

*faciès, biostratigraphie
et paléogéographie
du jurassique portugais*

R. MOUTERDE *

R. B. ROCHA **

Ch. RUGET *

H. TINTANT ***

* Facultés Catholiques de Lyon et Centre de Paléontologie Stratigraphique et Paléoécologie. LA 11 associé au CNRS.

** Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa, Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex, Portugal. Trabalho realizado no âmbito da linha de acção 2-Estratigrafia e paleobiologia de formações jurássicas da bacia a Norte do Tejo.

*** Université de Dijon et Centre de Paléogéographie et de Paléobiologie Évolutive de Dijon associé au CNRS.

| | | | | |
|-------------------------|--------|-------|-------------------------|------|
| Ciências da Terra (UNL) | Lisboa | N.º 5 | pp. 29-52 figs. 1-20 | 1979 |
|-------------------------|--------|-------|-------------------------|------|

RESUMO

Palavras-chave: Jurássico — Fácies — Ciclos sedimentares — Biostratigrafia — Paleobiogeografia — Portugal

A repartição das fácies no decurso dos diferentes andares do Jurássico, e num quadro estratigráfico já bem estabelecido, é definida para as três bacias portuguesas: Norte do Tejo, Santiago de Cacém e Algarve.

Os depósitos organizam-se em dois ciclos sedimentares. O primeiro, do Liásico ao Caloviano, põe em evidência, na bacia a Norte do Tejo, uma transgressão vinda de NW e que não ultrapassa praticamente o limite actual da Meseta; os depósitos, inicialmente salobros, só passam a francamente marinhos no fim do Lotaringiano. A sedimentação essencialmente margosa no Liásico torna-se mais calcária a partir do Aaleniano. No Dogger a bacia diferencia-se: depósitos de plataforma a Este e a Sul, zona de mar aberto a Oeste. Esta zona reduz-se progressivamente e durante o Caloviano individualizam-se duas pequenas bacias: a do Cabo Mondego a Norte e a de Serra de El-Rei-Montejunto a Sul.

É a partir desta última bacia que se vai desenvolver o segundo ciclo sedimentar (Oxfordiano médio-Portlandiano) com depósitos de mar aberto no eixo Sintra-Torres Vedras e, à volta, formações de plataforma e formações litorais salobras.

Nas bacias de Santiago de Cacém e do Algarve, durante o primeiro ciclo sedimentar, só se conhecem depósitos de plataforma litoral; durante o segundo ciclo conhecem-se, temporariamente, em Santiago de Cacém e no Algarve central depósitos de mar aberto.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Jurassique — Faciès — Cycles sédimentaires — Biostratigraphie — Paleobiogéographie — Portugal

Dans un cadre stratigraphique déjà bien établi, la répartition des faciès au cours des différents étages du Jurassique est précisée dans les trois bassins portugais: Nord du Tage, Santiago de Cacém, Algarve. Les dépôts s'organisent en deux cycles sédimentaires.

Le premier, du Lias au Callovien, montre dans le bassin au Nord du Tage une transgression venue du NW et ne dépassant guère la limite actuelle de la Méséta; les dépôts, d'abord saumâtres, ne deviennent franchement marins qu'à la fin du Lotharingien. La sédimentation sur-

tout marneuse au Lias, devient plus calcaire à partir de l'Aalénien. Au Dogger le bassin se différencie: dépôts de plate-forme à l'Est et au Sud, zone plus ouverte à l'Ouest. Cette zone se réduit progressivement et au Callovien on aura deux petits bassins: celui du Cabo Mondego au Nord et celui de Serra de El Rei-Montejunto au Sud.

C'est à partir de ce dernier que se développera le deuxième cycle sédimentaire (Oxfordien moyen-Portlandien) avec des dépôts de mer ouverte selon l'axe Sintra-Torres Vedras et autour des formations de plate-forme, puis des formations saumâtres.

Dans les deux autres bassins, Santiago de Cacém et Algarve, on a uniquement des dépôts de plate-forme pendant le premier cycle alors qu'au second, des formations de bassin sont connues temporairement à Santiago de Cacém et en Algarve centrale.

ABSTRACT

Key-words: Jurassic — Facies — Sedimentary cycles — Biostratigraphy — Paleobiogeography — Portugal

The facies distribution along the Jurassic stages in an already well established stratigraphic frame is defined for the three portuguese basins: North of Tagus, Santiago de Cacém and Algarve.

The deposits are organized in two sedimentary cycles. The first one from the Liassic to Calovian shows, in the Tagus Basin, a transgression from NW which did not surpass the Meseta present limits. The initially brackish deposits only changed to marine by the end of Lotharingian.

The sedimentation, mainly marly during the Liassic became more calcareous since the Aalenian. During the Dogger the basin differentiated into platform deposits towards East and South and open sea zone towards West. This zone underwent a progressive reduction and, during the Callovian, two small basins were individualized: Cabo Mondego basin in the North and Serra de El-Rei-Montejunto in the South. It is from the latter that the second sedimentary cycle (Middle Oxfordian-Portlandian) developed with open sea deposits along the Sintra — Torres Vedras axis surrounded by platform and litoral brackish formations.

During the first sedimentary cycle only litoral platform deposits are known in Santiago de Cacém and Algarve basins. During the second sedimentary cycle temporary sea open deposits are known in Santiago de Cacém and Central Algarve.

Cette synthèse se propose de retracer l'évolution paléogéographique de la marge occidentale portugaise au cours du Jurassique en se basant sur la description et l'interprétation des faciès replacés dans un cadre biostratigraphique déjà bien défini (MOUTERDE, RAMALHO, ROCHA, RUGET et TINTANT, 1972). Une attention particulière est portée aux relations fauniques et aux échanges entre les différentes provinces.

L'ensemble de ces données permet de préciser la chronologie et les modalités de l'ouverture progressive de l'Atlantique au niveau du SW de l'Europe.

Les résultats présentés ici sont le fruit du travail d'une équipe française travaillant depuis de nombreuses années en collaboration étroite avec les géologues portugais. R. Mouterde a plus spécialement étudié le Jurassique inférieur avec l'aide, ces dernières années, de R. B. Rocha. Le Jurassique moyen et le «Lusitanien» font l'objet des travaux de Ch. Ruget (Thèse 1961 et publications ultérieures). Plus récemment les problèmes du Jurassique supérieur ont été repris avec la collaboration de H. Tintant. L'Algarve occidentale vient d'être décrite par R. B. Rocha (Thèse, 1976) (1).

*

* *

Les affleurements du Jurassique portugais se répartissent en trois bassins.

1. Le plus important, le plus étudié et le mieux connu avec ses riches faunes et microfaunes est le *bassin au Nord du Tage*, ou plutôt au Nord du Sado. Il s'étend depuis la Serra da Arrábida au Sud jusqu'au Nord du Rio Mondego vers Cantanhede et Anadia. Il forme une bande allongée sur 200 km du Sud au Nord et assez étroite, 50 km au maximum d'Ouest en Est, et correspond à peu près à l'ancienne province d'Estremadura.

Le Lias affleure surtout à la périphérie: Serra da Arrábida, bande de Tomar à Coimbra et Anadia, Serra da Boa Viagem au Nord du Mondego. A la faveur de structures anticlinales de type diapirique, il affleure également à Peniche, Serra de El-Rei, São Pedro de Muel et Maceira.

Le Jurassique moyen et supérieur affleure plus largement au centre du bassin en vastes plateaux calcaires.

Le Jurassique supérieur est particulièrement développé au centre et au SW du bassin: plateau de Fátima, région d'Alcobaça et surtout les régions classiques du Montejunto et de Torres Vedras ainsi qu'au voisinage de la vallée du Tage où l'on peut observer le passage du Jurassique supérieur au Crétacé (Sintra et Arrábida).

La faune recueillie dans ce bassin présente de grandes affinités avec celle de l'Europe occidentale (Poitou, Calvados, Dorset, Souabe-Wurtemberg) mais les influences mésogéennes sont bien marquées à certains moments (Domérien supérieur, Toarcien, Callovien, Kimméridgien).

2. A 50 km au Sud de l'Arrábida, le *petit bassin de Santiago de Cacém* de surface plus restreinte est encore mal connu. Son étude est difficile en raison de la dolomitisation du Lias inférieur et moyen et surtout de la couverture plio-quadernaire qui ne permet qu'une étude discontinue du Jurassique moyen et supérieur. Un sondage profond qui a traversé tout le Jurassique jusqu'au Trias a fourni des renseignements nouveaux importants.

3. Au Sud du pays, l'*Algarve* montre des affinités mésogéennes. Ses relations avec l'Afrique du Nord et spécialement le Maroc sont importantes pour les reconstitutions paléogéographiques.

Malheureusement, l'importante dolomitisation et les nombreuses fractures ont rendu difficile l'établissement de la stratigraphie du Jurassique inférieur et moyen; la rareté des fossiles dans les dolomies et la faible surface conservée de certains niveaux fossilifères de la région occidentale réduisent les informations pour les comparaisons biogéographiques. Le Jurassique supérieur, plus développé dans la partie orientale, est en cours d'étude.

LIAS INFÉRIEUR (Hettangien, Sinémurien)

Les premières influences marines, très ténues, se sont manifestées ainsi que l'a décrit C. PALAIN (1975) dans des dépôts d'abord détritiques puis argileux.

(1) La bibliographie indiquera les publications les plus importantes servant de base à cette synthèse. On ne fera pas dans le texte de renvoi aux publications des auteurs de la présente note.

Au Nord du Tage, les marnes de Dagorda, très développées et typiques à l'Ouest, dans les aires diapiriques, se chargent en dolomies ou en détritiques vers l'Est et passent latéralement au grès de Silves ou aux couches de Pereiros. Cet ensemble correspond à une partie du Trias et à la base du Lias inférieur.

A la fin de l'Hettangien et au Sinémurien inférieur on voit s'établir une sédimentation carbonatée dolomitique (dolomie primaire?) à faune de lamellibranches et de gastéropodes euryhalins parfois abondante mais peu variée (*Isocyprina*, *Homomya*, *Ostrea*, *Modiola*...) assez caractéristique d'un milieu confiné.

Ces dépôts marins littoraux, peu profonds, généralement à l'abri des courants, présentent parfois des indices d'agitation plus forte (niveaux oolithiques ou grossiers...) et restent toujours soumis à des influences continentales plus ou moins importantes.

Dans cette vaste plate-forme, qui s'ouvre, peu à peu, aux influences marines, les sels de magnésium se précipitent à côté des sels de calcium. Le complexe carbonaté ainsi formé (150 à 300 m environ) comprend principalement des dolomies et des calcaires dolomitiques dont les limites, aussi bien inférieure que supérieure, sont sûrement hétérochrones partout, mais les faunes assez banales ne permettent pas de corrélations très précises.

Au Sinémurien supérieur (Lotharingien) les ammonites pénètrent dans le domaine sédimentaire portugais de façon d'abord très limitée. Dès la zone à *Obtusum*, près du littoral actuel et au Nord de Nazaré (São Pedro de Muel et sondage de Varride), les faciès marno-calcaires rythmiques contiennent des Astéroceratidés, mais ce sont, pour la plupart, des formes propres au Portugal, ce qui témoigne d'un certain isolement (fig. 1).

Au Lotharingien moyen, dans les mêmes régions, sont cantonnés des brachiopodes comme «*Terebratula*» *ribeiroi* CHOFFAT connus seulement au Portugal, mais rattachés aux térébratules multiplissées d'affinités mésogéennes (DUBAR, 1942, pp. 27, 65).

En même temps, à 30 km à l'Est près de Coimbra, les faciès dolomitiques persistent partiellement: ils ont fourni deux exemplaires d'ammonites de la zone à *Obtusum* (*Epophioceras?* sp. et *Asteroceras* sp.) et quelques *Terebratula ribeiroi*.

Au cours du Lotharingien supérieur, les faciès de bassin s'installent largement de Figueira da Foz à Peniche, les ammonites (*Echioceras*) deviennent nombreuses, associées à *Gryphaea obliqua* dans des faciès marno-calcaires parfois bitumineux. Vers l'Est, au voisinage des affleurements actuels du socle, les dépôts de plate-forme ne contiennent plus que de rares *Echioceras*, tantôt en faciès dolomitique aux environs de Coimbra, tantôt en faciès calcaire, localement au Nord de cette ville et surtout au Sud dans une bande N-S de plus de 25 km jusqu'aux environs d'Ancião (Cernache, Sud de Penela, Fartosa, Tráz de Figueiró) (fig. 1).

Les faunes de brachiopodes du Lotharingien supérieur (*Rhynchonella* cf. *pilula*, *Rh. ranina*, *Zeilleria quiaiosen-*

sis, *Z. cf. perforata*) ont une répartition plus vaste que celles du Lotharingien moyen; on les retrouve en partie en Asturies ou même en France.

Dans le faciès calcaréo-marneux les épaisseurs sont de l'ordre d'une centaine de mètres vers l'Ouest, au voisinage de la côte actuelle (Quiaios, Brenha, Verride, São Pedro de Muel); à peine plus forte à Peniche (120 m) où la série est plus calcaire. Des valeurs plus élevées sont données dans certains sondages (Verride, São Mamede), mais les interprétations sont délicates, notamment dans les structures diapiriques.

Les épaisseurs sont plus faibles et la tendance plus calcaire au centre, près de Porto de Mós (plus de 30 m) et au sondage de Vermoil (83 m). Il en est de même à l'Est dans la bande de Coimbra (40 à 60 m) où elles ne correspondent en réalité qu'à une partie du sous-étage car les faciès dolomitiques occupent des niveaux de plus en plus élevés lorsqu'on se déplace vers le Sud. A Pousa-Flores et Alvaiázere ils se poursuivent jusque vers le sommet du Lotharingien; à Jamprestes et Tomar jusqu'au Carixien inférieur ou moyen.

Paléobiogéographie

Au Lias inférieur on assiste donc à une ouverture très progressive de la plate-forme sédimentaire portugaise et les influences marines, franches seulement depuis le début du Lotharingien, ne se développent plus largement qu'à la fin du sous-étage.

Ainsi, au Portugal, comme dans bien d'autres régions (Poitou, Aquitaine, Provence, Corse, Chaînes Ibériques), les faunes à *Echioceras* sont généralement les premiers niveaux à céphalopodes et marquent les influences marines nettes dans la transgression jurassique; elles sont d'affinités subboréales.

Tandis qu'au Nord du Tage, il est possible de suivre, en détail, l'évolution de la transgression liasique pendant le Sinémurien-Lotharingien, en Algarve par contre, la série dolomitique est très monotone (fig. 15).

La présence de rares et mauvais fossiles (lamellibranches, gastéropodes, oursins) en Algarve occidentale (Cabo de S. Vicente, Belixe, Espiche) montre cependant que cette plate-forme s'ouvrait peu à peu, elle aussi, aux influences marines.

PLIENSBACHIEN (figs. 2-3)

Au Lias moyen, les ammonites sont plus abondantes et largement répandues sur toute l'aire de sédimentation, mais la répartition des épaisseurs et les variations de faciès permettent de distinguer plusieurs secteurs au cours du Carixien et du Domérien.

