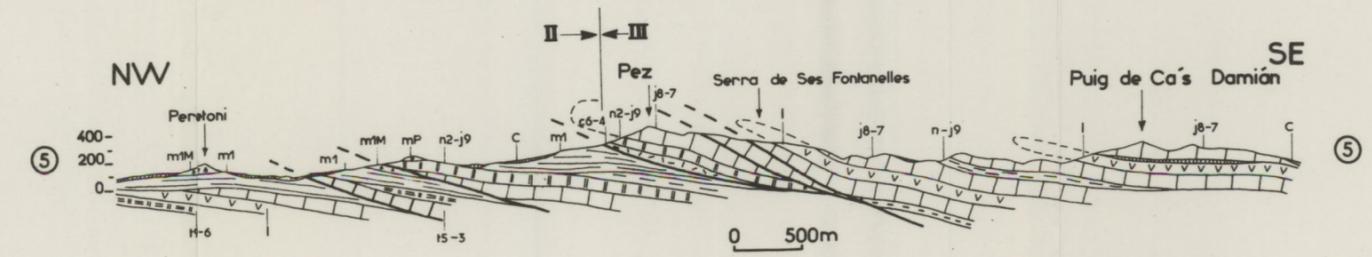
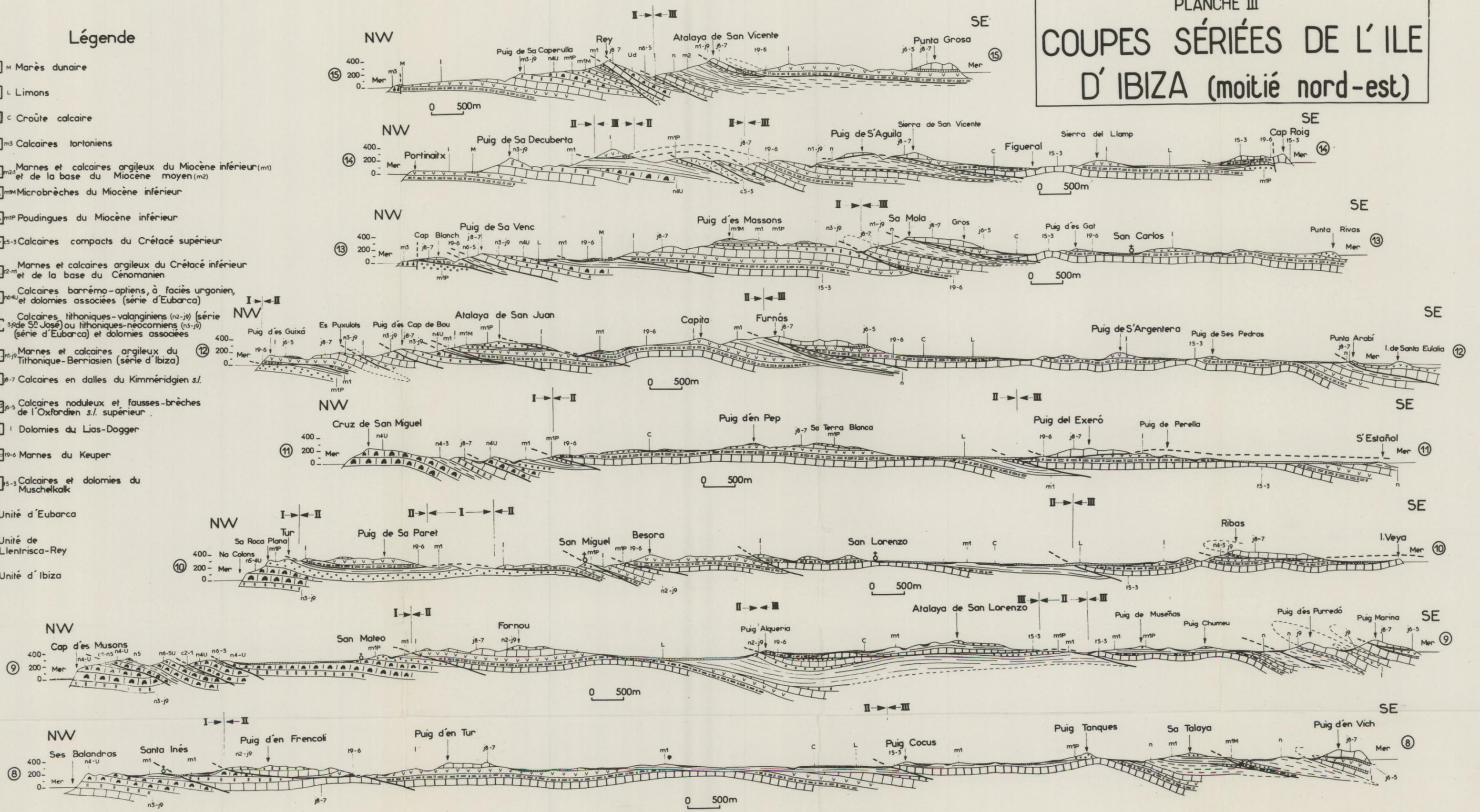


PLANCHE III
**COUPES SÉRIÉES DE L'ILE
 D'IBIZA (moitié nord-est)**

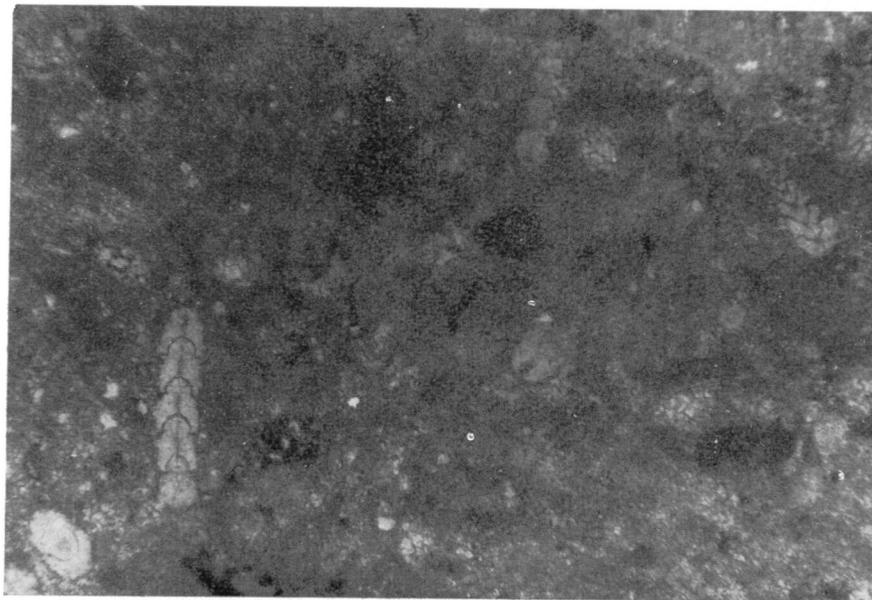
Légende

- M Mares dunaires
- L Limons
- C Craute calcaire
- m3 Calcaires tortoniens
- m2-1 Marnes et calcaires argileux du Miocène inférieur (m1) et de la base du Miocène moyen (m2)
- m1-1 Microbrèches du Miocène inférieur
- m1P Poudingues du Miocène inférieur
- c5-3 Calcaires compacts du Crétacé supérieur
- c2-1 Marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur et de la base du Cénomanién
- n4-1 Calcaires barrémo-optiens, à faciès urgonien, et dolomies associées (série d'Eubarca)
- n2-1 Calcaires lithoniques-valanginiens (n2-j9) (série de St José) ou lithoniques-neocomiens (n3-j9) (série d'Eubarca) et dolomies associées
- m1-j9 Marnes et calcaires argileux du Tithonique-Berriasién (série d'Ibiza)
- j8-7 Calcaires en dalles du Kimméridgien s.l.
- j6-5 Calcaires noduleux et fausses-brèches de l'Oxfordien s.l. supérieur.
- l Dolomies du Lias-Dogger
- k19-6 Marnes du Keuper
- c15-3 Calcaires et dolomies du Muschelkalk

