

NOTICE PRÉLIMINAIRE

SUR LA

LIMITE ENTRE LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACIQUE

EN PORTUGAL (1)

PAR

PAUL CHOFFAT

SOMMAIRE :

INTRODUCTION. — *Dicyclina* et *Spirocyclina*. — Publications sur le Malm du Portugal. — Contrées où l'on peut observer le contact entre les deux systèmes.

I. CONTRÉE DES LIGNES DE FORTS DE TORRES-VEDRAS. — A. *Étage lusitanien*. — Couches de Cabaço. — Couches du Montejunto. — Couches d'Abadia (Corallien d'Amaral). — B. *Néo-Jurassique*. — Couches à *Lima alternicosta*. — Ptérocérin; sa faune. — Freixialin.

II. CONTRÉE DE CINTRA. — Calcaires de S. Pedro. — Schistes de Ramalhão. — Marnocalcaires schisteux. — Calcaires coralliens. — Ptérocérin supérieur et Freixialin. — Infravalanginien.

III. AFFLEUREMENTS D'OLLELA ET DE BROUCO. — Calcaires compacts. — Ptérocérin. — Freixialin. — Infravalanginien. — Valanginien.

IV. CAP D'ESPICHEL (ARRABIDA). — Massif calcaire. — Complexe marino-lacustre. — Ptérocérin. — Freixialin; sa faune.

V. ALGARVE. — Calcaires hydrauliques. — Couches à *Perisphinctes effrenatus*. — Calcaire à Polypiers siliceux. — Dolomies. — Ptérocérin et Freixialin. — Crétacique.

VI. GRÈS A VÉGÉTAUX. — Environs de Torres-Vedras. — Flore et faune du Crétacique inférieur. — Gisement phytalien dans le Freixialin. — Analogie des deux étages plus au nord. — Faune lymnique et végétaux. — Gisement de Cercal à *Dicotylées*.

VII. RÉSUMÉ ET GÉNÉRALITÉS. — Généralités sur les facies. — Examen des assises. — Comparaison avec l'Europe centrale.

Essai d'un tableau comparatif d'une partie du Malm portugais.

(1) Présenté à la séance du 19 mars 1901.

INTRODUCTION.

L'été dernier, je reçus de mon savant collègue, M. E. Van den Broeck, une invitation à écrire, sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal, quelques pages destinées au *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*.

Quelques semaines plus tard, ayant l'avantage de rencontrer M. K. von Zittel au Congrès international de Paris, il m'exposa ses doutes au sujet de l'âge des couches à *Dicyclina* et *Spirocyclina* de la Crimée et m'exprima le désir d'avoir des explications sur leur position en Portugal.

Les genres *Dicyclina* et *Spirocyclina* ont été établis en 1887 par M. Munier-Chalmas (1) pour des Foraminifères des couches à Rudistes des Martigues. Dans la même note, il attribue à ces genres les formes que je lui avais communiquées du Portugal. Or, ces formes, que j'ai désignées des noms de *Orbiculina Lusitanica* et de *O. infravalanginiensis* (2), et plus tard sous ceux de *Dicyclina* et *Spirocyclina* (3), se trouvent, en Portugal, au sommet du Jurassique (couches de Freixial) et dans l'Infravalanginien; la première étant presque exclusivement jurassique et la deuxième se trouvant principalement dans l'Infravalanginien.

Depuis lors, ces deux espèces ont été citées par M. Marcel Bertrand dans des couches à *Nérinées* et à *Actéonelles* de la Crimée, et par M. Welsch dans le Jurassique supérieur de l'Algérie.

L'intérêt que présente ce sujet s'étend donc bien au delà d'une question régionale.

Le Jurassique a fait l'objet de mes premières études en Portugal. La description du Malm, au nord du Tage, était à peu près terminée en 1884, et je pus la faire voir à Neumayr au Congrès de Berlin; mais sa publication fut retardée par le désir de faire des observations complémentaires sur les autres régions, et surtout par le fait que la majeure

(1) *Comptes rendus sommaires des séances de la Société géologique de France*, 1887, pp. xxx et xxxi.

(2) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal*, Lisbonne, 1885, p. 4.

(3) *Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado*. (COMMUNICAÇÕES DA COMISSAO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS, t. I, 1887, p. 275-276.)

partie des espèces sont nouvelles et que la valeur de ma description gagnerait considérablement à ce que sa publication fût précédée des descriptions paléontologiques.

Puis, je me laissai entraîner à quantité d'études accessoires : la province d'Angola, le Crétacique, des questions de géologie appliquée, la Carte géologique, etc., si bien que la paléontologie du Jurassique a relativement peu avancé. J'ai fait connaître les *Ammonites* du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras et les genres *Pholadomya*, *Arcomya*, *Goniomeris* (Choffat, 1893), *Cardinia*, *Unio*, *Trigonia*, *Nucula*, *Leda*, *Arca*, *Pinna* et *Trichites*.

M. de Loriol a publié les *Échinodermes* qui, malheureusement, ont en général une grande extension verticale. Les *Vertébrés*, étudiés par M. Sauvage, et les *Végétaux*, par Heer et de Saporta, ne fournissent pas non plus un grand appoint pour la stratigraphie détaillée. Je devrai donc, comme en 1884, me borner trop souvent à ne citer que des genres, quoique, depuis cette époque, il ait sans doute été décrit un certain nombre de formes qui ne l'étaient pas alors, surtout en ce qui concerne les Nérinées, genre jouant un rôle des plus importants dans le Malm portugais.

Je me décide à publier cette notice sans attendre l'étude de cette nouvelle littérature, car les espèces dénommées avec certitude sont assez nombreuses pour donner une idée générale et répondre affirmativement à la question qui m'a été posée sur la présence des *Dicyclina* dans le Jurassique.

Je crois utile de rappeler qu'un certain nombre de fossiles portugais ont été publiés par Daniel Sharpe, en 1849 et 1850, dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres.

Je mentionnerai aussi ma description du Malm au Sud du Sado, parue en 1887 (*loc. cit.*); quant au Malm du Nord du Tage, je ne l'ai fait connaître qu'incidemment par des détails stratigraphiques disséminés dans les mémoires paléontologiques (1) et par des généralités publiées dans le *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal* (2) et les *Traits généraux de la géologie des contrées mésozoïques du Portugal* (3).

(1) *Description de la faune jurassique du Portugal*. — Mollusques lamellibranches, par Paul CHOFFAT, 2^e ordre, *Asiphonidæ*, 1885, pp. 5 et 16; idem, *Siphonidæ*, 1893; idem, *Céphalopodes*, 1893. SAPORTA et CHOFFAT. *Nouvelles contributions à la flore fossile du Portugal*. 2^e partie : *Stratigraphie*. — De nombreuses désignations d'assises ont été communiquées à M. de Loriol, *Description des Échinodermes*, 1891-1892.

(2) *Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, Bd XLI, 1896.

(3) *Revista de Obras publicas e minas*, t. XXVII, Lisbonne, 1896.

Le *Malm* portugais se divise naturellement en deux sous-étages : le *Lusitanien*, qui correspond aux zones des *Ammonites transversarius*, *bimammatus* et *tenuilobatus*, et le *Néo-Jurassique*, comprenant les couches à *Lima pseudo-alternicosta*, le *Ptérocérin* et le *Freixialin*. Le premier niveau ne correspond pas nettement à un horizon de l'Europe centrale; ce sont les deux niveaux supérieurs qui nous occuperont plus spécialement.

Dans mes dernières publications, j'ai employé le terme de *Portlandien* en synonymie de *Freixialin*. Je crois, en effet, que ce dernier terme devra être supprimé par la suite, mais je préfère le conserver provisoirement, jusqu'à la description complète du *Malm*.

Quant au Crétacique inférieur, j'en ai donné la description non seulement pour l'Algarve, mais aussi pour les contrées de Cintra et de Bellas (1), qui sont les plus importantes au point de vue de la liaison avec le Jurassique.

J'ai fait voir que le *Valanginien* à *Natica Leviathan* Pictet est recouvert par le Hauterivien à *Olcostephanus Astieriarum*, *Hoplites cryptoceras* et *H. radiatus*, comme dans la chaîne du Jura, mais qu'il repose par contre sur des couches marines que j'ai désignées comme *infravalanginiennes*. Ce sont ces dernières qui devront appeler notre attention.

La carte géologique du Portugal (2) étant aujourd'hui en librairie, je me servirai autant que possible des noms géographiques qui y figurent; mais je ne pourrai cependant pas éviter l'emploi de noms ne se trouvant que sur la carte chorographique à l'échelle de $\frac{1}{100\ 000}$.

Le contact du Jurassique et du Crétacique peut se voir dans les régions suivantes :

1° En Algarve, où les affleurements sont mal découverts.

2° Dans la chaîne de l'Arrabida; mais ce n'est qu'à son extrémité occidentale, au cap d'Espichel, que le Jurassique supérieur se montre fossilifère jusqu'à son sommet. Le Crétacique inférieur est par contre formé par des grès sans fossiles.