Le littoral actuel, de Quiaios à São Pedro de Muel et même jusqu'à Peniche, présente une sédimentation rythmique à dominante marno-calcaire avec intercalation d'horizons à schistes bitumineux. Le Carixien, riche en fossiles pyriteux ou limoniteux à la base et au sommet,

contient dans sa partie moyenne des niveaux à concrétions irrégulières (= «grumeaux») et faune calcaires. Le Domérien inférieur est toujours marneux, avec des faunes pyriteuses, et le Domérien supérieur est plus calcaire.

La subsidence semble maximale dans la région de São Pedro de Muel (Carixien: 68 m; Domérien inférieur: environ 30 m; Domérien supérieur: 30 m en sondage), un peu moindre au Nord et au Sud (Carixien: 50 m à Quiaios, Brenha et Peniche; Domérien inférieur: 20 m environ à Quiaios, 20 m à Peniche; Domérien supérieur: 35 à 40 m à Quiaios, 30/35 m à Montemor, 25 m à Soure, 20 m à Peniche).

Vers la bordure du bassin, la subsidence est plus faible et les faciès sont plus calcaires, notamment au NE de Coimbra près de Brasfemes, tout près des affleurements actuels du socle (Carixien: 15 à 20 m; Domérien: 15 m). Au Sud de Coimbra, les épaisseurs restent très faibles jusqu'à Cernache (Carixien: 20 m; Domérien inférieur souvent réduit à quelques mètres; Domérien supérieur: 7 m); la subsidence ne devient notable qu'au Sud de Condeixa et surtout localement au Nord de Rabaçal (Carixien: 35 à 47 m; Domérien inférieur: 26 m; Domérien supérieur: 32 m).

Plus au Sud, dans la région d'Ancião à Tomar, les faibles épaisseurs vont de pair avec une sédimentation plus calcaire et un enrichissement de la faune en brachiopodes et lamellibranches (Pectinidés, Plicatules); c'est un faciès de bordure. Le Carixien passe de 30 à 12 m; le Domérien a environ 15 m.

Le Domérien supérieur est représenté par un calcaire en bancs massifs, légèrement cristallin et peu épais (4 à 6 m) qui contraste avec les calcaires marneux plus épais (10 à 35 m) des autres secteurs. La limite nord de cette sédimentation réduite et plus calcaire coïncide très approximativement avec le passage de l'accident Lousa-Nazaré.

Nous avons déjà noté que les faciès dolomitiques persistent jusqu'au Carixien inférieur ou moyen dans la région de Tomar. En Arrábida, ils semblent se poursuivre jusqu'au Domérien, associés à des calcaires compacts brun violacé à sections de brachiopodes et de grandes bélemnites. Il en est de même à Santiago de Cacém où la dolomie, en partie secondaire, renferme à sa partie supérieure des niveaux fossilifères à moules internes de lamellibranches («*Megalodon*», «*Pachymytilus*...») et de brachiopodes («*Spiriférines*», «*Térébratules*») du Domérien ou Toarcien inférieur.

Dans la plate-forme de l'Algarve les ammonites sont connues depuis le Lias moyen. Au Cabo de S. Vicente on a recueilli quelques ammonites du Carixien inférieur et moyen dans des faciès de calcaires dolomitiques à nodules de silex. Ce faciès, constant en Algarve occidentale (Cabo de S. Vicente, fort de Belixe, plage de Belixe, E de Espiche), n'est pas connu au Nord du Tage; par contre, c'est un faciès commun en Mésogée (Andalousie, Moyen Atlas, Provence, Alpes méridionales françaises).

Le Domérien semble plus calcaire qu'au Nord du Tage et notamment la partie supérieure est formée de bancs

assez massifs de calcaires largement bioclastiques, dolomités localement en raison de la tectonique.

Paléobiogéographie

La faune du Lias moyen montre d'abord de très nettes affinités subboréales. Au Carixien inférieur et moyen, elle est dominée par les Polymorphitidés (*Platypleuroceras*, *Polymorphites*, *Uptonia*) abondants par ailleurs en Angleterre, dans le bassin de Paris et en Souabe-Wurtemberg. Le genre *Dayiceras*, très fréquent au Portugal, alors que quelques exemplaires seulement sont connus au S de l'Angleterre, indique toutefois un net particularisme local⁽²⁾. En même temps les influences mésogéennes ne sont pas encore sensibles: les *Tropidoceras* du groupe de *T. zancleanum-galatense* et les *Metaderoceras* du groupe de *M. gemmellaroï* sont absents. Les *Acanthopleuroceras* sont identiques à ceux du bassin de Paris (*A. alisiense* par exemple).

Au Carixien supérieur, à côté de nombreux Liparocératidés (*Liparoceras*, *Aegoceras*), les Harpocératidés sont extrêmement rares; les *Productylioceras*, peu nombreux, ont un cachet particulier qui les éloigne le plus souvent de *P. davoei* SOW. typique.

En Algarve par contre, les Eodérocératidés sont proches de ceux récoltés par J. CL. FAUGÈRES (1978) dans les «Rides sud-rifaines». C'est une association faunistique à caractère méditerranéen ou subméditerranéen.

Avec le Domérien, on voit s'entremêler les influences subboréales et subméditerranéennes, ce qui indique l'établissement de communications plus faciles entre les deux domaines. La base de l'étage est marquée par l'arrivée d'abondants *Fuciniceras* et *Protogrammoceras* aussi bien en Algarve qu'au Nord du Tage où ils précèdent de peu les premières Amalthées (*A. stokesi* et *A. bifurcus*). Dans le bassin nord, *Amaltheus margaritatus* domine à la partie moyenne du sous-étage; les affinités submésogéennes sont marquées par des *Reynoceras* (= *Indunoceras* WIEDENMAYER, 1977), fréquents à certains niveaux, et de rares *Arietoceras*. Les *Lytoceras* et *Phylloceras* ne sont largement représentés que dans certains horizons, particulièrement dans le Carixien moyen ou supérieur et le Domérien inférieur. Parmi les brachiopodes, *Terebratula thomarensis* localisée sur la bordure

(²) Le *Dayiceras baltzeri* décrit par M. RAKUS (1972) du Carixien moyen de Tunisie est très différent des formes anglaises et de la plupart des formes portugaises; il montre certaines analogies avec les derniers *Dayiceras* portugais comme *D. amaltheiforme* MOUT., mais le tracé de la côte dans la partie externe des flancs et son arrivée perpendiculaire au bord externe sont bien différents et rappellent plutôt l'*Ectocentrites?* sp. nov. figuré par G. DUBAR (1978, pl. I, fig. 3) du Carixien moyen du Maroc (dont il diffère toutefois par sa cloison). Le problème paléogéographique posé par ce «*Dayiceras*» tunisien serait ainsi moins irritant.

Quant au *Dayiceras* sp. nov. aff. *polymorphoides* SPATH figuré par F. WIEDENMAYER (1977, p. 69, taf. 15, figs. 3-4) son état de conservation impose d'autant plus de réserves que l'on ne distingue pas clairement la carène perlée caractéristique du genre.

du bassin à Tomar, est connue aussi en Algarve, dans les Chaînes Ibériques et les Corbières.

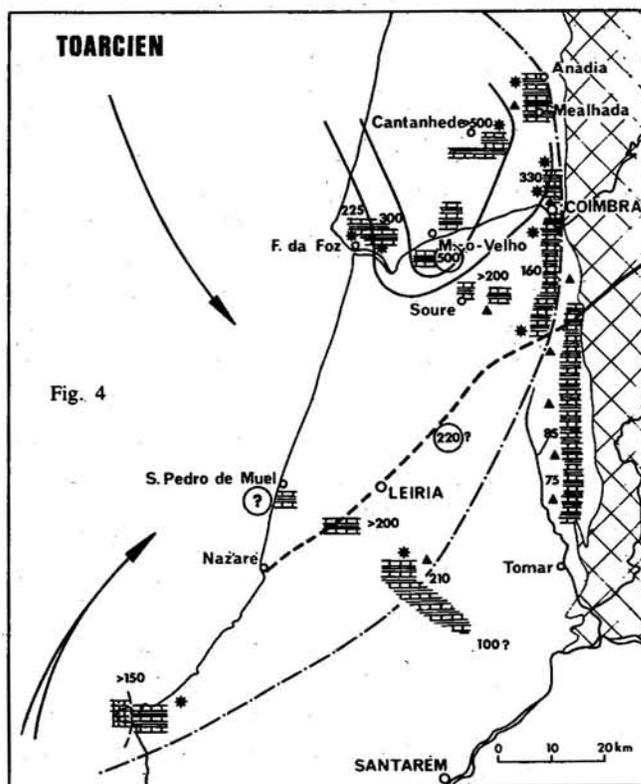
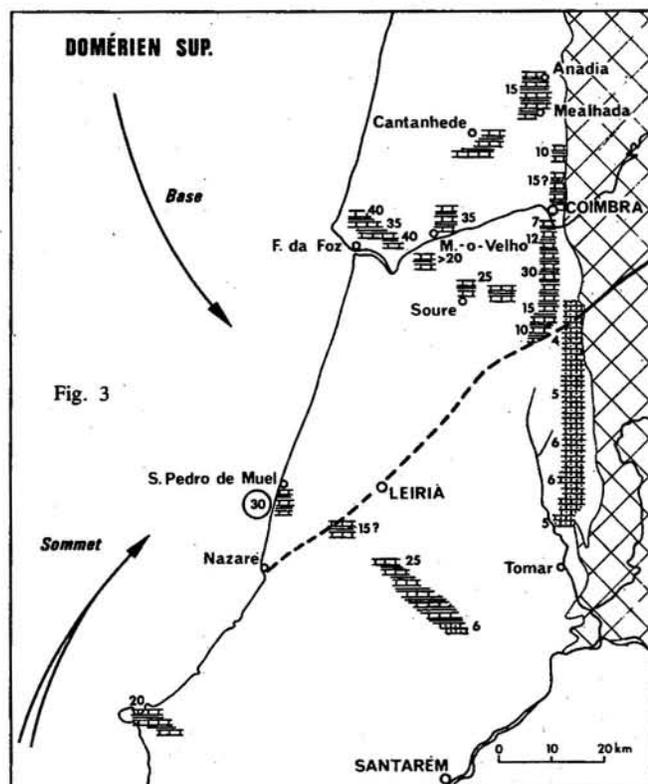
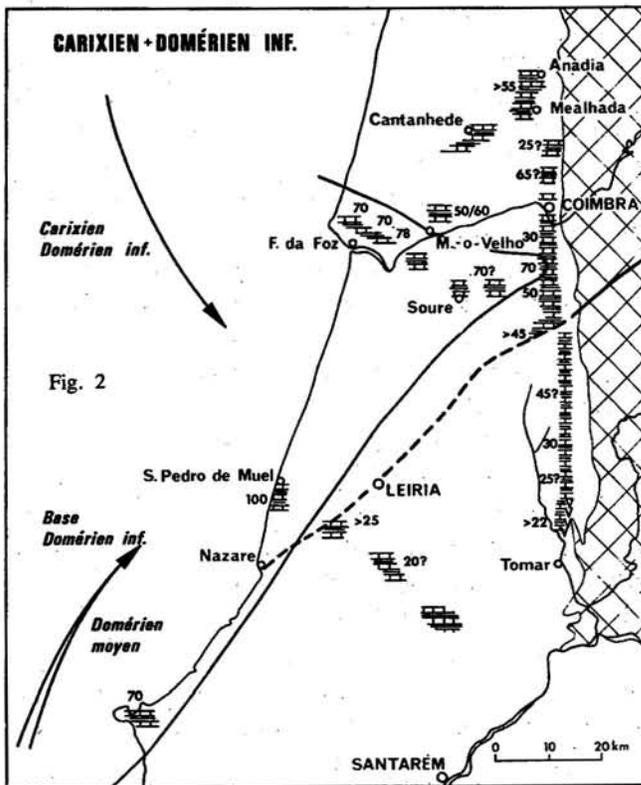
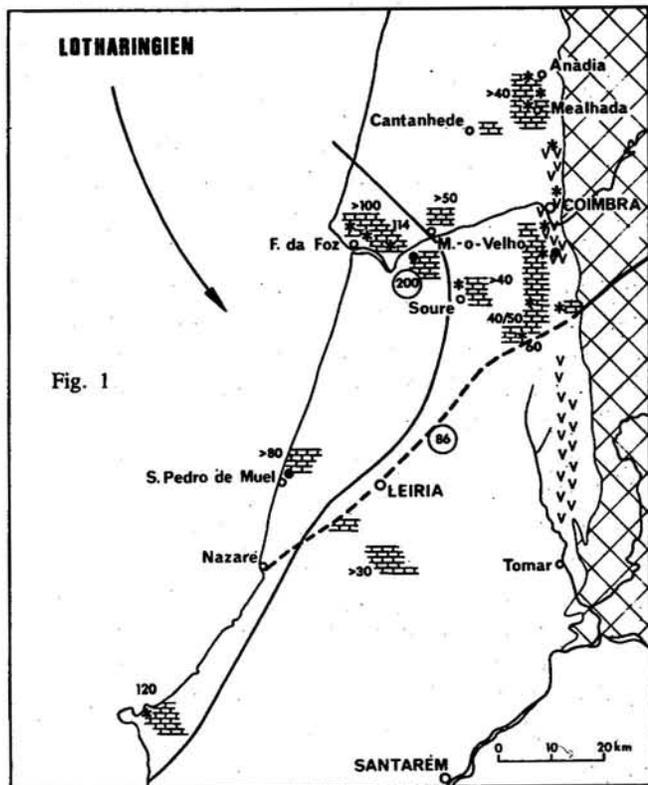
Une remarquable térébratule multiplissée, *Hesperithyris renieri* CATULLO, d'affinités nettement mésogéennes (Alpes, Andalousie, Apennin, Timor, Maroc, cf. DUBAR, 1942, pp. 27, 80) a été signalée par P. CHOFFAT (1903) à Belixe (Domérien probable) et à São Pedro de Muel (Carixien supérieur).