- I: Unité d'Eubarca
- II: Unité de Llentrisca-Rey
- III: Unité d'Ibiza



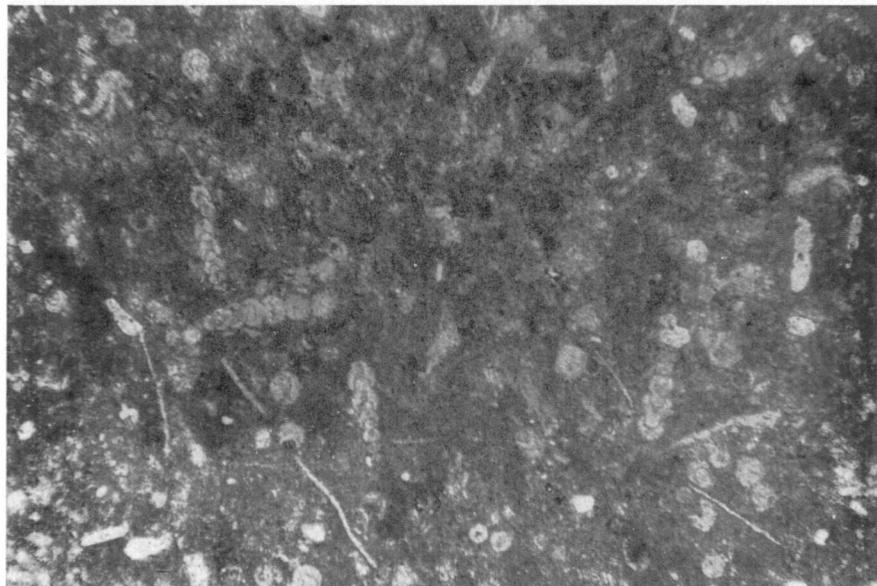
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES



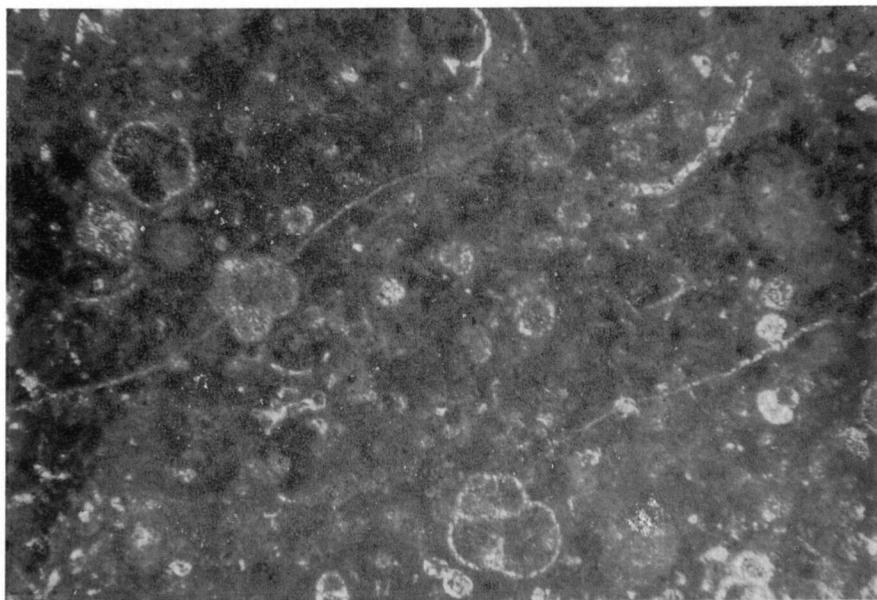
Calcaire à *Nodosaria* cf. *raiblana* et à *Lingulina* du Muschelkalk; Nord du Puig Es Cap Gros (Ibiza); $\times 60$.



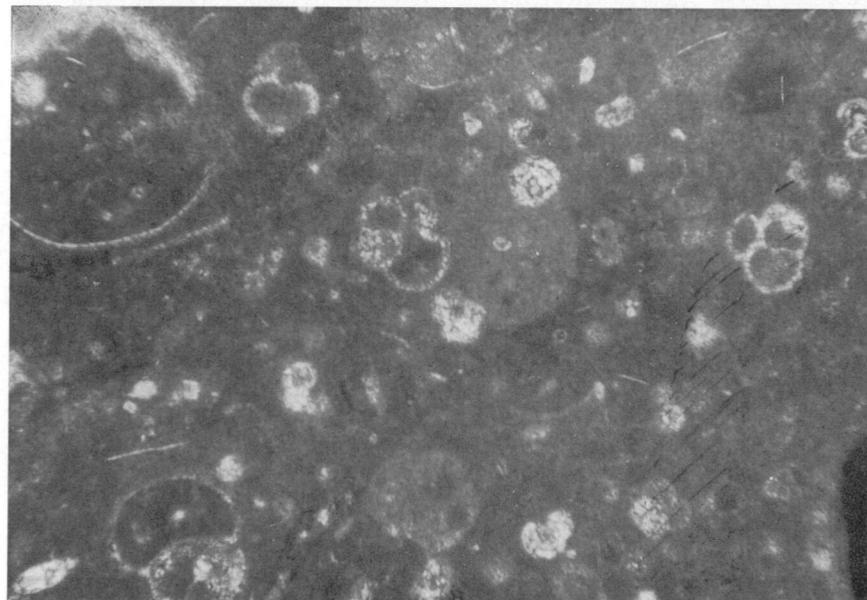
Calcaire à *Nodosaria* et à *Plectofrondicularia* du Muschelkalk; Nord de la Serra de Sa Murta (Ibiza); $\times 50$.



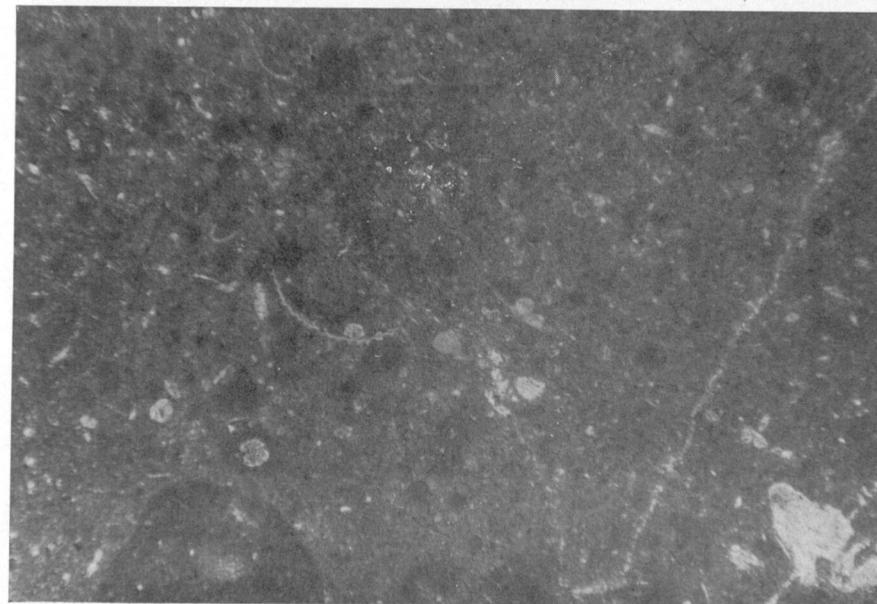
Calcaire à *Nodosaria* cf. *raibliana* du Muschelkalk; Nord du Besora (Ibiza); $\times 50$.



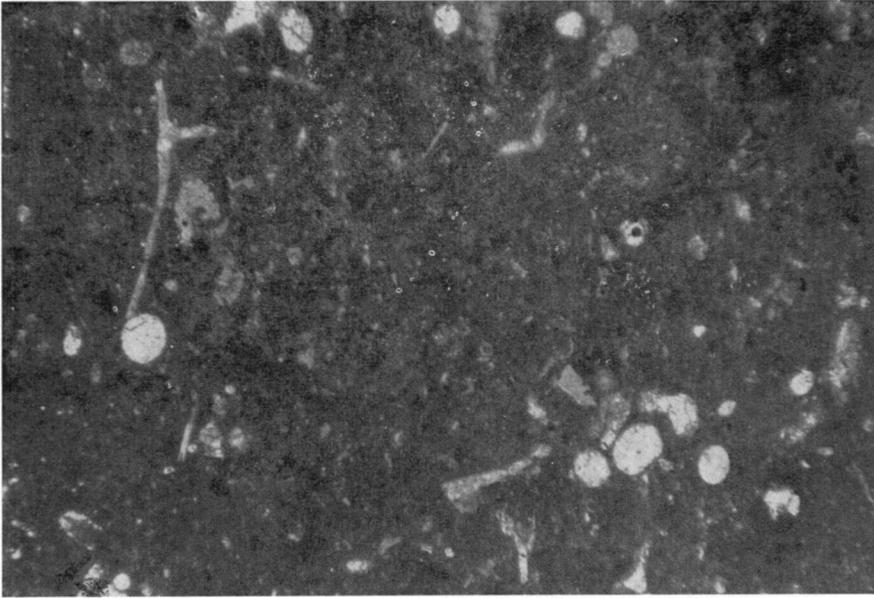
Fausse-brèche à Protoglobigérines de l'Oxfordien s. l. supérieur; Cabo Falcó (Ibiza); $\times 60$.