3° Sur le pourtour de la Serra de Cintra et dans les affleurements de Brouco et d'Ollela (entre Bellas au sud et Almargem au nord) qui lui font suite. Dans ces trois affleurements, la partie supérieure du Juras-

(1) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal*. Première étude : *Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne*, 1885.

(2) *Carta geologica de Portugal*, par J.-F.-N. DELGADO et PAUL CHOFFAT, 1899. Escala $\frac{1}{500\ 000}$. En commission chez Béranger (Baudry et C^{ie}), à Paris, et Friedländer und Sohn, à Berlin.

sique et la base du Crétacique sont formés par des calcaires à faune marine.

4° Sur une ligne commençant près du Tage à Alverca et qui se prolonge diagonalement jusqu'à l'Océan Atlantique près de Ribamar. Cette ligne forme la limite méridionale de la contrée des lignes de forts de Torres-Vedras. Sur cette ligne, le Jurassique est bien développé et très fossilifère, mais le Crétacique commence par des grès sans fossiles.

5° Immédiatement au Sud de Torres-Vedras et dans les contrées situées plus au Nord, la partie supérieure du Jurassique et la base du Crétacique sont formées par des grès ne contenant que des Végétaux et quelques Mollusques d'estuaire.

6° De Rio-Maior vers le Nord, la partie supérieure du Jurassique est formée par des grès sans fossiles marins, et le Crétacique inférieur manque complètement.

Il résulte de ce qui précède que les affleurements Cintra-Ollela peuvent seuls nous montrer le passage entre la faune du Jurassique et celle du Crétacique; mais ces strates sont malheureusement formées par des calcaires durs, dont il est très difficile de dégager les fossiles.

Nous commencerons par un coup d'œil sur le Malm de la contrée des lignes de Torres, car c'est celui qui offre le plus de rapports avec le Malm de l'Europe centrale et qui fournit les meilleurs points de repère pour le parallélisme avec les autres contrées portugaises.

I. — CONTRÉE DES LIGNES DE FORTS DE TORRES-VEDRAS.

Cette contrée est limitée au Nord par le Montejunto, où le Malm repose sur le Callovien, et au Sud par les collines qui s'étendent d'Alhandra à l'embouchure du Safarujo, et qui correspondent à la limite entre le Jurassique et le Crétacique.

J'ai publié un profil général du Montejunto en 1884 (1), et, en 1893, j'en ai décrit le Malm inférieur ainsi que ses Ammonites (2).

(1) *De l'impossibilité de comprendre le Callovien dans le Jurassique supérieur.* (COMMUNICAÇÕES, ETC., t. I, p. 80.)

(2) *Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto. Phases peu connues du développement des Mollusques.* (C. R. A. S., 17 avril 1893.)

Faune jurassique du Portugal. Ammonites du Lusitanien de la contrée des lignes de Torres-Vedras. La description des strates est à la page 2 et les listes de fossiles aux pages 74 à 79. Dans cette deuxième publication, j'ai réuni aux couches du Montejunto le niveau à *Perisphinctes Tixiani*, qui dans la première était réuni aux couches de Cabaço.

A. Étage lusitanien.

Le lit supérieur du Callovien est formé par des lits minces, contenant *Cosmoceras Dunkani*, *C. cfr. calloviensis* et *C. cfr. ornatum*. Audessus, j'ai distingué :

COUCHES DE CABAÇO.

1. A la base, calcaires feuilletés, bitumineux, sans fossiles, de 20 à 30 mètres d'épaisseur, surmontés de dalles à faune de *Lamellibranches* à facies kimeridgien. Puissance : 200 mètres.

2. Calcaires ayant à leur base un lit à Céphalopodes qui se trouvent aussi, quoique fort rares, dans le reste du complexe, lequel contient de nombreux *Lamellibranches* à caractère kimeridgien, mélangés à quelques espèces oxfordiennes : *Pholadomya exaltata* Ag.; *Phol. lineata* Ag.; *Pleuromya varians* Ag. Les Brachiopodes et les Ammonites sont oxfordiens : *Terebratula Galliennei* d'Orb.; *Zeilleria Delemontana* Opperl; *Ochetoceras canaliculatum* (Münst.); *Perisphinctes plicatilis* (Sow.); *Per. subrota* Chof.; *Per. Lucingensis* Favre; *Aspidoceras faustum* Bayle, etc. Je conclus, page 75, que cette couche correspond à la zone à *Ammonites transversarius*. Puissance : 300 mètres.

COUCHES DU MONTEJUNTO.

Cette assise présente trois facies différents : 1° le facies ammonitique; 2° le facies corallien; 3° une alternance de couches ammonitiques et de couches coralliennes, le premier type ayant une puissance de 200 mètres et le troisième de 350 mètres.

En se basant sur les Céphalopodes, on peut distinguer quatre complexes :

1° Lits à *Perisphinctes Tiziani* (Opperl.), var. *occidentalis* Chof., contenant de nombreux *Lamellibranches* des couches de Cabaço, mais les espèces franchement oxfordiennes manquent.

2° Calcaires subcoralliens, contenant vers le milieu un lit à *Ochetoceras canaliculatum* (Münst), *Oppelia subclausa* (Opp.) et *Perisphinctes polygyratus* (Rein.).

3° Apparition de *Phylloceras Silenum* Font. et d'autres *Phylloceras*, *Neumayria pseudo-flexuosa* Favre, *Perisphinctes* assez nombreux, *Aspidoceras lusitanicum* Chof.

4° Calcaires marneux, à faune abondante, surtout en *Céphalopodes* et en *Échinodermes*. Ces derniers passent à des niveaux supérieurs; *Cidaris glandifera* Gdf.; *Hemicidaris crenularis* Ag. et *Pseudocidaris Rupellensis* Cott. font exception.

La faune ammonitique de ces différents niveaux les relie les uns avec les autres, et elle les relie aussi aux couches de Cabaço. Des considérations, longuement développées dans la monographie des Ammonites (p. 75), me font considérer cette assise comme représentant la zone à *Peltoceras bimammatum*, espèce qui n'y est représentée que par un seul échantillon.

ASSISE D'ABADIA.

Massif argileux, de 800 mètres de puissance, contenant des lentilles formées par des matériaux de charriage et des lentilles coralliennes, rares dans la partie inférieure, assez fréquentes dans la partie moyenne, tandis qu'à la partie supérieure, le corallien forme un banc continu, de 10 à 20 mètres de puissance, que j'ai distingué sous le nom de *Corallien d'Amaral*, comme niveau supérieur de l'assise. Presque toutes les espèces de ce dernier niveau se trouvent déjà dans les lentilles coralliennes des marnes sous-jacentes.

Les Gastropodes et les Lamellibranches sont des espèces séquanienues ou kimeridiennes, parmi lesquelles nous mentionnerons tout spécialement *Ostrea virgula* (Gdf.).

La faune ammonitique se compose de vingt-huit espèces, dont un tiers se trouve déjà dans les couches du Montejunto. Parmi les formes connues de l'étranger, ou y ayant des représentants, les unes ne dépassent pas la zone à *Ammonites tenuilobatus*, les plus importantes étant *Aspidoceras sesquinodosum* Font. et *Asp. cfr. acanthicum* (Opp.). D'autres, tout aussi nombreuses, se trouvent dans cette zone et passent dans celle de l'*Ammonites Beckeri*; nous citerons *Neumayria trachynota* (Opp.); *Perisphinctes unicomptus* Font.; *Simoceras macerrinum* (Quenst.).

Le caractère de cette faune est bien tenuilobien, malgré le mélange de formes plus anciennes, et il ne me paraît pas possible de se baser sur les caractères paléontologiques pour lui attribuer l'âge des couches à *Ammonites Beckeri*.

La faune des lentilles coralliennes contenues dans les marnes est, à peu de chose près, la même que celle du Corallien d'Amaral : *Belemnites hastatus* et *Argovianus*; quelques *Nérinées*; des *Turbos*; des *Lamellibranches* nouveaux; *Terebratula insignis*; *Terebratella pectun-*

culata; *Terebratulina substriata*; *Rhabdocidaris Delgadoi* et *Orbignyana*; *Diplocidaris giganteus*; *Acrocidaris nobilis*; *Pseudocidaris Lusitanicus*; *Cidaris Choffati* et *marginata*; *Antedon Choffati*; *Thiollieroocrinus Ribeiroi*; *Millericrinus mespiliformis*, etc.

B. — Néo-Jurassique.

COUCHES A *Lima pseudo-alternicosta* Chof.

Ce niveau contient une faune de passage entre l'assise d'Abadia et le Ptérocérin. Elle présente deux niveaux assez bien distincts :

1° Le *niveau inférieur* offre deux facies différents, qui sont parfois superposés dans la même localité.

a) *Oolithe miliaire*, tantôt en bancs compacts, tantôt désagrégée, se chargeant parfois de mica au point de devenir un grès micacé.