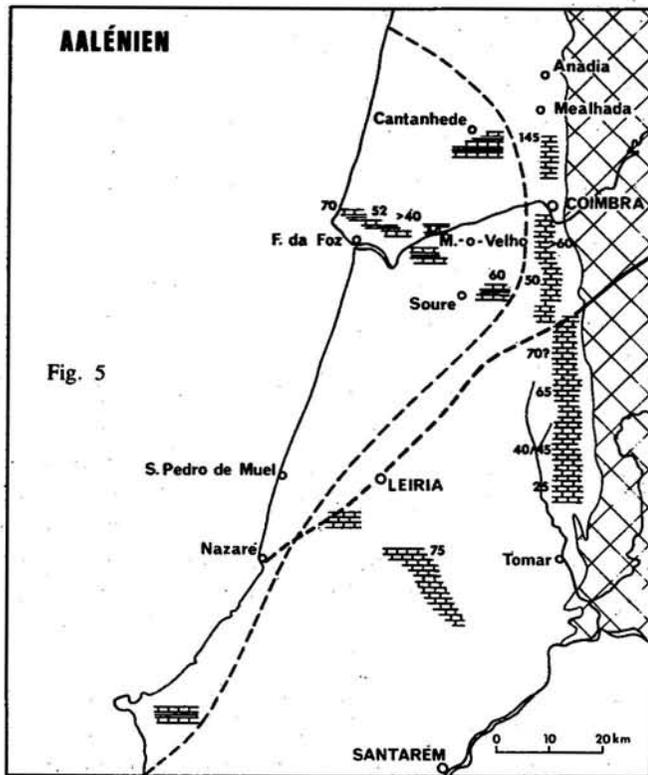
Dans le Domérien supérieur au Nord du Tage, les *Pleuroceras* subboréaux sont très abondants, en parti-

culier *P. solare* qui est très polymorphe; mais au sommet du sous-étage de nombreux *Emaciatoceras* et *Tauromeniceras* marquent une courte invasion de formes mésogéennes qui, venues sans doute par le Maroc, atteindront les côtes normandes.

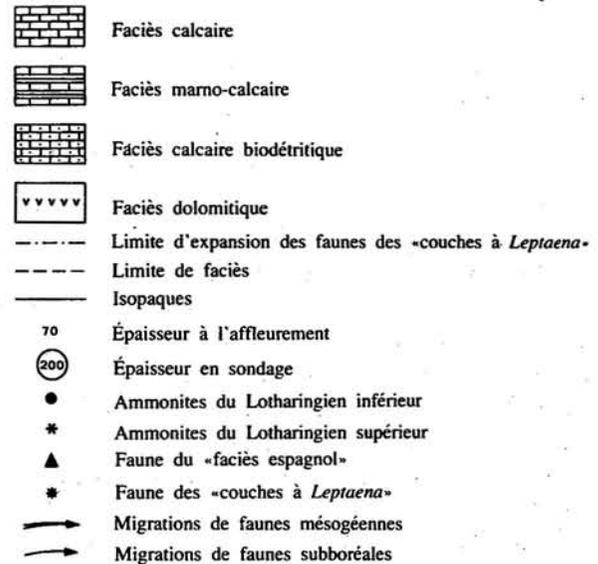
TOARCIEN (figs. 4 et 16)

Au Lias supérieur la sédimentation est essentiellement calcaréo-marneuse et la marge portugaise montre sur une





Figs. 1-5 — Distribution des faciès du Lotharingien à l'Aalénien



plus vaste surface une grande constance dans la succession des formations lithologiques qui constituent ainsi de très bons repères stratigraphiques et morphologiques: à la base, des marnes à petits *Dactylioceras* pyriteux, plus haut, des calcaires sublithographiques en minces plaquettes (base de la zone à *Serpentinus*) et vers les trois-quarts de l'étage 10 à 20 m de marnes à nombreuses *Rhynchonella brachyplicata* CHOFFAT in col. de la zone à *Levesquei*. Le reste des dépôts est formé de marnes et de calcaires marneux tendres assez monotones dans lesquels se développent localement de petits biostromes ou des bancs lenticulaires à Spongiaires (Nord de Cumieira, Soure, São Gião).

Toutefois dans cette aire de sédimentation très uniforme, le schéma paléogéographique se modifie légèrement. Les faciès de bassin gagnent encore vers l'Est et la subsidence semble s'accroître considérablement au Nord dans le bassin du Mondego (225 m à Quiaios, 300 m à Brenha, plus de 200 m à Soure, 300 m au N de Coimbra), spécialement dans l'axe Cantanhede-Verride (plus de 500 m à Cantanhede, 500 m en sondage à Verride); le domaine de la sédimentation marno-calcaire rythmique épaisse s'étend vers le Sud (plus de 200 m au flanc est du diapir de Maceira, 210 m à Porto de Mós, 220 m au sondage de Vermoil, 160 m au Sud de Condeixa). C'est seulement au SE, à partir d'Alvaiázere, que les dépôts deviennent plus calcaires en même temps que les épaisseurs diminuent notablement (Alvaiázere 85 m, Tomar 75 m). Les brachiopodes y sont très abondants. Leur répartition globale confirme en partie ces différences. Ils abondent dans le secteur de Tomar ainsi qu'à un degré moindre à Peniche, à Porto de Mós et dans la bande Condeixa-Coimbra, alors qu'à l'Ouest et au Nord

ils sont rares (Soure) ou absents. La répartition des différentes espèces présente une disposition plus remarquable (cf. infra).

Plus au Sud, en Arrábida, les seules ammonites liasiennes proviennent de la base du Toarcien dans les faciès marno-calcaires de la région de Sesimbra alors qu'à l'Est la série est entièrement dolomitique, ce qui suggère la proximité d'un rivage.

Enfin à l'Ouest, dans l'aire restreinte de la péninsule de Peniche, le Toarcien se charge d'éléments détritiques: d'abord des paillettes de mica et des quartz très fins dans les zones à *Serpentinus* et Bifrons, puis à partir de la zone à Insigne, de véritables graviers de quartz et de feldspath associés à des articles de crinoïdes, des Cidaridés, etc. Malgré cette abondance d'éléments détritiques, les épaisseurs restent relativement modérées (plus de 150 m). Cet apport détritique venant de l'Ouest n'a qu'une courte durée et une faible extension géographique.

A Santiago de Cacém en l'absence d'affleurement les indications de sondage suggèrent au sommet des dolomies (Domérien ou base du Toarcien) la présence d'une formation marneuse probablement toarcienne.

En Algarve, la série toarcienne, dont on ne connaît que la partie inférieure (zones à *Semicelatum* et à *Serpentinus*), est plus calcaire qu'au Nord du Tage et les marnes à petits *Dactylioceras* pyriteux font place à des marno-calcaires plus biodétritiques riches en crinoïdes, brachiopodes et plicatules.

Paléobiogéographie

Au cours du Toarcien, les influences subboréales et submésogéennes interfèrent presque constamment.

La courte invasion mésogéenne des *Emaciatoceras-Tauromeniceras* se poursuit à la base du Toarcien avec les *Dactyloceras* à fortes côtes (*Eodactylites*); cependant au cours de la zone à Semicelatum les influences subboréales prédominent avec de nombreux *Dactyloceras* (*Orthodactylites*) et une faune de petits brachiopodes bien connue en Angleterre et en Normandie, sous le nom de «faune à Leptaena». Cette faune pénètre dans toute la partie ouest de la plate-forme portugaise, ainsi que dans la région de Coimbra, mais s'arrête au SE avant d'atteindre Ancião au Nord de l'accident de Nazaré; elle est présente aussi près de Porto de Mós.

En Algarve, les Spiriférines sont plus abondantes à ce niveau, comme dans les Chaînes Ibériques alors qu'au Nord du Tage elles sont rares ou de faible dimension.

Dans la zone à Serpentinus, les influences méridionales se manifestent par la présence des *Bouleiceras* d'origine arabo-malgache et celle de nombreux brachiopodes submésogéens (*Rhynchonella batalleri* DUBAR, *R. meridionalis* DESL., *Terebratula witnichi* CHOFFAT, *T. jauberti* DESL. et ses variétés). Il faut noter que les *Bouleiceras* sont beaucoup plus rares au Portugal (4 exemplaires) que dans les Chaînes Ibériques (plus d'une centaine). Venant du SE (par le Maroc, ride sud-rifaine, FAUGÈRES, 1975) ils ont dû cheminer comme les brachiopodes sur les bords de la Meseta; les communications avec la bordure orientale étant beaucoup plus directes si l'on admet la rotation de la péninsule (ROCHA, 1976, fig. 6.2). Les Chaînes Ibériques et le bassin portugais sont d'ailleurs la limite d'extension vers le NW de ces faunes.

Dans le détail, la répartition géographique des différentes espèces mérite quelques remarques. Certaines formes comme *Terebratula jauberti* var. *nabaciensis* et *Rhynchonella lusitanica* semblent propres aux environs de Tomar. *R. batalleri* et *R. meridionalis* (et leurs variétés) ont une répartition plus vaste; on les connaît aussi à Porto de Mós mais elles sont plus rares vers le Nord. *R. vasconcellosi*, *T. jauberti* et *T. perfida* semblent occuper un domaine plus vaste allant jusqu'à Coimbra et Mealhada. *R. bouchardi* est encore plus ubiquiste.

Il existe donc une certaine opposition entre la faune à *Leptaena* qui semble venir du NW et ces faunes d'affinités mésogéennes d'autant plus variées et abondantes qu'elles semblent plus proches de la Meseta. On les retrouve d'ailleurs de l'autre côté dans les Chaînes Ibériques; mais elles sont bien différentes des faunes asturiennes.

Au Toarcien moyen, la faune subit des influences multiples et le Portugal est l'une des régions favorables pour préciser le synchronisme des échelles biostratigraphiques. Les *Polyplectus*, *Brodieia* (*Merlaites*), *Hammatoceras* abondants indiquent des influences mésogéennes; ils se distinguent de leurs contemporains du Poitou comme l'a fait remarquer J. GABILLY (1976).

Au Toarcien supérieur, la rareté des *Dumortieria* est curieuse, d'autant que les *Catullocceras* sont fréquents; elle indique un certain isolement de la marge portugaise. A leur place se développent des *Osperleioceras* proches

de ceux des Causses et des régions nord-africaines (Maroc, Algérie).

Au-dessus, les *Cotteswoldia-Pleydellia* subboréales sont accompagnées par une lignée continue (qui se poursuit dans la zone à Opalinum) de formes du groupe d'*Amcostula* VACEK 1886 non REIN. d'affinités méditerranéennes.

AALÉNIEN (fig. 6)

Avec l'Aalénien, la sédimentation devient progressivement plus calcaire et la disposition paléogéographique du Jurassique moyen s'esquisse déjà. A l'Ouest du Cap Mondego jusqu'à Verride et Soure, les faciès marneux à céphalopodes subsistent à certains niveaux, en particulier dans la zone à Murchisonae et les épaisseurs sont relativement constantes (entre 50 et 70 m) si on ne tient pas compte des données de sondage beaucoup plus fortes, mais d'interprétation délicate.

Sur la bordure du bassin, la série est plus calcaire, les épaisseurs restent du même ordre de 50 à 80 m, sauf près de Coimbra où elles dépassent largement 100 m à la Serra d'Alhastro. Au SE par contre, elles sont plus faibles: 40/45 m à Alvaizere, un peu moins à Chãos au Nord de Tomar, où des bancs à ammonites phosphatés soulignent l'instabilité de la sédimentation. A Tomar même, l'étage n'a pas été caractérisé paléontologiquement; on peut lui attribuer des calcaires compacts en bancs minces, des calcaires de crinoïdes et des marnes vertes (10 à 20 m?).

En Arrábida on a des calcaires compacts à grain fin et des calcaires dolomitiques à rares *Amussium pumilus* (50 m?). En Algarve on attribue à l'Aalénien-Bajocien inférieur des calcaires oolithiques et graveleux (plus de 50 m) où sont visibles des éléments de brèche récifale.

Dans l'ensemble la faune présente des influences mésogéennes assez nettes:

- abondance et grande extension verticale des *Tmetoceras*, *Vacekia*, *Pseudammatoceras*, *Planammatoceras*, *Spinammatoceras* (= *Zurcheria* pro parte), *Erycites*, dans les zones à Opalinum et Murchisonae;
- abondance des *Haplopleuroceras*, *Eudmetoceras*, *Euaptetoceras*, *Rhodaniceras*, *Abbasites* et apparition des *Bradfordia* et des *Docidoceras* dans la zone à Concavum.

BAJOCIEN (figs. 6-8)

Au Bajocien, le bassin au Nord du Tage montre une disposition très claire: la zone de sédimentation des calcaires marneux à céphalopodes, largement ouverte vers l'WNW, est bordée vers l'Est d'une zone plus littorale composée essentiellement de calcaires compacts, puis de calcaires organo-détritiques.

Au Bajocien inférieur ce bassin garde une extension notable, en léger retrait par rapport à l'Aalénien (fig. 6). La sédimentation marno-calcaire rythmique à céphalopodes s'épaissit d'Ouest en Est (70 m au Cap Mondego, 100 m à Brenha et Alhadas, 250 m à Ança) ainsi que du Nord au Sud (160 m à Maceira, 250 m à Zambujal de Alcaria). A la périphérie de ce bassin se développent des faciès de calcaires compacts, blancs, à rares céphalopodes, visibles à l'Ouest dans la région de Coimbra et au Sud à Serra de El-Rei; en ce point les épaisseurs sont faibles et les brachiopodes disposés en nids, ce qui indique la faible profondeur des dépôts. Plus à l'Est (Tomar) et au Sud (Montejunto), les faciès organo-détritiques marquent la proximité d'une bordure ou d'un haut-fond.

Ao Bajocien moyen, les faciès de bassin à sédimentation marno-calcaire occupent une surface plus réduite (fig. 7). Ils ne sont présents que le long du littoral actuel: Cap Mondego (80 m), Maceira (65 m?). La zone de calcaire compact gagne vers l'Ouest (Fátima, Serra de El-Rei) toujours bordée à l'Est par les calcaires organo-détritiques plus étendus qu'au Bajocien inférieur; ils montrent toujours une augmentation d'épaisseur vers l'Est.

Au Bajocien supérieur (fig. 8), le faciès de bassin gagne peu à peu au NE du Cap Mondego, dans la région de Quiaios-Brenha et prend une grande épaisseur vers le Sud (Maceira, 250 m). L'auréole de calcaires compacts diminue, ils font place à Fátima aux calcaires organo-détritiques et ne sont bien développés qu'au Sud, à Serra de El-Rei où leur épaisseur atteint 330 m sur le bord méridional de l'aire diapirique; mais près de là, des niveaux de calcaires oolithiques (Baleal) ou des hard-ground (Óbidos) indiquent une sédimentation agitée à l'approche d'un littoral ou d'un haut-fond. L'auréole plus externe de calcaire organo-détritique s'élargit au contraire et occupe la plus grande partie de l'aire de sédimentation qui est très peu profonde et agitée.

En Arrábida, on connaît à la base de l'étage des calcaires à Gervillies et à la partie supérieure des dolomies saccharoïdes à Nérinelles qui sont encore des dépôts en milieu peu profond et peu aéré.

Paléobiogéographie

Dans l'ensemble du Bajocien, seuls les niveaux marno-calcaires sont riches en céphalopodes dont les affinités sont à la fois subboréales et subméditerranéennes. Au Bajocien inférieur, les *Sonniniidae* sont relativement fréquents et les *Otoitidae* (*Docidoceras*, *Trilobiticeras*, *Otoites*) sont présents dès la base; quelques *Protoecotraustes* soulignent les rapports avec l'Angleterre, le Maroc et la Bulgarie. Au Bajocien moyen et supérieur, les faunes d'ammonites semblent plus ubiquistes, avec toutefois un grand développement des Périssphinctidés à la base de la zone à *Subfurcatum* comme dans les Alpes et dans les Chaînes Ibériques; les *Parkinsonia* sont, par contre, relativement rares. *Phylloceras* et *Lytoceras* sont peu fréquents dans tout l'étage. Les brachiopodes mon-

trient localement au Bajocien moyen une parenté avec les formes alpines décrites par A. Opper dans le Tyrol (*Linguithyris curviconcha* à Serra de El-Rei, *Terebratula pseudogerda* en Algarve).