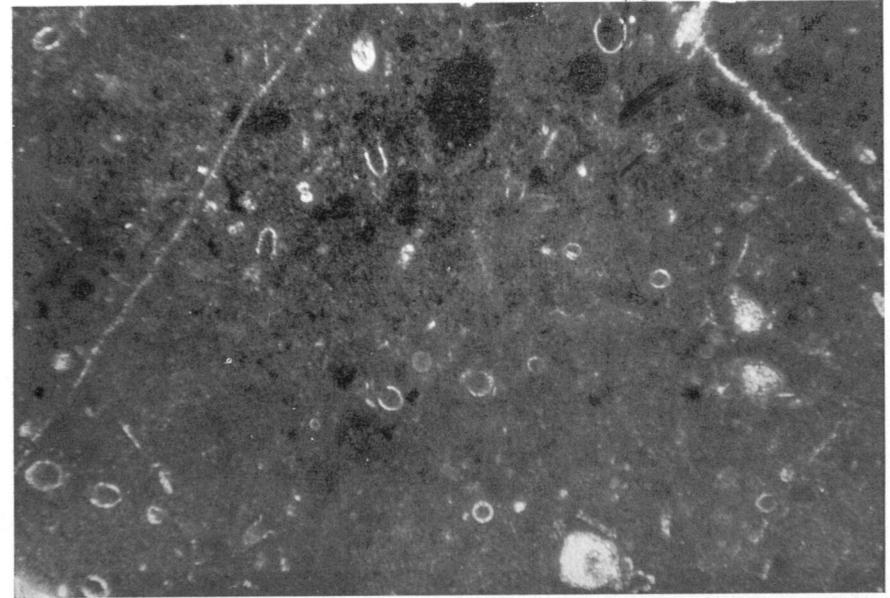
Fausse-brèche à Protoglobigérines de l'Oxfordien s. l. supérieur; Puig d'Es Molins (Ibiza); $\times 60$.



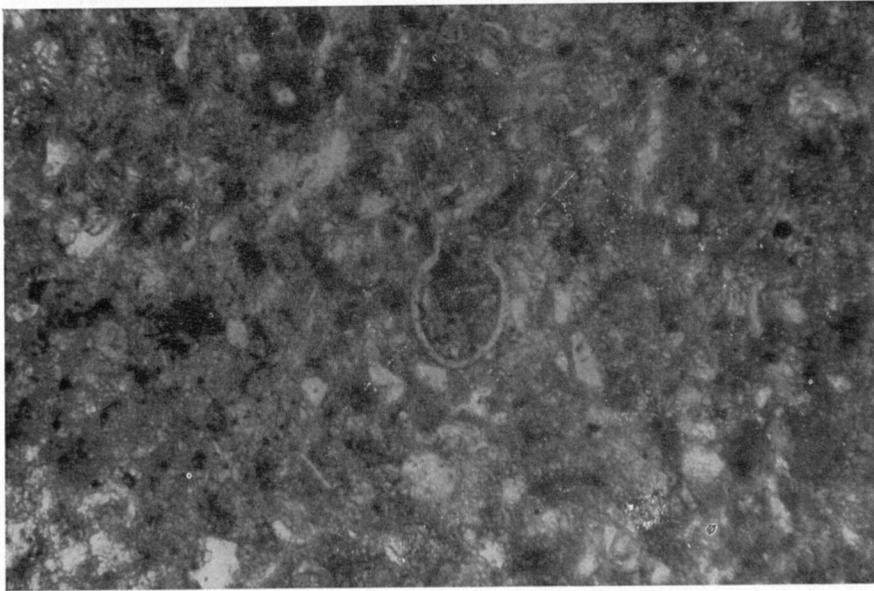
Calcaire à *Globochaete alpina* du Kimméridgien s. l.; versant nord-ouest de l'Atalaya de San Vicente (Ibiza); $\times 60$.



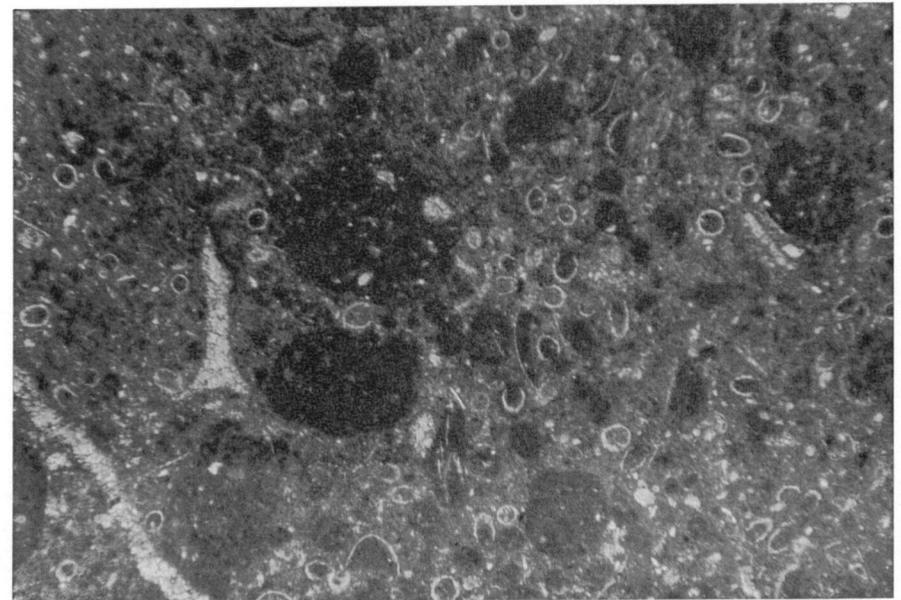
Calcaire à *Saccocomidae* du Kimméridgien s. l.; Nord du Puig d'en Socorrot (Ibiza); × 50.



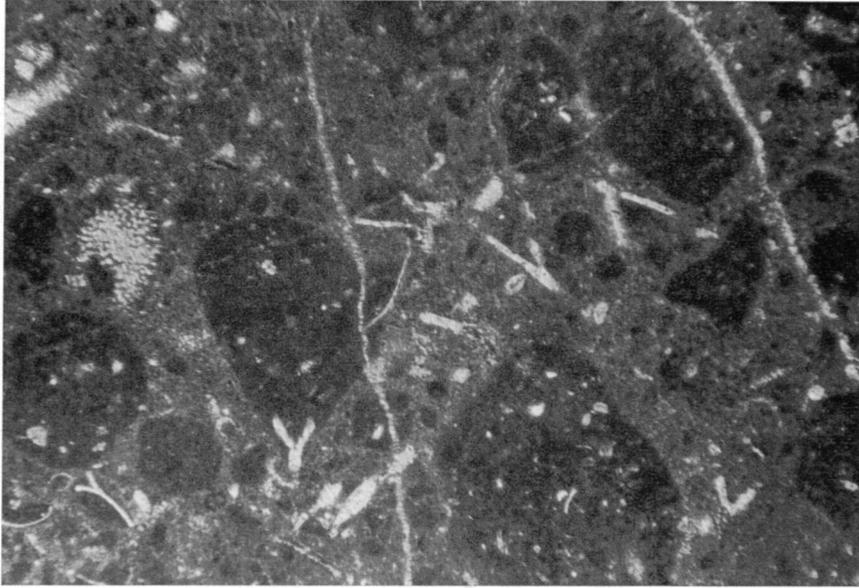
Calcaire argileux à *Globochaete alpina*, *Calpionella alpina*, *C. gr. elliptica*, *Crassicollaria intermedia*, *C. brevis*, *C. parvula*; Tithonique supérieur de la série d'Ibiza; versant sud-ouest du Puig Marina (Ibiza); × 50.



Calcaire argileux à *Calpionella gr. alpina*; Tithonique supérieur de la série d'Ibiza; Falcón (Ibiza); × 170.