Il est souvent assez difficile de la distinguer du Corallien d'Amaral, qui présente aussi des bancs d'oolithe miliaire; elle joue partiellement le même rôle orographique, en formant une partie des escarpements, puis s'étale en pentes douces ou en plateaux.

La faune est un mélange d'espèces provenant des couches d'Abadia avec d'autres passant au Ptérocérin; les plus caractéristiques par leur fréquence étant *Lima pseudo-alternicosta* et *Perna polita* Sharpe.

b) *Facies marneux* à Polypiers non soudés (principalement des *Montlivaultia*). C'est le niveau principal d'un grand *Cyprina*, voisin de *Cyprina crassa* Dollfus, qui existe aussi dans les couches d'Abadia, mais qui ne passe pas au Ptérocérin.

2° *Niveau supérieur ou à Opisthobranches*.

Strates généralement composées d'oolithes miliaries désagrégées, parfois marneuses, renfermant en grande quantité *Nerinea turbinata* Sharpe et des *Opisthobranches*, principalement un *Orthostoma*, voisin de *O. Moreana* Buv.; *Cyprina securiformis* (Sharpe) y est aussi très fréquent. La majeure partie de la faune passe au Ptérocérin.

Les formes principales des couches à *Lima pseudo-alternicosta* sont : *Belemnites Argovianus*; *B. hastatus* Blainv.; *Perisphinctes* (fragments laissant constater les groupes de *P. virgulatus* et de *P. unicomptus*); *Natica semitalis*, *Georgeana* et formes voisines; *Nerita bicornis* Sharpe et autres formes; *Cerithium septemplicatum* Roem.; *Orthostoma aff. Moreana* Buv.; *Acteonina* (plusieurs espèces); *Cyprina aff. crassa* Dollf.; *Trigonia Ribeiroi* Chof.; *Perna polita* Sharpe; *Lima pseudo-alternicosta*; *Pseudocidaris Lusitanicus* P. de L.; etc.

La flore est connue par un gisement de la partie inférieure de l'assise (1). Comme nous le verrons plus loin, elle a des rapports intimes avec celle des strates les plus supérieures du Malm.

PTÉROCÉRIN.

A l'Ouest de Torres-Vedras, le Ptérocérin est uniquement composé de grès et de marnes, contenant une belle faune, dont Sharpe a fait connaître plusieurs espèces; mais à l'Est, entre Torres et Alhandra, ces roches marno-arénacées alternent avec des calcaires contenant une partie de cette faune, mélangée à des espèces spéciales.

Ce calcaire est blanc jaunâtre, à surface très irrégulière, souvent même composé de masses rognonneuses. Il contient en grande quantité *Pholadomya multcostata* Ag.; *Cardium dissimile* Sow.; *Lucina rugosa* (Roem.); *Mytilus Morrissi* Sharpe et des *Algues* formant de gros bourrelets, tandis que *Pterocera oceani* de la B., *Natica Marcousana* d'Orb. et *Astarte discus* Sharpe sont moins fréquents.

Ce calcaire, que je désignerai du nom de *Calcaire à Mytilus Morrissi*, a été considéré comme Portlandien typique par quelques géologues qui ne le connaissaient pas *de visu*, et qui ignoraient encore davantage ses conditions stratigraphiques.

Il ne forme qu'un accident dans le massif ptérocérin et s'y trouve à des niveaux différents depuis la base jusqu'au sommet.

La faune du Ptérocérin est composée d'espèces provenant des assises sous-jacentes, soit des couches à *Lima pseudo-alternicosta*, soit même du Lusitanien, et d'espèces y faisant leur apparition ou bien y ayant leur gisement principal. Cette faune permet de distinguer deux niveaux, quel que soit le facies auquel on ait affaire.

Dans l'énumération suivante, qui ne comprend que des espèces connues, les lettres I et S indiquent les espèces spéciales à l'un des deux niveaux, et les chiffres 1 à 5 indiquent le degré de fréquence (2).

Espèces provenant des assises inférieures :

Belemnites hastatus Blainv. — I³, S⁴.
 — *Argovianus* Mayer. — I³, S[?].
Acteonina aff. olivaeformis K. et D. — I.
Cerithium septemplicatum Roem. — I³, S⁴.
Nerinea turbinata Sharpe. — I⁵.

Natica Marcousana d'Orb. — I, S.
Nerita bicornis Sharpe. — I.
 — *bisinuata* Buv. — I.
 — *aff. transversa* Seeb. — I³, S⁴.
Cyprina securiformis (Sharpe). — I⁵, S⁵.

(1) Voyez SAPORTA et CHOFFAT, pp. 12 et 244.

(2) 1 très rare; 2 rare; 3 ni rare ni fréquent; 4 fréquent; 5 très fréquent.

Cardium dissimile Sow. — I, S.
Lucina rugosa P. de L. — I, S.
Mytilus acinaces Leym. — I, S.
Gervilleia Sobralensis Sharpe. — I.
Perna rugosa Münt. — I, S.

Lima pseudo-alternicosta Bay. — I.
Ostrea multiformis K. et D. — I, S.
Rhabdocidaris Orbignyana Ag. — S¹.
Pseudocidaris Lusitanicum P. de L. — P.
Hemicidaris Agassizi Roem. — S².

Espèces se montrant dans le Ptérocérin ou, exceptionnellement, dans les assises plus anciennes :

Pterocera Oceani de la B. — I⁴.
Nerinea aff. Salinensis d'Orb. — S.
Cryptoplocus cfr. *pyramidalis* Gdf. — S⁴.
Natica gigas Stromb. — I.
 — *hemisphaerica* Roem. — I, S.
Corbula Edwardi Sharpe. — I⁵, S².
Thracia incerta Roem. — I⁵.
 — *impressa* Chof. sp. nov. — I⁴.
Pholadomya multicosata Ag. — I⁵.
Unicardium crassum Choffat sp. nov.
 — I⁴, S.
Astarte discus Sharpe. — I⁵, S⁴.
Trigonia Lusitanica Sharpe. — I⁴, S⁵.
Trichites Thurmanni Chof. — I⁴.

Mytilus Morrisi Sharpe. — I⁵, S⁴.
 — *subaequiplicatus* Roem. — I, S.
Avicula Credneriana P. de L. — I⁴, S⁵.
 — *Gessneri* Thurm. — I², S⁵.
Gervilleia tetragona Roem. — S⁵.
Ostrea catalaunica P. de L. — I, S.
Terebratula Lusitanica Suess. — I, S.
Rhabdocidaris Arsenensis P. de L. — S.
Pseudocidaris spinosa P. de L. — I⁵, S⁴.
Diplopodia planissima Ag. — I, S.
Holcotypus corallinus d'Orb. — I, S.
Echinobrissus Lusitanicus P. de L.
 — S⁴.
Echinobrissus Arsenensis P. de L. — S⁴.

Un coup d'œil sur ces listes montre que le Ptérocérin inférieur est caractérisé par le grand nombre d'espèces des couches plus anciennes, ne montant que partiellement dans le Ptérocérin supérieur, et par les espèces suivantes, y ayant leur niveau principal ou exclusif :

Nautilus, sp. nov.; *Pterocera oceani*; *Corbula Edwardi*; *Pholadomya multicosata*; *Unicardium crassum*; *Trichites Thurmanni*; *Pseudocidaris spinosa*. Je ne mentionne pas *Natica gigas*, parce que dans l'Arrabida elle passe au Ptérocérin supérieur et même au Freixialin.

La faune du Ptérocérin supérieur est moins variée que celle du Ptérocérin inférieur, quoique étant aussi riche en individus. Elle est caractérisée par l'abondance de *Trigonia Lusitanica*, *Avicula Credneriana*, *Avicula Gessneri*, *Gervilleia tetragona*, etc.

FREIXIALIN.

Dans cette contrée, le caractère lithologique de l'assise varie beaucoup d'un point à un autre : tantôt il y a prédominance de grès généralement sans fossiles; tantôt de marnes ou de marno-calcaires. Les bancs franchement calcaires y sont une exception, contrairement à ce que nous verrons au cap d'Espichel; aussi le caractère de la faune

est-il fort différent; elle est presque uniquement composée de Lamel-libranches, tandis qu'au cap, les Gastropodes y jouent un rôle tout aussi important.

Cette faune est caractérisée par l'apparition de quelques espèces de *Cyrènes* (1), non décrites, de taille moyenne, généralement abondantes, par *Corbula Lusitanica* Chof., sp. nov., *Trigonia Freixialensis* et *Kobyi* Chof., 1885, *Gervilleia Lorioli* Chof. sp. nov. et *Dicyclina Lusitanica* Chof.

Avec ces formes spéciales se montrent diverses espèces du Ptéro-cérin : *Pterocera oceani*; *Natica Marcousana* et *hemisphaerica*; *Cyprina securiformis*; *Lucina rugosa*; *Astarte discus*; *Mytilus Morrissi*; *Avicula Credneriana*; *Perna rugosa*; *Perna Espichelensis*, qui y a son niveau principal; *Ostrea catalaunica*, etc. Ces formes anciennes sont naturellement plus abondantes à la base qu'au sommet.