BATHONIEN (fig. 9)

Au Bathonien la paléogéographie est voisine de celle du Bajocien, l'aire de sédimentation marno-calcaire, riche en céphalopodes, est limitée au voisinage du littoral actuel.

La série relativement épaisse au Cap Mondego (70 m) est affectée par la lacune d'une bonne partie du Bathonien moyen.

On passe rapidement vers l'Est à des dépôts plus calcaires, oolithiques ou crayeux, peu fossilifères, où seul le Bathonien inférieur est bien caractérisé par des *Morphoceras* et *Procerites*. Vers le Sud, à Maceira et près de Peniche, on observe encore des calcaires marneux compacts avec déjà quelques passées oolithiques. Au centre et à l'Est (Fátima, Tomar) les calcaires marneux et compacts ont disparu, faisant place aux formations organo-détritiques, oolithiques ou sublithographiques, récifales ou péri-récifales, sans céphalopodes, ce qui évoque toujours un milieu de sédimentation peu profond et agité. Les corrélations n'ont été possibles que grâce à la présence de grands foraminifères (*Meyendorffina*, *Pseudocyclaminidae*) et de brachiopodes (*Rhynchonella decorata*).

Paléobiogéographie

Au cours du Bathonien, les influences boréales et mésogéennes s'équilibrent. Les premières sont marquées par l'abondance des *Zigzagiceratinae*, *Procerites* notamment, et *Morphoceratidae* identiques à ceux de l'Angleterre, de Souabe, du Jura, de la Vendée, de l'Ardèche et des Basses-Alpes; par contre, les *Parkinsoniidae* sont peu abondants, les *Oraniceras* absents. A la base de l'étage on note une explosion des *Eohecticoceras* (*Zeissoceras*) du groupe de *primaevum*, d'affinités subméditerranéennes, relayés par d'abondantes *Prohecticoceras* dès le sommet du Bathonien moyen. Au Bathonien supérieur, les *Epistrenoceras* et *Hemigarantia* confirment les influences mésogéennes, alors que les grandes *Choffatia* du groupe *subbackeriae* marquent la parenté avec les faunes du Cornbrash anglais. Il faut noter aussi l'absence des *Clydoniceras*.

A Santiago de Cacém, l'ensemble du Dogger est représenté par des calcaires organo-détritiques et subrécifaux à algues relativement peu épais (100 à 200 mètres d'après les sondages).

En Algarve, le Jurassique moyen débute par des formations récifales constituant une barrière de direction WSW-ENE (coupoles de la plage de Mareta et calcaires à polypiers d'Almadena-Monte Judeu). Au Nord de cette barrière, dans le domaine interne, se déposaient des calcaires graveleux, des calcaires oolithiques, des calcaires

pisolithiques, des calcaires dolomitiques, à microfaune abondante, d'âge Aalénien à Bathonien ou même Callovien et dont l'épaisseur dépasse 50 m. Au Sud, le domaine pélagique présente des faciès marno-calcaires à ammonites (40 m); ils sont connus depuis la base du Bajocien supérieur et se poursuivent au cours du Bathonien avec de fréquentes lacunes et des réductions d'épaisseur.

La rareté des ammonites dans le Bajocien supérieur et le Bathonien pélagiques d'Algarve occidentale ne permet pas de préciser la province faunistique à laquelle doit être rattaché cette région. Cependant, les affinités des associations faunistiques sont principalement mésogéennes (*Cleistosphinctes*, *Caumontisphinctes*, *Phylloceras*, *Nannolytoceras* au Bajocien supérieur; *Hemigarantia*, *Proecticoceras* au Bathonien supérieur). Des affinités subboréales sont marquées par la présence d'*Ebrayiceras* dans le Bathonien inférieur.

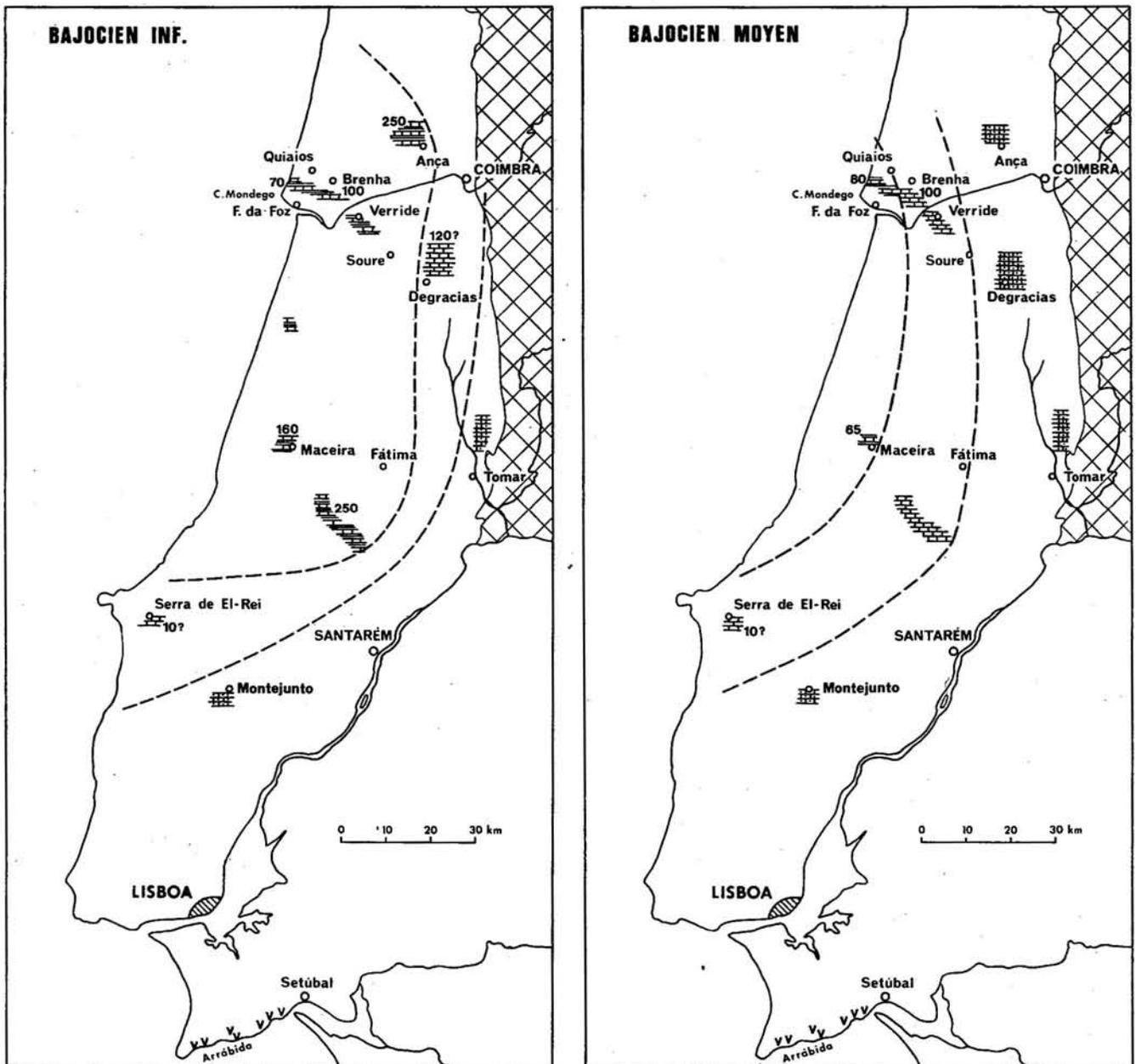
CALLOVIEN (figs. 10-12 et 17)

Dans tout le Portugal, cet étage fait suite sans discontinuité majeure au Bathonien. Il est caractérisé par une extension des faciès de bassin, à céphalopodes souvent très abondants, dont la distribution géographique, assez différente de celle observée dans les étages précédents, annonce plutôt la paléogéographie du Jurassique supérieur.

1. Au Nord du Tage, les faciès à céphalopodes occupent maintenant deux bassins bien séparés:

1.1. Dans le Nord, le bassin du Mondego, qui continue directement le domaine pélagique étudié précédemment, est encore bien marqué pendant tout le Callovien inférieur, où son extension est plus large qu'au Bathonien.

Il est particulièrement fossilifère au Cap Mondego où il montre une puissante série (150 m) de calcaires marneux



Figs. 6-7 — Distribution des faciès du Bajocien inférieur et moyen. Même légende que figure 1

correspondant à un beau développement des zones à *Macrocephalus* et à *Gracilis*.

Masqués plus au Sud (Pedrógão), ces niveaux se retrouvent à l'Ouest de Leiria (Maceira) avec un faciès un peu plus calcaire et plus réduit, mais toujours très riche en céphalopodes.

Ce bassin largement ouvert aux influences océaniques est entouré par une zone de faciès plus franchement calcaires, où les céphalopodes moins abondants sont mélangés à de nombreux organismes benthiques (brachiopodes, lamellibranches, oursins et même polypiers), dans les régions de Verride, Soure et Fátima.

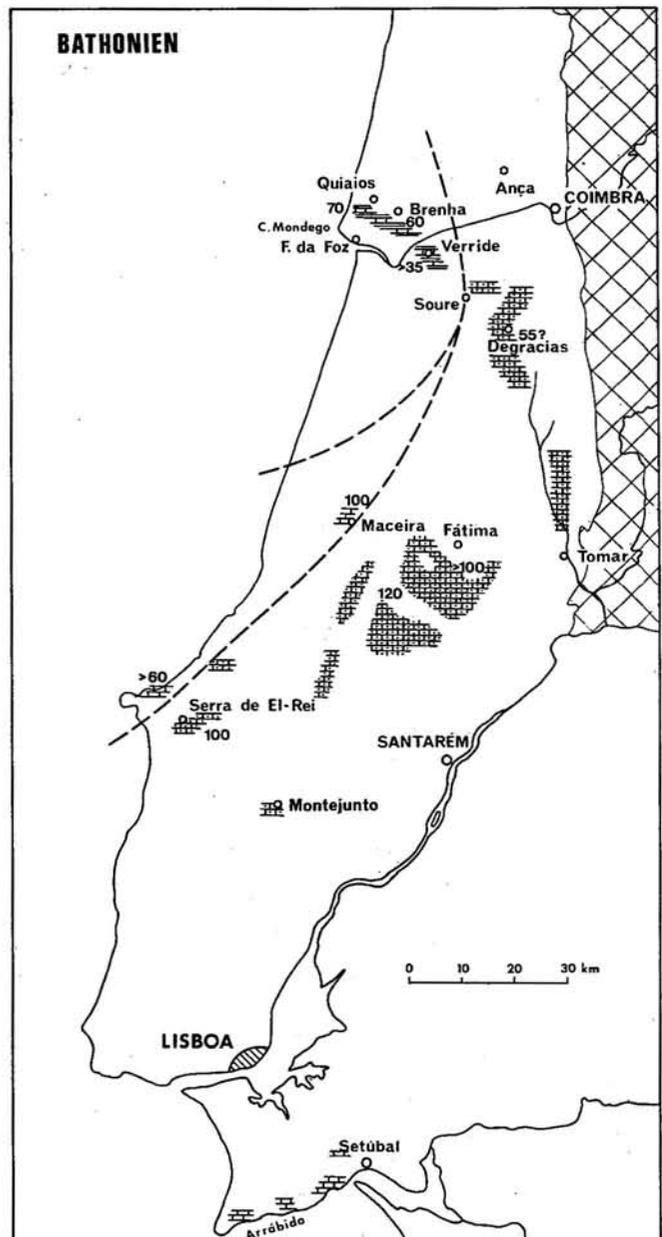
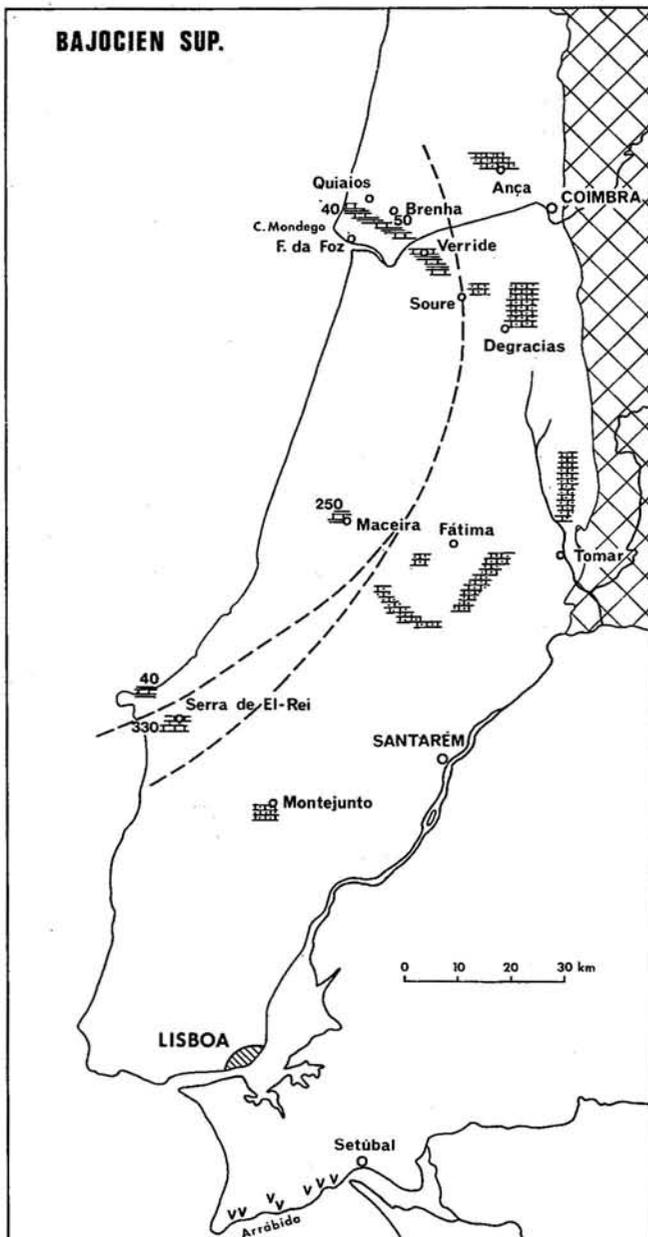
Plus à l'Est, on passe à des calcaires organo-détritiques ou oolithiques, où les céphalopodes ont pratiquement disparu; ils forment une auréole autour des faciès précédents, de Cantanhede à Tomar et se prolongent vraisemblablement vers le SW jusqu'à la Serra de Bouro. Une lacune de tout le Callovien a cependant été constatée sur

le flanc ouest de la Serra dos Candeeiros et dans la région d'Alcobaça (fig. 10).