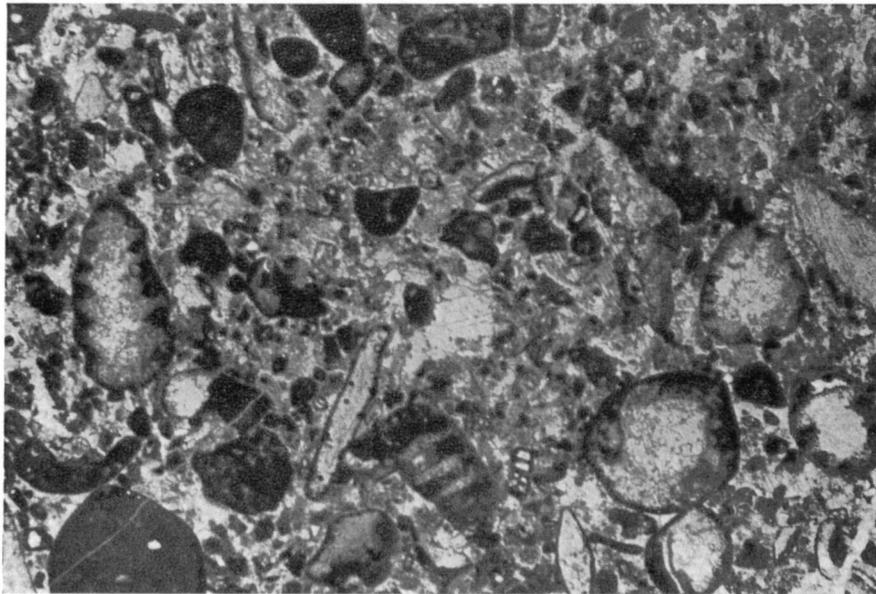
Calcaire à gravelles argileuses et à *Calpionella alpina*, *C. gr. elliptica*, *Crassicollaria intermedia*, *C. brevis*, *C. parvula*; Tithonique supérieur de la série d'Ibiza; versant nord-est du Puig de la Mar (Ibiza); × 50.



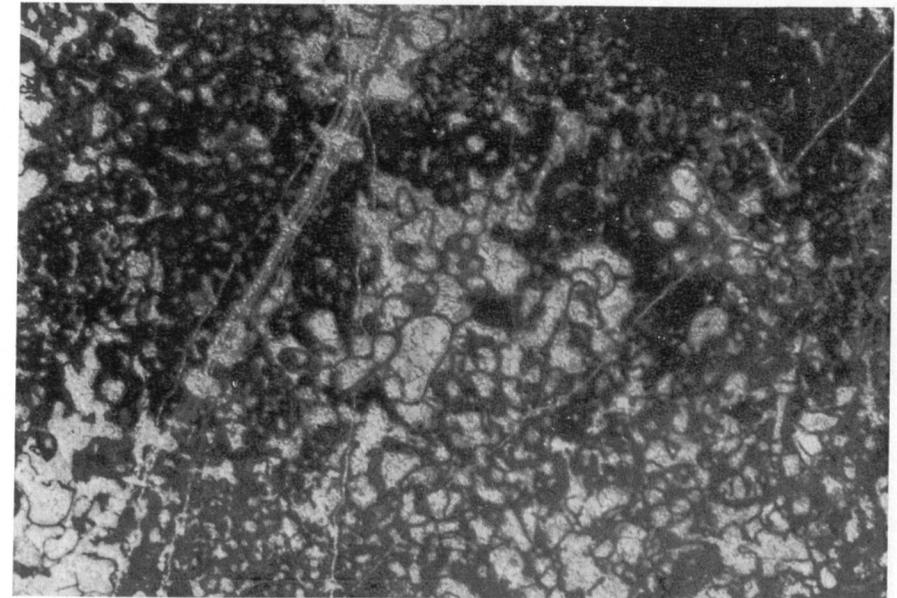
Calcaire à gravelles argileuses et à *Saccocomidae*, *Globochaete alpina*; Tithonique supérieur de la série d'Ibiza; versant nord-ouest du Puig de la Mar (Ibiza); $\times 60$.



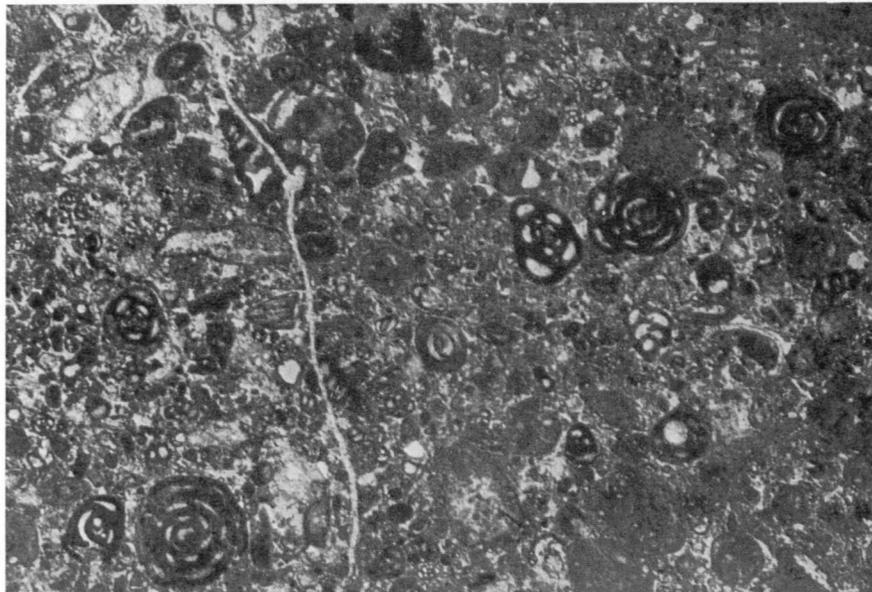
Calcaire à *Trocholina alpina* et à *Trocholina elongata*; Tithonique-Valanginien de la série de San José; nord-ouest du Puig Empeño (Ibiza); $\times 25$.



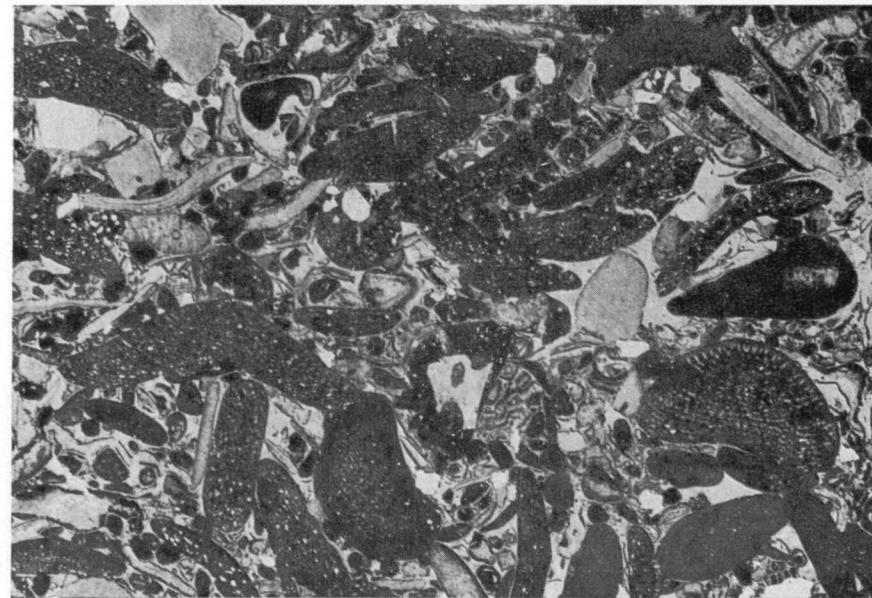
Calcaire à *Trocholina alpina* et à *Trocholina elongata*; Tithonique-Valanginien de la série de San José; Serra d'en Creveres (Ibiza); $\times 20$.



Calcaire à *Bacinella irregularis*; Tithonique-Valanginien de la série de San José; nord-ouest du Puig Empeño (Ibiza); $\times 16$.