Les *Cyrènes* et *Trigonia Kobyi* se trouvent dès la base de l'assise; *Trigonia Freixialensis* apparaît un peu plus haut; puis viennent les *Dicyclina Lusitanica*; mais les fossiles ptéro-cérins se trouvent encore avec cette dernière espèce.

L'assise est recouverte par des grès ne contenant de fossiles marins qu'à 50 ou 100 mètres de leur base; c'est une faune crétacique, paraissant être barrémienne (2). Plus bas se trouve un lit de marne avec végétaux, mais la récolte est encore trop peu abondante pour permettre des déductions.

II. — CONTRÉE DE CINTRA.

Le granite qui forme la Serra de Cintra est entouré d'une ceinture de Malm profondément métamorphosé au contact de la roche éruptive, et surtout dans les enclaves de Jurassique, que l'on rencontre jusqu'au sommet de la montagne. Ce granite pénètre par filons à l'intérieur du Jurassique.

J'ai écrit quelques mots à ce sujet en 1884 (3), et vers la même époque j'ai fait imprimer des profils qui ont figuré à l'Exposition du

(1) M. de Loriol me fait remarquer que ces fossiles appartiennent probablement à un genre nouveau.

(2) Voyez GHOFFAT, *Système crétacique*, 1900, p. 132.

(3) *Age du granite de Cintra*. (JOURNAL DE SCIENCIAS MATHematicas, ETC. Lisbonne, 1884, et COMMUNICAÇÕES, ETC., 1^{er} volume, p. 155.)

Congrès de Berlin et ont été distribués à plusieurs savants. Un de ces profils a été de nouveau publié, en 1900 (4), à échelle réduite.

Le Jurassique n'y est représenté que par le Malm, qui est entièrement formé par des calcaires et par des schistes à faune marine, de couleur noire ou du moins très foncée, sauf les calcaires modifiés par le métamorphisme.

a) CALCAIRES DE S. PEDRO.

Sur le massif granitique reposent des calcaires que le métamorphisme a transformés en marbre blanc ou bleuâtre, à grands cristaux. Ils passent peu à peu à un calcaire saccharoïde à grain fin, dans lequel on peut distinguer des traces de fossiles, surtout des radioles d'Oursins et des Polypiers.

Les 25 mètres supérieurs sont formés par une alternance de calcaires noirs et de schistes; les premiers ont fourni un échantillon de *Rhacophyllites Silenum* Font. et quelques débris de *Perisphinctes* indéterminables.

b) SCHISTES DE RAMALHÃO.

Schistes noirs, jaunes par altération, contenant assez fréquemment *Daonella Cintrana* Chof. sp. nov. et moins fréquemment des *Aptychus*, *Oppelia*, *Haploceras*, *Perisphinctes*, *Cerithium* et autres fossiles des marnes d'Abadia. Je citerai en outre un exemplaire de *Pseudosalenia aspera* Et. La puissance est considérable; j'ai trouvé 400 mètres sur un point, et plus de 1,000 mètres sur un autre.

Il ne peut y avoir aucun doute sur le parallélisme des marnes d'Abadia avec ces schistes, que Sharpe a mentionnés comme liasiques, en confondant *Daonella Cintrana* avec *Posidonia Bronni* Goldf.

c) MARNO-CALCAIRES SCHISTEUX.

Alternance de marno-calcaires et de schistes, présentant de temps à autre des calcaires en bancs minces et de gros bancs de calcaire compact formant récifs. Quelques bancs, grossièrement oolithiques,

(1) *Aperçu de la géologie du Portugal*. (In : LE PORTUGAL AU POINT DE VUE AGRICOLE. Lisbonne, 1900.)

contiennent des Polypiers et de nombreux Gastropodes de l'assise d'Abadia; la majeure partie est schisteuse et contient des *Perisphinctes* écrasés. Le seul exemplaire déterminable paraît se rapporter à *Per. Ribeiroi* Chof. de l'assise d'Abadia.

Il est possible que ces couches correspondent déjà en partie à l'assise à *Lima pseudo-alternicosta*. Leur puissance est de 300 à 400 mètres.

d) CALCAIRES CORALLIENS.

Les calcaires schisteux sont surmontés par un massif de calcaire compact, en bancs plus ou moins épais, de couleur moins foncée que le reste. La faune est très pauvre et se limite à quelques Polypiers, des coupes d'*Heteropora* et quelques traces de Nérinées et de radioles d'Oursins.

Par comparaison avec le cap d'Espichel, ils doivent appartenir au Ptérocérin, mais il est fort possible qu'ils représentent aussi l'assise à *Lima pseudo-alternicosta*. Leur puissance est de 100 à 150 mètres.

e) PTÉROCÉRIN SUPÉRIEUR ET FREIXIALIN.

La base du complexe est facile à reconnaître, étant formée par des calcaires rognonneux, irréguliers, presque entièrement composés de grosses digitations, tantôt droites et entre-croisées, tantôt enroulées en spirales. Les fossiles sont bien caractéristiques du Ptérocérin : *Pterocera Oceani*; *Lucina rugosa*; *Unicardium crassum*; *Astarte discus*; *Pinna Occidentalis*; *Mytilus Morrisi*, etc. Le reste de l'assise est par contre formé par des calcaires noirs, en bancs peu épais; les fossiles sont tellement empâtés qu'il est bien difficile de pouvoir les reconnaître.

En faisant briser la roche banc par banc, j'ai pu constater la même succession qu'au cap d'Espichel. D'abord des bancs pouvant être rapportés au Ptérocérin, et contenant quelques *Aptyxis*, qui augmentent en nombre avec l'apparition des *Cyrènes*; puis viennent les *Dicyclina Lusitanica*. J'y ai aussi constaté *Trigonia Freixialensis*, *Corbicella Barrensis* Buv., etc.

La puissance totale du complexe dépasse 300 mètres. Sur la route de Malveira, j'ai trouvé les *Dicyclina* à 100 mètres du toit.

f) INFRAVALANGINIEN.

Calcaires inférieurs. — Calcaire noirâtre, analogue à celui des couches de Freixial. Les fossiles y sont fort rares et paraissent être les mêmes que dans les couches sous-jacentes. En brisant la roche, on découvre quelques exemplaires de *Trigonia caudata*, qui montrent que l'on est dans le Crétacique.

A ce niveau apparaissent un ou deux bancs de calcaire jaune nankin, intercalés dans les calcaires noirs. Il est possible qu'ils appartiennent en partie au Jurassique, mais ils sont en tous cas un précieux indice du voisinage de la limite entre les deux systèmes.

Couches à Foraminifères. — Un peu plus haut, on remarque des lits marneux, gris jaunâtre, composés presque uniquement de *Spirocyclina infravalanginiensis* Chof. et d'*Aptyxis infravalanginiensis*. Ces fossiles donnent aux lits qui les contiennent un aspect grumeleux, qui permet de les reconnaître très facilement.

Couches à Cyprina infravalanginiensis Choffat. — Enfin l'étage se termine par des calcaires un peu marneux, avec de nombreux *Cyprina*, *Nérinées*, etc.

On trouvera des détails stratigraphiques dans mon Mémoire de 1885 (pp. 2, 27 et 29), et la description d'une partie de la faune dans le Mémoire paléontologique paru l'année suivante.

III. — AFFLEUREMENTS D'OLLELA ET DE BROUCO.

Entre le pied oriental de la Serra de Cintra et Caneças se trouve un *horst* formé par du Crétacique inférieur et par deux affleurements de Jurassique. Le signal géodésique d'Ollela est situé dans celui du Nord et la propriété de Brouco dans celui du Sud.

Je les ai mentionnés en 1885 dans mon mémoire sur le Crétacique, mais j'ai ultérieurement relevé, dans l'affleurement d'Ollela, une coupe beaucoup plus complète. Les fossiles de quarante-six strates ont été recueillis banc par banc, en brisant la roche, puis les strates réunies suivant leurs affinités. Je ne puis, naturellement, en donner ici qu'un résumé très succinct.

La coupe commence au signal d'Ollela et se dirige vers le Sud-Est.

a) CALCAIRES COMPACTS.

La colline sur laquelle repose le signal d'Ollela est formée par des calcaires compacts, gris plus ou moins foncé ou blancs.

Verticaux au signal, ils s'inclinent peu à peu vers le Nord, ce qui est un renversement, car, un peu plus au Nord, on voit des strates du Ptérocérin plongeant aussi vers le Nord. Une dislocation ramène les mêmes calcaires, avec une forte inclinaison vers le Sud, puis ils prennent une pente plus douce, 22°, et les strates se succèdent normalement les unes aux autres jusqu'au Valanginien.

Les calcaires compacts contiennent beaucoup de Nérinées, que l'on n'obtient qu'à l'état de coupes, et quelques Lamellibranches et Polypiers. La partie supérieure est plus fossilifère et appartient peut-être déjà au Ptérocérin.