Au Callovien moyen, les faciès de bassin ont pratiquement disparu et sont remplacés par des faciès mixtes à céphalopodes assez rares et faune benthique, qui envahissent la région précédemment occupée par les faciès marneux à céphalopodes: ils sont datés par *Erymnoceras coronatum* à Figueira da Foz et à Maceira (fig. 11).

La régression des faciès de bassin s'accroît encore au Callovien supérieur, qui n'a livré que quelques rares ammonites de la base de la zone à *Athleta (Rugeticeras cesaredense)* à Pedrógão. À Figueira da Foz, cet horizon est représenté par des lumachelles à huitres datées par *Zeilleria pseudoantiplecta* (fig. 12).

Ce bassin du Mondego, extension vers l'Est des faciès pélagiques d'un Proto-Atlantique situé plus à l'Ouest et qui constitue le trait majeur de la paléogéographie du Lias



Figs. 8-9 — Distribution des faciès du Bajocien supérieur et du Bathonien. Même légende que figure 1

et du Dogger portugais, disparaît définitivement pendant le Callovien.

1.2. Un second bassin, correspondant au contraire à une transgression venant du SW, s'individualise dès le Callovien inférieur, au Sud du précédent; il amorce un dispositif qui va caractériser la paléogéographie du Jurassique supérieur.

Dans la Serra de El-Rei, le Callovien est relativement peu épais (250 m) et riche en céphalopodes qui montrent la présence des zones à *Macrocephalus*, à *Gracilis* et à *Coronatum*. Au Montejunto, la série est moins épaisse (130 m), plus calcaire et plus pauvre en céphalopodes; on est tout près de la bordure néritique.

Le Callovien supérieur (zone à *Athleta*) est identifié dans les deux localités, mais avec des faciès et des faunes différentes (couches à *Peltoceras* et *Rugeticeras* à Serra de El-Rei, couches à *Kosmoceras duncani* au Montejunto). Le Callovien terminal (zone à *Lamberti*) manque partout.

Ainsi, dans toute l'Estremadura, le Callovien, transgressif et très fossilifère dans sa partie inférieure localisée en deux bassins isolés, montre dès le Callovien moyen une tendance régressive, très marquée dans le bassin nord et qui s'accroît encore au sommet de l'étage. Une discontinuité stratigraphique majeure sépare partout le Jurassique moyen du Jurassique supérieur.

2. Au Sud du Tage.

2.1. En Arrábida, le Callovien, longtemps méconnu en raison de l'absence de tout céphalopode, est sous faciès très néritique.

Il est constitué, en continuité avec le Bathonien, par des calcaires à oursins (couches à *Pseudodiadema conforme*) et à brachiopodes identiques à ceux de Pedrógão (*Digonella arrabidensis*, *Zeilleria pseudoantiptecta*) qui indiquent que la série monte jusqu'au Callovien supérieur.

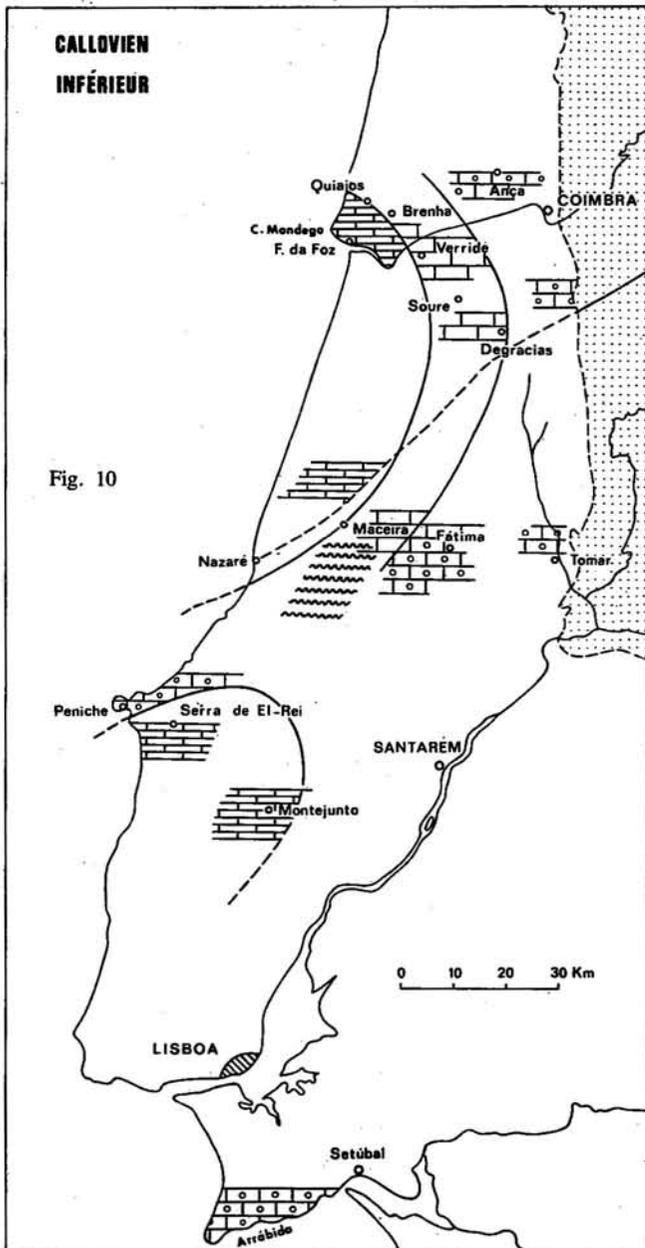


Fig. 10

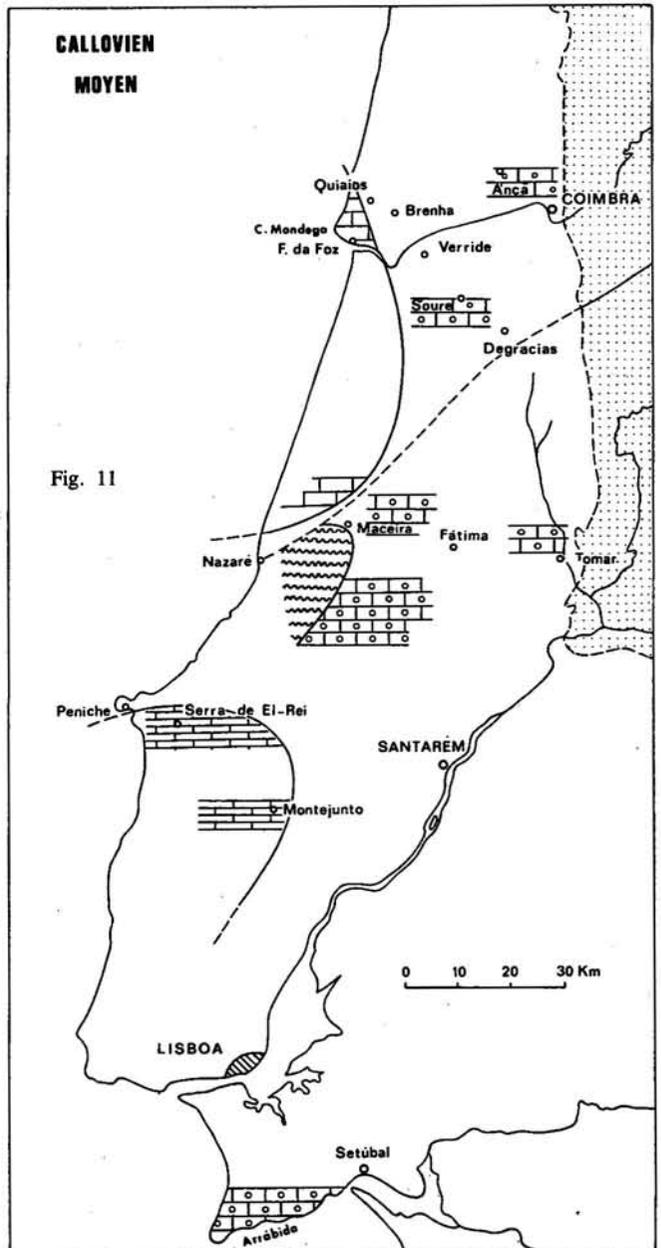


Fig. 11

2.2. En Algarve occidentale, le Callovien n'est bien représenté que dans la région de Sagres où il affleure au bord de mer, avec des sédiments d'abord argileux, à ammonites pyriteuses (vasière infralittorale abritée) puis de plus en plus calcaire. Les faciès indiquent la présence du Callovien inférieur, caractérisé par de nombreux *Macrocephalites* et *Kamptokephalites* pyriteux, du Callovien moyen marno-calcaire daté par des *Reineckea* associées à des *Proscaphites* et des *Hecticoceras* (*Brighthia metomphalum*), et localement du Callovien supérieur (zone à *Athleta*), représenté par des calcaires à *Hecticoceras trezeense* et *Orionoides*.

Cette série est recoupée en biseau par un niveau ferrugineux et phosphaté, reposant tantôt sur le Callovien moyen (Benaçoitão), tantôt sur le Callovien supérieur (Belixe, Cilheta, Mareta, Baleira), dont la faune, très riche, appartient en majeure partie au Callovien terminal (zone à *Lamberti*), mais renferme aussi des éléments

caractéristiques de l'Oxfordien inférieur (*Properisphinctes*, *Parawedekindia*) et même de l'Oxfordien moyen (*Arisphinctes plicatilis*, *Dichotomosphinctes*). Il y aurait donc ici persistance du régime marin entre Callovien et Oxfordien.

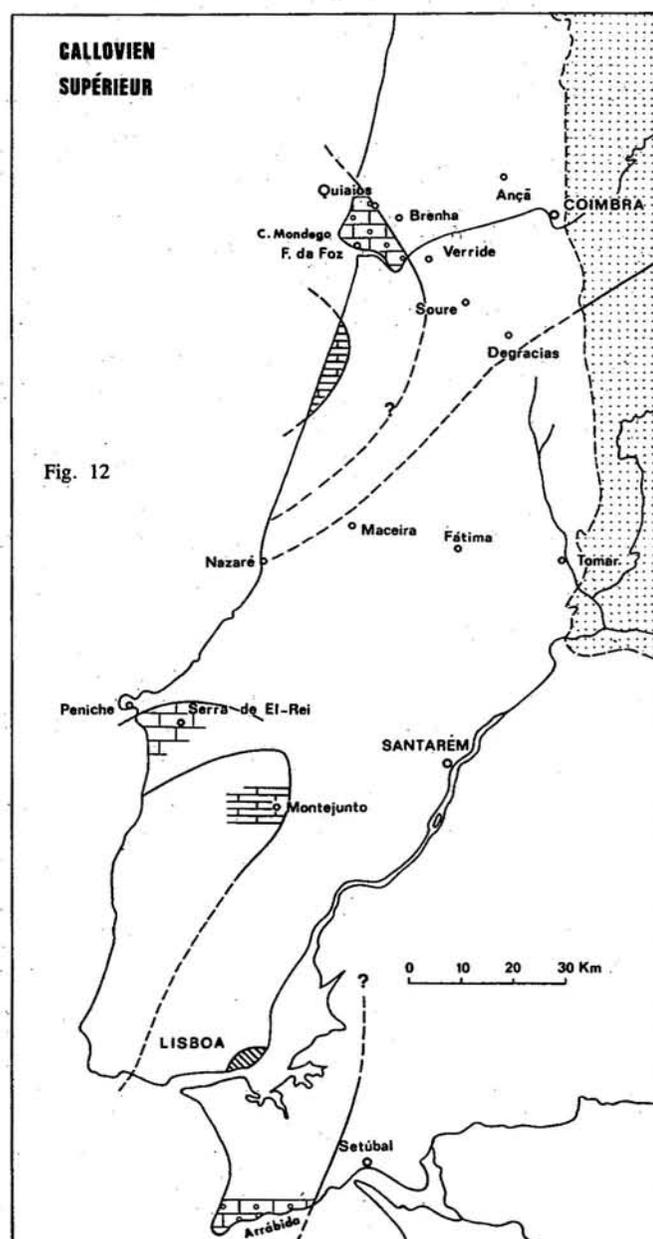
Beaucoup plus à l'Est, le Callovien à faciès pélagique se retrouve au coeur de quelques structures anticlinales d'origine diapirique dans la région de Loulé et d'Estoi.

Paléobiogéographie

Les faunes du Callovien de l'Estrémadura appartiennent manifestement au domaine subboréal: elles offrent de grandes ressemblances avec celles du bassin de Paris et du Poitou, et les Phyllocératidés y sont absents. Ces derniers abondent au contraire dans le Callovien de l'Algarve qui présente un cachet typiquement mésogéen. Une barrière entre ces deux domaines devait exister sans doute au niveau de l'Arrábida ou un peu plus au Sud. Cependant, des échanges demeuraient possibles entre ces régions, sans doute par un «Proto-Atlantique» situé plus à l'Ouest. C'est par cette voie qu'ont pu descendre jusqu'en Algarve des fossiles aussi franchement boréaux que les *Kosmoceras* récoltés dans la zone à *Lamberti* de cette région, qui marquent l'extension maximale vers le Sud de cette famille.