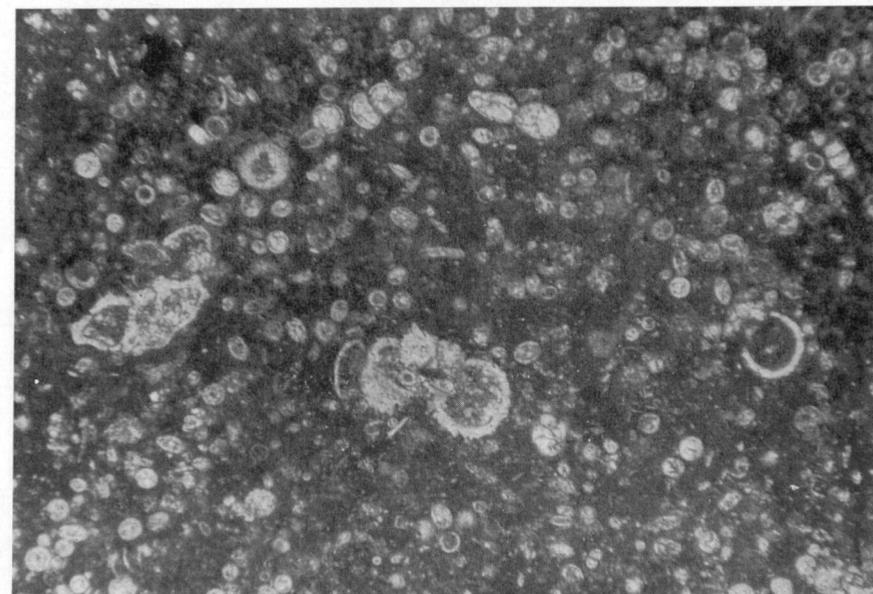
Calcaire à Miliolites; Barrémien de la série d'Eubarca; paroi nord de la Cala Vadella (Ibiza); × 20.



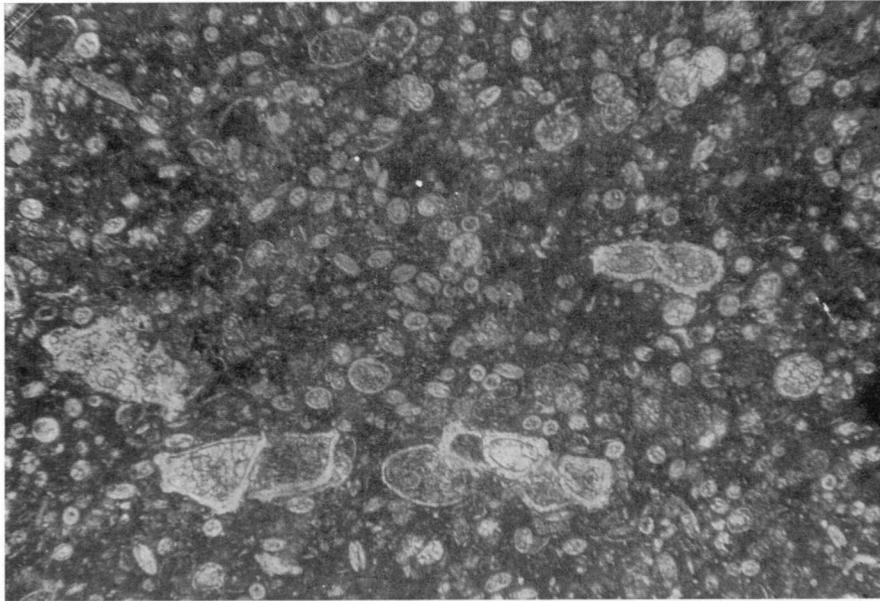
Calcaire à Orbitolines et à débris de Mollusques; Aptien de la série d'Eubarca; Camp Vey (Ibiza); × 10.



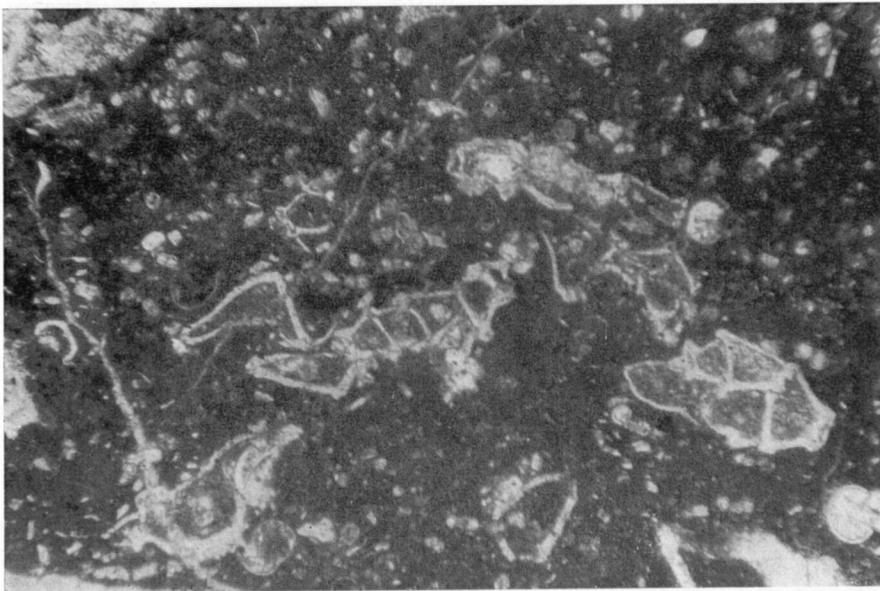
Calcaire à Orbitolines; Aptien de la série d'Eubarca; pied sud-ouest de Sa Serra d'en Toni Pere (Ibiza); × 10.



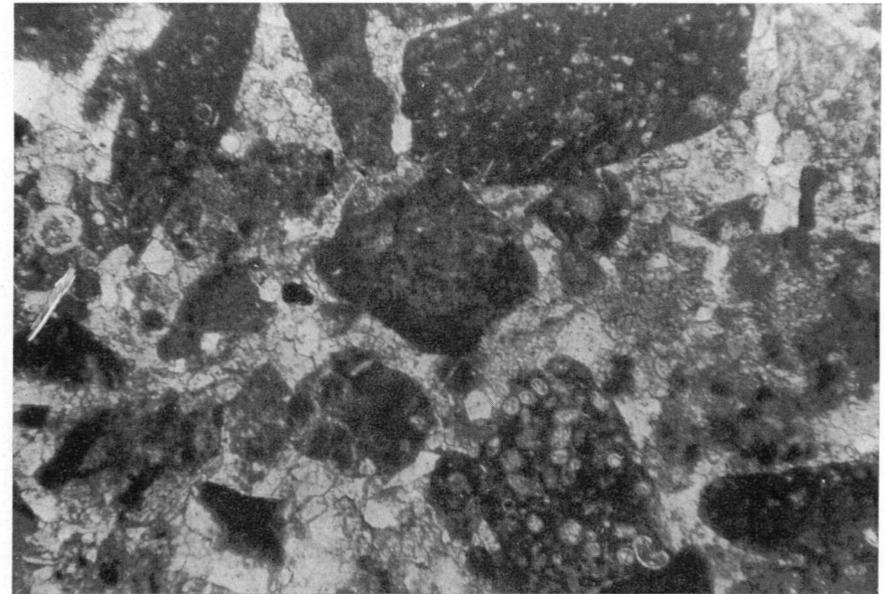
Calcaire du Turonien (ou de la base du Coniacien), à *Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*, *Rugoglobigerina*, *Heterohelix*, *Globotruncana* cf. *renzi*, *G.* cf. *schneegansi*, *G. helvetica*, *G. turbinata*, *G. linnei*; série d'Eubarca; Cala de Charraca (Ibiza); × 65.