L'étude monographique des Nérinées de ce complexe permettra probablement de reconnaître leur position par rapport au Jurassique de Cintra.

La puissance est au minimum de 100 mètres.

b) PTÉROCÉRIN.

Trois mètres de calcaire gris foncé, légèrement marneux, présentent encore des Nérinées de taille moyenne, tandis que le reste du Jurassique n'en contient plus que de très petite taille. *Astarte discus* Sharpe, *Pinna occidentalis* Chof. (1888) et des *Gervilleia*, appartenant probablement à *G. tetragona* Gdf., montrent que l'on est bien dans le Ptérocérin.

Les 4 mètres qui suivent sont plus marneux et les fossiles plus abondants. Nous y remarquerons *Pterocera oceani*; *Thracia incerta*; *Lucina rugosa*; *Mytilus acinaces*; *M. Morrissi*; *Perna Espichelensis*; *Hinnites* cfr. *inaequiplicatus*; *Terebratula subsella*, etc.

c) FREIXIALIN.

Cette assise est formée, comme la précédente, par du calcaire plus ou moins marneux, et les fossiles étant généralement encroûtés, il est difficile de voir les différences de faunes.

Les 25 mètres inférieurs ne paraissent différer du Ptérocérin que par la présence de quelques exemplaires de Cyrènes du Freixialin.

Au-dessus se trouve *Trigonia Freixialensis* et *Corbula Lusitanica*.

sur 48 mètres, et enfin les *Dicyclina Lusitanica* isolés les uns des autres dans un calcaire compact. Ces bancs à *Dicyclina* ont 66 mètres d'épaisseur; leur faune est analogue à celle du cap d'Espichel et paraît être presque aussi variée. Succèdent 10 mètres qui contiennent encore les *Cyrènes* en abondance, mais dans lesquels je n'ai pas vu de *Dicyclina*.

d) POSITION INCERTAINE.

Treize mètres de marno-calcaires ne contiennent pas de fossiles caractéristiques; je crois pourtant y reconnaître les mêmes *Malaptera* que dans le Freixialin, et *Mytilus acinaces*. Dans les 4 mètres supérieurs se trouvent des lits jaune nankin, qui annoncent la limite des deux systèmes.

e) INFRAVALANGINIEN CERTAIN.

Calcaire gris, en bancs minces, alternant avec des lits marneux et quelques bancs jaune nankin. La faune en est très pauvre : quelques petites *Nérinées*, quelques moules de *Cardium*, ne paraissant pas différer de ceux du Jurassique, mais le Crétacique est annoncé dès la base par *Trigonia caudata* et par des lits de marno-calcaire pétris de *Spirocyclus infravalanginiensis* (1). Puissance : 35 mètres.

Dans les 30 mètres qui suivent, la faune est augmentée par la présence d'*Aptyxis infravalanginiensis*, puis vient *Corbula* cfr. *inflexa* Roem., les *Spirocyclus* continuant à être abondants.

Enfin suivent les couches à *Cyprina infravalanginiensis*, avec une puissance d'une cinquantaine de mètres.

f) VALANGINIEN.

Grès de plus de 100 mètres de puissance, ayant fourni une belle flore dans l'affleurement de Brouco, et surtout dans celui de Valle-de-Lobos. Cette flore a été décrite par Oswald Heer; les *Sphenolepidium* et les *Sphenopteris* y jouent le rôle principal.

Ils sont recouverts par le *Hauterivien*, différant de celui de Cintra et de l'Arrabida par la rareté des Ammonites, représentées pourtant par

(1) En 1885 (p. 4), je disais ne pas avoir constaté leur présence dans l'affleurement d'Olella, ce qui est à modifier par suite de ces nouvelles récoltes.

Olcostephanus Astierianum (d'Orb) et par l'abondance des *Pterocera*, des *Purpuroidea* et des *Natica*. Les Lamellibranches sont à peu près les mêmes que dans les autres contrées.

IV. — CAP D'ESPICHEL (ARRABIDA).

A son extrémité occidentale, la chaîne de l'Arrabida forme un abrupt s'élevant d'une centaine de mètres au-dessus de l'Océan.

Les strates sont dirigées de l'Est à l'Ouest et plongent vers le Nord, sous un angle qui est de 60° au Sud du phare, mais qui diminue peu à peu vers le Nord, n'étant plus que de 35° au Sud du ravin de Lagos-teiros et de 25° au Nord de ce ravin.

Cette diminution marche de pair avec celle de la dureté de la roche qui, au Sud du phare, est formée par les calcaires rigides du Dogger, tandis que des bancs de marne et de grès s'intercalent dans le Malm supérieur et que la base du Crétacique n'est formée que par des grès.

Péetrographiquement et paléontologiquement, le Malm de l'Arrabida se divise en deux massifs bien distincts. A la base, des calcaires à faune marine, présentant le même faciès d'un bout à l'autre de la chaîne de l'Arrabida et formant géognostiquement un tout avec les calcaires du Bathonien.

Au-dessus se trouve, à l'extrémité occidentale, une alternance de calcaires, de marno-calcaires et de marnes, substitués peu à peu par des conglomérats, au fur et à mesure que l'on s'avance vers l'Est.

Dans ce dernier massif, nous distinguerons un complexe marino-lacustre, correspondant aux couches à *Lima pseudo-alternicosta*, au Ptérocérin et au Freixialin.

a) MASSIF CALCAIRE.

Le Bathonien de l'Arrabida et la partie supérieure du Lusitanien sont formés par des calcaires blancs, compacts, à faune de Nérinées et surtout de Bivalves.

A une certaine hauteur, cette faune est franchement bathonienne et contient *Pholadomya Murchisonæ* Sow.; *Ceromya concentrica* Sow.; *Elygmus polytypus* Desl.; *Rhynchonella Hopkinsi* M.-Coy; *Rhync. decorata* Schloth., etc.; puis on trouve assez subitement une faunule à

aspect séquanien (1), mais contenant encore des espèces bathoniennes, qui disparaissent à leur tour.

Le massif calcaire se termine par les couches à *Rhynchonella Arrabidensis*, en bancs plus minces, avec intercalation de lits marneux, contenant une faune abondante de Gastropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et d'Oursins. Nous citerons *Purpuroidea gigas* Et.; *Nerinea Descovydyi* d'Orb.; *Pholadomya Delgadoi* Chof., 1893; *Ceromya excentrica* Ag.; *C. globosa* Buv.; *Isocardia striata* d'Orb.; *Mytilus jurensis* Merian; *Terebratula subsella* Leym., etc. La plupart de ces espèces se présentent dans le Séquanien de l'Europe centrale, et quelques-unes d'entre elles y passent au Kimeridgien et au Portlandien.

b) COMPLEXE MARINO-LACUSTRE.

J'ai distingué trois niveaux qui sont, de bas en haut :

1° Un *niveau lacustre inférieur*, formé par un calcaire à taches noires, comme celles du Purbeckien du Jura, ne m'ayant fourni que quelques *Paludines* et *Cerithium Lorioli* Chof. dans les environs du Cap, où il est mal visible, mais prenant plus de développement vers l'Est, où il présente une jolie faune.

2° Le *niveau à Nerinea Elsgaudia*, formé par des calcaires à Néri-nées et gros *Heteropora*, contenant en outre *Natica Marcousana* d'Orb., *Pseudomelania abbreviata* Roem., *Perna polita* Sharpe et d'autres fossiles, en partie inédits, qui montrent que ce complexe correspond aux couches à *Lima pseudo-alternicosta* de la région de Torres-Vedras.

3° Le *niveau saumâtre supérieur*, avec *Neritina*, *Paludina*, *Pseudomelania paludinaeformis* Credn., etc.

C'est peut-être à ce niveau que doit être rapportée la faune limnique de Serra de S. Luiz, qui contient des *Paludina*, *Lymnæa*, *Planorbis*, *Neritina*, *Unio*, et quelques végétaux terrestres, décrits par Heer (2).

c) PTÉROCÉRIN.

J'attribue au Ptérocérin un complexe de près de 500 mètres d'épaisseur, formé par des calcaires, des marno-calcaires et des grès; ces derniers, subordonnés vers la base, prennent le dessus dans la partie supérieure.

(1) De l'impossibilité de comprendre le Callovien dans le Jurassique supérieur. (COMMUNICAÇÕES, ETC., I, p. 78.)

(2) HEER, *Contributions à la flore fossile du Portugal*, p. IV.

Vers le milieu de cet énorme massif se trouvent des couches calcaires avec *Nérinées*, *Polypiers*, *Diceras* et *Pachyerisma*. Elles ne présentent pas le faciès corallien proprement dit, mais un faciès subcorallien, bien différent du faciès vaseux des couches encaissantes.

Ces dernières présentent entre elles de telles affinités, qu'il est nécessaire de faire du tout une seule assise, au milieu de laquelle s'est présentée une tendance à la formation coralligène.