OXFORDIEN (figs. 13 et 18)

Après la profonde régression qui débute au cours du Callovien, et entraîne la disparition totale des faciès marins pendant tout l'Oxfordien inférieur, une nouvelle transgression se manifeste, plus ou moins tardivement, dans l'étage; elle débute un cycle sédimentaire qui se continue jusqu'au Kimméridgien moyen et correspond au *Lusitanien* de P. Choffat. Cette transgression est surtout bien marquée dans le Sud de l'Estrémadura où la mer vient du SW et forme un bassin reprenant sensiblement la



Figs. 10-12 — Distribution des faciès du Callovien

- Faciès marneux à céphalopodes
- Faciès calcaire à céphalopodes et polypiers
- Faciès calcaire oolithique sans céphalopodes
- Lacune

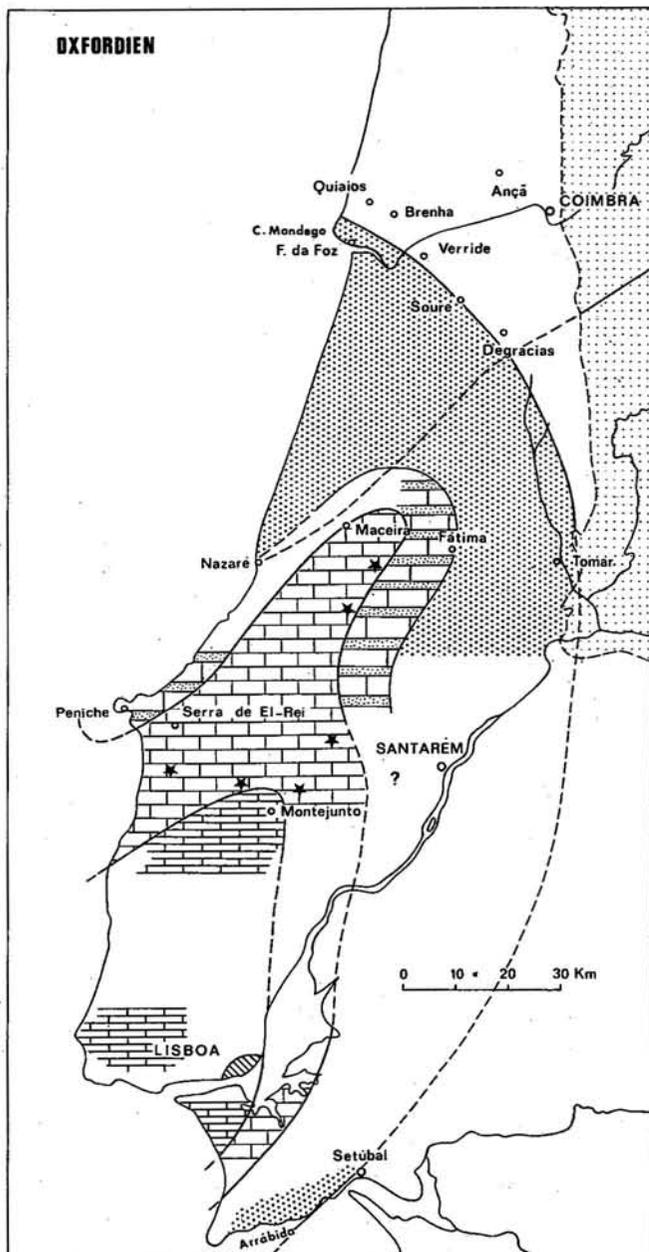


Fig. 13 — Distribution des faciès à l'Oxfordien

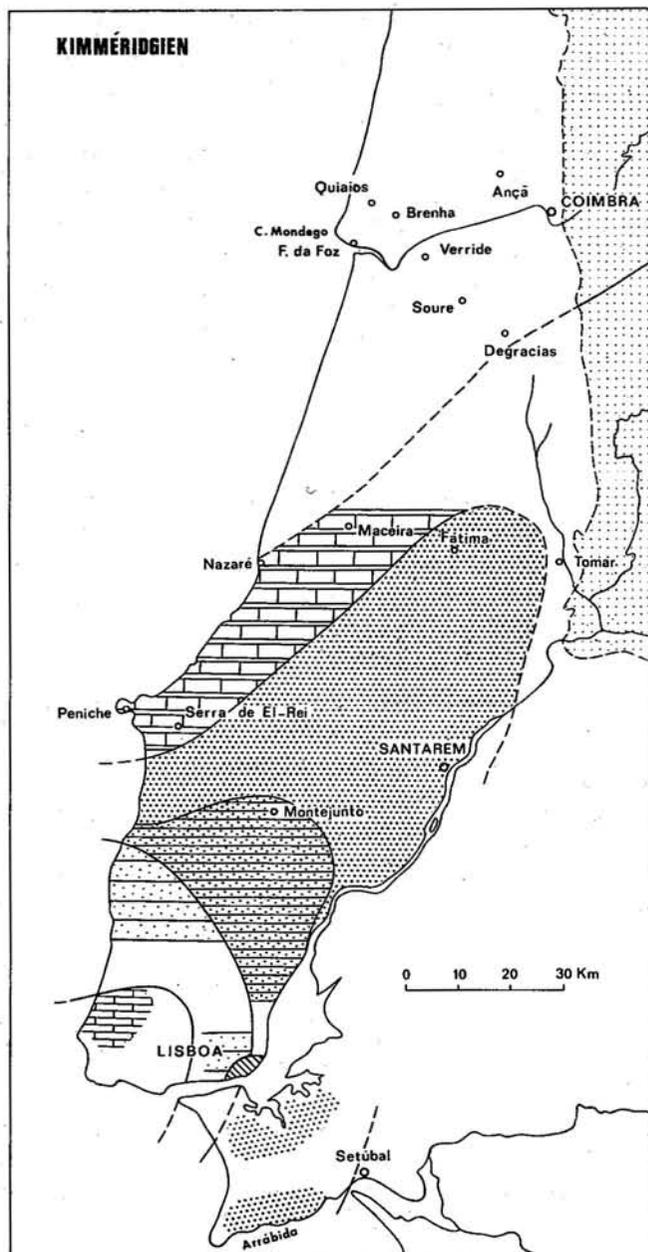
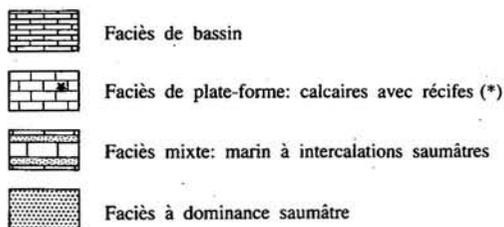
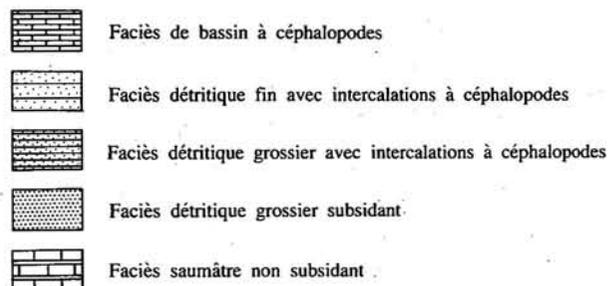


Fig. 14 — Distribution des faciès au Kimmériidgien



position du bassin méridional callovien. Au Sud, d'autres golfes localisés s'observent dans la région de Santiago de Cacém et en Algarve (fig. 18).

1. En Estremadura, une coupure stratigraphique très importante sépare toujours les formations marines de l'Oxfordien de celles du Callovien, dont le sommet montre, nous l'avons souligné dans le paragraphe précédent, un caractère régressif accentué. Le Callovien ter-

minal (zone à Lambert) et l'Oxfordien inférieur (zones à Mariae et à Cordatum) ne sont connus nulle part et la sédimentation marine reprend au plus tôt avec l'Oxfordien moyen (zone à Plicatilis). Des discordances (Arrábida), des érosions parfois considérables (Serra dos Candeeiros), des dépôts continentaux à plantes (Montejunto) ou des formations rouges (Ovest dos Candeeiros) séparent fréquemment les deux cycles.

Les faciès de l'Oxfordien s'ordonnent de façon logique

sur un axe orienté du SSW vers le NNE (fig. 13).

1.1 Les dépôts de type bassin, à faune essentiellement pélagique riche en céphalopodes, sont localisés dans une zone assez étroite, affleurant de Torres Vedras au flanc sud du Montejunto, où se dépose la série classique étudiée jadis par P. Choffat, dans laquelle on peut distinguer:

a) une phase d'installation, correspondant aux *Calcaires de Cabaços* (500 m environ), encore très organo-détritiques, avec des passées bitumineuses à végétaux, des petits récifs, des brachiopodes, des oursins, mais aussi des bancs assez riches en céphalopodes.

Dans le centre du Montejunto, cette formation débute dans la zone à *Plicatilis* (sous-zone à *Vertebrata*), et se continue pendant toute la zone à *Transversarium*;

b) une phase plus franchement pélagique, correspondant à l'extension maximale du bassin: les *Calcaires de Montejunto* (200 m), dépôts micritiques en bancs minces et bien lités, dont la faune est essentiellement constitué de céphalopodes. Ils débutent dans la zone à *Bifurcatus* mais représentent essentiellement la zone à *Bimammatum*;

c) une phase de régression, correspondant aux *Marnes de Tojeira* (100 m) marquées par l'apparition d'apports détritiques fins, et le développement vers leur sommet de petits récifs à polypiers. Les céphalopodes restent cependant nombreux et indiquent le sommet de la zone à *Bimammatum* (sous-zone à *Hauffianum*) et la zone à *Planula*.

Ce bassin, cerné de tous côtés par des zones de plate-forme, sauf vers le SSW, ne pouvait s'ouvrir vers l'Océan que dans cette direction, où les affleurements sont malheureusement très rares, l'Oxfordien étant généralement masqué par les niveaux plus récents du Jurassique supérieur ou du Crétacé. La partie supérieure de l'étage affleure cependant dans la région de Sintra, avec les calcaires de S. Pedro e la base des schistes de Ramalhão, formations très puissantes et riches en céphalopodes, à caractère pélagique très accentué.

1.2 Les formations périphériques. Les faciès à céphalopodes du bassin oxfordien sont bordés, aussi bien vers le NW que vers le Nord et l'Est, par des formations de plate-forme marine, puis par des formations saumâtres disposées en auréoles concentriques:

a) vers le NW, de la Serra de El-Rei à Batalha, l'Oxfordien est représenté par une puissante série (500 m au moins) de calcaires débutant par des formations saumâtres peu épaisses, surmontées de faciès marins à polypiers et Chaetétidés, Myacées (*Pholadomya protei*), parfois à Nérinées ou à brachiopodes. Leur âge est difficile à préciser.

mais dans la Serra de El-Rei et aux environs d'Alcobaça, le sommet de cette série contient de rares ammonites (*Orthosphinctes*, *Decipia*) de l'Oxfordien supérieur⁽³⁾. Elle représenterait donc un équivalent latéral de la formation de Montejunto. Les niveaux inférieurs saumâtres pourraient correspondre aux calcaires de Cabaços, mais cette hypothèse, bien que vraisemblable, ne repose sur aucun argument paléontologique solide.

Sur le flanc ouest de la Serra dos Candeeiros, la base saumâtre de l'Oxfordien est très réduite et marquée par des niveaux à cailloux noirs qui reposent en général directement sur le Bathonien, le Callovien étant sans doute érodé;

b) plus à l'Est, dans le centre et sur le flanc oriental de la Serra, la série de base, à caractère fluvial (Couches de Vale Verde) s'épaissit considérablement et dépasse 1000 m. Les faciès marins, dépourvus de céphalopodes se localisent au sommet de la série. De tels faciès mixtes, où la série saumâtre montre fréquemment des intercalations encore franchement marines, souvent riches en oncolites, forment une ceinture assez localisée, de Leiria à Fátima et Rio Maior;

c) plus au Nord comme vers l'Est, les faciès deviennent uniquement saumâtres et même continentaux (Tomar, Pombal, Ansião et jusqu'à Figueira da Foz). Dans cette localité, au-dessus de dalles à empreintes de pattes de Dinosaures et de niveaux à lignite, la série oxfordienne se termine par des intercalations marines à *Ostrea pulligera*.

2. Au Sud du Tage

a) Au Sud du Tage, des calcaires micritiques à céphalopodes, identiques à ceux du Montejunto et de même âge, se retrouvent dans les sondages de Barreiro. Mais un peu plus à l'Est (sondage de Montijo), ces mêmes niveaux passent à des faciès de plate-forme;

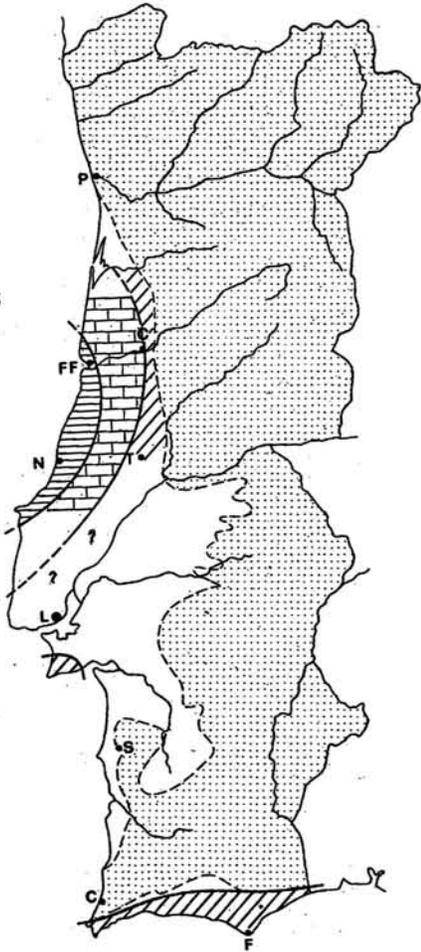
b) plus au Sud, en Arrábida, l'Oxfordien est entièrement saumâtre et repose en discordance angulaire sur le Callovien (partie inférieure du «complexe marino-saumâtre» de P. Choffat). Il est représenté par les couches à *Nerinea elsgaudiae* qui ont livré une microfaune identique à celle des couches de Cabaços; elles passent vers l'Est à des calcaires, conglomérats et brèches polygéniques (brèche de l'Arrábida);

c) au Sud du Sado, l'Oxfordien à céphalopodes a été retrouvé récemment dans des sondages de la région de Santiago de Cacém, qui ont livré quelques ammonites des zones à *Transversarium*

⁽³⁾ Cet ensemble correspond en partie aux «couches à *Pholadomya protei*» de P. Choffat.