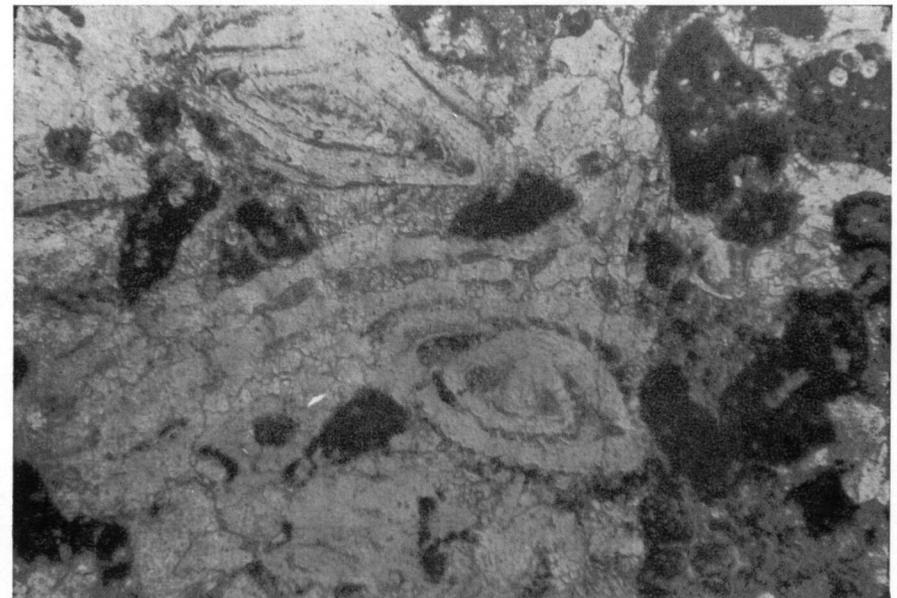
Calcaire du Turonien supérieur ou de la base du Sénonien inférieur, à *Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*, "*Stomiosphaera*" *conoidea*, *Rugoglobigerina*, *Globotruncana* cf. *helvetica*, *G.* cf. *coronata*, *G. marginata*, *G. lapparenti*, *G.* cf. *tricarinata*, *G. schneegansi*; série d'Eubarca; Port de Sas Caletas (Ibiza); × 65.



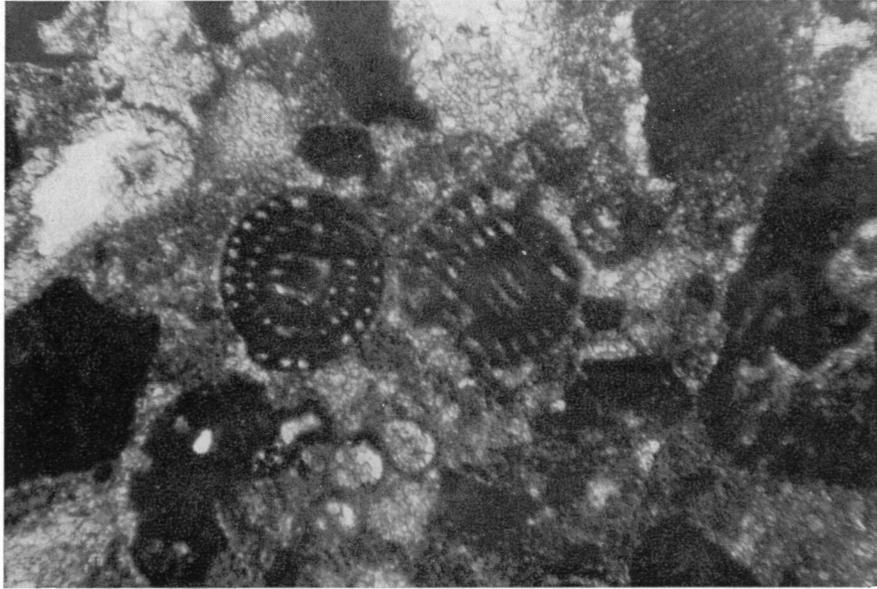
Calcaire du Maestrichtien (probable), à *Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*, *Heterohelix*, *Globotruncana* gr. *coronata*, *G.* gr. *lapparenti*, *G.* gr. *linnei*, *G.* cf. *sigali*, *G.* gr. *arconconvexa*, *G.* cf. *arca*; série de San José; Atalaya de San José (Ibiza); × 65.



Microbrèche burdigalienne à éléments de calcaires du Crétacé supérieur (à *Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*) et du Kimméridgien s. l.; versant nord-ouest de l'Atalaya de San José (Ibiza); × 52.



Microbrèche à *Amphistegina* cf. *lessonii*; Burdigalien; versant nord-est de l'Atalaya de San Juan (Ibiza); × 66.



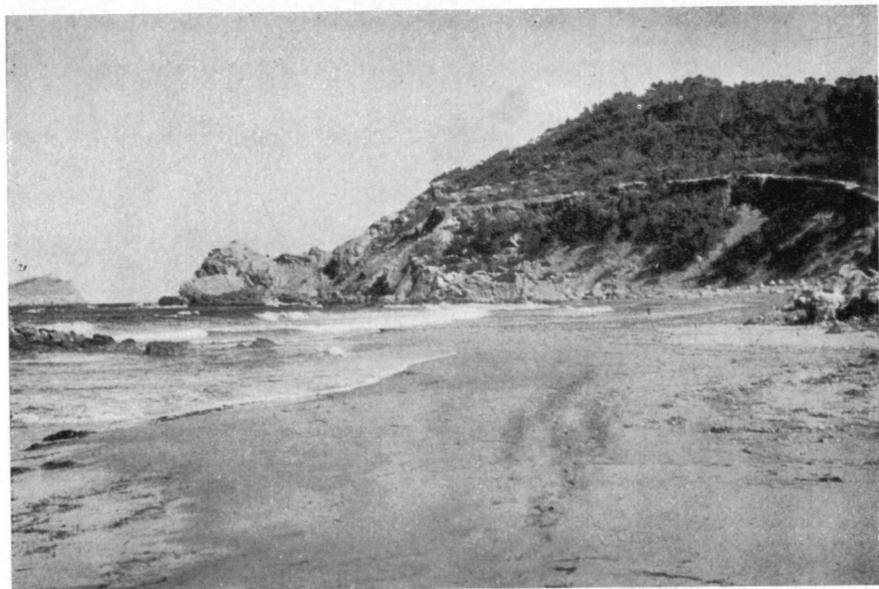
Calcaire à *Borelis melo*; Tortonien; La Cala (Formentera); $\times 69$.



Iglesia Veya (Ibiza). Calcaires du Muschelkalk.



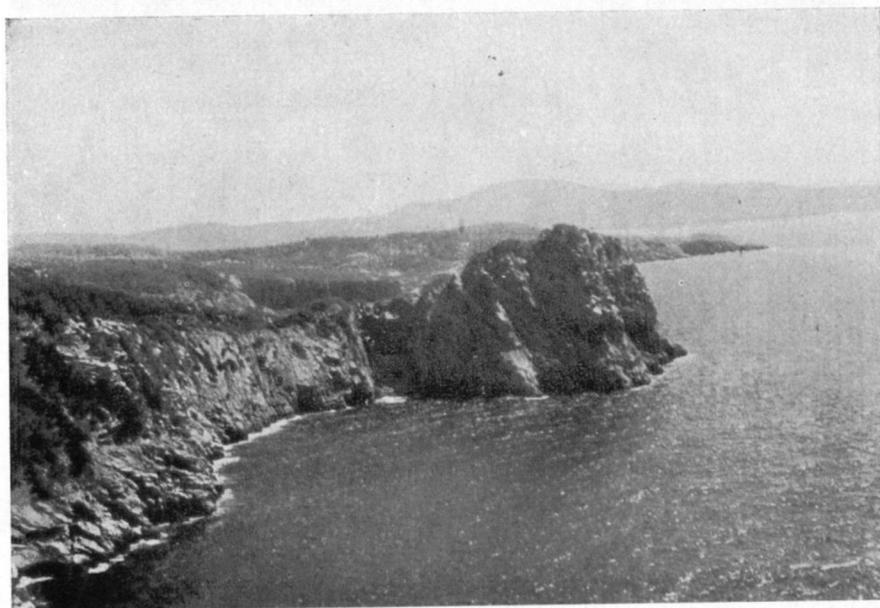
Base du versant sud-est de l'Atalaya de San Vicente (Ibiza). Marnes du Keuper, à spessartites.



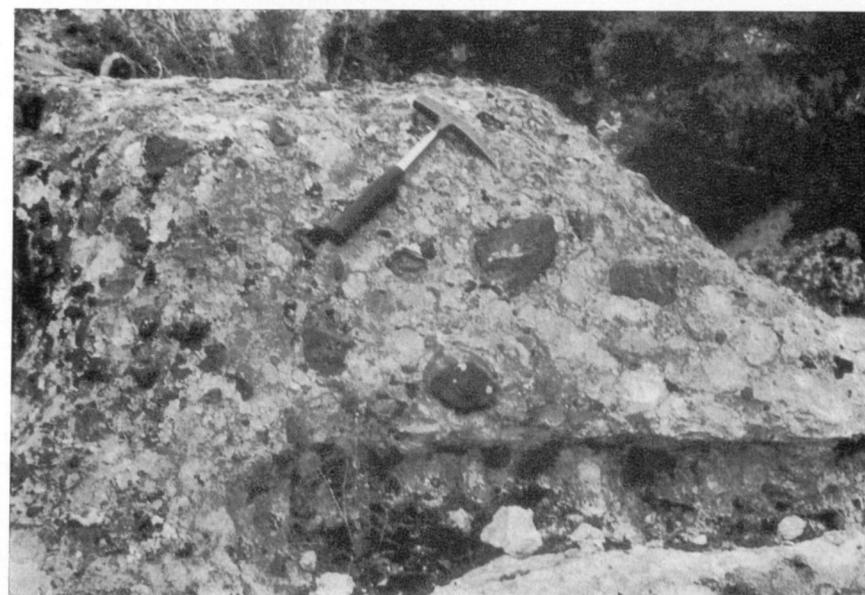
Figueral (Ibiza). Marnes du Keuper surmontées par des dolomies du Lias-Dogger.