Nous signalerons à la base des débris de *Lytoceras*, *Oppelia* et *Perisphinctes*, malheureusement indéterminables. En outre, *Pterocera oceani*, *Natica gigas*, *Pholadomya multcostata*, *Mytilus Morrisi*, qui démontrent bien l'attribution au Ptérocérin.

Les couches coralligènes disparaissent vers l'Est, et l'on n'a plus que deux divisions dans le Ptérocérin, la partie supérieure étant caractérisée principalement par *Trigonia Lusitanica* et *Gervilleia tetragona*, comme au Nord du Tage. *Avicula Credneriana* apparaît par contre dans les couches coralligènes.

d) FREIXIALIN.

La coupe détaillée que j'ai relevée en 1881, en séparant les couches banc par banc, peut être réduite à deux niveaux en se basant sur l'apparition de *Dicyclina Lusitanica*.

Niveau inférieur. — Ce niveau, que je fais commencer avec l'apparition des *Cyrènes* et d'*Aptyxis obconicus* Sharpe (*Terebra*), est formé par des marno-calcaires ayant à leur base deux gros bancs de grès. Il contient différentes espèces ayant de l'importance dans le Ptérocérin; je citerai *Pterocera oceani* et *Natica gigas*. La puissance est approximativement de 100 mètres.

Niveau supérieur. — Ce niveau commence par une masse de calcaires blancs ou grisâtres, en bancs réguliers, alternant avec quelques lits de marno-calcaires. Les *Aptyxis* et les *Dicyclina* sont abondants dès la base; *Pterocera oceani*, *Lucina rugosa* et d'autres espèces du Ptérocérin s'y trouvent encore, mais n'atteignent pas la moitié du complexe. Puissance : 90 mètres.

Banc de 0^m,50, formé par un marno-calcaire gris, à oolithes rougeâtres, avec nombreux *Acteonina Moreana* Buv., *Cryptoplocus* cfr. *pyramidalis* et *Dicyclina Lusitanica*. En outre, divers *Aptyxis*, des *Cyrènes* et *Acteonina* cfr. *conulus*; cette dernière espèce fort rare.

Alternance de calcaires et de marno-calcaires : *Aptyxis*; *Cyrènes*; *Unicardium crassum* et *Montlivaultia*. Puissance : 15 mètres.

Faune des couches de Freixial, au cap d'Espichel.

ESPÈCES.	Espèces se trouvant déjà dans les couches inférieures.	Niveau inférieur.	Niveau supérieur.	FRANCE, SUISSE ET HANOVRE.
<i>Perisphinctes sp. ind.</i>	»	1	»	
<i>Pterocera oceani</i> var. <i>gibbosa</i> . . .	×	×	»	
— — var. <i>elongata</i>	×	×	1	Séquanien-Portlandien.
<i>Cuphosolenus Dyoniseus</i> (Buv.) . . .	×	3	3	Portlandien.
<i>Purpuroidea gigas</i> Et	»	1	»	Ptérocérien-Virgulien.
<i>Natica gigas</i> Stromb.	×	×	»	Ptérocérien.
— <i>Marcousana</i> d'Orb.	×	4	×	Séquanien-Portlandien.
— <i>hemisphaerica</i> Roem.	×	×	1	Séquanien-Portlandien.
— aff. <i>pugillum</i> Thurm.	×	×	×	
— cfr. <i>dubia</i> Roem.	×	×	×	
<i>Nerita</i> (plusieurs espèces).	»	»	×	
<i>Cerithium</i> , 2 espèces	»	×	×	
<i>Nerinea (Ptygmatis)</i> cfr. <i>Sequana</i> Thirria.	×	5	»	
<i>Nerinea (Ptygmatis) Ribeiroi</i> Chof. sp. nov.	×	4	1	
<i>Nerinea (Aptyxis)</i> sp. nov.	×	5	»	
— — <i>obconica</i> Sharpe.	»	2	5	
<i>Nerinea (Aptyxis)</i> 2 espèces nou- velles.	»	»	5	
<i>Nerinea (Cryptoplocus)</i> cfr. <i>pyrami- dalis</i> Gdf.	»	1	5	
<i>Acteonina</i> aff. <i>Moreana</i> Buv.	×	1	5	
— cfr. <i>conulus</i> Buv.	»	»	1	
<i>Corbula</i> cfr. <i>Edwardi</i> Sharpe	»	1	2	An. <i>C. Mosensis</i> Buv. Ptérocérien-Portlandien.
— <i>Lusitanica</i> Chof. sp. nov.	»	»	5	
<i>Cyprina securiformis</i> Sharpe	×	5	5	An. <i>Cyrena rugosa</i> Sow. Séquanien - Portlandien.

ESPÈCES.	Espèces se trouvant déjà dans les couches inférieures.	Niveau inférieur.	Niveau supérieur.	FRANCE, SUISSE ET HANOVRE.
<i>Cardium dissimile</i> Sow.	×	4	2	Portlandien.
<i>Unicardium crassum</i> Hof. sp. nov.	×	1	»	
<i>Lucina rugosa</i> (Roem.)	×	4	1	Séquanien-Portlandien.
<i>Astarte discus</i> Sharpe	×	4	?	
<i>Corbicella Barrensis</i> (Buv.)	»	2	2	Ptérocérien-Portlandien.
<i>Trigonia Lusitanica</i> Sharpe.	×	1	»	
— <i>Freixtalensis</i> Hof. (Pl. X).	»	×	»	
<i>Arca quadrisulcata</i> var. Sow. (Voyez Hoffat. pl. XI).	»	×	»	
<i>Mytilus Morrisi</i> Sharpe.	×	4	»	An. <i>M. Morrisi</i> P de L. Portlandien.
<i>Avicula Credneriana</i> P. de L.	×	×	»	Ptérocérien-Portlandien.
<i>Gervilleia tetragona</i> Sow	×	×	»	Séquanien-Portlandien.
— <i>Lorioli</i> Hof. sp. nov.	»	»	2	
<i>Perna rugosa</i> Sow.	×	×	»	Ptérocérien-Portlandien.
— <i>Espichelensis</i> Hof. sp. nov.	×	×	»	
<i>Hinnites</i> cfr. <i>inaequistriatus</i> Bronn.	×	×	?	An. Séquanien.
<i>Pecten</i> cfr. <i>Lusitanicus</i> Sharpe. . .	×	×	×	An. Séquanien.
<i>Ostrea</i> cfr. <i>pustulosa</i> Sharpe.	×	×	»	
— <i>catalaunica</i> P. de L.	×	×	×	Virgulien-Portlandien.
<i>Dicyclina Lusitanica</i> Hof.	»	»	4	
Corps problématiques cupuliformes.	×	×	»	

Une simple inspection de ce tableau montre l'intime liaison de la partie supérieure, à *Dicyclina Lusitanica*, avec la partie inférieure, et de toutes deux avec le Ptérocérin.

Grès verdâtres, fins, avec *Cryptoplocus* efr. *pyramidalis* et *Cyprina securiformis* en exemplaires nombreux, et *Acteonina Moreana* fort rare. Puissance : 1 mètre.

Cette couche paraît être liée à des grès fins, sans fossiles, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, surmontés par une grande masse de grès blancs, à nombreux cailloux de silex. Ils forment un escarpement bordant la baie de Lagosteiros vers le Nord, et correspondent sans doute à l'Infravalanginien et au Valanginien, ou au moins à ce dernier étage, car on trouve une faune du Hauterivien typique dans des calcaires surmontant les grès, à plus de 50 mètres au-dessus du dernier lit à fossiles jurassiques.

V. — ALGARVE (1).

Le Malm de l'Algarve forme une bande fractionnée, s'étendant, de l'Ouest à l'Est, sur presque toute la longueur de la province.

C'est à peu près au centre, dans les environs de Loulé, que j'ai rencontré la série la plus complète, tant au point de vue des affleurements que par la continuité du facies marin pendant toute la durée du Malm, tandis que, plus à l'Est, le Freixialin est représenté par des conglomérats, et que le Malm de l'Algarve occidental présente des lacunes.

Nous commencerons donc par l'examen des *environs de Loulé*.

CALCAIRES HYDRAULIQUES.

Les marnes à *Ammonites anceps* sont surmontées par des calcaires hydrauliques à fossiles très rares, dont la base appartient peut-être encore au Callovien, tandis que quelques *Ammonites* font voir que la plus grande partie, sinon la totalité, doit être rapportée à l'assise à *Peltoceras transversarium*.

COUCHES A PERISPHINCTES EFFRENATUS.

Marno-calcaires verdâtres, contenant une belle faune d'*Ammonites* à caractère plus méridional que celle de la contrée des lignes de Torres-Vedras.

Cette faune ammonitique n'est pas encore étudiée monographiquement.

(1) *Comunicações, etc.*, I, pp. 256 et 307.

ment, mais la présence du *Peltoceras bimammatum* me porte à la considérer comme représentant les couches du Montejunto, malgré la présence de Gastropodes des marnes d'Abadia.