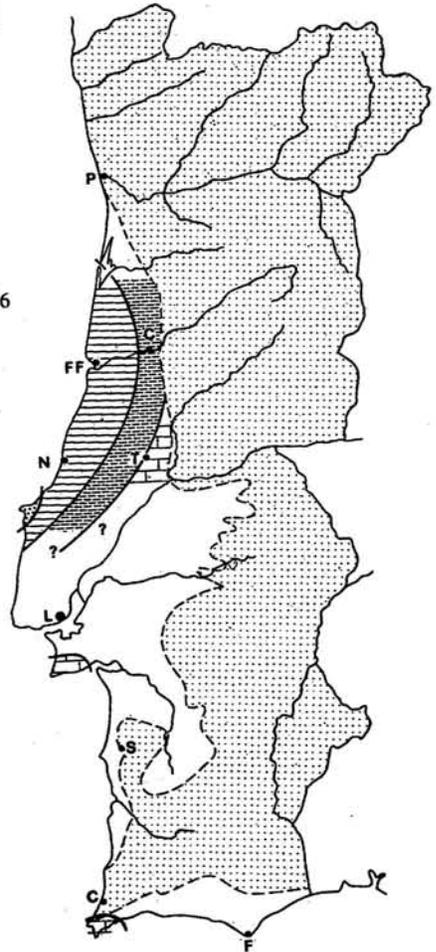
**LOTHARINGIEN
SUPERIEUR**

Fig. 15



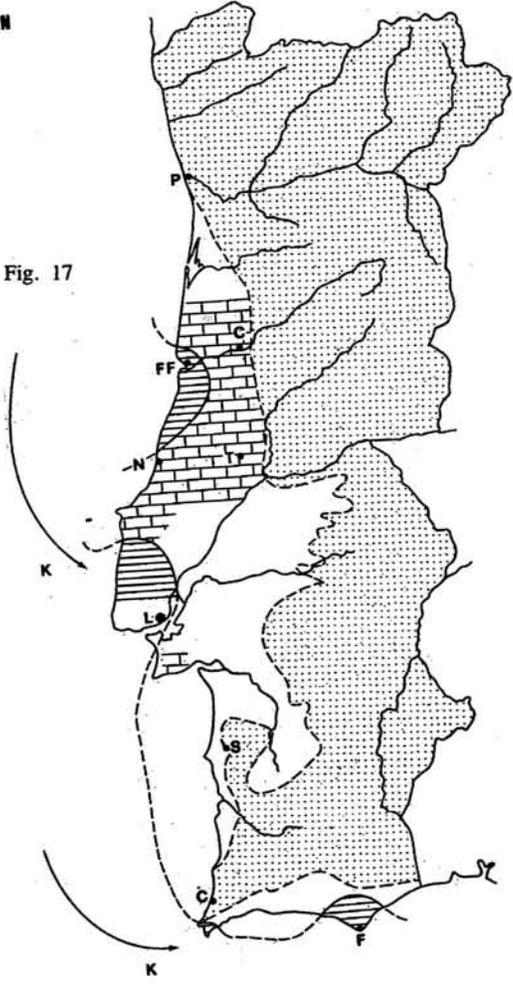
TOARCEN

Fig. 16



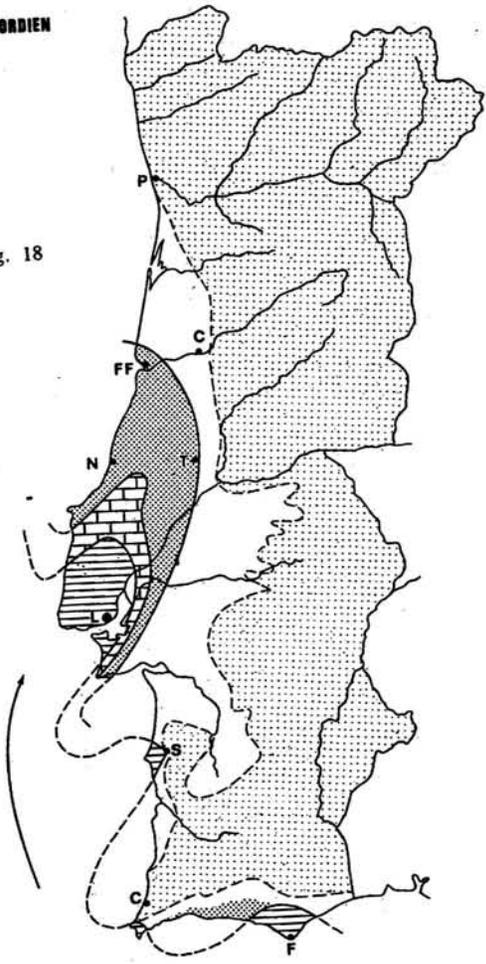
CALLOVIEN

Fig. 17



OXFORDIEN

Fig. 18



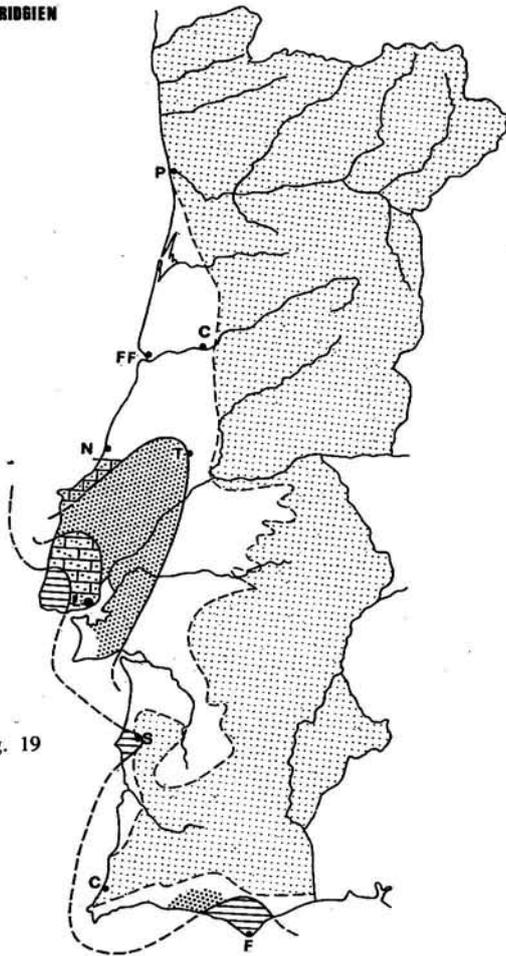


Fig. 19

Figs. 15-20 — Interprétation paléogéographique du Lotharingien supérieur au Portlandien

-  Domaine de bassin à céphalopodes
-  Domaine à sédimentation marno-calcaire à brachiopodes abondants
-  Domaine de plate-forme
-  Domaine confiné ou saumâtre
-  Domaine saumâtre ou continental
-  Domaine à sédimentation détritique
-  Domaine à sédimentation mixte
-  Limite de faciès
-  Limite des faciès à céphalopodes
-  Gisement à Calpionelles
-  Cheminement de faune
-  Cheminement des Kosmoceras au Callovien sup.

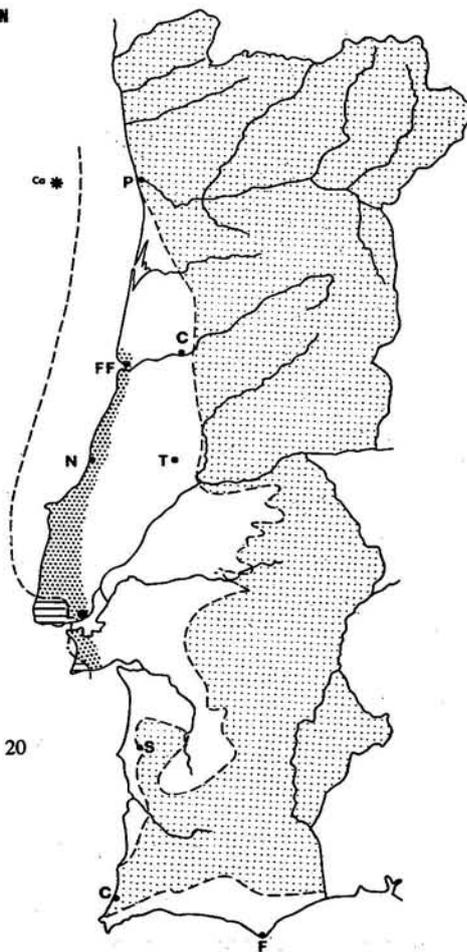


Fig. 20

et à Bimammatum. Ces couches reposent sur une brèche analogue à celle de l'Arrábida. Il existe donc dans cette région un petit golfe marin ouvert vers l'Ouest;

d) en Algarve, l'Oxfordien à céphalopodes, de type bassin, existe dans la région d'Albufeira — Loulé — Faro, où il dessine un golfe ouvert vers le S, sans doute en continuité avec le Callovien. L'Oxfordien moyen existe aussi très localement dans la région de Sagres comme nous l'avons signalé précédemment. Mais dans tout l'Ouest de l'Algarve, de Lagos au Cap S. Vicente, l'étage est représenté essentiellement par des formations de plate-forme très littorale à oncolites et par des formations saumâtres ou continentales débutant par une brèche (brèche d'Odiáxere) reposant localement sur l'Oxfordien moyen.

Paléobiogéographie

L'Oxfordien de l'Estremadura montre à sa base des faunes à affinités encore essentiellement subboréales: présence de Cardiocératidés au Montejunto, similitude des faunes de Périssphinctidés avec celles du Poitou et d'Angleterre.

Cependant, au cours de l'étage, se développent dans cette région des influences mésogéennes (arrivée de *Dichotomoceras* dès la base des couches de Montejunto) qui deviennent dominantes dans les couches de Tojeira (apport massif de Phyllocératidés, présence d'*Idoceras*, *Sutneria*...).

Ce cachet mésogéen est beaucoup plus accentué en Algarve, ce qui conduit à envisager une progression de ces faunes du Sud vers le Nord au cours de l'étage.

Cet étage voit la réduction progressive du bassin pélagique au Nord du Tage, envahi peu à peu par une sédimentation détritique abondante.

Les faciès de bassin, à céphalopodes, eux-mêmes finement détritiques, se localisent au SW, dans la région de Sintra où ils sont représentés par la majeure partie de la série fortement subsidente des schistes de Ramalhão, dans laquelle ont été identifiées les zones à *Platynota*, à *Hypselocyclum*, à *Divisum* et à *Acanthicum*.

Plus au Nord, le caractère détritique et de plus en plus grossier de la série s'accroît rapidement. Le Kimméridgien inférieur a été identifié récemment dans la région de Torres Vedras (*Grès de Cabrito* à rares *Ataxioceras*). Cette formation détritique, qui paraît correspondre à des apports d'origine occidentale, disparaît vers l'Est, sur le flanc sud du Montejunto, où le Kimméridgien moyen repose directement sur l'Oxfordien supérieur.

Le Kimméridgien moyen est représenté par un épisode de sédimentation plus fine, les *Marnes d'Abadia*, qui livrent une faune très homogène de céphalopodes souvent bien conservés caractéristique du Kimméridgien moyen (zone à *Divisum*). Cet épisode, sans doute assez bref, présente une grande extension géographique puisqu'on le retrouve en de nombreux points: au Montejunto où il repose directement sur les marnes de Tojeira; à Santa Cruz, sur le littoral à l'Ouest de Torres Vedras où le Kimméridgien moyen, à substratum inconnu, est très argileux; à Lisbonne même, au sondage de Monsanto, où la série est également à dominance argileuse. Enfin, la faune d'Abadia a été également retrouvée à Arruda dos Vinhos, près de Vila Franca de Xira, dans un Kimméridgien à caractère détritique très accentué.

En effet, dans toute la région correspondant à l'extrémité nord-est du bassin, le niveau d'Abadia est surmonté par une nouvelle série détritique fortement subsidente, les *Grès supérieurs* ou *Grès d'Abadia*, dont l'alimentation se fait maintenant d'Est en Ouest, et dont le maximum de puissance semble correspondre à un sillon d'origine tectonique, orienté SSW — NNE, depuis la région de Sintra jusqu'au Nord de Santarém. À Arruda, la puissance du Kimméridgien dépasserait, d'après les sondages, 2500 m.

La partie terminale de ce complexe marino-saumâtre montre fréquemment des épisodes récifaux, lenticulaires et sans doute non synchrones (*Corallien d'Amaral*) difficiles à dater avec précision, puis passe à des marnes saumâtres (Ptérocérien) et continentales, qui peuvent atteindre le Portlandien.

Vers le NW, en se rapprochant du littoral actuel, le Kimméridgien est représenté par une série marino-saumâtre plus calcaire et non subsidente: les *Couches d'Alcobaça*.

Au Sud du Tage, en Arrábida, le Kimméridgien est représenté uniquement par des faciès de bordure: Complexe marino-saumâtre vers l'Ouest de la chaîne, passant

plus à l'Est à des conglomérats et à des marnes continentales.

Plus au Sud, le golfe de Santiago de Cacém fonctionne sans doute encore au début du Kimméridgien.

En Algarve enfin, le golfe de Loulé persiste, avec des calcaires micritiques qui ont livré des ammonites des zones à *Platynota* et *Hypselocyclum*. Des travaux en cours permettront de préciser la stratigraphie encore mal connue du Jurassique supérieur de cette région. Plus à l'Ouest, l'étage semble passer à des formations marino-saumâtres à oncolites et charophytes, difficilement distinguables de l'Oxfordien supérieur. Le tout est surmonté de dolomies représentant sans doute le Kimméridgien supérieur et peut-être le Portlandien.

Durant le Kimméridgien, la progression des faunes mésogéennes vers le Nord, déjà amorcée à l'Oxfordien supérieur, s'est encore accentuée et a gagné en Estremadura la faune d'Abadia, riche en Phyllocératidés et en espèces mésogéennes.

PORTLANDIEN (fig. 20)

Durant cet étage, la tendance régressive s'accroît, et les faciès à céphalopodes ne sont connus qu'à la base de l'étage et localisés dans la région de Sintra (*Calcaires de Mem Martins* à *Lithacoceras ulmense* et *Taramelliceras prolithographicum*), ainsi qu'au Sud du Tage, au Cap Espichel, avec un horizon à *Lithacoceras siliceum* situé dans la base du «Ptérocérien». Au-dessus viennent des grès «freixialiens», qui ont livrés de très rares et mauvaises ammonites paraissant indiquer le Portlandien supérieur.

En arrière de ce petit golfe, le Portlandien est représenté par des formations de plate-forme littorale à foraminifères (Sintra, Arrábida) et plus au Nord par des formations saumâtres ou continentales à Vertébrés (Lourinhã).

L'océan doit cependant persister plus à l'Ouest du rivage actuel puisque des calcaires à Calpionelles ont été dragués au large de Porto (MOUGENOT et al., 1979).

CONCLUSIONS

Le Jurassique du Portugal montre l'ouverture, dès le Lias, d'un Proto-Atlantique qui se manifeste par deux cycles sédimentaires transgressifs sur la marge du Massif Hespérique, sans jamais s'écarter beaucoup des rivages actuels.

1) Le premier cycle correspond à une transgression venant du NW, centrée sur la région de Coimbra-Leiria et semble buter contre la limite actuelle de la Meseta dont les accidents bordiers auraient déjà joué à cette époque. Des faciès confinés, puis des faciès néritiques à lamellibranches et brachiopodes jalonnent cette bordure de Coimbra à Tomar. La limite du bassin n'est pas connue au S de cette ville, mais semble s'infléchir en direction

du SW. Un Lias calcaréo-dolomitique à rares céphalopodes se retrouve en Arrábida, sans que l'on puisse dire s'il représente une bordure sud de ce bassin, ou s'il s'agit d'un golfe indépendant.

La transgression se prépare lentement au Lias inférieur avec des dépôts carbonatés, puis au sommet du Lotharingien, la sédimentation devient marno-calcaire et les céphalopodes apparaissent.

Pendant le Lias moyen et supérieur, la région est le siège d'une sédimentation continue, finement détritique, abondante, correspondant à une subsidence très active (la puissance de la série liasique pouvant atteindre près de 1000 m). Elle semble correspondre à une marge continentale en voie d'affaissement régulier, très ouverte aux influences pélagiques du large. Ces caractères s'accroissent pour atteindre leur maximum au Toarcien moyen. Des variations d'épaisseur dans la série et la présence temporaire d'apports détritiques dans la région de Peniche (ride des Berlangas) correspondent à un contrôle tectonique local. Cependant, l'accident de Nazaré-Lousã ne semble pas jouer un rôle notable dans la sédimentation ni dans la distribution des faciès.

Dès le Toarcien supérieur et pendant tout le Jurassique moyen, le bassin se réduit progressivement pour se localiser, au Bathonien supérieur, dans la région du Cap Mondego, tandis que les faciès de plate-forme s'étendent corrélativement de l'Est vers l'Ouest. La subsidence reste importante dans le bassin (480 m) mais aussi sur la plate-forme (700 m à Serra de El-Rei, 300 m à Fátima).

Au Callovien inférieur, une transgression temporaire entraîne une brève extension du bassin, qui disparaît définitivement avant la fin de l'étage.