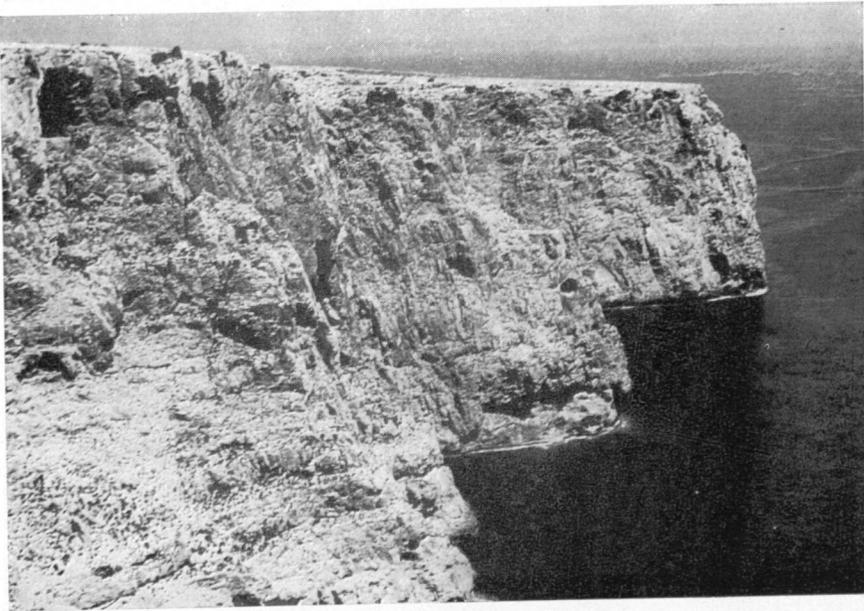
Llentrisca (Ibiza). Marnes albiennes surmontées par des calcaires du Crétacé supérieur.



Sa Foradada (Ibiza). Falaises de calcaires barrémo-aptiens.



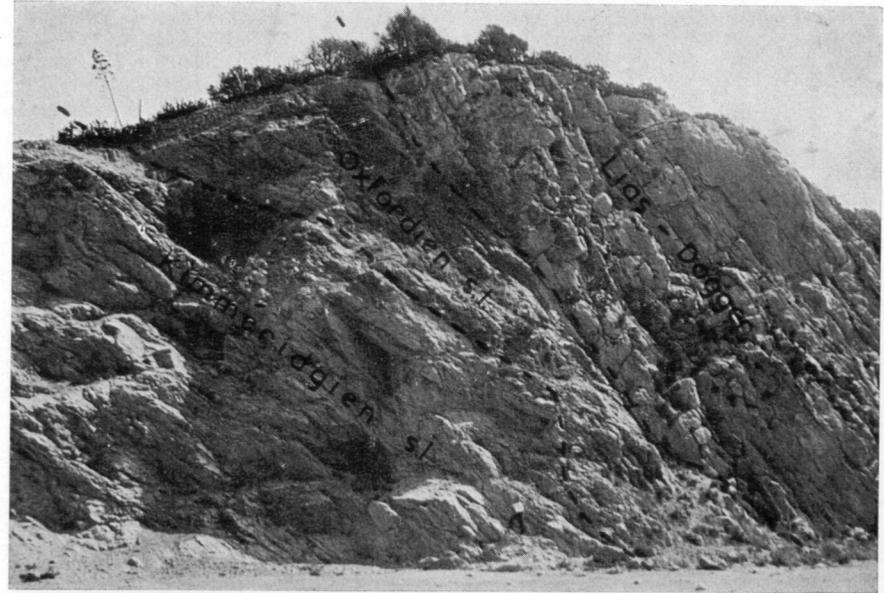
Nord-Est du Cap Negret (Ibiza). Poudingues burdigaliennes à galets de roches éruptives (ophites et andésites).



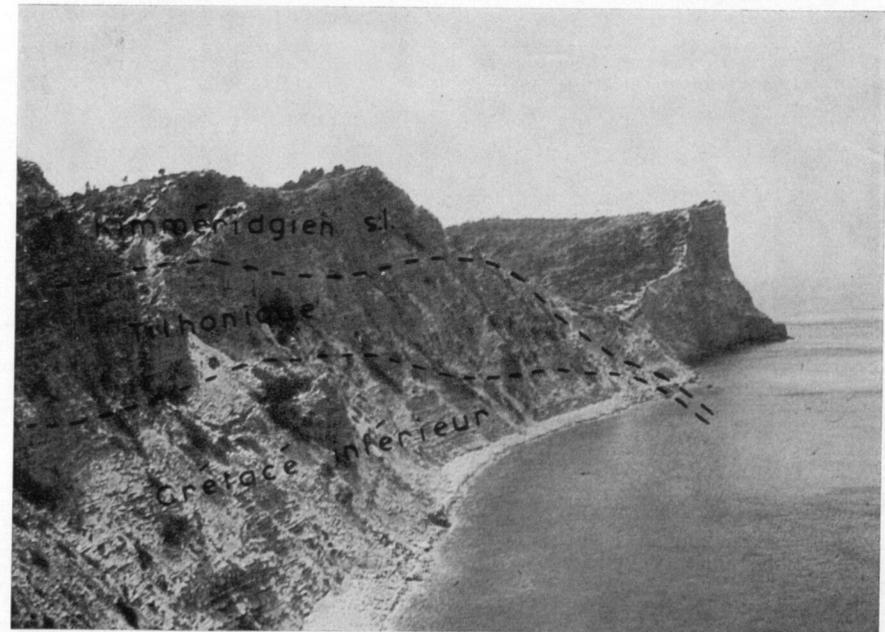
La Mola (Formentera). Falaises de calcaires tortoniens.



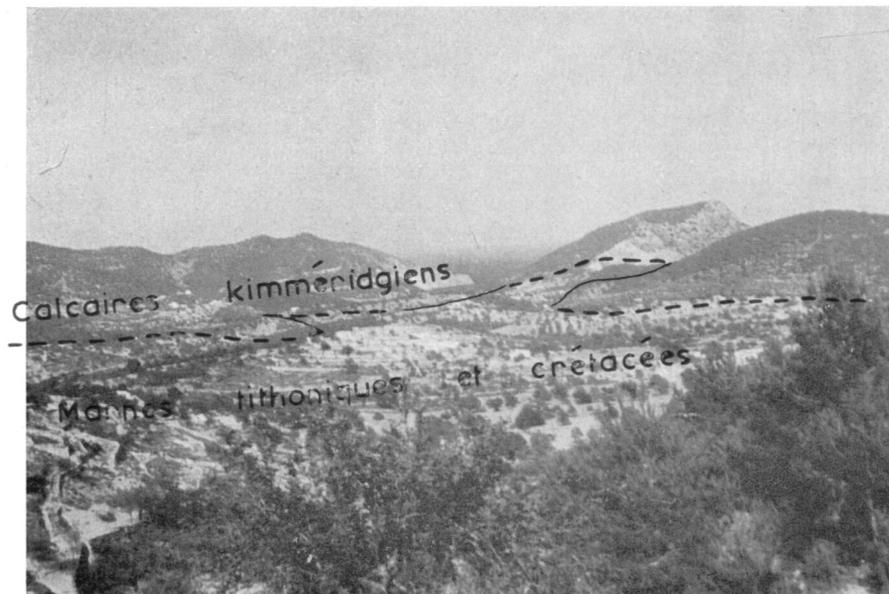
La Cala (Formentera). Placages de marès au pied des falaises de calcaires tortoniens.