CALCAIRE A POLYPIERS SILICEUX.

Calcaire compact, à fossiles relativement rares. Quelques *Perisphinctes* voisins de *P. effrenatus* Font., *Nerinea subpyramidalis* Münt., *Ostrea hastellata*, *Terebratulina substriata*, *Cidaris Choffati*, *Pseudocidaridius Lusitanicus* et autres fossiles se trouvant dans les lentilles calcaires des marnes d'Abadia. Nous n'hésiterons donc pas à considérer ces calcaires comme leur étant parallèles.

DOLOMIES.

Massif dolomitique d'environ 80 mètres d'épaisseur. Fossiles très rares et sans importance stratigraphique. D'après leur position, elles semblent correspondre aux couches à *Lima pseudo-alternicosta*.

PTÉROCÉRIN ET FREIXIALIN.

Les couches supérieures à la dolomie présentent une plus grande variabilité de facies et des intercalations de conglomérats. Le Ptérocérin paraît être réduit à des calcaires à *Polypiers*, *Nérinées* et *Diceras suprajurensis* d'une faible puissance, contenant quelques quartzites roulés. Au-dessus se trouve une faune de Lamellibranches, que l'on serait tenté de ranger dans le Ptérocérin, sans la présence de *Cyrènes* du Freixialin.

A Tavira, cette couche paraît être remplacée par des conglomérats avec intercalations de grès à *Nerinea turbinata*, *Cyprina securiformis*, *Perna rugosa* et *Gervilleia Fittoni* Sharpe, donc une faune du Ptérocérin supérieur de la contrée de Torres.

La couche qui suit ne laisse pas de doute sur son attribution au Freixialin. C'est un calcaire compact, contenant un grand nombre de *Nerinea subpyramidalis* Münt. et de grands *Anomia*, caractéristiques du Freixialin de l'Algarve, comme nous le verrons dans un instant.

On observe ensuite un banc à nombreux *Aptyxiella* et, après une interruption suffisante, on trouve le Crétacique.

Dans l'Algarve occidentale, l'assise à *Ammonites athleta* est bien

définie, mais entre cette couche et la première du Malm se trouve une grande lacune.

Je suppose que c'est aux dolomies de l'Algarve oriental que correspond la belle faune corallienne qui surmonte les calcaires oolithiques, à débris d'entroques, de la plage du Tonel, près de Sagres.

Un autre point, la baie de Benaçoitão, a fourni une faunule qui ne peut appartenir qu'au Ptérocérin ou aux couches à *Lima pseudo-alternicosta*. Elle se trouvait intercalée dans des conglomérats et contient *Nerinea turbinata*, *Cerithium septemplicatum*, *Nerita bicornis*, *N. sp. nov. aff. bisinuata* Buv. et *Cyprina securiformis*.

Ces couches sont surmontées par une dolomie paraissant avoir de 30 à 40 mètres d'épaisseur, et celle-ci l'est tantôt directement par des marnes à cailloux noirs, contenant de petits *Itiëria*, voisins de *I. multicornata* Zitt. et des *Spirocyclina infravalanginiensis*; tantôt cette marne est séparée de la dolomie par des calcaires à *Nérinées*, grands *Anomia*, *Dicyclina Lusitanica* et *Spirocyclina*.

CRÉTACIQUE.

Le Crétacique de l'Algarve occidental commence par des grès à Cérithes, paraissant se rapporter à l'Urgonien. Il y a donc une lacune qui n'existe heureusement pas dans l'Algarve oriental.

Dans la coupe de Loulé, le Jurassique supérieur est surmonté par un calcaire gris ou roux, n'ayant fourni qu'un *Acteonella*, des *Nérinées* et autres fossiles ne permettant pas de se décider entre le Jurassique et le Crétacique; mais entre Tavira et Fuseta, où le Jurassique n'est pas visible, le Valanginien surmonte un calcaire analogue à celui de la coupe de Loulé, contenant les mêmes fossiles, et en plus *Trigonia caudata*, *Spirocyclina infravalanginiensis* et *Dicyclina Lusitanica*.

Le Valanginien et le Hauterivien ne contiennent pas d'Ammonites, mais des Gastropodes, des Lamellibranches et des Brachiopodes, qui permettent de reconnaître leur position stratigraphique. Nous remarquerons dans le Hauterivien : *Pholadomya gigantea*; *Hinnites Renevieri*; *Janira atava*; *Ostrea rectangularis* et *Ostrea Couloni*.

VI. — GRÈS A VÉGÉTAUX.

Revenons à la contrée des lignes de Torres. Le Freixialin ne s'y trouve pas seulement sur la ligne qui en forme la limite méridio-

nale, mais il affleure en outre sur le pourtour de l'effondrement circulaire de Runa, où il est superposé au Ptérocérin contenant ses fossiles habituels. Le Freixialin ne m'y a par contre fourni que quelques fragments de gros os et des végétaux terrestres.

Ces grès, généralement rougeâtres, plongent sous un autre massif de grès, généralement kaolinifères, avec lentilles d'argile contenant des empreintes de *Corbula*, *Cardium*, *Arca*, *Nucula*, *Mytilus* et *Avicula*, de très petite taille, et une belle flore à caractère crétacique. Comme ils sont recouverts par le Bellasien fossilifère, il est incontestable qu'ils représentent le groupe néocomien (s. l.) (1).

Leur flore est reliée au Jurassique portugais par six espèces appartenant aux genres *Sphenopteris*, *Pecopteris*, *Widdringtonites* et *Rhizocaulon*; ses rapports avec le Wealdien de l'Allemagne du Nord sont établis par quatre espèces identiques et dix espèces substituantes; enfin, quelques espèces la relie à la flore du Valanginien et de l'Aptien des environs de Bellas. J'ai donné plus de détails sur ce sujet, page 253 des *Nouvelles contributions à la flore fossile du Portugal*.

Dans la même contrée se trouve un gisement (S. Sebastião) à environ 150 mètres plus bas que la faune naine du Crétacique, et qui selon toute probabilité appartient au Freixialin. Il contient cinq espèces du Jurassique portugais, cinq espèces à type jurassique, spéciales au gisement, tandis que *Pecopteris Dunkeri* Schimp. et *Frenelopsis leptoclada* Sap. montrent ses affinités crétaciques.

Une vingtaine de kilomètres plus au Nord, le Ptérocérin lui-même n'est représenté que par des grès sans fossiles marins; il n'y a plus de caractères le distinguant de l'assise de Freixial, mais les caractères pétrographiques permettent d'affirmer que l'on est dans le Néo-Jurassique et non pas dans le Crétacique.

Quelques lentilles de marnes contiennent des *Pisidium*, des *Planorbis* et des *Unio*, et une flore à caractère jurassique, mélangée pourtant de quelques types crétaciques, en particulier de *Sphenopteris Mantelli* Brong., var. *neo-jurassica* Sap. (2).

C'est une localité voisine qui contient le gisement crétacique de Cercal, célèbre par l'apparition des premières *Dicotylées*, au milieu d'une flore néocomienne, mélangée de quelques espèces montant jusque dans le Sénonien (*Sphenopteris plurinervia* Heer, *Sph. Mantelli* Brong. et *Frenelopsis occidentalis* Heer).

(1) Voyez : *Note sur le Crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cercal*. (COMMUNICAÇÕES, ETC., 1891, vol. II, p. 171.)

(2) *Nouvelles contributions, etc.*, pp. 246-248.

J'ai démontré (*op. cit.*, pp. 258-260) que cette florule ne peut pas être plus récente que le Vraconnien, mais il n'est pas impossible qu'elle soit plus ancienne.

VII. — RÉSUMÉ ET GÉNÉRALITÉS.

Le Malm portugais subit de grandes variations du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est.

Parfois, un certain caractère se maintient pendant toute la durée du Malm et du Néocomien : tel est le facies marin dans la contrée de Cintra et la couleur foncée ou noire de ses calcaires, qui rappellent le Jurassique des Alpes suisses. Dans les affleurements d'Ollela-Brouco, le facies marin n'atteint que l'Infravalangien, et les calcaires sont moins foncés, moins durs et plus fossilifères.

En Algarve, on remarque, dès le Lias, une tendance à la formation d'assises dolomitiques puissantes.

Une particularité du Malm portugais est de présenter, dès la base, une faune de Lamellibranches à caractères séquaniens, mélangée dans les couches les plus inférieures à des espèces oxfordiennes et à des formes de transition aux espèces bathoniennes, qui, je crois, n'ont pas été signalées dans d'autres pays.

Cette faune se transforme insensiblement par des modifications morphologiques et, par l'introduction graduelle de nouvelles espèces qui apparaissent généralement en individus peu nombreux et de taille relativement petite, ses représentants se développent énormément en nombre et en taille à un niveau déterminé, puis s'éteignent insensiblement.

On comprend que, dans ces conditions, il n'existe pas de limites tranchées entre les assises.