La faune montre, dans cet ensemble, des affinités essentiellement subboréales, notamment pour ce qui est des éléments pélagiques. Cependant des influences mésogéennes sensibles depuis le Domérien prennent plus d'importance au Lias supérieur. Elles sont encore plus nettes dans les faunes benthiques (brachiopodes et lamellibranches) dès de Lias inférieur. Elles s'atténuent pendant tout le Dogger. Ces faits indiquent des communications assez faciles entre les provinces subboréale et

submésogéenne et confirment la présence d'une mer largement ouverte à l'Ouest du Portugal.

2) Un second cycle est lié à une transgression venant au contraire du SSW et donne un golfe plus ou moins profond au Nord du Tage.

Ce cycle s'amorce d'abord au Callovien où des faciès à céphalopodes affleurent dans la région de Serra de El-Rei et du Montejunto. Mais une profonde régression se produit avant la fin du Callovien, et entraîne sans doute l'émergence de toute la région à l'Oxfordien inférieur.

Une nouvelle transgression débute dans l'Oxfordien moyen (zone à Plicatilis), elle atteint son maximum d'extension au sommet de cet étage, puis recule vers le Sud dès le Kimméridgien pour disparaître complètement dans le Portlandien inférieur.

Ce bassin, qui reprend un trait amorcé au Callovien, est entouré sur ses bordures, non seulement vers l'Est et le Nord, mais aussi vers le NW et au SE, au Sud du Tage et en Arrábida, par des auréoles de formations de plate-forme, puis par des formations saumâtres et continentales.

Au cours du Kimméridgien, le golfe précédemment occupé par les formations marines à céphalopodes est le siège d'une intense subsidence entraînant le dépôt de plus de 2500 m de sédiments passant progressivement à des faciès de plus en plus saumâtres, puis continentaux. Ce golfe est donc d'origine tectonique, et fonctionne pendant toute cette période comme un véritable fossé, où l'on peut voir une sorte de «rift avorté».

Au Sud de ce cycle sédimentaire fondamental, qui correspond au «Lusitanien» de P. Choffat, on peut encore signaler deux petits golfes temporaires, l'un s'ouvrant vers l'Ouest au niveau de Santiago de Cacém-Sines, et l'autre, plus important, s'ouvrant vers le Sud en Algarve, dans la région de Loulé-Faro.

La différence des faunes entre ces divers domaines, subboréales au Nord, mésogéennes en Algarve, indique l'existence d'une barrière, mais la séparation n'est pas totale, comme le montrent les échanges fauniques et la progression constante des faunes mésogéennes vers le Nord au cours du Jurassique supérieur.

BIBLIOGRAPHIE

Les articles contenant une importante bibliographie sont marqués d'un *. On se limitera ici aux publications les plus importantes ou les plus récentes.

CHOFFAT, P.:

(1880) — *Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. Première livraison. Le Lias et le Dogger au Nord du Tage.* Mem. Secção Trab. Geol. Portugal, Lisboa, XIII + 72 pp., 6 fig.

(1885) — *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Première étude. Contrées de Cintra, de Belas et de Lisbonne.* Mém. Com. Trab. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 1-68.

(1887) — *Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado.* Com. Com. Trab. Geol., Lisboa, tom. I, fasc. II, pp. 222-312, 4 fig.

(1903-1904) — *L'Infralias et le Sinémurien du Portugal.* Com. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. V, pp. 49-114, 2 fig., 1 est., 4 quadr.

- DELANCE, J. H. (1967) — *Digonella pseudoantiplecta* (CHOFFAT) nouveau représentant du genre *Digonella* (Zeilleridae), dans le Callovien supérieur du Portugal. Bull. Scient. Bourgogne, Dijon, t. XXIV, pp. 317-333, 4 fig., 2 tabl., 2 pl.
- DUBAR, G.:
 (1942) — *Études paléontologiques sur le Lias du Maroc. Brachiopodes. Térébratules et Zeilleries multiplissées.* Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, Laval, n° 57, 103 pp., 51 fig., 10 pl.
 (1978) — *Études paléontologiques sur le Lias du Maroc. Les formations à ammonites du Lias moyen dans le Haut Atlas de Midelt et du Tadla.* Notes et Mémoires du Service Géologique, Rabat, n° 274, 112 pp., 11 fig., 6 pl. (avec la collab. de R. Mouterde).
- ELMI, S., MANGOLD, C., MOUTERDE, R. et RUGET, CH. (1969) — *Révision de l'étage Bathonien au cap Mondego (Portugal).* Ann. Inst. Géol. Publici Hungarici, Budapest, vol. LIV, fasc. 2, pp. 439-450, 3 fig.
- FAUGÈRES, J. Cl. (1978) — *Les rides sud-rifaines. Évolution sédimentaire et structurale d'un bassin atlantico-mésogéen de la marge africaine.* Thèse, Université de Bordeaux, 2 vol., 482 pp., 11 tabl., fig. 1 à 119 + A à F, 42 pl., 4 cartes.
- * GABILLY, J. (1976) — *Le Toarcien à Thouars et dans le centre-ouest de la France. Biostratigraphie, évolution de la faune (Harporératinae, Hildocératinae).* C. N. R. S., Les Stratotypes français, vol. 3, 217 pp., 51 fig., 18 tabl., 29 pl.
- * GROUPE FRANÇAIS D'ÉTUDE DU JURASSIQUE (1971) — *Les zones du Jurassique en France.* C. R. Somm. Soc. Géol. France, Paris, fasc. 2, Séance du 1^{er} Mars, pp. 76-112.
- MANGOLD, C. (1970) — *Morphoceratidae (Ammonitina — Perisphinctaceae) bathoniens du Jura méridional, de la Nièvre et du Portugal.* Geobios, Lyon, n.° 3, fasc. 1, pp. 43-130, 38 fig., pl. 3-7.
- MEISTER, E. (1914) — *Zur Kenntniss der ammonitenfauna des portugiesischen Lias.* Zeitsch. der Deutsch. geol. gessellschaft, Berlin, 65, pp. 518-586, 10 fig., 5 pl.
- MOITINHO DE ALMEIDA, F., MOUTERDE, R., PERROT, CH., TEIXEIRA, C., THADEU, D. et ZBYSZEWSKI, G. (1958) — *Lexique Stratigraphique International.* C. N. R. S., Paris, vol. I, Europe, fasc. 10 b Portugal, pp. 97-145, 1 carte.
- MOUGENOT, D., MONTEIRO, J. R., DUPEUBLE, P. A. et MALOD, J. A. (1979) — *La marge continentale sud-portugaise: évolution structurale et sédimentaire.* I Col. Estrat. Paleogeog. Meso-Cenozoico português, Lisboa, 1978. Ciências da Terra (U. N. L.), Lisboa, n.° 5.
- * MOUTERDE, R.:
 (1967) — *Le Lias du Portugal. Vue d'ensemble et division en zones.* Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. LII, pp. 209-226.
 (1970) — *Esquisse de l'évolution biostratigraphique de la péninsule Ibérique au Jurassique.* Communication présentée au I Coloquio de Estrat. y Paleogeogr. del Jurásico de España, Vitoria. Cuadernos Geologia Iberica, Madrid, vol. 2, pp. 21-31.
- * MOUTERDE, R., RAMALHO, M., ROCHA, R. B., RUGET, Ch. et TINTANT, H. (1972) — *Le Jurassique du Portugal. Esquisse stratigraphique et zonale.* Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XVIII, pp. 73-104, 3 tabl.
- * PALAIN, CH. (1976) — *Une série détritique terrigène. Les «grès de Silves»: Trias et Lias inférieur du Portugal.* Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, N. S., n.° 25, 377 pp., 103 fig., 19 tabl., 39 pl.
- RAKUS, M. (1972) — *Sur la présence du genre Dayiceras SPATH (Ammonoidea, Cephalopoda) dans le Carixien de Tunisie.* Bull. Lab. Géol., Minér., Geoph. Univ. Lausanne, n.° 195, 3 pp., 2 fig., 1 pl.
- RAMALHO, M. M.:
 (1970 a) — *Observations micropaléontologiques sur le Malm à l'Ouest de Sesimbra (Portugal).* Cuadernos Geol. Iber., Madrid, vol. 2, pp. 615-621, 2 fig.
 (1970 b) — *Cylindroporella lusitanica n. sp., une nouvelle Dasycladacée du Jurassique supérieur portugais.* Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XVII (2), pp. 123-127, 1 fig., 2 pl.
- REY, J. (1969) — *Corrélations stratigraphiques dans les couches du passage du Jurassique au Crétacé du Portugal.* Ibid., Lisboa, vol. XVII (1), pp. 31-36.
- * ROCHA, R. B. (1976) — *Estudo estratigráfico e paleontológico do Jurássico do Algarve ocidental.* Ciências da Terra (U. N. L.), Lisboa, n.° 2, 178 pp., 59 fig., 6 pl., 2 cartes.
- * RUGET-PERROT, CH. (1961) — *Études stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. Bajocien, Bathonien, Callovien, Lusitanien.* Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, N. S., n.° 7, pp. 1-197, 45 fig., 5 tabl., 3 cartes, 11 pl.
- RUGET-PERROT, CH., MOITINHO DE ALMEIDA, F. et TINTANT, H. (1961) — *Ammonites nouvelles du Callovien supérieur du Portugal.* Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XLV, pp. 177-195, 3 pl.
- SCHOTT, W. et STAESCHE, H. (1957) — *Über den Jura in der weiteren umgebung von Coimbra (Portugal).* Geol. Jahrb., Hannover, bd. 74, pp. 531-558, 6 fig., 1 pl.
- SEIFERT, H. (1963) — *Beiträge zur geologie der setra da Arrábida in Portugal.* Ibid., Hannover, bd. 81, pp. 277-344, 9 fig., 3 pl., 1 carte.
- WIEDENMAYER, F. (1977) — *Die ammoniten des Besazio-Kalks (Pliensbachian, Südtessin).* Mém. Suisses de Paléontologie, Bâle, vol. 98, 169 pp., 19 fig., 4 tabl., 19 pl.

OBSERVATIONS ET RÉPONSES

Mr. ROCHA — *Quelle est l'évolution de la limite entre les domaines mésogéen et boréal pendant le Domérien? Je pense à toutes les migrations le long de la Meseta, d'une part des faunes mésogéennes (Protogrammoceras, Fucinicerias, Emaciaticeras, Tauromeniceras, etc.) vers le Nord, d'autre part des faunes boréales (notamment les Amaltheus que l'on connaît en Italie, au Maroc, dans les Bétiques) vers le Sud.*

Mr. MOUTERDE — *La rotation de la Péninsule Ibérique explique pour une bonne part les différences constatées entre les faunes des deux bordures W et E de la Meseta. D'autre part il est certain qu'au cours du Domérien les influences mésogéennes et boréales se sont entremêlées dans le domaine ibérique et dans toute l'Europe du SW, et que*

certaines genres d'Ammonites et de Brachiopodes on fait des incursions profondes dans d'autres domaines. Les Amalthées notamment sont connues à certains moments du Dómerien (limite D. moyen-D. supérieur en particulier) dans le domaine mésogéen (Bétiques, Maroc, Italie) mais nous ne connaissons pas exactement les voies de migrations; le fait qu'on n'ait pas encore recueilli d'Amalthées en Algarve (où on ne connaît que 10 à 20 exemplaires d'Ammonites dans le Domérien) n'empêche pas d'envisager une migration plus au large.

Remarque de Mr. BOILLOT — La migration des faunes d'Ammonites du Jurassique inférieur s'explique bien

a) par l'ouverture progressive à la même époque d'un bras de la Mésogée entre l'Afrique et la Péninsule Ibérique (influences méridionales);

b) par l'existence, entre Terre-Neuve et la Galice, d'une mer épicontinentale sans croûte océanique, permettant aux influences septentrionales de se faire sentir dans le bassin portugais, mais formant cependant une barrière pour les migrations faunistiques.

Mr. BOILLOT — *Pendant le Jurassique inférieur, l'accident de Nazaré semble séparer un compartiment septentrional subsident d'un autre compartiment situé au Sud où les sédiments sont moins épais et déposés en eau moins profonde. Confirmez-vous cette tendance?*

Mr. MOUTERDE — Je pense en effet que le bassin au N du Tage présente une région septentrionale envahie plus précocement par la mer au Lias inférieur et plus subsidente au Toarcien notamment et une région méridionale à dépôts plus calcaires, moins épais et plus riches en brachiopodes spécialement au SE.

La limite entre ces deux régions passe approximativement le long de l'accident de Nazaré. Pour le moment, les *Echioceras* de la bande de Coimbra ne sont connus qu'au N du passage de l'accident. Les faciès plus compacts, plus minces (moins de 10 m) et plus cristallins du Domérien supérieur sont sensiblement cantonnés au S de l'accident alors qu'au Nord ce sont des calcaires marneux dont l'épaisseur peut atteindre 20 à 40 m.

Il semble donc vraisemblable qu'il y ait une certaine influence de cet accident sur la sédimentation du Jurassique inférieur.

Melle. VIRGILI — *Pensez-vous que l'interruption de la sédimentation à la base de l'Oxfordien dans le bassin au Nord du Tage soit semblable à celle que l'on connaît dans le Jurassique des Asturies avant le Kimméridgien et qui marque un important changement paléogéographique?*

Mr. MOUTERDE — Je pense en effet que la lacune de l'Oxfordien inférieur est un fait très général dans la Péninsule Ibérique; elle est connue presque partout sauf dans certaines régions méridionales je crois. Mais en Asturies, la lacune est beaucoup plus importante car elle s'étend du Bajocien moyen ou supérieur jusqu'au Kimméridgien et pendant ce temps les couches ont été déformées tectoniquement, le Kimméridgien est discordant sur le Jurassique inférieur.

Mr. JANSA — *Is the difference between Lusitanian Basin and Algarve ammonites caused by climatic difference or lithofacies?*

Mr. MOUTERDE — Je pense qu'il n'est pas possible actuellement de mettre en évidence des différences climatiques entre le bassin au N du Tage et l'Algarve; par contre les faciès sont en partie différents ce qui intervient autant que les facilités de migration pour expliquer les différences de faunes entre les deux bassins:

Mr. JANSA — *Il existe à l'Oxfordien un épisode pélagique dans tout l'Atlantique. Quelles en sont les traces dans le bassin lusitanien?*

Mr. BOILLOT — Les influences pélagiques à l'Oxfordien dans le bassin lusitanien sont limitées par les mouvements verticaux accompagnant l'ouverture de l'Atlantique Nord dans cette région.

Mr. ROCHA — *Quelles sont les évidences de l'activité de la tectonique diapirique pendant le Jurassique moyen et supérieur?*

Mr. MOUTERDE — Dans le Jurassique moyen je connais deux indices de modifications de la sédimentation au voisinage d'une aire diapirique. A l'Aalénien il y a des différences entre les dépôts du flanc N et ceux du flanc S de l'aire typhonique de Maceira. Il en est de même de façon plus nette pour celle de Dagorda-Serra de El-Rei au Bajocien. Je pense qu'il y a aussi des exemples au Lusitanien mais je les connais moins bien.