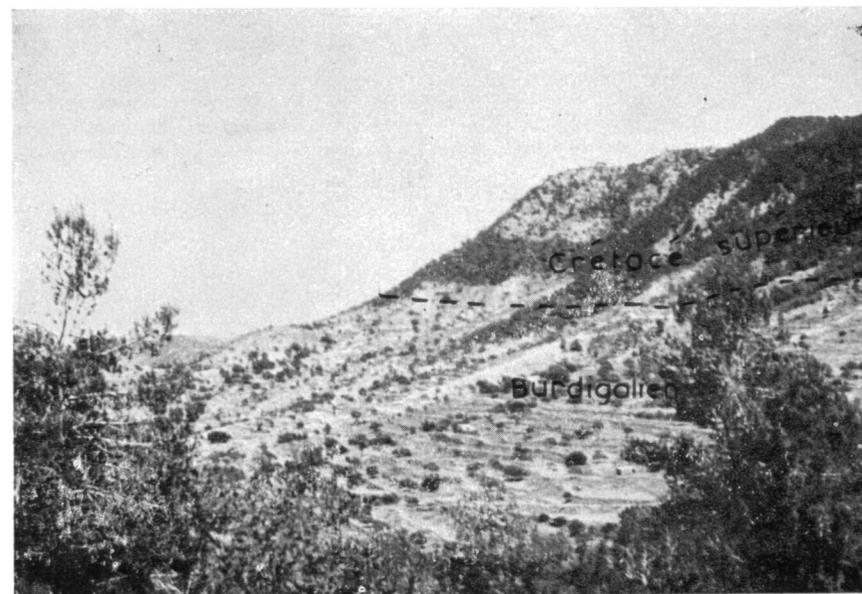
Puig d'Es Molins (Ibiza). Unité d'Ibiza. Série renversée montrant de bas en haut morphologiquement: des calcaires en dalles du Kimméridgien s. l., des calcaires noduleux et fauses-brèches de l'Oxfordien s. l., des dolomies du Lias-Dogger.



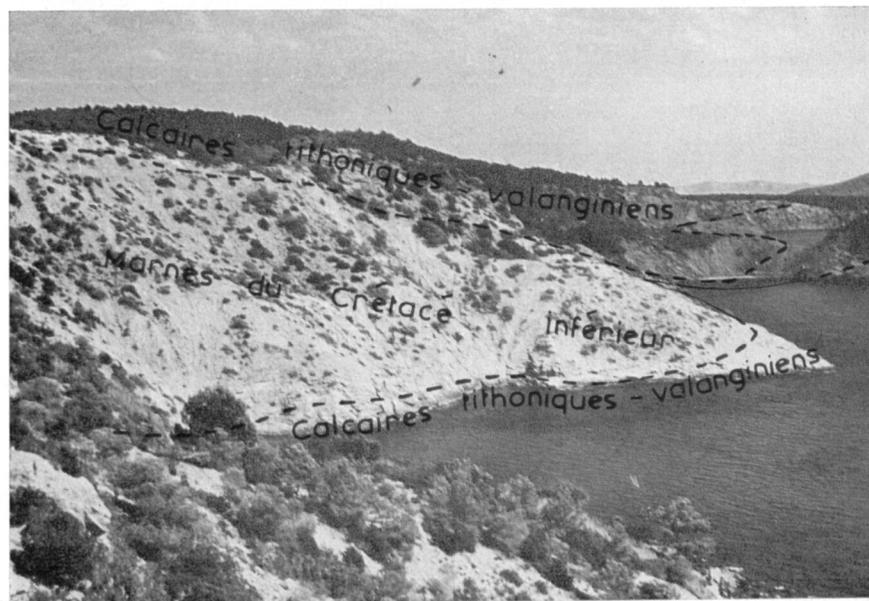
Falcón (Ibiza). Unité d'Ibiza. Série renversée comprenant des marnes et calcaires argileux crétacés (base de la falaise), des marnes et calcaires argileux tithoniques, des calcaires en dalles kimméridgiens.



Cala Llonga, Castellá, Puig d'en Vich (Ibiza). Unité d'Ibiza. Marnes tithoniques et crétaées surmontées, en série renversée, par des calcaires kimméridgiens.



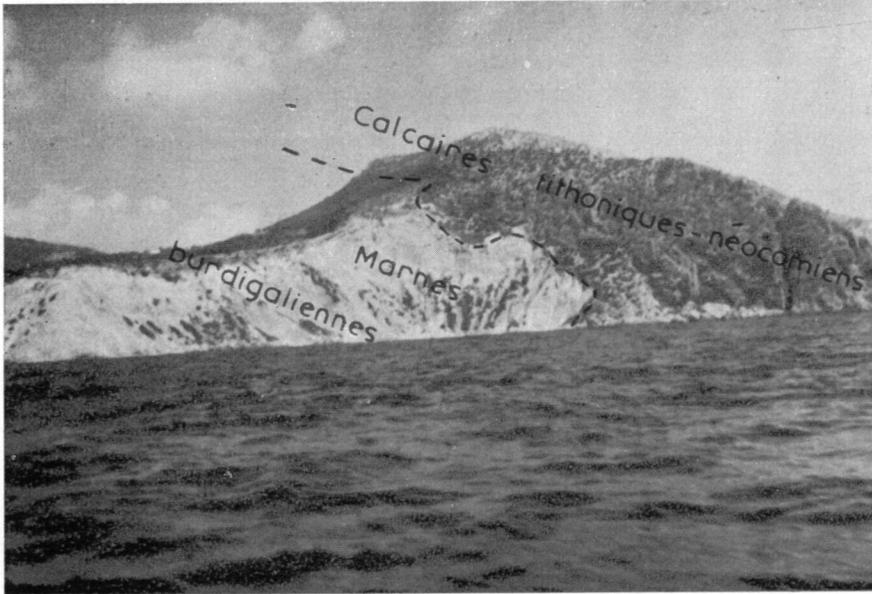
Versant nord-ouest de l'Ata'aya de San José (Ibiza). Unité de Llentrisca-Rey. Chevauchement vers le Nord-Ouest de calcaires du Crétacé supérieur sur des poudingues, microbrèches et marnes du Burdigalien.



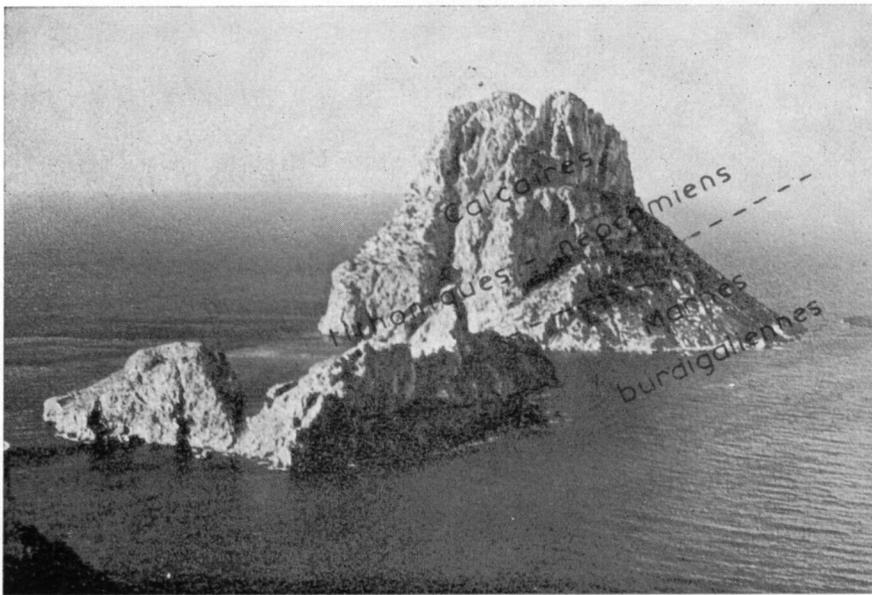
Cubells (Ibiza). Unité de Llentrisca-Rey. Synclinal couché vers le Nord-Ouest.



Versant nord-ouest du Pez (Ibiza). Chevauchement vers le Nord-Ouest de calcaires jurassiques et crétaées de l'unité d'Ibiza sur des marnes du Miocène inférieur et de la base du Miocène moyen de l'unité de Llentrisca-Rey.



L'Oliva (Ibiza). Unité d'Eubarca. Chevauchement vers le Nord-Ouest de calcaires lithoniques-néocomiens sur des marnes burdigaliennes.



Ile Vedrá (Ibiza). Unité d'Eubarca. Chevauchement vers le Nord-Ouest de calcaires lithoniques-néocomiens sur des marnes burdigaliennes.