Un autre caractère essentiel est l'abondance des Nérinées, qui se trouvent dans presque tous les facies et à tous les niveaux; les *Aptyxis* dominant dans le Freixialin, mais sont déjà relativement abondants dans les couches saumâtres inférieures au Ptérocérin. Leur étude monographique fournira, sans doute, des données importantes pour le parallélisme de détail.

La différence de facies est surtout frappante pendant le LUSITANIEN. Au Montejunto et en Algarve, sa partie inférieure contient des Ammonites, qui permettent de reconnaître les zones de *Peltoceras transversarium* et de *Pelt. bimammatum*. Dans la première de ces contrées et à

Cintra, le Lusitanien supérieur est aussi formé par des strates ammonitiques, qui correspondent à la zone à *Oppelia tenuilobata*, tandis que, dans l'Arrabida et au Nord de Torres-Vedras, les faciès à Lamellibranches et le faciès subcorallien forment la totalité du Lusitanien. Ces derniers forment aussi le Lusitanien supérieur de l'Algarve.

L'assise à *Lima pseudo-alternicosta* montre assez d'uniformité au Nord des régions de Cintra, et il est possible qu'on puisse la délimiter avec exactitude dans cette contrée et dans l'Arrabida.

Elle voit apparaître plusieurs espèces jouant un rôle capital dans le Ptérocérin, et sa flore est aussi à caractère néo-jurassique. Je l'ai donc rangée dans ce sous-étage, quoique d'autres considérations porteraient à la comprendre dans le Lusitanien. C'est cette assise qui voit le plus grand développement des *Opisthobranches*. Les Ammonites n'y sont représentées que par quelques *Perisphinctes*, pouvant aussi bien appartenir à la zone à *Ammonites bimammatus* qu'à celle à *Ammonites Beckeri*.

Le PTÉROCÉRIN et le FREIXIALIN présentent des caractères paléontologiques plus constants, malgré les grandes différences lithologiques.

Complètement calcaires dans les affleurements de Cintra et d'Ollela, ils sont presque entièrement gréseux, quoique à faune marine, à la limite méridionale de la contrée de Torres. Sur la ligne septentrionale de la même contrée, le Freixialin perd ses fossiles marins et ne contient plus que des *Végétaux*, ce qui est le cas pour les deux assises dans les contrées au Nord de celle de Torres. On y remarque en outre quelques coquilles limniques : *Unio*, *Planorbis*, etc.

Dans le faciès marin, marno-arénaqué, le Ptérocérin se divise en deux niveaux, qui se distinguent surtout par la présence de *Trigonia Lusitanica* au niveau supérieur.

Ces deux faunes se trouvent aussi dans la partie moyenne de l'Arrabida, mais au cap d'Espichel, elles sont séparées par un puissant massif subcorallien, qui semble former la base du Ptérocérin dans les affleurements de Cintra et d'Ollela.

Dans la partie orientale de l'Arrabida, toute la partie supérieure du Malm est formée par des conglomérats.

En Algarve, quelques affleurements ont fourni une faune à rapporter au Ptérocérin, mais cette assise y est certainement beaucoup moins développée qu'au Nord du Sado et du Tage. Une masse dolomitique puissante la représente dans l'Algarve occidental.

En parlant de la contrée des forts de Torres (p. 119), j'ai donné les listes de la faune, montrant les espèces venant de couches plus pro-

fondes, celles qui naissent dans l'assise, et leur distribution dans les deux niveaux du Ptérocérin. Ces tableaux peuvent être considérés comme types du Ptérocérin. Dans les facies subcoralliens, cette faune est naturellement riche en *Nérinées*, encore incomplètement étudiées, en *Diceras*, et parfois on y rencontre des *Pachyerisma* et autres fossiles coralliens.

Je mentionnerai aussi la fréquence de *Natica gigas* Stromb. au cap d'Espichel, non seulement à la base, mais aussi au sommet; il y passe même dans le Freixialin.

Les débris de Vertébrés sont fréquents dans le Ptérocérin, surtout dans le facies marno-gréseux. Les plus communs, *Machimosaurus Hugii* Meyer, *Lepidotus laevis* Ag., se trouvent déjà dans le Lusitanien. Il en est de même des deux *Belemnites* (*B. hastatus* et *B. Argovianus*) et de *Nautilus giganteus*.

Les Ammonites y sont représentées par un ou deux fragments de *Perisphinctes*, auxquels se joignent, au cap d'Espichel, deux empreintes appartenant aux genres *Lithoceras* et *Oppelia*.

FREIXIALIN.

Au Nord du Tage et au cap d'Espichel, le Freixialin présente deux niveaux, l'inférieur contenant des *Cyrènes*, des *Aptyxis* et des *Trigonia* ne se trouvant pas dans le Ptérocérin, tandis que le niveau supérieur est caractérisé par l'adjonction de *Dicyclina Lusitanica*.

Dans l'Algarve oriental, des couches à faune du Ptérocérin contiennent des *Cyrènes* du Freixialin, et les gisements, ne laissant pas de doutes sur leur attribution à cet étage, contiennent une faune moins variée qu'au Nord du Sado, caractérisée surtout par des *Anomia* de grande taille et par un mélange de *Dicyclina* et de *Spirocyclina*.

Vu l'importance de ces couches, j'ai donné un tableau des principales espèces au cap d'Espichel (p. 150). Il montre, d'une façon incontestable, qu'elles appartiennent au Jurassique.

INFRavalangINIEIN.

Dans les affleurements d'Ollela et de la Serra de Cintra, la base de l'Infravalanginien est formée par des calcaires identiques à ceux du Freixialin.

La faune est aussi composée de Bivalves mal conservées, et ce n'est

que l'apparition de *Trigonia caudata* qui fait voir que l'on est dans le système crétacique.

Un peu plus haut se montrent des lits marneux à *Spirocyclina* et à *Aptyxis*, puis des calcaires à *Cyprina infravalanginiensis*, dans lesquels j'ai des motifs de croire à la réapparition sporadique de *Dicyclina Lusitanica*. La faune est composée d'espèces spéciales, qui pourraient aussi bien être jurassiques que crétaciques, sauf *Trigonia caudata*. Le Valanginien présente, par contre, une faune bien connue.

En Algarve, l'Infravalanginien contient un mélange de *Dicyclina*, de *Spirocyclina* et de *Trigonia caudata*.

Je termine par un essai de tableau synchronistique des contrées que nous venons de voir, disposées dans l'ordre géographique du Nord au Sud.

La dernière colonne montre le parallélisme avec l'Europe centrale. Les traits ne traversant pas entièrement les colonnes indiquent une limite incertaine.

Ce parallélisme, facile à établir pour les assises inférieures, grâce à la présence de faunes ammonitiques, est plus délicat pour le Néo-Jurassique, quoique les Gastropodes et les Lamellibranches du Kimeridgien soient tellement abondants dans le Ptérocérin du Portugal qu'il n'y ait pas de doute sur leur parallélisme, et que celui du Freixialin avec le Portlandien soit aussi démontré par la faune et par la superposition.

Je crois devoir prévenir une objection pouvant être inspirée par la présence d'*Ostrea virgula* dans les couches d'Abadia (zone à *Ammonites tenulobatus*), et l'apparition d'*Ostrea catalaunica* dès le Ptérocérin. La première de ces espèces est assurément caractéristique du Kimeridgien supérieur (Virgulien) de l'Europe centrale, mais MM. de Loriol et Struckmann ont démontré sa présence dans le Séquanien de Boulogne, d'Oberbuchsiten et du Hanovre. La deuxième n'a, je crois, été signalée que du Portlandien, mais il n'y a pas de motif pour admettre qu'elle soit indemne des fluctuations de sa parente.

Les couches à *Lima pseudo-alternicosta* peuvent être rapportées soit au Séquanien, soit au Kimeridgien, quoique leur faune se rapproche davantage de celle du Ptérocérin portugais que de celle du Lusitanien.

Il est évident que le Berriasien correspond à l'Infravalanginien; mais il n'est pas dit qu'une partie du Freixialien ne soit pas à lui rapporter.

Si l'on voulait se baser sur l'analogie de faune, surtout sur les

Dicyclina et *Spirocyclina*, pour réunir l'Infravalanginien au Jurassique, il faudrait se résigner à admettre la présence de *Trigonia caudata* dans le Jurassique, voire même d'une présence abondante!

D'un autre côté, on ne peut pas faire entrer le Freixialin supérieur (à *Dicyclina*) dans le Crétacique, car la majeure partie de sa faune est franchement jurassique.

La flore nous montre aussi un passage insensible entre les deux systèmes.

Il faut donc admettre que la limite entre les systèmes jurassique et crétacique, généralement très accentuée, n'est qu'une limite conventionnelle dans certaines régions du Portugal, comme c'est du reste le cas dans quelques contrées des Alpes.

Lisbonne, mars 1901.

ERRATUM

Page 111, ligne 5 du *Sommaire* : au lieu de : *Lima alternicosta*, lisez : *Lima pseudo-alternicosta*.

